

Augmented Reality und immersive Szenarien in der Stadtplanung

Ingo WIETZEL

Dipl.-Ing. Ingo Wietzel, Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl Stadtplanung, Pfaffenbergstr. 95, 67663 Kaiserslautern, wietzel@rhrk.uni-kl.de)

1 EINLEITUNG

Die Stadtplanung ist von einem grundlegenden Wandel der Rahmenbedingungen in Gesellschaft und Staat betroffen. Hinzu kommen neue fachliche und rechtliche Anforderungen, woraus für die Stadtplanung in der Konsequenz inhaltliche, methodische sowie verfahrensbezogene Erweiterungen ihres Aufgabenspektrums resultieren [Steinebach / Müller (2006)]. Klassische Entscheidungs- und Bewertungsmethoden können vor dem Hintergrund des angeführten Wandels nur bedingt umfassende, transparente und für alle beteiligten Akteure nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen erzeugen. Da in der Stadtplanung naturgemäß klassische Laborversuche nicht möglich sind, gilt es alternative Wege zu finden, um qualifizierte Grundlagen als Basis für Entscheidungssituationen zu generieren. Wesentliche Probleme hierbei stellen die quantitative und qualitative Darstellung von Daten und Informationen, sowie die davon abhängige individuelle und akteursabhängige Interpretation dieser dar. Ein diesbezüglich weiterführender Ansatz ist im Einsatz der Augmented Reality-Technik sowie von immersiven Szenarien aus dem Bereich der grafischen Daten- und Informationsvisualisierung zu sehen.

2 BEWERTUNGS- UND ENTSCHEIDUNGSMETHODEN IN DER STADTPLANUNG

2.1 Klassische Entscheidungs- und Bewertungsmethoden in der Stadtplanung

In der Stadtplanung sind sehr unterschiedliche raumrelevante Aspekte in Einklang zu bringen. In der Ausgangslage konkurrieren naturgemäß unterschiedliche Raumnutzungsansprüche. Um auftretende Konfliktsituationen zu lösen, existiert im Sinne einer vorausschauenden, umfassenden und koordinierenden Planung systemimmanent dabei nicht ein einziger Lösungsweg, sondern eine Vielzahl an potenziellen Lösungsvarianten. Um den weiter zu verfolgenden Ansatz zu ermitteln, ist eine Reihe von Abwägungen und Entscheidungen notwendig.

Nach FÜRST und SCHOLLES liegen im Bereich der Stadtplanung, die immer im Zusammenhang mit politischen Rahmenbedingungen und normativen Zielsetzungen gesehen werden muss, überwiegend semi- oder unstrukturierte Problemlagen vor [Fürst / Scholles (2001), S.28]. Unter dieser Prämisse sind hinsichtlich stadtplanerischer Entscheidungen, die sich auf zukünftige Entwicklungen und Zustände des Raumes beziehen, der Einsatz von differenzierten quantitativen und qualitativen Entscheidungs- und Bewertungsmethoden zur Bildung einer Entscheidungsgrundlage unabdingbar. Entsprechend den allgemeinen Anforderungen an Methoden sind Nachvollziehbarkeit und Transparenz von Entscheidungsgrundlagen von maßgeblicher Bedeutung [Scholles (2005), S. 96]. Auf der einen Seite sind Bewertungs- und Entscheidungsmethoden zur Legitimation von Entscheidungen gefordert, um einer potenziellen Willkür entgegenzuwirken und Rechtssicherheit zu erzeugen, auf der anderen Seite dienen sie der Entscheidungsfindung nur unter gewissen Unsicherheitsprämissen, denn im Gegensatz zur Naturwissenschaft können getroffene Aussagen nur bedingt mathematisch abschließend abgebildet oder belegt werden. In der Konsequenz kommt der Darstellung und der Vermittlung sowohl der Ergebnisse im Sinne der Entscheidungsgrundlage, als auch der Methoden selbst ein hohes Maß an Bedeutung zu [Wietzel (2007)]. SCHOLLES hat einen Vergleich hinsichtlich der Eignung der in der räumlichen Planung üblichen Entscheidungs- und Bewertungsmethoden anhand der formalen Anforderungen an zweckdienliche Bewertungsmethoden durchgeführt. Besonders auffällig ist die Eignungseinstufung bezüglich der Transparenz und der Nachvollziehbarkeit der Methoden. Bis auf die Raumempfindlichkeitsuntersuchung wird dieses Kriterium bei allen quantitativen Methoden als fraglich bis sehr fraglich eingestuft. In der Konsequenz bedeutet dies, dass sich Entscheidungsträger auf Entscheidungsgrundlagen stützen müssen, deren Herleitung sowie die daraus abgeleiteten Aussagen sie nur bedingt beziehungsweise gar nicht nachvollziehen können. Abgesehen von der Komplexität der Methoden stellt dies unter anderem die Eignung von Textwerken, Tabellen und Kartenwerken als klassische Darstellungsformen zur Vermittlung der Ergebnisse und Erläuterung der Methoden in Frage [Wietzel (2007)].

2.2 Sich wandelnde Rahmenbedingungen und abgeleitete Konsequenzen für Entscheidungsgrundlagen

Seit einigen Jahren wandeln sich die Rahmenbedingungen der räumlichen Planung erheblich. Ursachen hierfür liegen in staats- und gesellschaftsbezogenen Veränderungsprozessen sowie in neuen fachlichen und rechtlichen Anforderungen. Nach STEINEBACH und MÜLLER ergeben sich die zunehmende Komplexität sowie die damit verbundenen Herausforderungen im Wesentlichen aus drei Aspekten:

- Die Anzahl der zu beteiligenden Akteure mit unterschiedlichen Interessen, Bedürfnissen und Werthaltungen nimmt zu.
- Die Anzahl der zu berücksichtigenden Variablen sowie Verflechtungen und Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Aspekten der räumlichen Entwicklung wächst.
- Die gesellschaftliche Zukunftsorientierung fordert eine Vielzahl alternativer Entwicklungsoptionen und deren flexible Offenhaltung [Steinebach / Müller (2006), S. 1].
- Des Weiteren sind hinsichtlich der sich im Wandel befindlichen Rahmenbedingungen für Bewertungs- und Entscheidungsmethoden noch folgende Aspekte anzuführen:
- Die zur Verfügung stehenden Datengrundlagen nehmen ständig zu.
- Die Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken bieten neue Möglichkeiten und Formen der Entscheidungsunterstützung.

Aufgrund der angeführten Sachverhalte steht die räumliche Planung unter dem Druck, Planungs- und Entscheidungsabläufe zu beschleunigen. Diese sind in Deutschland noch zu langwierig und häufig zu starr, um den angeführten dynamischen Anforderungen Rechnung zu tragen. [Steinebach / Müller (2006), S.2]. Damit steigen die Anforderungen an den Entscheidungsprozess. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Entwicklung neuer Darstellungsformen und -methoden, die geeignet sind, komplexe Sachverhalte, Wechselwirkungen und Informationen als Entscheidungsgrundlagen für alle beteiligten Akteure nachvollziehbar abzubilden [Scholles (2005), S.102].

2.3 Exkurs zur menschlichen Wahrnehmung

Die Welt, die den Menschen umgibt, ist in ihrer räumlichen Ausprägung eine dreidimensionale Welt. Der Mensch ist es gewohnt, in dieser dreidimensionalen Welt auf natürlicher Art zu agieren und adaptiert das räumliche Charakteristikum bis auf die Ebene der Informationsverarbeitung. Die Dreidimensionalität erleichtert dem Menschen durch die Tiefenwahrnehmung die Orientierung im Raum sowie die Identifikation von Objekten und Standorten [Gibson (1973), S. 244 und S.333f]. Dabei beschränkt sich die Wahrnehmung der Dreidimensionalität nicht ausschließlich auf den visuellen Sinneskanal. Mittels der Akustik und des Vestibularapparates können ebenfalls Orientierung und Lokalisierung im Raum stattfinden [Rodel (1981), S.5]. BERKLEY beschreibt bereits im Jahr 1709 in „New Theory of Vision“ die Kausalität von der visuell wahrnehmbaren Umwelt und der Verifizierung durch Berührung der Objekte. Die Haptik ist somit eine unterstützende Komponente im Wahrnehmungsprozess sowie rückgekoppelt im Verhalten des Menschen im Raum [Berkley (1709)]. Basis für die Wahrnehmung von Objekten und den umgebenden Raum ist zunächst die Tatsache der Existenz von Empfindungen. Diese Empfindungen bilden das Rohmaterial des menschlichen Erlebens, die Wahrnehmung wird als Verarbeitungsergebnis der Empfindungen angesehen. Somit ist die Wahrnehmung ein Prozess der Aufnahme, Weiterleitung, Selektion, Interpretation und Assoziation von sensorischen Informationen. Diese setzt sich entsprechend den Sinnen des Menschen aus visuellen, akustischen, kinästhetischen, olfaktorischen, gustatorischen und vestibulären Sinneswahrnehmungen zusammen [Gibson (1973), S.32]. Ist der Mensch dabei in der Lage, das Wahrgenommene mit bekannten mentalen Mustern oder Modellen zu assoziieren, so vermag er am ehesten intuitiv darauf zu reagieren [Hering (2006)].

Das anteilige Zusammenwirken der einzelnen Sinneseindrücke und deren Relevanz beim Wahrnehmungsprozess lassen sich bislang nicht abschließend verifizieren. WEIDENBACH greift auf Untersuchungsergebnisse des US Departments of Agriculture and Forest Service Northern Region zurück, die die täglichen sinnesbezogenen Anteile der Wahrnehmung des Menschen wie folgt darlegen: Sehsinn 87%, Hörsinn 7%, Geruchssinn 3,5%, Tastsinn 1,5%, Geschmackssinn 1,0% [Weidenbach (1999), S.42]. Dieses unterstreicht die einhellige wissenschaftliche Auffassung, dass die visuellen Eindrücke maßgeblich

die räumliche und damit die Umgebungswahrnehmung bestimmen [Ritter (1987), S.7]. In der Konsequenz bedingt eine Reduktion der Dreidimensionalität der Umgebung durch reine verbale Beschreibungen oder zweidimensionale Abbildung immer eine vorgeschaltete Informationsreduzierung. Dieser Informationsverlust erfordert beim Rezipienten eine mentale Rekonstruktion, da das intuitive, durch eine dreidimensionale Welt geprägte Verhalten entsprechend angepasst werden muss. Die mentale Rekonstruktion erfolgt wiederum durch Muster- oder Modellassoziationen. Einhergehende Abweichungen zwischen Originalobjekt und mental Rekonstruiertem, beispielsweise in räumlicher Dimension oder Lage, sind hierbei systemimmanent und unvermeidbar [Wietzel (2007)].

Im Hinblick auf die Stadtplanung ist an dieser Stelle anzumerken, dass die mentale Rekonstruktion eines Betrachtungsgegenstandes, in Abhängigkeit vom Informationsreduzierungsgrad, zu individuell differierenden Ergebnissen führt. Je höher die Ansprüche an die mentale Rekonstruktion sind, desto größer sind die individuellen Abweichungen des rekonstruierten Ergebnisses. Dies ist in Bezug auf planerische Entscheidungssituationen, an denen eine steigende Zahl von Akteuren mit unterschiedlicher Wissensbasis, unterschiedlichen Bildungsniveaus und Betroffenheitsgraden beteiligt sind sowie hinsichtlich der qualitativen Anforderungen an Entscheidungsgrundlagen von maßgeblicher Bedeutung [Wietzel (2007)].

2.4 Darstellungsformen und –möglichkeiten in der Stadtplanung

In der Stadtplanung kommen unterschiedliche Darstellungsformen und –möglichkeiten zum Einsatz, um Informationen zu vermitteln, Sachverhalte zu verdeutlichen und Entscheidungsgrundlagen zu liefern. Traditionell fallen hierunter sowohl Textwerke inklusive tabellarischer Abbildungen, als auch Planwerke oder physische Modelle. Darüber hinaus werden seit einigen Jahren auch digitale Darstellungsformen und –möglichkeiten eingesetzt. Die Eignung der Darstellungsform richtet sich jeweils nach dem zu vermittelnden Inhalt und den Adressaten. In der Regel werden in der Stadtplanung zur Informationsvermittlung Kombinationen unterschiedlicher Darstellungsarten gewählt. Die Darstellungsform trägt maßgeblich zur Nachvollziehbarkeit von Planungen inklusive der Ergebnisse von Bewertungsmethoden bei, entsprechend hoch ist der Stellenwert im Entscheidungsprozess.

Bezugnehmend auf die räumliche Wahrnehmung des Menschen muss festgehalten werden, dass nicht jeder stadtplanerische Planungsanlass einer dreidimensionalen Darstellung zur Informationsvermittlung bedarf. Allerdings gewinnt beim Übergang von der flächen- zu einer baustrukturell bezogenen Betrachtung die dritte Dimension jedoch an Bedeutung im Hinblick auf die planerische Gestaltung der bebauten und unbebauten Umwelt. Beispielsweise betrifft dies raumplanerische Fragestellungen bezüglich der Bebauungsdichte von Gebieten, Gestaltqualität von Quartieren und Stadtteilen, Verschattungen von Gebäuden und Freiflächen oder Lärmreduzierung durch Baustrukturen. Da in der Stadtplanung, analog zur Architektur, bauliche Maßnahmen nicht im Maßstab 1:1 entworfen werden (können), bedient man sich der Abstraktion und Verkleinerung in verschiedenen Maßstabsstufen und Visualisierungstechniken. Damit einhergehend ist zwangsweise eine Informationsreduzierung verbunden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass vom Adressaten eine mentale Rekonstruktion des Dargestellten vorgenommen werden muss. Analoge Karten oder Pläne weisen darüber hinaus die Nachteile auf, dass sie keine echte dreidimensionale Darstellung ermöglichen und jeweils auf fixierte Ausschnitte und Ansichten festgelegt sind. Somit ist eine flexible Änderung des Blickwinkels oder des Maßstabs nicht möglich. Die Ansprüche an die mentale Rekonstruktion sind entsprechend hoch. Das physische Modell, als echte dreidimensionale Darstellungsform, lässt zwar individuell wähl-, und veränderbare Betrachtungswinkel zu, sowohl der Maßstab als auch der damit verbundene Detaillierungsgrad sind allerdings auch hier jeweils festgelegt. Durch den Einsatz von digitalen Darstellungsformen und –möglichkeiten können einige der vorstehenden Nachteile behoben werden. Beispielsweise ermöglichen virtuelle 3D Stadtmodelle flexibel und frei wählbar die Visualisierung von perspektivischen Stadtbildern oder animierter Filmsequenzen. Auch die freie Begehbarkeit (walk through) dieser Modelle ist mittlerweile in Echtzeit möglich. Darüber hinaus nehmen virtuelle 3D-Stadtmodelle zunehmend eine größere Rolle im Bereich der Simulationen ein. Zum einen dienen sie als Berechnungsgrundlage, beispielsweise bei Lärmrasterkartierungen, zum anderen können auch gestalterische Neuplanungen und Maßnahmen sowie deren Auswirkungen simuliert werden. Abgesehen von diversen Schnittstellenkompatibilitätsproblemen sowie Defiziten in der benutzerspezifischen Anpassung der Konstruktions-, Modellierungs- und Visualisierungssoftware sind die Anzeigemedien als größtes Manko der digitalen Darstellungsformen und –möglichkeiten anzusehen. Aufgrund der Größe des Displays eines

Arbeitsplatzrechnern können entweder durch Hineinzoomen nur Teilausschnitte betrachtet oder durch Hinauszoomen, einhergehend mit einem erheblich Informationsverlust, ein Gesamtüberblick gewährleistet werden. Multiscreenlösungen mit vier oder mehr horizontal und vertikal angeordneten Displays sind für Arbeitsplätze zurzeit noch recht kostenintensiv. Durch die jeweils angrenzenden Monitorrahmen entstehen bei diesen Lösungen Gittereffekte, die die Wahrnehmung des Gesamtbildes beeinflussen. Die Einsatzmöglichkeit von Projektoren wird durch die native Bildauflösung begrenzt. Weiterhin ist anzuführen, dass ohne den Einsatz spezieller Hard- und Software eine räumliche Darstellung faktisch zweidimensional bleibt. Dies bedingt grundsätzlich ein Informationsverlust sowie ein gewisses Maß an kognitiven Fähigkeiten zur mentalen Rekonstruktion. Das Gehirn des Betrachters versucht hierbei eine zweidimensionale Darstellung durch Mustererkennung, wie z.B. Größenverhältnisse, Überlagerungen und Bewegungen in dreidimensionale Eindrücke zu transformieren.

Die Schlussfolgerung hieraus ist, dass es zur Nutzung aller Vorteile eines dreidimensionalen Raumes, wie beispielsweise Orientierung, Identifikation, intuitives Agieren und volle Informationsbreite, unabdingbar ist, eine virtuelle oder augmentierte Planungsumgebung zu schaffen, die ohne mentale Rekonstruktion dreidimensional erfassbar ist [Wietzel (2007)].

3 AUGMENTED REALITY-TECHNIK

Um den Zusammenhang von Realität und Virtualität abzubilden, entwarf MILGRAM 1994 ein Modell, in dem er ein Kontinuum von realer bis virtueller Umgebung definierte. Zwischen den beiden Realitätsebenen existiert nach seinem Modell die Mixed Reality mit verschiedenen Intensitätsgraden der Überlagerung des Realen und des Virtuellen [Milgram / Kishino (1994), S.1321ff].

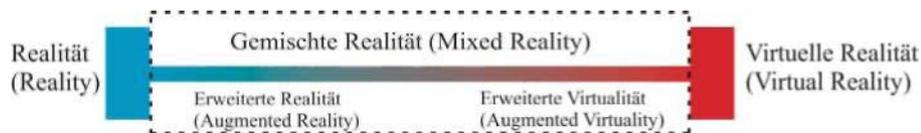


Abbildung 1: Kontinuum der Realität und Virtualität angepasst an [Milgram / Kishino (1994)].

Unter Augmented Virtuality (erweiterte Virtualität) ist die Überlagerung des virtuellen Raumes mit einzelnen Elementen der realen Umgebung zu verstehen. Virtuelle Nachrichtenstudios mit eingblendeten realen Nachrichtensprechern sind hierfür bekannte Beispiele aus dem Bereich des Fernsehens.

Augmented Reality (erweiterte Realität) hingegen bedeutet, dass die reale Umgebung durch virtuelle Elemente überlagert bzw. ergänzt (augmentiert) wird. Dies setzt einen digitalen Datenschatten der Umgebung sowie der zu überlagernden realen Gegenstände voraus. Dieser Datenschatten beinhaltet Angaben zur Geometrie und die Verortung des Objekts in einem Koordinatensystem. Darüber hinaus können Informationen, beispielsweise über Material, Alter und Aussehen in einem modifizierten Zustand, in diesem Datenschatten abgelegt sein. Durch die Augmented Reality-Technik werden einzelne Objekte der Virtual Reality als Zusatzelemente in die reale Umgebung eingblendet, sodass eine scheinbare, visuelle wahrnehmbare Koexistenz zwischen realen und virtuellen Objekten entsteht [Azuma (1997)]. Zurzeit existieren bereits zahlreiche Augmented Reality-Anwendungen, vornehmlich aus den Bereichen: Medizin, Militär, Luft- und Raumfahrt, Forschung und Entwicklung, Produktion, Fertigung und Montage sowie Service und Wartung [Abawai (2005)]. Die meisten Anwendungen befinden sich allerdings noch im Prototypenstadium.

Nach AZUMA wird ein Augmented Reality-System mit drei Haupteigenschaften charakterisiert:

- Kombination realer und virtueller Objekte in realer Umgebung,
- Interaktivität und Echtzeitcharakter sowie
- Registrierung realer und virtueller Objekte sowie Ausrichtung zueinander [Azuma (1997)].

Durch den Einsatz der Augmented Reality ist nicht nur die klassische Ergänzung durch virtuelle Objekte möglich, sondern durch geschickte Überlagerungen können reale Objekte aus der wahrgenommenen Umgebung scheinbar extrahiert werden. So ist es beispielsweise möglich, ein real existierendes Gebäude zu überdecken und somit aus der wahrgenommenen Szene scheinbar zu entfernen. Abbildung 2 stellt den Grundaufbau eines Augmented Reality-Systems mit den einzelnen Systemkomponenten dar.

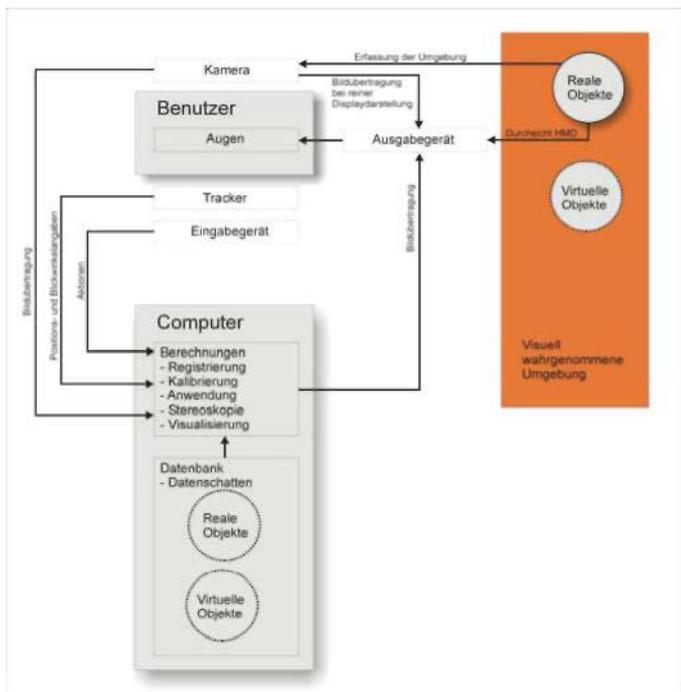


Abbildung 2: Grundaufbau eines Augmented Realty – Systems [Wietzel (2007)]

4 IMMERSIVE SZENARIEN

Die Möglichkeiten, mittels EDV-gestützter Systeme Daten und Informationen zu visualisieren, haben in den letzten Jahren durch Forschung und Entwicklung im Hard- und Softwaresektor stark zugenommen. In Abbildung 3 sind die Meilensteine der Entwicklung in einem aufeinander aufbauenden System aufgezeigt, angefangen von der darstellenden Geometrie bis hin zur Augmented Reality, die gegenwärtig die höchste Entwicklungsstufe darstellt [Hagen (2006)].

Die Frage, die sich stellt ist: welche Entwicklung wird der Augmented Reality, als Ausprägung der Mixed Reality, folgen? Aufbauend auf Augmented und Virtual Reality-Systemen stellt der nächste Schritt die Entwicklung von Systemen dar, die es dem Benutzer ermöglichen, eine virtuelle Umgebung oder eine mit virtuellen Objekten angereicherte Umgebung so wahrzunehmen und zu erfahren, dass er nicht mehr zwischen realer und virtueller beziehungsweise augmentierter Umgebung unterscheiden kann [Hagen (2006)]. Dieser Vorgang des Eintauchens wird als Immersion bezeichnet. Mittels intuitiver Interaktion mit virtuellen Objekten werden diese scheinbar zu Bestandteilen der Realität. Der Benutzer agiert frei und intuitiv in einer von ihm oder durch Vorgaben gestalteten virtuellen oder augmentierten Umgebung. Ist dieser Zustand erreicht, befindet sich der Benutzer in einem immersiven Szenario [Wietzel (2007)].

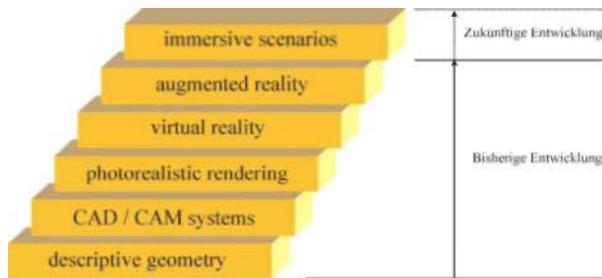


Abbildung 3: Meilensteine in der Entwicklung der grafischen Daten- und Informationsdarstellung nach HAGEN [http://www.uni-kl.de/Stadtplanung/sites/download/Vortrag%20Prof.%20Dr.%20Hans%20Hagen_IuK.pdf und Wietzel (2007)]

Die Immersion setzt sich sowohl aus motorischen und sensorischen Anteilen der Darstellung, als auch der Interaktionsmöglichkeit des Benutzers in einer virtuellen Umgebung zusammen. Erzeugt wird die Immersion durch das vollständige Ausblenden oder teilweise Überblenden der realen Umgebung, die Anzahl der angesprochenen Sinnesreize und die Lebendigkeit der virtuellen Umgebung [Heers (2005), S.49]. Maßgeblich bestimmt wird der Grad der Immersion durch die mediale Qualität des immersionserzeugenden Systems (immersive Umgebung), das von außen auf einen Benutzer einwirkt [Wietzel (2007)]. Die

gesteuerte Stimulation aller Sinnesmodalitäten ist das maximale Leistungsziel eines Immersionserzeugenden Systems. Je nach Anwendungsintention kann es ausreichen, nur bestimmte Aspekte, beispielsweise die visuelle oder die akustische Wahrnehmung immersiv erfahrbar zu gestalten. Grundsätzlich ist allerdings festzuhalten: sobald Sinnesreize fehlen nimmt der Immersionsgrad ab und eine absolute Immersion findet nicht statt. Vom Grundverständnis der Immersion ausgehend wird der Immersionsgrad eines Szenarios von drei wesentlichen Faktoren bestimmt:

- von den kognitiven Fähigkeiten des Benutzers,
- von dem Detaillierungsgrad des Szenarios sowie
- von den Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers [Wietzel (2007)].

Der Benutzer kann im Sinne der Interaktion auf das dargestellte Szenario einwirken sowie das Szenario im Ursache-Wirkungs-Prinzip wiederum auf den Benutzer. Im Idealfall kann der Benutzer stufenlos und ohne bewusste Wahrnehmung zwischen Realität, augmentierter Realität und virtueller Realität wechseln. In Anlehnung an die bereits angeführten Kriterien von AZUMA sind folgende Anforderungen zu gewährleisten, um aufbauend auf ein Augmented oder Virtual Reality-System ein immersives Szenario erzeugen zu können:

- Nutzung der Dreidimensionalität,
- Stimulation möglichst vieler Sinnesmodalitäten sowie
- Gewährleistung des intuitiven Agierens [Wietzel (2007)].

Festzuhalten ist an dieser Stelle, dass es sich bei diesem umfassenden Ansatz um ein junges Forschungsfeld in der grafischen Daten- und Informationsvisualisierung handelt. Bislang sind die Überlegungen, abgeleitet aus Entwicklungstrends der Human Computer Interaction, eher theoretischer Natur, da die technischen Möglichkeiten zur gezielten Stimulation der unterschiedlichen Sinnesmodalitäten (abgesehen vom visuellen und auditiven Sinneskanal) bislang noch keinen entsprechenden Reifegrad erreicht haben oder schlichtweg noch nicht existieren. Innovative Techniken und Methoden zur intuitiven Interaktion mit virtuellen Objekten werden allerdings bereits seit geraumer Zeit erforscht.

5 EINSATZMÖGLICHKEITEN DER AUGMENTED REALITY-TECHNIK UND IMMERSIVER SZENARIEN IN DER STADTPLANUNG

5.1 Grundlegende Abgrenzung der Einsatzgebiete von Augmented Reality-Technik und immersiven Szenarien

Zunächst ist die Frage zu klären, für welche Zwecke die Augmented Reality-Technik als eine Form der Daten- und Informationsvisualisierung, sowie immersive Szenarien als eine Form der intuitiv veränderbaren Situationsdarstellung, grundsätzlich in Anbetracht der erzielbaren Ergebnisse für einen sinnvollen Einsatz in der Stadtplanung geeignet sind.

5.1.1 Der Einsatz der Augmented Reality-Technik und immersiver Szenarien zur Ergebnisvisualisierung

Bislang dienen Augmented Reality-Anwendungen in der Regel zur reinen visuellen Darstellung von sachbezogenen Informationen im Sinne der Präsentation von Ergebnissen. Echte Interaktionsmöglichkeiten in Augmented Reality-Anwendungen sind bislang meist nur rudimentär vorhanden. Festzuhalten ist, dass diese in einigen Einsatzgebieten, beispielsweise bei der reinen Informationsvermittlung zur Willensbildung, auch nicht zwingend notwendig sind.

Die Visualisierung von Informationen in der realen, dem Benutzer vertrauten oder bekannten Umgebung ist hinsichtlich der Überzeugungsfähigkeit von maßgeblicher Bedeutung, da Bezüge zur Umgebung direkt assoziiert werden können [Hagen (2006)]. Die bereits angeführte mentale Rekonstruktion im Sinne der räumlichen Transformation ist nicht mehr notwendig und die damit verbundene potenzielle Gefahr der Fehlinterpretationen ist nicht gegeben. Dadurch unterscheiden sich Ergebnisvisualisierungen mittels der Augmented Reality-Technik von herkömmlichen Darstellungsmöglichkeiten und –formen bezüglich ihrer Anschaulichkeit und Nachvollziehbarkeit erheblich. Entsprechend hoch ist das Einsatzpotenzial der Augmented Reality-Technik in der räumlichen Planung einzuschätzen. Wie eingangs geschildert, ist der Planungsprozess unter anderem durch eine Vielzahl an Entscheidungssituationen geprägt, welche für die

unterschiedlichen Akteure unter den angeführten Rahmenbedingungen immer komplexer und undurchsichtiger werden. Der Einsatz der Augmented Reality-Technik bei Entscheidungsprozessen eröffnet die Möglichkeit, die baulichen und gestalterischen Auswirkungen von Vorhaben und Maßnahmen im realen Raum realistischer einzuordnen und abzuschätzen als bei bisherigen Darstellungsmöglichkeiten. Konträr zu klassischen Darstellungsformen, wie beispielsweise Plänen und physischen Modellen, ist hiermit eine maßstabsgetreue und gegebenenfalls fotorealistische Simulation der baulichen und gestalterischen Vorhaben und Maßnahmen, bezogen auf die visuell wahrnehmbaren Ausprägungen, möglich.

Da immersive Szenarien unter anderem auf die Augmented Reality-Technik aufsetzen, sind sie grundsätzlich ebenfalls im Bereich der Ergebnisvisualisierung einsetzbar. Der theoretische Ansatz der immersiven Szenarien ist es jedoch, die darzustellenden Ergebnisse durch die Stimulation mehrerer Sinnesmodalitäten erlebbar abzubilden [Wietzel (2007)].

5.1.2 Der Einsatz von immersiven Szenarien zur Erzeugung von immersiven Situationsdarstellungen

Den Benutzern von immersiven Szenarien sollen nicht nur die Ergebnisse eines Vorhabens dargestellt, sondern auch die damit verbundenen Konsequenzen erfahrbar verdeutlicht werden. Die intuitive Interaktionsfähigkeit sowie das Wahrnehmungsempfinden bilden hierbei Schlüsselkriterien. Der Benutzer, der sich in einem computergestützten immersiven Szenario befindet, ist in der Lage, sowohl mit realen, als auch mit virtuellen Objekten gleichermaßen intuitiv zu interagieren. Veränderungen innerhalb des Szenarios führen zu einer vom Benutzer direkt wahrnehmbaren Rückkopplung. Die Funktion der virtuellen Objekte wandelt sich von reinen Betrachtungs- zu Nutzgegenständen. Zurzeit findet die Konstruktion virtueller Objekte fast ausschließlich an klassischen 2D Arbeitsplätzen statt, das Ergebnis kann anschließend mittels der Augmented Reality-Technik in der realen Umgebung visuell eingefügt werden. Nach dem Verständnisansatz der immersiven Szenarien könnten Objektmodellierung sowie Objektattributierung jedoch innerhalb des Szenarios intuitiv erfolgen. Denkbar wäre beispielsweise ein Modellierungsverfahren, das (inklusive haptischer Rückmeldung) an das Formen von Ton oder sonstigen leicht formbaren Materialien angelehnt ist. Die Attributierung wäre mittels der Berührung der Objekte und Spracheingabe denkbar.

Die Stadtplanung könnte in verschiedenen Schritten innerhalb des Planungsprozesses von einer erlebbaren Situationsdarstellung profitieren. Über den Einsatz im Bereich der Entscheidungsvorbereitungen hinaus erscheint auch eine immersive Planer-Arbeitsumgebung als sinnvoll. Hierbei steht weniger das immersive Wahrnehmen von Vorhaben und deren Konsequenzen im Vordergrund, sondern vielmehr das intuitive Interagieren vor Ort. Als Beispiel sei eine digitale Bestandsaufnahme bei der Begehung eines Untersuchungsraums angeführt. Die Gegenstände der Bestandsaufnahme könnten mittels intuitiver Handlungen, beispielsweise durch Drag and Drop von vordefinierten Attributen oder Spracheingabe, direkt in eine digitale Plangrundlage aufgenommen werden. Ebenfalls denkbar ist die Unterstützung des klassischen Entwerfens im Sinne der Entwicklung von Bau- und Raumstrukturen durch immersive Szenarien. Das Entwerfen von Strukturen würde nicht mehr ausschließlich an klassischen 2D Arbeitsplätzen erfolgen, sondern wäre zusätzlich durch intuitive Interaktionsmöglichkeiten mit virtuellen Objekten vor Ort möglich. Damit bietet sich die Möglichkeit, die Dreidimensionalität des Planungsraumes sowie die Originalmaßstäblichkeit für eine direkte visuelle Rückkopplung bereits im Entwurfsstadium zu nutzen. Kontextsensitiv wären dadurch Defizite, beispielsweise in der Gestaltwirkung oder auch Potenziale frühzeitig erfassbar. Durch immersive Szenarien wäre es möglich, im Entwurfsprozess sämtliche raumrelevanten Aspekte unterstützend einzublenden, sowie Simulationen in Echtzeit vor Ort durchzuführen. Die Ergebnisse könnten im Umkehrschluss wiederum zu neuen Planungsalternativen und -varianten führen. Durch den Einsatz von immersiven Szenarien im Sinne einer Arbeitsumgebung in der Stadtplanung wäre eine Optimierung der Planungsalternativen im Vorfeld und damit eine Qualifizierung von Entscheidungsgrundlagen möglich. Darüber hinaus könnte eine neue Form des kooperativen Arbeitens und Zusammenwirkens unterschiedlicher Akteure entstehen, in der mehrere Beteiligte direkt vor Ort auf unterschiedliche Planungsvarianten einwirken.

Bezogen auf die grundlegenden Ablaufschritte von Planungs- und Entscheidungsprozessen nach JACOBY und KISTENMACHER lässt sich eine grobe Abschätzung der möglichen Einsatzgebiete der Augmented Reality-Technik und immersiver Szenarien in den einzelnen Planungsschritten vornehmen. Dies ist schematisch in Abbildung 4 dargestellt. Da es sich um grundsätzliche Überlegungen handelt, erfolgt weder eine Wertung hinsichtlich des Aufwandes noch bezüglich der Effektivität.

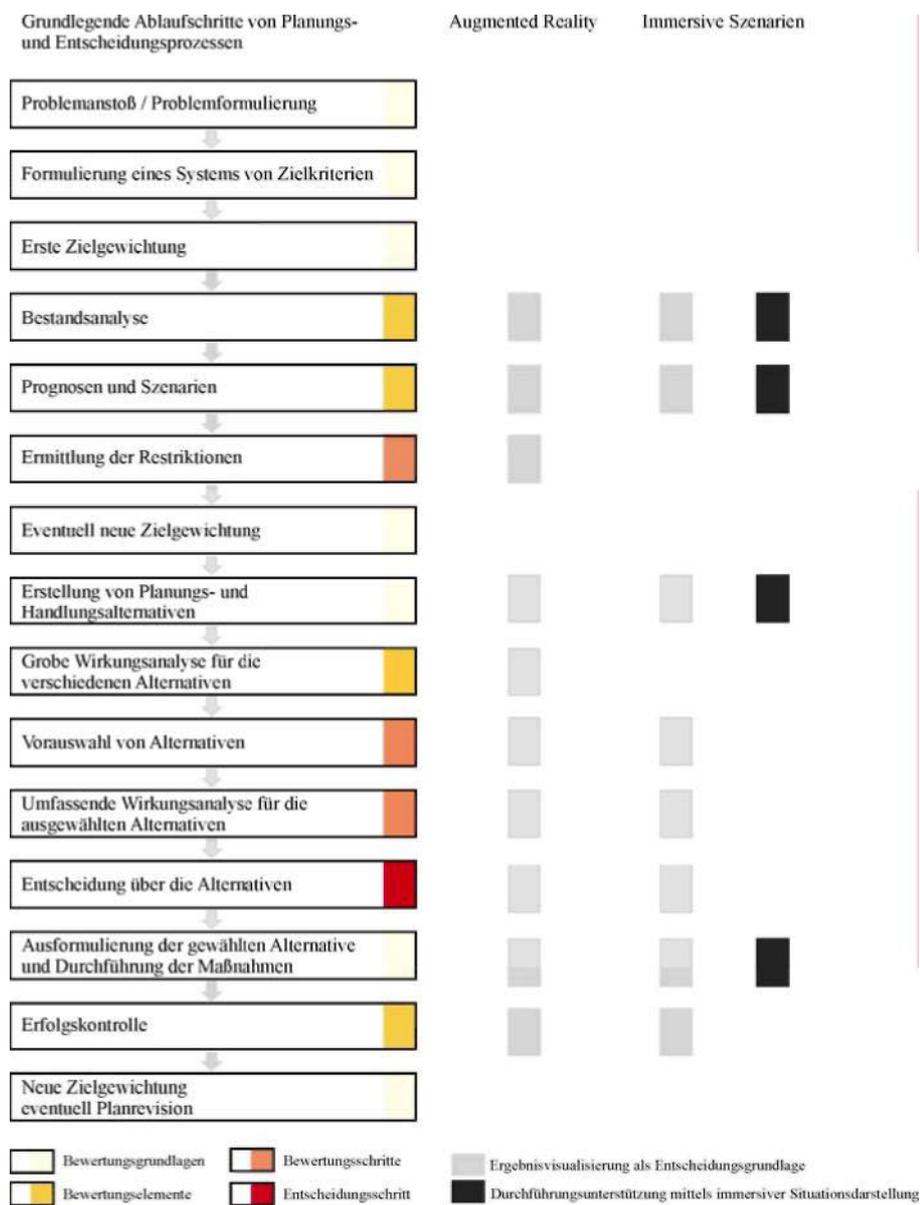


Abbildung 4: Einsatzgebiete der Augmented Reality-Technik und immersiver Szenarien in den grundlegenden Ablaufschritten von Planungs- und Entwurfsprozessen [Wietzel (2007)] auf Grundlage von [Jacoby / Kistenmacher (1998), S.149].

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass das eigentliche Potenzial der Augmented Reality-Technik bei Planungsgegenständen und Betrachtungsräumen liegt,

- die einen unmittelbaren Bezug zum Aspekt der Dreidimensionalität des Raumes aufweisen und
- deren Nachvollziehbarkeit bei Entscheidungssituationen durch die visuelle Darstellung der Entscheidungsgrundlagen in der realen Umgebung für die Akteure eine Qualifizierung erfährt.

Hierauf basierend und aufbauend sind immersive Szenarien zur Qualifizierung von Entscheidungsgrundlagen einsetzbar, wenn

- komplexe Wirkungsgefüge nicht durch reine visuelle Darstellungen für alle Akteure nachvollziehbar abgebildet werden können und
- die Planungssituation ein hohes Maß an Interaktion in Entwurfs- oder Beteiligungssituationen erfordert [Wietzel (2007)].

5.2 Klassifizierung der virtuellen Ergänzungen in der Stadtplanung

Über die Einsatzgebiete der Augmented Reality-Technik und von immersiven Szenarien im Planungsprozess der Stadtplanung hinaus ist die Frage zu klären, welche Arten der inhaltlichen Ergänzung grundsätzlich

klassifiziert werden können. Wie bereits dargelegt, nimmt das Sehen beim menschlichen Wahrnehmungsprozess den höchsten Stellenwert ein. Dementsprechend stellt die Visualisierung von originär visuell wahrnehmbaren und originär nicht visuell wahrnehmbaren Informationen das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zur Klassifizierung dar. Dadurch lassen sich drei Hauptklassen von Informationsergänzungen inhaltlich abgrenzen.

5.2.1 Die Ergänzung durch originär visuell wahrnehmbare Informationen

Wie bereits angeführt, ist es grundsätzlich möglich, mittels der Augmented Reality-Technik und immersiver Szenarien geplante Vorhaben oder Projekte mit einer visuell wahrnehmbaren Ausprägung vorab im Maßstab 1:1 in einer realen Umgebung zu visualisieren. Dies ist bereits als eine einfache Form der Simulation zu bezeichnen, da die zukünftige physische Präsenz eines Vorhabens im realen Raum visualisiert wird.

Im Bereich der Stadtplanung oder auch der Architektur betrifft diese Form der Simulation beispielsweise die Darstellung der visuell wahrnehmbaren Ergebnisse von Bau- oder Gestaltungsvorhaben. Dies kann übertragen als eine digitale und flexibel erweiterbare Fortentwicklung der in der Schweiz praktizierten Methode der Errichtung von Baugespannen zur Verdeutlichung von Bauvorhaben bezeichnet werden [Wietzel (2007)].

5.2.2 Die kontextsensitive Reduzierung von originär visuell wahrnehmbaren Informationen

Hinsichtlich eines zu betrachtenden Objektmerkmals kann es zweckdienlich sein, Informationen, die nicht im direkten Zusammenhang mit dem eigentlich zu betrachtenden Merkmal stehen, auszublenden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das zu betrachtende Merkmal gegenüber anderen markant visuell hervorzuheben. Beide Vorgehensweisen sind mittels der Augmented Reality-Technik und immersiver Szenarien umsetzbar. Die Reduzierung der wahrnehmbaren Umgebungsinformationen scheint zunächst diametral zum Ziel der Informationsanreicherung der Umgebung durch die Augmented Reality-Technik und immersiven Szenarien zu stehen, es ist jedoch festzuhalten, dass die computergestützte, visuelle Informationsreduzierung technisch nur durch Überblendung der realen Umgebung mit virtuellen Objekten vollzogen werden kann.

In der Stadtplanung können bei einer fokussierten Betrachtung von Einzelaspekten zu viele flankierende oder zusätzliche Informationen kontraproduktiv bezüglich einer analytischen Aussage wirken. Ist dies der Fall, muss eine kontextsensitive und durch den Benutzer selektierte Informationsreduzierung oder eine visuelle Überhöhung der relevanten Informationen stattfinden. Durch die Augmented Reality-Technik und immersive Szenarien ist die Möglichkeit gegeben, mittels Überblendung verschiedene Teilbereiche der realen räumlichen Umgebung auszublenden oder auch markanter hervorzuheben. Ein denkbare Beispiel hierfür ist die visuelle Hervorhebung sämtlicher Gebäudekanten in einem definierten Gebiet sowie die Überblendung komplex strukturierter Gebäudefassaden mittels einfacher geometrischer Flächen, um Rückschlüsse auf die grundlegende Gestalt- und Raumwirkung der Gebäude im umgebenden Raum zu ziehen [Wietzel (2007)].

5.2.3 Die Ergänzung durch originär nicht visuell wahrnehmbare Informationen

Durch die Augmented Reality-Technik können Objektinformationen visualisiert werden, die in der realen Umgebung nicht originär visuell wahrnehmbar sind. Im einfachsten Falle geschieht dies durch Einblendungen in textlicher Form. Darüber hinaus ist es möglich, komplexe Wirkungsgefüge zu visualisieren, die in der Realität nicht visuell wahrnehmbar sind. Voraussetzung hierfür ist die Erstellung von Wirkungsmodellen. Auf Basis dieser Modelle ist es möglich, Wirkungsgefüge der Ist-Situation und des Soll-Zustandes zu simulieren sowie die Ergebnisse wiederum in visuell wahrnehmbare Informationen zu transformieren. In der Regel ist hierzu eine Zuordnung der betrachteten Attribute, Ausprägungen, Parameter, Messeinheiten etc. zu Symbolen oder Farbwerten notwendig.

Über die Darstellung der visuellen Komponenten eines Gestaltungs- oder Bauvorhabens hinaus ist es möglich, originär nicht sichtbare, stadtplanerisch relevante Aspekte zu visualisieren. Im einfachsten Falle wäre dies beispielsweise die zusätzliche textliche Einblendung von Gebäudedaten, bei Bestandsgebäuden beispielsweise Alter, Besitzverhältnisse oder Angaben hinsichtlich der Gebäudenutzungen, bei Neuplanungen beispielsweise Angaben zur Bruttogeschossfläche oder zum Bebauungsplan. Weiterhin ist es theoretisch möglich, auch komplexere Wirkungsgefüge wie beispielsweise Einzugsgebiete, Kaltluftströme, Schadstoffeinträge oder Lärmbelastungen zu visualisieren. Die Visualisierung von originär nicht sichtbaren

Aspekten kann sowohl bezogen auf den Ist-Zustand, als auch mittels Simulationen auf Planungsalternativen erfolgen.

Immersive Szenarien verfolgen vom Grundverständnis ausgehend einen umfassenderen Ansatz. Prinzipiell ist es auch hierbei möglich, originär nicht visuell wahrnehmbare Informationen in visuell wahrnehmbare zu überführen, allerdings wirkt sich dies kontraproduktiv auf den Immersionsgrad aus. Je nach Leistungsfähigkeit des Immersionserzeugenden Systems, sind die Sinnesmodalitäten des Menschen originär und separat anzusprechen. Ein Anwendungsbeispiel soll den Unterschied verdeutlichen: Um die zu erwartende Lärmbelastung auf einem Grundstück durch eine geplante Änderung der anliegenden Verkehrsführung zu beurteilen, können klassische Lärmberechnungen durch bekannte und normierte Schallausbreitungsmodelle durchgeführt werden. Da Lärm nicht visuell wahrgenommen werden kann, ist beim Einsatz der Augmented Reality-Technik eine Überführung in visuell wahrnehmbare Informationen notwendig. Bezogen auf den jeweiligen Standpunkt vor Ort kann die simulierte Lärmeinwirkung durch Farbskalen in der Fläche oder im Raum visuell abgebildet werden. Darüber hinaus ist es möglich, Vergleichsreferenzen durch Symbole einzublenden, beispielsweise ob eine ungestörte Unterhaltung in normaler Lautstärke nach Umsetzung der Maßnahmen weiterhin möglich ist. Beim Einsatz eines immersiven Szenarios wäre der auditive Sinneskanal direkt anzusprechen. Dies kann beispielsweise durch die Einspielung von kalibrierten Referenzlärmbelastungen oder durch die akustische Simulation der Lärmbelastung auf Basis modellierter Geräuschquellen sowie Schallausbreitungsmodellen geschehen.

Die theoretischen Einsatzmöglichkeiten von immersiven Szenarien sind sowohl hinsichtlich einer immersiven Arbeitsumgebung des Planers, als auch im Sinne einer qualifizierten Entscheidungsgrundlage mannigfaltig. Denkbar wären Simulationen, in denen beispielsweise Erschütterungen durch Ausführung geplanter Baumaßnahmen oder Gerüche durch geplante Industrie- oder Gewerbebetriebe mittels gesteuerter Stimulation der betreffenden Sinnesmodalitäten erfahrbar sind [Wietzel (2007)].

6 FAZIT UND AUSBLICK

Durch die sich abzeichnenden Trends werden die Anforderungen an qualifizierte Entscheidungsgrundlagen weiter steigen. Eine Herausforderung hierbei wird es sein, die Menge an Daten und Informationen den beteiligten Akteuren in einer Form zu vermitteln, die die Abweichungen der individuellen mentalen Interpretation und Rekonstruktion möglichst minimiert. Sowohl die Augmented Reality-Technik als auch immersive Szenarien können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten, da sie Planungssituationen und -alternativen in einer, durch die natürlich menschliche Wahrnehmung erfahrbaren, Form abbilden, ohne dass ein Höchstmaß an Hintergrund- und Fachwissen vorhanden sein muss.

Die Augmented Reality-Anwendungen der Gegenwart befinden sich weitgehend noch im Prototypenstadium. Bis zu einer kommerziellen Einführung sind noch Forschungs- und Entwicklungsleistungen, im Wesentlichen in den Bereichen der Hardwareminiaturisierung, der Trackingverfahren sowie der Middle- und Anwendungssoftware, notwendig. Immersive Szenarien stellen den darauf aufbauenden Entwicklungsschritt dar. Erste Forschungsprojekte diesbezüglich werden bereits durchgeführt, stellvertretend ist das @Visor Projekt des Deutschen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz (DFKI, Standort Kaiserslautern) anzuführen. Die Entwicklung von immersiven Szenarien bedarf der interdisziplinären Forschung aus den Bereichen der Informations- und Datenvisualisierung, der Wahrnehmungspsychologie und der Human Computer Interaction.

Es ist davon auszugehen, dass die treibenden Entwicklungskräfte der Augmented Reality-Technik sowie der immersiven Szenarien weiterhin die Bereiche Militär, Medizin sowie Fertigung und Produktion sein werden. Um einer langen Anpassungsphase von Augmented Reality-Systemen sowie von Systemen, die zur Erzeugung von immersiven Szenarien notwendig sind, an die Bedürfnisse der Stadtplanung vorzubeugen, sind frühzeitig Bedarfsanforderungen zu formulieren und in den interdisziplinären Forschungskontext von Stadtplanung und Informatik einzubringen.

7 QUELLENVERZEICHNIS

- Abawai (2005): Abawi, D. F. (2005): Analyse und Bewertung von Erstellungssystemen für Augmented Reality Anwendungen, Frankfurter Informatik-Bereiche Nr. 4/05, JW. Goethe-Universität Frankfurt.
- Azuma (1997): Azuma, R. T. (1997): A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments.
- Berkley (1709): Berkley, G. (1709): An Essay towards a New Theory of Vision. Übersetzt von Schmidt, R.(1912): Versuch einer neuen Theorie der Gesichtswahrnehmung. Leipzig.

- Campenhausen (1981): Campenhausen, C. v. (1981): Die Sinne des Menschen. Band 1: Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Fürst / Scholles (2001): Fürst, D. / Scholles, F. (Hrsg.) (2001): Handbuch Theorien+Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, Dortmund.
- Gibson (1973): Gibson, J. J. (1973): Die Wahrnehmung der visuellen Welt. Aus dem Amerikanischen übertragen von Vera Schumann, Belz Verlag, Weinheim und Basel.
- Hagen (2006): Hagen, H. (2006): Ergebnisse der Diskussionen und Gespräche im Rahmen der wöchentlichen Jourfix Veranstaltungen des von der DFG geförderten Internationalen Graduiertenkollegs (International Research Training Group, IRTG): Visualization of Large and Unstructured Data Sets Applications in Geospatial Planning, Modeling, and Engineering.
- Heers (2005): Heers, R. (2005): „Being There“ Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen. Dissertation der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen.
- Hering (2006): Hering, N. (2006): Wie wahr ist das, was wir wahrnehmen? http://www.medical-tribune.ch/deutsch/mensch_und_technik/2006/wahrnehmung2.php, Zugriff 14.11.2006.
- Jacoby / Kistenmacher (1998): Jacoby, C. / Kistenmacher, H. (1998): Bewertungs- und Entscheidungsmethoden. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Methoden und Instrumente räumlicher Planung. Hannover.
- Milgram / Kishino (1994): Milgram, P. / Kishino, F. (1994): „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays“. IEICE Trans. Information Systems, vol. E77-D, no. 12.
- Ritter (1987): Ritter, M. (1987): Einführung: In: Wahrnehmung und visuelles System. Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg.
- Rodel (1981): Rodel, M. (1981): Perzeptiv- räumliche Fähigkeiten bei hirngesunden und hirngeschädigten Personen. Dissertation an der Philosophischen Fakultät I der Universität Zürich, Universität Zürich, Zentralstelle der Studentenschaft.
- Scholles (2005): Scholles, F.: Bewertungs- und Entscheidungsmethoden. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2005): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover.
- Steinebach / Müller (2006): Steinebach, G. / Müller, P. (2006): Dynamisierung von Planverfahren der Stadtplanung durch Informations- und Kommunikationssysteme. In: Schriften zur Stadtplanung Band 4, Technische Universität Kaiserslautern.
- Weidenbach (1999): Weidenbach M. (1999): Geographische Informationssysteme und neue Digitale Medien in der Landschaftsplanung. Dissertation an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Ludwig- Maximilians-Universität München. Berlin, Logos-Verlag.
- Wietzel (2007): Wietzel, I. (2007): Vorläufige Ergebnisse des laufenden Forschungsprojektes „Computergestützte Immersion in der Stadtplanung“, Lehrstuhl Stadtplanung, Technische Universität Kaiserslautern.
- Zwimpfer (1994): Zwimpfer, M. (1994): 2D Visuelle Wahrnehmung, visual perception, Basel, Niggli.