

 reviewed paper

Augmented Reality im öffentlichen Raum

Wolfgang Höhl, Daniel Broschart

(Dr.-Ing. Wolfgang Höhl, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Lehrstuhl für Medieninformatik, D-80333 München, [mailto: wolfgang.hoehl@lmu.de](mailto:wolfgang.hoehl@lmu.de))

(M.Sc. Daniel Broschart, Technische Universität Kaiserslautern (TU KL), Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden (CPE), D-67663 Kaiserslautern, [mailto: daniel.broschart@ru.uni-kl.de](mailto:daniel.broschart@ru.uni-kl.de))

1 ABSTRACT

Diese Arbeit beschäftigt sich mit aktuellen Einsatzgebieten von Augmented Reality-Anwendungen im öffentlichen Raum. Dazu gehören nicht nur Entscheidungsinstrumente für Planer, Politik und Öffentlichkeit, sondern auch eine breite Palette an Anwendungen für Tourismus, Bildung und Entertainment.

Augmented Reality oder Erweiterte Realität mag zunächst nach Science Fiction klingen. Die rasante Entwicklung von Smartphones und Tablets ermöglicht aber viele neue und interessante Anwendungen im öffentlichen Raum – und das nicht nur für wenige Fachleute, sondern für die breite Öffentlichkeit. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über aktuelle Augmented Reality-Anwendungen die sich im öffentlichen Raum einsetzen lassen.

Das sind einerseits sogenannte Augmented City Guides, Augmented Reality Games, Urban Story Telling und historische Stadt- und Architekturführer, wie zum Beispiel die Anwendungen „Chronovizor“, „Landauer Walk“, „Time Traveller“ oder „Zeitfenster“. Andererseits gibt es aber auch neue Werkzeuge zur Beurteilung von Planungen und Neubauten im öffentlichen Raum, sogenannte Design Review Systems und Collaborative Virtual Environments (CVE's). Dazu gehören die Projekte „Talking Places“, „Location-Based-Audio“, „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“, „Variantendiskussion im Entwurfsprozeß“, „Augmented Collaborative Architectural Visualization“ und der „AR-Bebauungsplan“. Diese Projekte unterstützen die Beteiligung von Bürgern und Politik in frühen Phasen einer Projektentwicklung.

Diskutiert werden unter anderem die technischen Voraussetzungen und Komponenten eines AR-Systems, Content und umsetzbarer Detaillierungsgrad, Servermanagement und Cloudlösungen, Geolokalisierung und Trackingverfahren, sowie die markerbasierte und die markerlose Umgebungserkennung. Es wird gezeigt, dass sowohl die eingesetzte Technologie als auch deren Komponenten stark vom Content, dessen Detaillierungsgrad und vom beabsichtigten Nutzerkreis abhängig sind. Gespannt warten darf man heute auf den Einsatz weiterer Kamerasensorik (Oculus Rift, Samsung Gear VR, Intel Real Sense Camera) in Hinblick auf zukünftige Anwendungen und deren Rezeption durch den Nutzer.

2 ANWENDUNGSBEREICHE UND PROBLEMKREISE VON AR IM ÖFFENTLICHEN RAUM

2.1 Anwendungsbereiche nach Branchen

Aktuell gibt es fünf wesentliche Anwendungsbereiche von AR-Anwendungen im öffentlichen Raum: (1) Entertainment, (2) Tourismus, (3) Engineering, (4) Architecture and Design und (5) Life Sciences. Diese Anwendungsbereiche haben unterschiedliche Inhalte und Nutzergruppen. Innerhalb dieser Anwendungsbereiche haben wir eine große Auswahl an unterschiedlichen Softwareanwendungen (Wikitude, Layar, AR Media, AR Works, Sightspace 3D, Metaio, Junaio, AR Studio, ARTag, ARToolKit, DART [Designers Augmented Reality Toolkit], APRIL, Studierstube, AMIRE [Authoring Mixed Reality], CATOMIRE oder Tinmith). Wie wir noch später sehen werden, ist die Auswahl der Software, der Technologie und des Darstellungsverfahrens stark abhängig von der Komplexität des Inhalts, der beabsichtigten Nutzergruppe, vom Anwendungsbereich und der Phase in der Wertschöpfungskette. Handelt es sich um eine Entwicklung für den fachlich wenig versierten Endnutzer, sprechen wir bei Anwendungen von Augmented City Guides, Augmented Reality Games oder Urban Story Telling. Wenn wir über Anwendungen für Fachleute in der Produktentwicklung reden, dann finden wir hier Design Review Systems oder sogenannte Collaborative Virtual Environments (CVE's).

2.2 Problemkreise von AR im öffentlichen Raum

Welche aktuellen technischen Probleme stellen sich nun bei Augmented Reality Anwendungen im öffentlichen Raum? Wo liegt der weitere Forschungsbedarf? Wie wir gesehen haben, gibt es zur Zeit drei aktuelle Problemkreise für neue Lösungen bei AR-Anwendungen im öffentlichen Raum:

- Umgebungserkennung, Lichtverhältnisse und Verdeckung
- Darstellungsmethode, Inhalt und Anwendungsbereich
- Nutzerkreis, Technologien und Anwendungen

2.2.1 Umgebungserkennung, Lichtverhältnisse und Verdeckung

Zur Zeit gibt es folgende technische Probleme von Augmented-Reality-Anwendungen im Aussenraum: (A) die performante, markerlose und exakte dreidimensionale Umgebungserkennung (B) Geeignete Trackingsysteme für Vor-Ort-Visualisierungen (C) die Berücksichtigung wechselnder Lichtverhältnisse zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten im Aussenraum und (D) das genaue dreidimensionale Einpassen virtueller Geometrie in eine vorhandene städtebauliche Situation, sowie (E) die Berücksichtigung von Verdeckung von Objekten (Occlusion) und Transparenz.

Bei einer Fokussierung auf die eingesetzte Trackingtechnik aktueller AR-Techniken fällt auf, dass sich diese wiederum in drei grundsätzliche Verfahrensarten unterscheiden lassen: GPS-Tracking, markerloses und markerbasiertes Tracking. Beim GPS-Tracking wird auf das integrierte GPS-Modul zurückgegriffen. Markerbasierte Systeme beruhen auf einem Bilderkennungsverfahren und setzen sogenannte optische Marker ein. Markerlose Trackingsysteme arbeiten mit einer Kanten- und Flächenerkennung im aktuellen Kamerabild und gleichen die Abbildung der erkannten Kanten und Flächen mit der Lage der entsprechenden Geometrie in einem vorher angefertigten 3D-Modell ab. Dies erfordert eine vorhergehende genaue Kalibrierung und Skalierung von 3D-Modell und Bild (vgl. Schattel et. al. 2014).

2.2.2 Darstellungsmethode, Inhalt und Anwendungsbereich

Der Performanz der vorgenannten Technologien ist abhängig von der gewählten Objektgröße und dem Detaillierungsgrad. Auch die Darstellungsmethode (Real / Mixed Reality / Augmented Reality / Augmented Virtuality / Virtual Reality) ist in hohem Grad abhängig von der Komplexität des gewählten Inhalts und dem Detaillierungsgrad der virtuellen Objekte. Diese Faktoren bestimmen im Wesentlichen über die performante Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen.

Beide oben beschriebenen Verfahren – egal ob es sich um die Variante der Geolokalisierung oder Markerbasierten AR von Layar oder Junaio handelt – benötigen einen Server von dem die hinterlegten Inhalte auf das Smartphone des Nutzers gestreamt werden. Um eine angenehme Visualisierung zu ermöglichen, wird damit gleichzeitig eine jederzeit entsprechend gute mobile Internetverbindung vorausgesetzt. Die Abhängigkeit von der mobilen Internetverbindung stellt im gleichen Zug den „Flaschenhals“ beim umsetzbaren Detaillierungsgrad dieser Variante dar: Große oder komplizierte Modelle können nicht ohne längere Wartezeiten in den AR-Browser gestreamt werden.

AR-Anwendungen, bei denen der zu überlagernde Inhalt lokal auf dem Endgerät gespeichert werden kann, rücken an dieser Stelle in den Vordergrund der Betrachtung. 3D-Modelle können bei dieser Art Applikation direkt auf das Endgerät synchronisiert werden und in einer Bibliothek innerhalb der Anwendung gespeichert werden. Der Vorteil solcher Apps liegt auf der Hand: Es können auch solche Inhalte auf dem Smartphone visualisiert werden, die für das Verfahren des Streamings zu große Datenmengen aufweisen. Die Limitierung stellt theoretisch nur noch die Hardware-Konfiguration des Endgeräts dar. Gleichzeitig bedeutet die Ablage der Inhalte im internen Speicher des Smartphones eines Nutzers auch eine Beschränkung hinsichtlich der Nutzerzahlen: Es können nur die Betrachter erreicht werden, die sich den 3D-Inhalt auf ihr Endgerät laden.

2.2.3 Nutzerkreis, Technologien und Anwendungen

Wichtig für die Akzeptanz einer AR-Anwendung ist beim Endnutzer die Bedienbarkeit ohne Fach- oder Programmierkenntnisse. Entscheidend für zukünftige Endanwenderentwicklungen wird auch die Nutzerakzeptanz neuer Sensorik (HMD's | Magic Leap | MS HoloLens). Spannend bleibt dabei auch das Feld der Entwicklung von Collaborative Virtual Environments (CVE's) für Fachleute und Laien in der Produktentwicklung und der Präsentation städtebaulicher Projekte.

3 AKTUELLE ANWENDUNGEN, TECHNOLOGIEN UND EINSATZFELDER

Welche Möglichkeiten bieten AR-Techniken der Architektur und Stadtplanung? Die Auswahl der Technik soll später zielgerichtet auf das spezifische Einsatzfeld erfolgen. Um diese Zuordnung vorab zu testen,

müssen die einzelnen aktuellen AR-Techniken auf ihre jeweiligen Eigenschaften geprüft werden, da sich aufgrund dieser unterschiedlich hohe Detaillierungsgrade umsetzen lassen. Die Wahl auf eine Streaming-Variante oder ein Verfahren, bei dem die Inhalte lokal gespeichert werden, stellt hinsichtlich der erreichbaren Nutzerzahlen ebenso einen wesentlichen Aspekt dar. Um die aktuellen AR-Techniken und deren Potenziale aufzuzeigen, werden in diesem Kapitel eine Reihe von Projekten vorgestellt, bei denen die erwähnten Techniken zum Einsatz kamen.

3.1 Augmented City Guides | Augmented Reality Games | Urban Story Telling

3.1.1 Chronovizor (Gontz et. al. 2013)



Abbildung 1: Chronovizor (Gontz et. al. 2013)

Chronovizor nutzt ein kombiniertes Verfahren aus ortsbezogenen GPS-Daten und einem vor Ort vorhandenen optischen Marker. Angeboten werden historische Stadtansichten in 2D-Standbildern und in bewegten 2D-Videoformaten, die Sie individuell mit ihrem Live-Kamerabild direkt vor Ort überlagern können. Eingebettet ist diese Anwendung in einen herkömmlichen Channel der Anwendung junaio der Firma Metaio. Über diesen channel wird die Orientierung gewährleistet und es können ortsbezogene Daten über eine Landkarte und interaktive Texte abgefragt werden. Lichtverhältnisse sind noch nicht und die Verdeckung ist bedingt steuerbar. Es handelt sich um einen einfachen Augmented City Guide für Endanwender.

3.1.2 Landauer Walk (Bayerischer Rundfunk 2014)



Abbildung 2: Landauer Walk (Bayerischer Rundfunk 2014)

Mit dieser App erleben Sie wichtige Stationen im Leben des ehemaligen FC Bayern Präsidenten Kurt Landauer. Es ist ein interaktiver Augmented City Guide für den normalen Endnutzer, mit dem Sie fünf historische Orte in München besuchen und erkunden können. Über die Plattform Wikitude, eine HTML5 und JavaScript-Lösung ist diese App plattformübergreifend nutzbar. Es gibt einen GPS-basierten interaktive Modus (Vor-Ort-Tour) und einen rein virtuellen Modus (Couch-Tour). Neben ortsbezogener Audio-, Video- und Textinformation werden auch interaktive AR-Bilder angeboten. In den interaktiven Modi können Sie direkt vor Ort historische Bilder mit dem Echtzeitbild der Kamera überblenden, im virtuellen Modus können Sie sich auch von zu Hause im historischen Panorama bewegen.

Im interaktiven Modus wird die Performanz direkt von der GPS-Ortung und den gestreamten Datenmengen wesentlich beeinflusst. Der Couch-Modus erlaubt durch das vorherige Laden die performantere Anzeige von speicherintensiven Datenmengen.

3.1.3 Time Traveller (Metaio GmbH. 2014)



Abbildung 3: Time Traveller (Metaio GmbH. 2014)

TimeTraveller bietet Berlins Besuchern augmentierte Information zu bestimmten historischen Orten. Es ist ein kombiniertes Verfahren aus GPS-Tracking und ortsbezogenen optischen Markern aus großformatigen Bildern. An den früheren Standorten der Berliner Mauer an der Bernauer Strasse können Sie Videos von Fluchtszenen oder von historischen Gebäuden und Situationen direkt in Ihrem Live-Kamerabild beobachten. Begleitend dazu werden Navigationsfunktionen und textbasierte Informationen angeboten. Es handelt sich um einen Augmented City Guide für den normalen Endnutzer und ist durch die junaio-Browserlösung plattformübergreifend nutzbar.

3.1.4 Zeitfenster (Burkert et al. 2013)

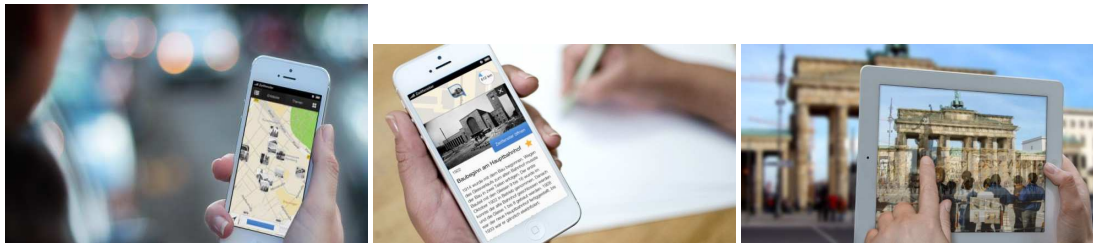


Abbildung 4: Zeitfenster (Burkert et al. 2013)

Zeitfenster bietet Navigation und ortsbezogene Text- und 2D-Bilddaten an. Verfügbar ist dieser historische Stadtführer für die Städte Berlin und Stuttgart und wird nur für die Plattform iOS angeboten. Die Technologie verwendet eine Serverlösung mit GPS-Tracking und einfacher Bildüberlagerung mit dem Live-Kamerabild. Es handelt sich ebenfalls um einen einfachen Augmented City Guide für den normalen Endnutzer.

3.1.5 Talking Places (Hesch 2011, Memmel und Groß 2011)

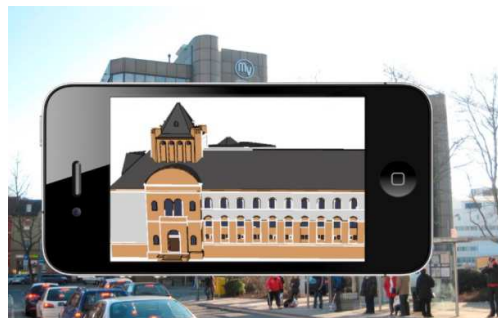


Abbildung 5: Talking Places (Hesch 2011)

Die Geschichte einer Stadt im Alltag wiedererleben, diesen Ansatz verfolgt das Projekt "Talking Places" das aus einer Kooperation zwischen der Technischen Universität und des DFKIs in Kaiserslautern entstanden ist. Gebäude die eine historische Bedeutung in der Geschichte Kaiserslauterns haben, allerdings aufgrund von Kriegszerstörungen oder zwischenzeitlichem Abriss nicht mehr im heutigen Stadtbild betrachtet werden können, wurden als virtuelle 3D-Modelle nachgebaut und mit der Geoposition des ursprünglichen Standortes versehen (Hesch 2011). Zusätzlich wurden diese Modelle über die vom DFKI entwickelte RADAR-Plattform (Resource Annotation and Delivery for Mobile Augmented Reality Services) in einen eigenen

Layer geladen, von dem aus sie in gängige AR-Browser wie Layar oder Junaio gestreamt werden können (Mommel, Groß 2011). Befindet sich der Betrachter an eben diesem Ort, so kann er die ehemaligen Gebäude aus allen Blickwinkeln betrachten und sich über deren Geschichte informieren.

3.1.6 Location-Based-Audio (Dörrzapf 2012)

Über mobile AR-Browser können nicht nur 3D-Informationen im öffentlichen Raum platziert werden, sondern eine Augmentierung um Audio- oder Video-Dateien ist ebenfalls möglich. In der Arbeit "Location-based Audio" wurden die Einsatzmöglichkeiten, Entwicklungstrends und konzeptionelle Ansätze durch die Erweiterung des öffentlichen Raumes durch die Platzierung von Audio-Dateien am Beispiel der Stadt Wien untersucht. Eine Verortung mehrerer solcher Dateien innerhalb einer AR-Umgebung ermöglichen so beispielsweise die Umsetzung einer neuen Art von Stadtpaziergang. Sobald der Nutzer die Geoposition, an der eine Information hinterlegt ist, erreicht wird deren Inhalt unverzüglich abgespielt. Eine Verknüpfung mehrerer solcher Stationen ist ebenso denkbar und eröffnet somit Potentiale zum Erzählen urbaner Geschichten (Dörrzapf 2012).

3.2 Design Review Systems | Collaborative Virtual Environments (CVE's)

3.2.1 Augmented Collaborative Architectural Visualization (Schattel et. al 2014)



Abbildung 6: Augmented Collaborative Architectural Visualization (Schattel et. al. 2014), links: Collaborative Design Desktop (CDP) environment, rechts: On-site AR visualization

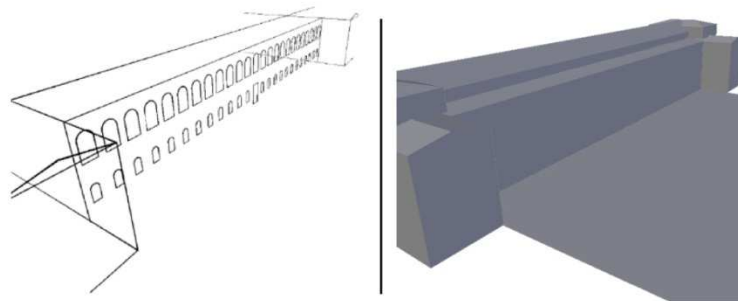


Abbildung 7: Augmented Collaborative Architectural Visualization (Schattel et. al. 2014). 3D-Modelle für Initialisierung (links) und Tracking (rechts)

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung einer kollaborativen Designplattform für Laien und Fachleute. Es handelt sich dabei um ein kombiniertes virtuelles Environment mit einem interaktiven Tabletop und einer mobilen Endgerät zur Entwicklung von gestalterischen Varianten im Entwurfsprozess von Gebäuden. Änderungen am realen Modell am Tabletop können direkt vor Ort am mobilen Endgerät miterlebt werden. Das Tracking vor Ort ist eine kombinierte Technik mit GPS-Tracking und Erkennung eines virtuellen 3D-Kantenmodells. Zum Einsatz kommen hier 3D-Maps, der junaio-Browser und die junaio-Toolbox.

3.2.2 Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben (Biwer et. al. 2013)



Abbildung 8: Baukultur in der Praxis trifft Technologie; Rundgang und Infostand am Tag des offenen Denkmals 2013 (Biwer et al., 2013)

Aufgrund einer gewissen Ungenauigkeit in der GPS-gestützten Positionsbestimmung kann es bei den in den Projekten “Talking Places” und “Location-based Audio” eingesetzten Trackingsystemen auf Geolokalisierungsbasis dazu kommen, dass Inhalte “zu springen” beginnen. Sollen dagegen gebäudebezogene Inhalte in einer AR-Umgebung visualisiert werden, stößt diese Art des Trackings schnell an ihre Grenzen, da die betrachterseitige Zuordnung von Information zu Gebäude erschwert wird. Tracking-Verfahren der Bilderkennung schaffen hier eine Alternative und erlauben eine genauere Überlagerung der gewünschten Inhalte. Das in Kooperation mit dem Stadtplanungsamt Saarbrücken entstandene Projekt “Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben” beschäftigte sich inhaltlich mit der Sensibilisierung betroffener und interessierter Bürger für die Strukturen und Details der 1950er Jahre Architektur in der Eisenbahnstraße in Saarbrücken. Insbesondere aufgrund anstehender Modernisierungsarbeiten gilt das Bestreben dieses Projektes der Kommunikation der Bedeutung dieser Gebäude gegenüber den Bürgern. Neben einem auf Layar Vision basierten, geführten Rundgang durch das betroffene Gebiet, wurde bei der Eröffnungsveranstaltung des “Tag des offenen Denkmals 2013” zusätzlich mit virtuellen 3D-Modellen an einem Infostand über die Eisenbahnstraße informiert. Da die im Plangebiet eingesetzte Technik ein Streaming der Inhalte erfordert, wird der Detaillierungsgrad der Darstellung durch die Qualität der mobile Internetverbindung limitiert. Um diesem Punkt entgegenzuwirken, wurde das am Informationsstand platzierte virtuelle 3D-Modell mit einer AR-Anwendung umgesetzt, die eine lokale Speicherung auf dem Endgerät erlaubt. Die Limitierung des Darstellungsgrades wird somit theoretisch nur durch die Hardware-Konfiguration des Endgerätes bestimmt (Biwer et al. 2013).

3.2.3 AR-Bebauungsplan (Broschart, Zeile 2014)



Abbildung 9: AR-Bebauungsplan (Broschart, Zeile 2014)

Aufgrund ihrer Informationsdichte gelten Bebauungspläne als äußerst komplexe Planwerke. Da die darin geregelten Festsetzungen jedoch den Bürger in der Bebaubarkeit seines eigenen Grundstücks betreffen können, muss diesem im Rahmen des gesetzlich vorgeschriebenen Beteiligungsverfahrens die Bildung einer eigenen Meinung und Einschätzung für etwaige Einsprüche gegeben werden. Wie soll aber ein Bürger eine eigene Meinung bilden, wenn er den veröffentlichten Plan nicht direkt erfassen und verstehen kann? Da die Vorkenntnisse beim Lesen von Plänen als unterschiedlich eingeschätzt werden, müssen bei der

Kommunikation dieser Inhalte solche Techniken herangezogen werden, die einen vielfältigen Einsatz erlauben. Eine direkte Augmentierung des “klassischen zweidimensionalen Planwerks” verspricht hierbei große Potentiale: Der Betrachter tritt in direkte Interaktion mit den vereinfacht dargestellten Informationen des Bebauungsplans, kann sich selbst auf spielerischem Wege eine eigene Meinung über die für ihn relevanten Inhalte bilden und diese im Beteiligungsprozess anzeigen (Broschart, Zeile 2014).

Zur Umsetzung eines augmentierten Bebauungsplans bieten sich Marker-basierte AR-Techniken wie Layar Vision oder Wikitude an. Der Plan selbst fungiert hierbei als Marker und wird um zwei- oder dreidimensionale Inhalte erweitert. Beim Einsatz als zusätzliches, informelles Beteiligungswerkzeug können die zweidimensionalen Festsetzungselemente der Planzeichenverordnung zum besseren Verständnis auch durch dreidimensionale Pendants ersetzt werden (Broschart 2013).

3.2.4 Variantendiskussion im Entwurfsprozess

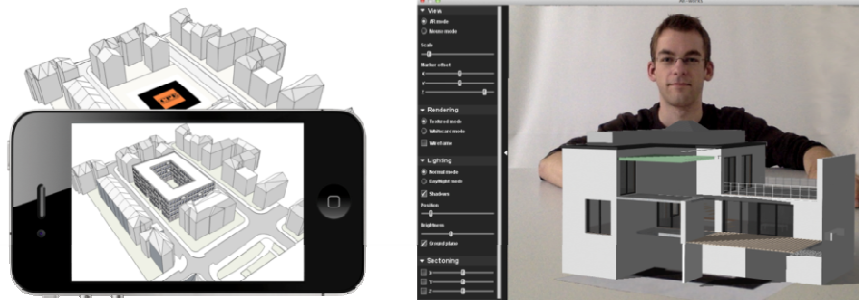


Abbildung 10: Variantendiskussion im Entwurfsprozess (Broschart 2013)

Anwendungen wie Sightspace 3D oder AR-Works setzen auf eine lokale Speicherung des virtuellen Inhalts. Dadurch lassen sich einerseits große Dateien visualisieren, aber aufgrund ihres User-Interfaces auch Varianten diskutieren. Sightspace 3D verwendet beispielsweise eine interne Bibliothek, in die eigene 3D-Modelle gespeichert werden können. Sind mehrere solcher Modelle auf einem Endgerät gespeichert, so lassen sich diese nacheinander am Ort des Geschehens einblenden, anpassen und beurteilen.

Zur Diskussion von Varianten im Entwurfsprozess lässt sich auch die rein als Desktop-basierte Anwendung AR-Works heranziehen. Hierbei handelt es sich um ein Plugin für Vectorworks, welches dieses um eine AR-Exportfunktion erweitert. Das virtuelle Modell wird dabei mit einem speziellen Marker verknüpft und lässt sich im zugehörigen Viewer aus allen Perspektiven anzeigen. Angelegte Ebenen können dabei ebenfalls interpretiert werden und im Layermanager des Viewers ein- und ausgeblendet werden. So lassen sich beispielsweise unterschiedliche Entwürfe diskutieren. Zusätzlich ist eine Schattensimulation innerhalb des Viewers möglich.

4 CONCLUSION

4.1 Umgebungserkennung, Lichtverhältnisse und Verdeckung

Markerloses optisches Tracking mit Kantenerkennung bietet genauere Resultate im Aussenraum als das markerbasierte oder das GPS-Tracking. Forschungsbedarf besteht bei performanten Verfahren zur Schattendarstellung und Verdeckung von Objekten (Occlusion) bei wechselnden Lichtverhältnissen.

4.2 Darstellungsmethode, Inhalt und Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich und die Phase in der Wertschöpfungskette bestimmen wesentlich die Inhalte der AR-Anwendung (Datenmenge, Objektgröße und Detaillierungsgrad), die Darstellungsmethode und die gewählte Technologie (Streaming | Lokale Daten), sowie die konkrete Nutzergruppe. Nicht jede Darstellungsmethode (Realität, Augmented Reality, Mixed Reality, Augmented Virtuality oder Virtual Reality) eignet sich für jeden Inhalt. Die Auswahl des Werkzeugs richtet sich immer nach dem jeweiligen Anwendungsbereich und dem speziellen Inhalt. Der Anwendungsbereich definiert ebenfalls Objektgröße und Detaillierungsgrad in Inhalt und Darstellung.



Abbildung 11: Objektgröße, Detaillierungsgrad (LOD) und Anwendungsbereiche



Abbildung 12: Darstellungsmethoden, Anwendungsbereiche und Technologien

Soll Information möglichst breit gestreut werden, bietet sich der Einsatz von Serverkonzepten mit Streaming-Varianten an. Dabei muss allerdings auch beachtet werden, dass der Inhalt nicht allzu detailliert ausfallen darf, weil große Datenmengen die mobile Internetverbindung schnell überfordern und die virtuelle Erfahrung einschränken können. Verfahren bei denen die Inhalte lokal auf dem Endgerät gespeichert werden bieten den Vorteil eines hohen Detaillierungsgrades, lassen dagegen nur einen kleinen Nutzerkreis zu, da hierbei zunächst mehrere Voreinstellungen getroffen werden müssen, bevor der virtuelle Inhalt bestaunt werden kann. In Bezug auf den umsetzbaren Detaillierungsgrad bildet die jeweilige Hardware-Konfiguration des Endgerätes dabei theoretisch die einzige Grenze. Reichen auch die Möglichkeiten einer mobilen AR-Visualisierung nicht mehr aus, um den gewünschten Detaillierungsgrad der virtuellen Information umzusetzen, können solche technische Varianten herangezogen werden, die sich über Notebooks oder Desktop-PCs realisieren lassen. Die Darstellung in einer rein virtuellen Umgebung lässt hinsichtlich des Detaillierungsgrades der eigentlichen Computergrafik einen noch höheren Detaillierungsgrad zu. Lassen sich mit den vorgestellten Streaming-Varianten beispielsweise einfache Textinformationen, aber auch Audio-, Video- oder kleine 3D-Modelldateien hinterlegen, bieten die Varianten einer lokalen Speicherung die Visualisierung hochdetaillierter 3D-Modelle bis hin zur Darstellung von Inneneinrichtungen in reinen VR-Umgebungen.

4.3 Nutzerkreis, Technologien und Anwendungen

Anzahl der Nutzer und die jeweilige Fachkenntnis bestimmen die Komplexität des Inhalts (Einfache Textinformation [POI's], Location-based Audio, Videowalks, 2D-Daten, 3D-Grafik) die Art der Datenüberlagerung, die verwendete Technologie (Streaming | Lokale Daten | Sensorik) und Endgeräte Augmented Reality im öffentlichen Raum bedeutet, dass wir es mit großen Nutzergruppen zu tun haben. Nutzergruppen, die über weniger Fachkenntnis verfügen, aber oft einen hohen Anspruch an die Usability eines Augmented Reality Systems haben. Anzahl und Fachkenntnis der Nutzer entscheiden aber auch über die verwendete Sensorik und die Komplexität der Inhalte (Sensorial Engagement, Design Abstraction und

Data Engagement Overlay). Und diese Einbeziehung des Nutzers bestimmt maßgeblich die Darstellungsmethode (Reality, Mixed Reality oder Virtual Reality).

Während die vorgestellten Techniken aus dem Bereich der Augmented Reality versuchen virtuelle Informationen und reale Situationen in Bezug zu bringen, konzentrieren sich die aktuellen Entwicklungen aus dem Mixed Reality-Bereich auf die Verbesserung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Parallele Entwicklungen gibt es im Bereich der Virtual Reality beim Einsatz von Datenbrillen wie der Oculus Rift. Ihr auf den ersten Blick als reine Visualisierungstechnik entwickeltes Einsatzgebiet wird durch die Anbindung weiterer Sensoren zunehmend erweitert. Durch den integrierten Lagesensor ermöglicht bereits die Basis-Version dieser VR-Brille dem Nutzer ein „natürliches“ Umsehen in der virtuellen Welt: Durch eine Bewegung des Kopfes kann der Betrachter den Blickwinkel anpassen. Bereits aufgrund dieser Eigenschaften entwickelt sich diese Technik in den Bereich der Mixed Reality, die Mensch-Maschine-Interaktion steht im Vordergrund der Visualisierungserfahrung. Während die Navigation innerhalb der virtuellen Welt nach wie vor per Tastatur oder Joystick erfolgt, gibt es über die Grundausstattung hinaus schon erste Entwicklungen, die eine natürliche Veränderung der Position zulassen. Durch die Anbindung eines Laufbandes bewegt sich der Nutzer zwar in der realen Welt auf der Stelle, kann aber die virtuelle Welt beliebig begehen.



Abbildung 13: Nutzerkreis, Technologien und Anwendungen

Collaborative Virtual Environments (CVE's) unterstützen die lokale und non-lokale Kommunikation zwischen Planern und Öffentlichkeit. Insbesondere beim Vorliegen einer persönlichen Betroffenheit durch eine Planung können die Visualisierungstechniken von Augmented Reality und Mixed Reality ihre Potenziale während der Kommunikation mit interessierten Laien zeigen. Bürger können auf diese Weise auf spielerische Weise für durchaus ernste Themen der Stadtplanung sensibilisiert werden und sich eine eigene Meinung bilden, die sie in weiteren Planungsphasen äußern können. Bei diesen Kommunikationsprozessen können die vorgestellten Techniken unterstützend eingesetzt werden, jedoch muss dabei beachtet werden dass soziale Gruppen, die (noch) nicht über das entsprechende Endgerät verfügen, aufgrund technischer Barrieren ausgegrenzt werden. Dieser Digital Divide kann durch geführte Touren, kommentierte Visualisierungen usw. umgangen werden, bei denen der Planer eine vermittelnde Anwaltsfunktion einnimmt, um dem interessierten Bürger diejenigen Inhalte zu erklären zu können, die er aufgrund reiner Plandarstellungen und Visualisierungen noch nicht verstanden hat. Erst durch diesen Austausch wird aus reiner Visualisierung ein Kommunikationsvorgang, zwar unterstützen die Darstellungstechniken Architekten und Planer bei der Plankommunikation, können aber das direkte Gespräch nicht ersetzen. Oder kurz: Das Online funktioniert nicht ohne das Offline!

5 REFERENCES

- Allbach, B.; Memmel, M.; Zeile, P.; Streich, B. (2011), Mobile Augmented City – New Methods for urban analysis and urban design processes by using mobile augmented reality services. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2011, Zeche Zollverein Essen, Wien
- APA Press Release (2013): Grazer Fraunhofer Institut testet Leitsysteme, in: futurezone.at vom 2013-10-22, (last accessed on 2013-12-28), <http://futurezone.at/science/grazer-fraunhofer-institut-testet-leitsysteme/32.100.676>
- Bayerischer Rundfunk (Hrsg.) (2014): Landauer Walk Augmented Reality App, München, <http://www.br.de/fernsehen/bayerisches-fernsehen/sendungen/kurt-landauer-der-film/die-app100.html> (last accessed on 2014-12-17)

- Biwer, J.; Brack, C.; Broschart, D.; Schneider, M.; Zemla, A. (2013), Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben. Masterprojekt, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- Broschart, D. (2013), ARchitektur – Die Fortentwicklung der Visualisierungs- und Kommunikationsmethoden in der Architektur und Stadtplanung. Masterarbeit, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- Broschart, D.; Zeile, P. (2014), ARchitecture – Augmented Reality-Techniques and Use Cases in Architecture and Urban Planning. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2014, Wien.
- Burkert, P., Straubinger, S., Schaufler, B. (2013): Zeitfenster App, in: Hochschul der Medien (HdM), HdM-Studenten sind „Kultur- und Kreativpiloten, Stuttgart, http://www.hdm-stuttgart.de/english/master/view_news?ident=news20130725134253 (last accessed on 2014-12-17)
- Chan, C. S. (2005): Visualizing the Effectiveness of Work Space in a Virtual Environment, AIA / GSA Project Final Report, Iowa State University, Ames
- Dörrzapf, L. (2012), Location-based Audio – Einsatzmöglichkeiten, Entwicklungstrends und konzeptionelle Ansätze am Beispiel der Stadt Wien, Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- Gelernter, D., Norvig, P. und Coupland, D. (2015): Was denken Sie über Maschinen, die denken? in: Süddeutsche Zeitung vom 2015-01-16, <http://www.sueddeutsche.de/digital/the-edge-question-was-denken-sie-ueber-maschinen-die-denken-1.2306999> (last accessed on 2015-01-21)
- Gontz, D., Gontz, G., Cretulescu, C., Gatu, A., Molete, I. (2013): Chronovizor, in: Colorbitor, Bucharest, <http://www.colorbitor.com/> (last accessed on 2014-12-17)
- Hesch, G. (2011), Talking Places Kaiserslautern – Making the invisible visible. Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- Höhl, W. (2008), Interaktive Ambiente mit Open-Source-Software: 3D-Walk-Throughs und Augmented Reality für Architekten mit Blender 2.43, DART 3.0 und ARToolKit 2.72. 1.Auflage, Springer Wien NewYork.
- Höhl, W., Behmel, A., Kienzl, T., Sandner, H., Gründler, J. et.al. (2013): CG Mixed Reality Architectural Workspace, in: Proceedings of Real CORP 2013 on 20-23 May 2013, Acquario Romano, Rome / Italy und in: uDay XI – Natural Interfaces (2013): Proceedings of uDay XI on 2013-06-14, Vorarlberg University of Applied Sciences in Dornbirn, Pabst Science Publishers.
- Höhl, W. (2014): Sim Games, Simulation und industrielle Anwendungen, Beitrag zur Ringvorlesung Games des Medien Campus Bayern, in: Kaiser, M. (2014): Ringvorlesung Games . Retro- Gaming | Gamification | Augmented Reality, 1. Auflage, Verlag Dr. Gabriele Hooffacker, Edition Medien Campus Bayern, München, S. 80 – 97.
- Höhl, W., Behmel, A., Kienzl, T. (2014): [DEMO] MRI Design Review System – A Mixed Reality Interactive Design Review System for Architecture, Serious Games and Engineering using Game Engines, Standard Software, a Tablet Computer and Natural Interfaces, in: ISMAR 2014 – International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 10-12 Sept. Munich.
- Maldovan, K.D., Messner, J.I., Faddoul, M. (2006): Framework for Reviewing Mock-Ups in an Immersive Environment, in: RAYMOND ISSA, R. (ed.), CONVR 2006, 6th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, Orlando, Florida, August 3-4
- Memmel, M.; Groß, F. (2011), RADAR – Potentials for Supporting Urban Development with a Social Geocontent Hub. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2011, Zeche Zollverein Essen, Wien.
- Metaio GmbH. (Hrsg.) (2014): Time Traveller, in: Augmented Reality Provides Window into the Past with Berlin Wall Timetraveler App, München, <http://www.metaio.com/about/press/press-release/2014/augmented-reality-provides-window-into-the-past-with-berlin-wall-time-traveler-app/> (last accessed on 2014-12-17)
- Milgram, P.; Colquhoun, H. (1999), A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration. In: Ohta, Y.; Tamura, H.: International Symposium on Mixed Reality, 1999. Berlin.
- Schattel, D., Tönnis, M., Klinker, G., Schubert, G., Petzold, F. (2014): [DEMO] On-Site Augmented Collaborative Architecture Visualization, in: ISMAR 2014 – International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 10-12 Sept. Munich.
- Wang, X. and Tsai, J.J.-H. (eds.)(2011): Collaborative Design in Virtual Environments, ISCA 48, Springer Science + Business Media
- Wang, X., and Schnabel, M. A. (2009): Mixed Reality in Architecture, Design and Construction, Springer Science + Business Media
- Wang, X. and Tsai, J.J.-H. (eds.)(2011): Collaborative Design in Virtual Environments, ISCA 48, Springer Science + Business Media
- Zeile, P. (2010), Echtzeitplanung – Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung, Dissertation, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- Zeile, P. (2011), Augmented City – erweiterte Realität in der Stadtplanung. In: Stadtbauwelt 24/2011. Berlin.