

Raumerfassung und Raumwahrnehmung – aktuelle Techniken und potenzielle Einsatzgebiete in der Raumplanung

Steffen Folz, Daniel Broschart, Peter Zeile

(Steffen Folz, TU Kaiserslautern | CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern, steffen.folz@gmail.com)
 (MSc. Daniel Broschart, TU Kaiserslautern | CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern, daniel.broschart@ru.uni-kl.de)
 (Dr.-Ing. Peter Zeile, TU Kaiserslautern | CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern, zeile@rhrk.uni-kl.de)

1 ABSTRACT

Zur Analyse und Bewertung städtebaulicher Situationen stellt die, vom Planer durchgeführte, klassische Bestandsaufnahme in der Regel immer den ersten Schritt dar. Bei der Ortsbegehung werden Einzelfotos oder Panoramas aufgenommen, um die Situation festzuhalten und sie später mit anderen Personen diskutieren zu können. Fotos haben allerdings den Nachteil, dass sie die Situation nur statisch und aus einer Perspektive heraus erfassen können. Mit Street View machte Google den nächsten Schritt und ermöglicht ein Navigieren durch die Fotopanoramas von Straßenzügen (Google 2016). Kugelpanoramen wie Photo Sphere Camera lassen dagegen beispielsweise das Umsehen auf einer Platzsituation zu (Perez 2014).

Nun stellt sich die Frage, ob sich dieses Feld der Panoramaforschung auch um dynamische Komponenten erweitern lässt. An dieser Stelle setzt der vorliegende Beitrag an und behandelt aktuelle Techniken zur optischen Erfassung räumlicher Situationen. Neben der Aufnahme von 3D-Videos, interaktiven 360-Grad-Videos und den Möglichkeiten des Nachbaus in Form digitaler Modelle, werden auch die Darstellungsmöglichkeiten mit Virtual Reality-Methoden im Hinblick auf ihren Beitrag zur Raumwahrnehmung und ihre potentiellen Einsatzgebiete im planerischen Kontext untersucht.

2 STAND DER FORSCHUNG

Bevor auf die neuesten Entwicklungen im Bereich der Aufnahmemöglichkeiten räumlicher Situationen eingegangen wird, behandelt dieser Abschnitt den aktuellen Stand der Forschung. Der aktuelle Stand der Panoramaforschung, sowie ein kurzer Abriss der Ergebnisse eigener oder unter Beteiligung absolvierter abgeschlossener Projekte im Bereich der Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) bilden die Grundlage für die darauf aufbauenden Inhalte des vorliegenden Papers.

2.1 Panoramaforschung

Das Feld der Panoramaforschung lässt sich dem Forschungsbereich der Raumwahrnehmung zuordnen. Unter anderem werden neue Techniken dahingehend untersucht, wie gut sich reale Situationen abbilden lassen, wie hoch der Immersionsgrad dieses virtuellen Erlebnisses ist und ob der Betrachter nach dem Erleben der virtuellen Welt ein Verständnis für den repräsentierten realen Raum bekommt. Die Forschung setzt bei den Abbildungsmöglichkeiten einzelner Fotos an und beschäftigt sich mit dem Sichtfeld des Menschen. In der Literatur gibt es bisweilen mehrere Ansätze um das menschliche Sichtfeld anhand technischer Parameter zu definieren. Die Diskussionen um ein möglichst natürliches Panoramaerlebnis drehen sich dabei um die sichtbare vertikale Höhe des Panoramas sowie dessen horizontalem Winkelbereich.

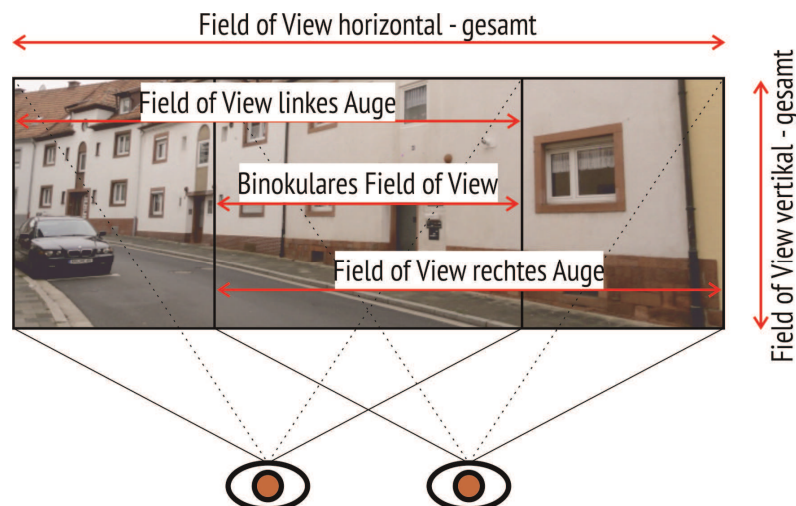


Abbildung 1: Menschliches Sichtfeld

Für die horizontalen Werte definiert Henson zwei Schlüsselbegriffe des menschlichen Sehens: Die binokulare Sicht und das Sichtfeld (oder: Field of View; kurz: FOV) (Henson 1993). Das binokulare Sehen wird durch einen Winkel von 120° abgebildet (Zube et al. 1974), das Sichtfeld des peripheren Sehens dagegen durch einen horizontalen Winkel von 180° (Daniel & Boster 1976). 360° -Panorama-Aufnahmen gehen darüber hinaus und berücksichtigen eine erste dynamische Komponente: Menschen schauen zur Raumwahrnehmung nicht nur geradeaus, sondern drehen sich zur Erkundung ihrer Umwelt um. Was den vertikalen Aspekt der Diskussion um Panoramas angeht, dreht sich die Kritik vorwiegend darum, dass die Abbildungen durch die Aufnahme großer Distanzen oftmals zwar einen großen horizontalen Winkel zeigen, die Höhe des menschlichen Sichtfeldes dabei aber vernachlässigt wird. Für den vertikalen Winkel des menschlichen Sichtfeldes schlagen Gibson (1979) und Barfield et al. (1995) einen Wert von 135° vor.

Im Vergleich dazu, bilden Digitalkameras mit einem vertikalen Winkel von 60° einen wesentlich kleineren Bereich ab (Yuhan et al. 2015: 93). Zur Lösung dieses Problems schlägt Ulrich (1981) die Kombination zweier Panoramen übereinander vor. Eine Beispielrechnung von Yuhan et al. (2015) zeigt dagegen, dass eine Überlagerung zweier Panoramen nicht in jedem Fall notwendig ist: Bei der Verwendung einer Kamera mit 60° vertikalem Aufnahmewinkel und einer Höhe von 1,6 Metern kann bei einer Distanz von 10 Metern zur Aufnahmeszenarie eine Höhe von 14 Metern erfasst werden. Demnach wird bei dieser Aufnahmedistanz erst dann eine zweite Panoramaaufnahme zur Überlagerung benötigt, wenn Objekte mit einer größeren Höhe als den erfassbaren 14 Metern gezeigt werden sollen (Yuhan et al. 2015: 93).

2.2 Augmented Reality

Direkt übersetzt bedeutet Augmented Reality „erweiterte“, „verbesserte“ oder „überlagerte Realität“. Bei diesem Verfahren wird die Realsituation durch die Überblendung zusätzlicher Informationen angereichert. Dabei kann es sich um einfache Textinformationen, Audio- oder Videodateien bis hin zu 3D-Modellen handeln. Zur Umsetzung einer AR-Visualisierung werden grundsätzlich immer vier Elemente benötigt, dabei handelt es sich um ein Aufnahmesystem, eine Trackingeinheit, eine Rendereinheit und ein Anzeigesystem. Mit integrierter Kamera, GPS, Beschleunigungs- und Lagesensoren, softwareseitigen Erweiterungen in Form von Apps und hochauflösenden Displays bieten Smartphones mittlerweile alle diese Eigenschaften, so dass sich auch mit diesen „Kleinstcomputern im Hosentaschenformat“ (Streich 2011) AR-Szenarien umsetzen lassen (Zeile 2011). Projekte wie „Talking Places“ (Hesch 2011), „Location Based Audio“ (Dörrzapf 2012), „Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben“ (Biber et al. 2013 und Broschart et al. 2013) und „Augmentierter Bebauungsplan“ (Broschart, Zeile 2013) zeigen die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von AR-Systemen in der Stadtplanung und Architektur auf. Ständige technische Entwicklungen und Neuerungen erweitern den Anwendungsbereich im Feld der Raumplanung zudem stetig (Reinwald et al. 2013).

Bei einer Kategorisierung der Techniken hinsichtlich des umsetzbaren Detaillierungsgrades wird dagegen schnell klar, dass sich mit AR-Systeme zwar viel, aber gewiss nicht alles visualisieren lässt. Insbesondere wenn die zu überlagernden Inhalte auf das Endgerät gestreamt werden müssen, kann bereits die Verbindungsqualität des mobilen Internetnetzes eine entscheidende Limitierung bedeuten. Wird diese Grenze dagegen aufgrund der Hardware-Konfiguration des Endgerätes oder der technischen Limitierungen der mobilen AR-Methoden erreicht, können weitere Details eventuell mit desktopbasierten VR-Anwendungen umgesetzt werden (Broschart 2013:62f.).

2.3 Virtual Reality

Virtual Reality wird mit virtueller Realität übersetzt und zeichnet sich gegenüber der Augmented Reality dadurch aus, dass keine äußeren visuellen Einflüsse auf den Betrachter einwirken, d.h. der Nutzer sich in einem von der realen Welt abgeschotteten virtuellen Raum bewegen und umsehen kann. Um die Möglichkeit des Umsehens zu realisieren, müssen einige Parameter beachtet werden: Um die Tiefenwahrnehmung umzusetzen, verwenden gängige VR-Systeme eine stereoskopische Darstellung. Aufgrund dieser Side-by-Side-Anzeige steht allerdings nur ein Teil des vor den Augen des Betrachters platzierten Bildschirms zur Verfügung und schränkt Auflösung und Sichtfeld ein. Mit den Modellen der Oculus Rift lassen sich auf diese Weise horizontale Sichtfeldwinkel von 110° (DK1) bzw. 100° (DK2) zeigen und so zumindest den Teil des binokularen Sehens nahezu simulieren (Dübner 2014). Zur Erhöhung des Immersionsgrades sind Erweiterungen der visuellen Eindrücke um Aspekte wie einer Beeinflussung des Audioerlebnisses oder haptische Steuerelemente denkbar.

Mit Oculus Rift, Samsung Gear VR, Sony PlayStation VR oder Microsoft HoloLens, steht eine ganze Reihe technischer Systeme auf dem Markt zur Verfügung oder kurz vor Marktstart, die noch auf ihre potentiellen Einsatzmöglichkeiten in der räumlichen Planung getestet werden können. Mit Google Cardboard gibt es zudem eine Low-Budget-Variante zur Umsetzung eines VR-Systems: In eine Brillenhalterung aus Pappe wird ein Smartphone eingesetzt, die integrierten Beschleunigungssensoren ermöglichen dann das Umsehen bei einer Kopfbewegung. Während sich die Bedienkonzepte zum Teil wesentlich unterscheiden, zeigen erste Tests mit einer Oculus Rift eine Gemeinsamkeit all dieser Systeme: Die Modellierung der virtuellen Welt erfordert einen enormen Arbeitsaufwand, insbesondere wenn ein hoher Detaillierungsgrad umgesetzt werden soll (Dübner 2014). An dieser Stelle wirft sich die Frage auf, ob es auch andere Möglichkeiten zur Erfassung real existierender, räumlicher Situationen gibt, um diese mit so vielen Details wie möglich abzubilden und im VR-System erlebbar zu machen.

3 ERFASSUNGSTECHNIKEN

Die Idee, bei einer Bestandsaufnahme nicht mehr ausschließlich Einzelfotos oder Panoramaaufnahmen zu erzeugen, sondern auch dynamische Komponenten zu nutzen, wirft die Frage auf, welche Techniken zu dieser Art der Raumerfassung nutzbar sind. Ist das Ziel, die bauliche Umgebung so realistisch wie möglich abzubilden, so stehen heute einige Möglichkeiten zur Verfügung, die hierbei Anwendung finden können. Im folgenden Kapitel werden einige dieser Möglichkeiten vorgestellt.

3.1 SketchUp und Kubity

Klassische Anwendung zur digitalen Modellierung einer zu erfassenden Örtlichkeit stellt das Programm Google SketchUp dar. Dieser Abschnitt behandelt sowohl die Möglichkeiten der Modellierung einer baulichen Umgebung mit SketchUp als auch die der virtuellen Erkundung des fertiggestellten Modells mit der App Kubity.

3.1.1 3D-Modellierung mit SketchUp

Das kostenfrei verfügbare Programm „SketchUp Make“ erlaubt es, 3D-Modellierungen am Computer herzustellen. Neben Gegenständen und einzelnen Gebäuden können auch ganze Plätze, Straßenzüge oder Stadtteile am Computer nachgebaut werden. Um die bauliche Umgebung so gut wie möglich im Modell abzubilden, ist es nötig, vor Ort zu sein und diese direkt nachzubauen oder diese vor der Modellierung umfassend durch Bild- oder Videoaufnahmen zu erfassen. Um den Detaillierungsgrad so realistisch wie möglich zu gestalten, ist es außerdem möglich, nachgebaute Fassaden mit Originalbildern zu versehen sowie Pflanzen, Gegenstände oder auch Menschen in das digitale Modell einzufügen. SketchUp kann aber auch dazu genutzt werden, um einfache Manipulationen durchzuführen. So ist es leicht, neue Gebäude einzufügen, andere wegzunehmen oder deren Gestaltung anzupassen. Auch die Simulation des Sonnenstands und die dadurch resultierende Verschattung sind möglich. Je realistischer der Detaillierungsgrad allerdings sein soll, desto schwieriger und zeitaufwendiger ist auch die Modellierung. Um die Realität wirklich exakt nachzubauen, ist daher eine umfassende Bestandsaufnahme nötig. Winkel, Dimensionen, Abstände oder Gebäudehöhen müssen in einer Bestandsaufnahme genau ausgemessen und erfasst werden, um das Modell perfekt anzufertigen. Nicht nur das Erfassen dieser Grundlagendaten nimmt viel Zeit in Anspruch, auch das Modellieren der erhobenen Daten ist zeitaufwendig.

3.1.2 SketchUp-Modell erkunden mit Kubity

Ist ein SketchUp-Modell fertig gebaut, so gibt es mehrere Möglichkeiten, dieses Modell anzusehen. Neben der Ansicht am Computer ist es unter anderem möglich, statische Bilder zu exportieren. Die App Kubity erlaubt es dem Betrachter, das SketchUp-Modell zu erleben und sich darin umzusehen. Hierfür lädt der Nutzer das SketchUp-Modell auf der Kubity-Homepage hoch und kann es durch das Scannen eines QR-Codes in der App auf dem Smartphone erkunden. Kubity erzeugt einen 3D-Effekt und ist für die Virtual-Reality-Brille Google Cardboard ausgelegt (Google Play Store, 2016). Der Betrachter kann sich im Modell umsehen und bewegen. Somit ist ein Erkunden des Modells von jedem denkbaren Standpunkt und aus allen Blickwinkeln möglich. Die Dynamik dieser Raumerfassung entsteht nicht durch das SketchUp-Modell als solches, sondern durch die Erkundungsmöglichkeiten dessen im Zusammenspiel mit der App Kubity und einer Virtual-Reality-Brille.

Neben der zeitaufwendigen Modellierung mit SketchUp ist auch eine dynamische Bestandsaufnahme mit Videokameras denkbar. Um den Bestand hierbei möglichst realistisch abzubilden, sind 3D-Videos und 360-Grad-Videos sinnvoll. Die folgenden Abschnitte befassen sich mit den Möglichkeiten der dynamischen Bestandsaufnahme mit 3D-GoPros und der 360-Grad-Kamera Kodak PIXPRO SP360.

3.2 3D-Videos mit GoPro

Durch 3D-Videos erhält der Betrachter das Gefühl, mittendrin im Geschehen zu sein. Auch im Falle einer Bestandsaufnahme kann der Planer sich dieses Gefühl zunutze machen. Mit der heute verfügbaren Technik ist es nicht mehr nur teuren Filmproduktionen vorbehalten, 3D-Videos zu drehen. Mit zwei GoPro-Kameras kann jeder 3D-Videos selbst drehen. Hierfür ist zusätzlich eine Halterung nötig, welche die Linsen beider Kameras in einen bestimmten Abstand zueinander bringt und es somit ermöglicht, die beiden Einzelvideos aus den perfekten Blickwinkeln zu filmen. Neben der Halterung ist ein Verbindungskabel notwendig, welches Aufnahmezeitpunkt und -ende beider Kameras synchronisiert. Die Kameras filmen und speichern beide Videos zunächst unabhängig voneinander auf den jeweiligen Speicherkarten. Die Videos erhalten im Dateinamen eine spezielle Bezeichnung, sodass die Videos den Kameras zuzuordnen sind. Die Videos der linken Kamera sind demnach an einem „L“, die der Rechten an einem „R“ erkennbar. Um ein 3D-Video zu erhalten, ist eine Nachbearbeitung nötig. Mit der Software „GoPro Studio“ bietet GoPro eine kostenlose Software zur Filmbearbeitung an, mit welcher auch 3D-Videos erzeugbar sind (Computerbild, 2016). Bei 3D-Filmen lässt sich grundsätzlich zwischen verschiedenen Varianten unterscheiden. Da bei der Aufnahme mit den GoPro-Kameras der 3D-Effekt erst durch die Nachbearbeitung und das Zusammenfügen der Videos entsteht, ist es für die Dreharbeit irrelevant, in welcher 3D-Variante die Ausgabe des fertigen Videos geschieht. Die Durchführung der Dreharbeiten bleibt also gleich, egal, in welcher Variante das spätere 3D-Video erstellt werden soll. Die beiden nächsten Abschnitte beschäftigen sich mit zwei der möglichen Varianten von 3D-Videos. Zunächst wird das anaglyphe 3D-Video thematisiert, danach folgt das 3D-Video im Side-by-Side-Format.

3.2.1 Anaglyphes 3D mit GoPro

Anaglyphe 3D-Videos bestehen aus zwei überlagerten Bildern, welche unterschiedliche Farben besitzen. Eines der Videos ist rot, das andere blau. Diese beiden werden überlagert, sodass mithilfe einer rot-blauen 3D-Brille ein dreidimensionaler Effekt entsteht. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass für den Betrachter mit einer günstigen rot-blauen 3D-Brille auf allen denkbaren Bildschirmarten ein dreidimensionales Erlebnis möglich ist. Nachteil ist allerdings, dass die Farben des Originals nicht naturgetreu erkennbar sind und die Qualität des Videos daher leidet. Auf Abbildung 2 (links) ist zunächst ein Standbild aus einem der beiden unbearbeiteten Videos dargestellt. Zum Vergleich dazu zeigt Abbildung 2 (rechts) ein Standbild aus einem anaglyphen 3D-Video. Deutlich zu erkennen sind rote und blaue Streifen, welche aus der Überlagerung der beiden Videos resultieren. Darüber hinaus ist an anderen Stellen erkennbar, dass die Farben und die Qualität des Bildes durch die Bearbeitung nicht mehr optimal wiedergegeben werden.



Abbildung 2: Ansicht im Original (links) und nach der Bearbeitung als anaglyphes 3D-Video (rechts)

3.2.2 Side-by-Side 3D mit GoPro

Das Side-by-Side 3D-Video kommt ohne farbliche Veränderungen aus. Stattdessen werden zwei Videos zusammengefügt, sodass der 3D-Effekt hier nicht durch die Überlagerung von Videos entsteht, sondern durch die spezielle Anordnung dieser. Side-by-Side 3D-Videos zeichnen sich dadurch aus, dass die Videos

„Seite an Seite“ angeordnet sind. In der Praxis kann diese Darstellung beim GoPro Studio durch einfaches Auswählen erreicht werden. Sind andere Videoprogramme im Einsatz, so ist das Erstellen solcher Videos durch das Halbieren der Videobreite möglich. Die Höhe der Videos bleibt unverändert. Auf den Vorgang des Halbierens der Videobreite erfolgt anschließend eine Anpassung der Position der beiden Videos. Da beide Ausgangsvideos zu einem Video zusammengefügt werden sollen, müssen das Video der linken Kamera am linken Bildrand und das der rechten Kamera am rechten Bildrand ausgerichtet werden. Es entsteht ein Video, welches in der Breite zweigeteilt ist und scheinbar zweimal das Gleiche nebeneinander zeigt – solange der Betrachter es auf einem normalen Bildschirm ansieht. In Abbildung 3 ist zu sehen, wie ein solches Side-by-Side 3D-Video aussieht.



Abbildung 3: Ansicht Side-by-Side 3D-Video

3.3 Aufnahmen mit der Kodak SP360

Neben dreidimensionalen Videos sind auch andere Erfassungsformen für eine dynamische Bestandsaufnahme denkbar. Die Kodak PIXPRO SP360 ist eine Kamera, welche mit einem Ultraweitwinkel und einer gekrümmten Linse einen Blickwinkel von 360° mal 214° einfangen kann. Die Kamera ist in folgender Abbildung dargestellt.



Abbildung 4: Kodak SP360

Je nach Weiterbearbeitung mit der kostenlosen PIXPRO360-Videobearbeitungssoftware und der Ausrichtung der Kamera sind Weitwinkelaufnahmen, Kugelpanoramen und interaktive Videos möglich. Soll beispielsweise eine Platzsituation dynamisch aufgenommen werden, können mit dieser Kamera ganz neue Möglichkeiten genutzt werden. Durch Positionieren auf dem Platz kann mit einem Kugelpanorama die gesamte Fläche aufgezeichnet werden. Das unbearbeitete Bild der Kamera ist in der folgenden Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5: Unbearbeitetes Kugelpanorama

Durch die Weiterbearbeitung des Videos ist es möglich, dem Betrachter das Gefühl zu vermitteln, mitten auf dem Platz zu stehen. Der Betrachter sieht einen Ausschnitt des Bildes und kann sich durch Drehen des Smartphones oder durch die Mausbewegung im Video in alle Richtungen umsehen und den Platz auf diese Weise erkunden.

4 VISUALISIERUNG UND EINSATZ IN DER RAUMPLANUNG

4.1 Visualisierung mit VR-Techniken

Um die Vorteile der Aufnahmen mit dem GoPro 3D-System und der Kodak PIXPRO SP360 voll auszunutzen, ist es nötig, die Videos auf einer Virtual-Reality-Brille anzusehen. Der Betrachter kann somit den 3D-Effekt erleben oder sich in dem 360-Grad-Video nach Belieben umsehen. Das Google Cardboard und die Oculus Rift sind zwei Beispiele für solche Brillen. Es folgt eine kurze Beschreibung beider Varianten.

Das Google Cardboard ist eine einfache Virtual-Reality-Brille. Diese besteht aus einem Gehäuse aus Karton oder Plastik, zwei Linsen, einem Fach für das Unterbringen des Smartphones und einem Gurt als Kopfhalterung. Entsprechend günstig ist das Cardboard in der Anschaffung. Zudem veröffentlicht Google die Bauanleitungen des Cardboards und ermöglicht es Privatpersonen und Unternehmen, Cardboards sowohl für privaten als auch für den kommerziellen Zweck herzustellen (Google, 2016). Hinter den Linsen in Blickrichtung des Betrachters findet das Smartphone in einem speziellen Fach Platz. Über das Smartphone findet die Wiedergabe des gewünschten Videos mithilfe der Cardboard-App statt. Die App Cardboard passt das Video, welches beispielsweise über die Videoplattform Youtube gestreamt wird, an die Betrachtung durch das Google Cardboard an. Sieht der Betrachter Videos im Side-by-Side-Modus an, so erzeugt die Kombination aus Smartphone und den beiden Linsen im Cardboard einen 3D-Effekt. Beim Betrachten von 360-Grad-Videos auf dem Google Cardboard bewegt sich die virtuelle Blickrichtung im Video entsprechend der tatsächlichen Blickrichtung des Betrachters. Durch das Bewegen des Kopfes bewegt der Betrachter das Video mit, was die Bewegungssensoren des Smartphones ermöglichen.

Neben dem Google Cardboard stehen auch weitere Virtual-Reality-Brillen zur Verfügung. Die Oculus Rift ist eine dieser VR-Brillen. Während das Cardboard auf ein Smartphone zur Erzeugung eines Bildes angewiesen ist, benötigt die Oculus Rift Zugriff auf einen Laptop oder Computer. Darüber hinaus verfügt die Oculus Rift zwar über einen eigenen Bildschirm, über den der Betrachter das virtuelle Ambiente erlebt, die Daten erhält die Brille hingegen extern von einem Laptop oder Computer. Diese VR-Brille bietet dem Betrachter mit 100° bis 110° ein Field of View, was leicht unter dem natürlichen Field of View von 120° liegt. Wie auch beim Google Cardboard passt sich die abgebildete Umgebung, basierend auf den Kopfbewegungen des Betrachters, an.

4.2 Potenzielle Anwendungsbereiche

Die potenziellen Anwendungsfelder für die Raumplanung sind vielfältig. An erster Stelle ist die Bestandsaufnahme vor Ort in der täglichen Arbeitspraxis zu nennen. Diese nimmt eine bedeutende Stellung in der täglichen Planungspraxis ein. Der Vorteil von dreidimensionalen Aufnahmen liegt in einem besseren Raumgefühl für Planungen. Zusätzlich bieten gerade virtuelle Modelle die Möglichkeit, Situationen nochmals „zu begehen“. Andererseits ist der Erstellungsaufwand solcher Modelle im Gegensatz zu Foto- bzw. Filmaufnahmen sehr viel höher. Eine interessante Zwischenlösung bietet hier nun die 360°-Filmaufnahme, die anhand eines Weges die Betrachtung verschiedener Sichtwinkel zulässt. Eine Untersuchung über die Anwendbarkeit innerhalb von Planungsprozessen ist in Planung, war aber bei Drucklegung noch nicht abgeschlossen.

Neben dem naheliegenden Aspekt der Bestandsaufnahme sind die vorgestellten Technologien auch ein interessanter Aspekt in Bezug auf die Vermittlung von Planungsinhalten in der direkten Kommunikation zwischen Fachleuten und Laien. So lassen sich solche Techniken hervorragend auf Workshops innerhalb von Informationsveranstaltungen während der Bürgerbeteiligung verwenden. Auch die Möglichkeit auf viele der Technologien online zuzugreifen und Informationen über Planungen auch außerhalb von Events und Öffnungszeiten von Behörden zu beziehen, ist für die Transparenz, Akzeptanz und Kommunikation ein bedeutender Faktor. Gerade das Erleben von Neuplanungen aus der „First-Person-View“ (FPV) kann ein interessanter Zusatzaspekt in der Vermittlung von Planungsabsichten sein. Diese Art der „Echtzeitplanung“ (Zeile 2010) ist mittlerweile eine anerkannte Methode in Planungsprozessen.

Im Zusammenhang mit dem Forschungsthema „Raumerfassung und Raumwahrnehmung“ bieten die oben genannte Technologien eine neue Möglichkeit, Raumeindrücke rein optisch, jenseits der Fotografie, aber mit einem dreidimensionalen Eindruck zu präsentieren. Anders als bei Testläufen in der Stadt oder auch der Natur werden hier nur optische Eindrücke präsentiert. Taktile, olfaktorische und auch akustische Faktoren können die Wahrnehmung hinsichtlich einer positiven als auch negativen Bewertung beeinflussen. Durch die reine Fokussierung auf optisch wahrnehmbare Faktoren kann eine Laborsituation geschaffen werden, die es zukünftig erlaubt, ästhetische Merkmale losgelöst von externen Einflussfaktoren zu untersuchen. In Kombination mit den Methoden und Technologien der Humansensorik zur Messung von körperlichen Reaktionen auf bestimmte urbane Umgebungen (Zeile et al. 2015) kann dieses Set-up eine Messung zur gestalterischen Qualität bestimmter Umgebungen ermöglichen. Diese Experimente sind in Vorbereitung.

4.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Datenschutz

Die Aufnahme städtebaulicher Situationen mit den o.g. Techniken wird teilweise kontrovers diskutiert, gerade die Diskussion um „Blurmany“, also Verpixelung von Immobilieneigentum im Google Dienst „Street View“ muss hier noch einmal ins Gedächtnis gerufen werden (vgl. hierzu Zeile 2011:2.9). Jedoch weist die Bestandsaufnahme mit den oben vorgestellten Technologien einige Ähnlichkeiten auf: auch hier werden - jenseits der reinen Fotografie - mit technischen Hilfsmitteln und teilweise aus überhöhter Perspektive Aufnahmen von Situationen im Straßenraum erstellt. Werden die Aufnahmen nicht nur behörden-/bürointern genutzt werden, sondern sind diese auf einer Onlinepräsenz verfügbar oder auch bei einer Bürgerversammlung der Öffentlichkeit präsentiert, so sind folgende Parameter zu beachten:

„Der § 59 UrhG gestattet Aufnahmen von Gebäudeansichten, die von öffentlich zugänglichen Orten aus sichtbar sind – eine Verwendung von technischen Hilfsmitteln oder das Überwinden von Hindernissen zur Erlangung der Aufnahmen ist ohne Einwilligung des Rechteinhabers nicht zulässig“ (Althoff 2010:96). Weiterhin gilt für Gebäude die Unterscheidung, ob sie Werke der Baukunst sind oder der Kategorie der Funktions-/ Zweckbauten angehören. Somit sind folgende weitere Parameter zu beachten (in Anlehnung an Homann 2009:196ff, Althoff 2010:95ff und Zeile 2011:2.9):

Als Werk der Baukunst werden nur die Gebäude bezeichnet, die eine notwendige Schöpfungshöhe und Individualität aufweisen. Stehen diese Gebäude im öffentlichen Raum, so gilt eine Ausnahmeklausel, die die Verwendung der Aufnahmen erlaubt. Für Funktions- und Zweckbauten gilt die Klausel des Urheberschutzes von Baukunstwerken nicht. Weiterhin darf nur eine Aufnahme von Bildern auf öffentlich zugänglichen Wegen, Straßen oder Plätzen vorgenommen werden (Homann 2009:197) und „bei Werken der Baukunst reduziert sich die Privilegierung letztlich auf die Straßenfront der Baulichkeiten“ [ebd.]. „Die normale Digitalkamera in der Hand des Planers sollte dementsprechend für eine Bestandsaufnahme problemlos einsetzbar sein“ (Zeile 2011:2.9), wie jedoch die Aufnahme mit den neuen Consumer-Produkten zu bewerten

ist, die eventuell auch als „technische Hilfsmittel“ angesehen werden, bleibt abzuwarten. Da diese Produkte mittlerweile Massenware sind, ähnlich wie Smartphones, müsste der Gesetzgeber für diese schon spezielle Nutzungsverbote aussprechen.

Die Wahrung der individuellen Persönlichkeitsrechte an einem Bild sind einzuhalten, die sicherste Variante ist hier die Verpixelung der Gesichter. Das Urhebergesetz formuliert dazu: Bei personenbezogenen Aufnahmen „ist es nicht erforderlich, dass überwiegende Kreise der Allgemeinheit den Betroffenen identifizieren können, es genügt vielmehr die Erkennbarkeit durch einen mehr oder minder großen Bekanntenkreis. Ist der Abgebildete erkennbar, dürfen nach §22 KunstUrhG Bildnisse grundsätzlich immer nur mit Einwilligung des Betroffenen verbreitet oder öffentlich zur Schau gestellt werden“ (Homann 2009:62). Für die Aufnahme von Personen auf öffentlichen Plätzen hat der Gesetzgeber jedoch auch Ausnahmen zugelassen. Personen, die in der Masse untergehen und nicht besonders heraus gestellt sind, dienen diese „Personen als Beiwerk neben einer Landschaft oder sonstigen Örtlichkeit“ (Homann 2009: S.193) und es greifen die Ausnahmetatbestände nach §23 Abs.I Nr.2 und Nr.3 KunstUrhG, eine Einwilligung der abgebildeten Personen nicht erforderlich (Althoff 2010:94).

5 FAZIT

Zur Erweiterung der klassischen Bestandaufnahme um dynamische Komponenten stehen mit der SketchUp-Modellierung und der Erfassung über 3D- und 360-Grad-Kameras mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Mit diesen ist es möglich, die klassische Bestandaufnahme mit statischen Bildern, durch lebendige und realistische Aufnahmen zu ergänzen. Die Modellierung mit SketchUp ist mittlerweile schon im Planungsalltag etabliert, weißt jedoch einige Nachteile, wie der benötigte zeitliche Aufwand, auf. Die Komplexität des zu erfassenden Bestands führt zu der Notwendigkeit einer sehr zeitaufwendigen und detaillierten Bestandserfassung. Der somit aufgenommene Bestand wird am Computer nachmodelliert. Um diese zeitaufwendige Methode zu verkürzen und die Ergebnisse realer visualisierbar zu machen, kann auch die Erfassung über 3D- und 360-Grad-Kameras Anwendung finden. Statt in detaillierter Arbeit den Bestand zu vermessen und digital nachzubauen, erfolgt hierbei ein Abfilmen des Bestandes. Hierdurch reduziert sich der Zeitaufwand, trotz der notwendigen Videobearbeitung, um ein vielfaches. Die Ergebnisse der Erfassung verbessern sich zusätzlich, da die Realität später nicht nachgebaut dem Betrachter präsentiert wird, sondern die tatsächlich gefilmte Umgebung dargestellt ist.

Erfassungstechnik	Vorteile	Nachteile
Kodak PIXPRO SP360	Erfassung als Kugelpanorama möglich	Qualität Aufnahme/Auflösung
	Interaktive Blickwinkel möglich	
	Mittendrin-Gefühl	
GoPro 3D	Dreidimensionale Betrachtung	Kein individuelles Umsehen möglich
	Mittendrin-Gefühl	VR-/3D-Brille zum Betrachten nötig
SketchUp-Modell	Veränderungen leicht umzusetzen	Komplexe Modellierung
		Hoher Zeitaufwand

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Erfassungstechniken

Zur Simulation des menschlichen Sichtfeldes weisen die betrachteten Techniken zum Teil erhebliche Unterschiede auf. Je nach Anwendungsbereich muss es sich bei diesen technischen Limitierungen aber nicht zwingend um Nachteile handeln, sondern sie bieten hiermit andere Möglichkeiten der Betrachtung gezielter Fragen der Forschung in der Raumwahrnehmung. An dieser Stelle knüpft auch der Bereich der sensorischen Messung an, bei der unter anderem der Immersionsgrad, d.h. der Realismus der erlebten virtuellen Realität, erforscht werden soll. Von dieser Kombination aus VR-System und psycho-physiologischer Messung werden objektive Einblicke in das subjektive Empfinden der Probanden beim Erleben der virtuellen Welt erwartet. Bei diesen Messungen handelt es sich ebenso um weiteren Forschungsbedarf wie bei der notwendigen Betrachtung technischer Neuentwicklungen, mit denen das VR-Set-Up parallel verbessert werden soll.

6 AKTUELLE ENTWICKLUNGEN UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Für die kommenden Jahre sind weitere Kameramodelle angekündigt, die die Möglichkeiten der Raumerfassung bereichern könnten. Besonders interessant für diesen Einsatzzweck kann die VUZE Camera sein. Diese Kamera soll dreidimensionale Rundumaufnahmen erzeugen (Vuze, 2015) und somit die

vorgestellten Möglichkeiten der Raumerfassung, welche mit dem GoPro 3D-System und der Kodak PIXPRO SP360 einzeln durchführbar sind, in einer Kamera vereinen. Interessant ist auch das Projekt „Smart Helmets“ von BRG Sports, welches im Herbst 2016 unter anderem in Fahrradhelme integrierte 360-Grad-Kameras auf den Markt bringen will (Pinkbike, 2016). Bei dieser Technik ist vor allem die Aufnahmeposition der Kameras interessant, welche in etwa der Blickhöhe von Menschen beim Begehen der realen Welt entspricht. Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Durchführung der Raumerfassung. Hier gilt es zu testen, ob auch eine mit einer Kamera ausgestattete Drohne oder ein entsprechend ausgerüstetes Auto, ähnlich den von Google beim Projekt Street View eingesetzten Fahrzeugen, als Hilfsmittel zur Bestandserfassung nutzbar sind. Auch die Begleitung eines Planungsprojekts, von der Bestandsaufnahme bis zur planerischen Konzeption, kann für die weitere Forschung interessante Aspekte liefern und der Prüfung der Alltagstauglichkeit dieser Raumerfassungsmethode dienen. Zudem ist es denkbar, mit einer solchen Erfassung eine Laborsituation für Messungen der Raumwahrnehmung zu schaffen. Da die urbane Situation, welche Probanden in den Videos erleben, für eine große Anzahl von Probanden gleich wäre, kann hier die Möglichkeit bestehen, Messwerte zu erhalten und vergleichbar zu machen.

Alle diese Ansätze dienen zur Erstellung von städtischen, digitalen Umgebungen, die es ermöglichen sollen, in Zukunft Gestaltphänomene unabhängig von externen Einflüssen wie Angst vor Verkehr, Gerüchen, Menschenmassen oder anderen Faktoren zu untersuchen. So wären auch Architekturentwürfe mehr auf ihre „Gestaltwirkung“ hin zu überprüfen, die Wirkung von Farben wären eine zusätzliche Komponente der Wahrnehmung. Generelle Prinzipien von Gestaltung wie der Goldene Schnitt oder die typischen Proportionen von Platzgestaltungen in Hinblick auf die angenehme Wahrnehmung wären auch neu überprüfbar bzw. könnten so auch gemessen werden mithilfe humansensorischer Messungen.

7 ACKNOWLEDGEMENT

Diese Untersuchung zum Thema Raumerfassung und Raumwahrnehmung ist Bestandteil des DFG-Forschungsprojektes „Urban Emotions“ mit den Förderkennziffern ZE1018/1-1 und RE3612/1-1.

8 REFERENCES

- ALTHOFF, S.: Der Raumplaner als Filmproduzent – Am Beispiel des Imagefilms “inBewegung” – Eine Reise durch den Landkreis Germersheim, Diplomarbeit am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2010.
- BARFIELD, W.; BJORNESETH, O.; HENDRIX, C.; KACZMAREK, K. A.; LOTENS, W.: Comparison of Human Sensory Capabilities with Technical Specifications of Virtual Environment Equipment. *Presence: teleoperators and virtual environments*, 4, 329-356.; 1995.
- BIWER, J.; BRACK, C.; BROSCHEART, D.; SCHNEIDER, M.; ZEMLA, A.: Baukultur mit allen Sinnen entdecken und erleben. Masterprojekt am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2013.
- BROSCHEART, D.: Architektur – Die Fortentwicklung der Visualisierungs- und Kommunikationsmethoden in der Architektur und Stadtplanung. Masterarbeit am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2013.
- BROSCHEART, D.; ZEILE, P.: Augmented Reality as a Communication Tool in Urban Design Processes. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: *Proceedings of RealCORP 2013, Casa dell' Architettura, Rom, Wien, 2013.*
- BROSCHEART, D.; EXNER, J.-P.; POESCH, T.; STERN, H.: Baukultur in der Praxis trifft Technologie – Architektur durch innovative Technologiethoden entdecken und erlebbar machen. *PlanerIn 6_2013, Berlin, 2013.*
- COMPUTERBILD: GoPro Studio, unter <http://www.computerbild.de/download/GoPro-Studio-10422607.html> aufgerufen am 21.03.2016
- DANIEL, T. C.; BOSTER, R. S.: Measuring landscape aesthetics: the scenic beauty estimation method. USDA Forest Service Research paper, RM-167. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Co, 1976.
- DÖRRZAPF, L.: Location-based Audio – Einsatzmöglichkeiten, Entwicklungstrends und konzeptionelle Ansätze am Beispiel der Stadt Wien. Diplomarbeit am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2012.
- DÜBNER, S.: Virtual Reality im Planungsprozess – Anwendung am Beispiel des Bahnhofareals in Neustadt an der Weinstraße. Masterarbeit am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2014.
- GIBSON, J. J.: The ecological approach to visual perception. Houghton Mifflin, Boston, 1979.
- GOOGLE: STREET VIEW, unter: <https://www.google.de/maps/streetview/#> aufgerufen am: 09.02.2016.
- GOOGLE: Cardboard für Hersteller, unter https://www.google.com/intl/de_ALL/get/cardboard/manufacturers/ aufgerufen am 10.03.2016
- GOOGLE PLAY STORE: Kubity App, unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kubity.player&hl=de> aufgerufen am 21.03.2016
- HENSON, D. B.: Visual Field. Oxford University Press, Oxford, 1993.
- HESCH, G.: Talking Places Kaiserslautern – Making the invisible visible. Bachelorarbeit am Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2011.
- HÖHL, W.: 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, 2008.
- HOMANN, HANS-JÜRGEN: Praxishandbuch Filmrecht – Ein Leitfaden für Film-, Fernseh- und Medienschaffende. Berlin 2009.

- PEREZ, S.: Google Launches Photo Sphere Camera App on iOS, unter: <http://techcrunch.com/2014/08/19/google-launches-photo-sphere-camera-on-ios/> aufgerufen am: 09.02.2016.
- PINKBIKE: News, unter <http://www.pinkbike.com/news/brg-sports-360fly-smart-helmets-2016.html> aufgerufen am 12.03.2016
- REINWALD, F.; SCHÖBER, C., DAMYANOVIC, D.: From Plan to Augmented Reality Workflow for Successful Implementation of AR Solutions in Planning and Participation Processes. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2013, Casa dell'Architettura, Rom, Wien, 2013.
- STREICH, B.: Stadtplanung in der Wissensgesellschaft – Ein Handbuch. 2. Auflage, VS Verlag, Wiesbaden, 2011.
- ULRICH, R. S.: Natural Versus Urban Scenes: Some Psychophysiological Effects. *Environment and Behavior*, 13, 523-556, 1981.
- VUZE: Camera, unter <http://vuze.camera/> aufgerufen am 12.03.2016
- YUHAN, S.; LANGE, E.; THWAITES, K.: Improved Photographic Representation of Human Vision for Landscape Assessment, in: Buhmann, E.; Ervin, S.; Pietsch, M.: Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences, Wichmann, Berlin und Offenbach, 2015.
- ZEILE, P.: Augmented City – erweiterte Realität in der Stadtplanung. In: *Stadtbauwelt* 24/2011, Berlin, 2011.
- ZEILE, P.: Städtebauliche Methodenentwicklung mit GeoWeb und Mobile Computing – Untersuchung über die Fortentwicklung des städtebaulichen und raumplanerischen Methodenrepertoires angestoßen durch technologische Neuerungen im Internet. Kaiserslautern. 2011. [Online: <http://geoweb.arubi.uni-kl.de/?p=287> . Zugriff am: 05.03.2016]
- ZEILE, P., RESCH, B., EXNER, J.-P., & SAGL, G.: Urban Emotions: Benefits and risks in using human sensory assessment for the extraction of contextual emotion information in urban planning. In S. Geertman, J. Ferreira, R. Goodspeed, & J. Stillwell (Eds.), *Planning Support Systems & Smart Cities* (pp. 209–225): Springer. 2015.
- ZUBE, E. H.; PITT, D. G.; ANDERSON, T. W.: Perception and measurement of scenic resources in the Southern Connecticut River Valley. *Landscape Research*, 1, 10-11, 1976.