

## Städtebauliche Methodenentwicklung mit GeoWeb und Mobile Computing

*Peter Zeile, Guido Kebedies, Bernd Streich*

(Dr.-Ing. Peter Zeile, zeile@rhrk.uni-kl.de, TU Kaiserslautern, Fachgebiet CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern)

(Guido Kebedies, TU Kaiserslautern, Fachgebiet CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern)

(Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich, TU Kaiserslautern, Fachgebiet CPE, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern)

### 1 ABSTRACT

Untersuchung über die Fortentwicklung des städtebaulichen und raumplanerischen Methodenrepertoires angestoßen durch technologische Neuerungen im Internet.

Ziel des von der DFG von 2009 bis 2011 geförderten Forschungsvorhabens war es, das Potenzial an Veränderungen des städtebaulichen und raumplanerischen Methodenrepertoires im Zusammenhang mit der Herausbildung des GeoWebs im Internet und mobiler Computersysteme (Mobile Computing) auszuloten. Das Forschungsinteresse widmete sich diesen beiden technischen Entwicklungen in ihrer gegenseitigen Verzahnung. Dabei wurde der Frage nachgegangen, inwiefern und inwieweit die sich im Internet gegenwärtig herausbildenden geobezogenen Informations- und Kommunikationsplattformen zu neuen, für die räumliche Planung wesentlichen Veränderungen der wissenschaftlichen Planungsmethoden führen. Im Zuge der Forschung wurden auch Möglichkeiten zur Fortentwicklung der Planungsmethoden auf – dieser auch als GeoWeb bzw. „Web 3.0“ bezeichneten – Informations-Plattform aufgezeigt. Im zentralen Blickfeld des Interesses standen insbesondere mobile Erfassungs-, Kommunikations- und Rechnersysteme (smart devices).

Innerhalb des Forschungsprojektes wurden die Teilbereiche "Analyse des GeoWebs und des mobilen Computereinsatzes", „Sensorik für das Geoweb“, „Geowebmethoden für die städtebauliche Struktur- als auch Gestaltungsplanung“ sowie „GeoWeb-Methoden und Kommunikations-Plattformen in der Stadtplanung“, die in diesem Paper exemplarisch vorgestellt werden.

### 2 STAND DER FORSCHUNG

Der Geobezug des Internets wird von namhafter Seite, etwa im britischen News-Magazin Economist vom September 2007, metaphorisch bereits als „Web 3.0“ oder „Geoweb“ bezeichnet (The Economist, 2007). Die zunehmende Bedeutung des Geobezugs zeigt sich u. a. auch dadurch, dass die Browsingtechnologie als eine wesentliche Internet-Funktionalität mittlerweile eine Erweiterung auf räumlich lokalisierbare, geografische Objekte erfahren hat und deshalb „Geobrowsing“ genannt wird. Der Standard dazu, die „Geography Markup Language“ (GML), wurde vom Open Geospatial Consortium (OGC) im Jahre 2007 fixiert. Die „Keyhole Markup Language“ (KML), die Google Maps und Google Earth beschreibende Sprache, wurde im April 2008 zum offiziellen Standard der OGC bestimmt (Shankland, 2008).

Die Potenziale und das Funktionieren des GeoWebs stehen im engen Zusammenhang mit den verfügbaren Sensoren und der sogenannten Sensorik. Die Umwelt wird anhand von aufgenommenen Daten analysiert und in eine Information umgewandelt. Dementsprechend müssen, wenn der Untersuchungsgegenstand der Einsatz von Sensorik im GeoWeb ist, sowohl die körpereigene menschliche Wahrnehmung als auch die technischen Möglichkeiten zur Aufnahme und Analyse von Umweltreizen betrachtet werden. Denn jenseits der technischen Möglichkeiten und Ansätze existiert immer noch ein Messsystem zum Sammeln und Auswerten von Daten, das allen Technologien in seiner Gesamtheit überlegen ist: Der Mensch als „intelligenter Sensor“. Dementsprechend muss das menschliche Perzept, die menschliche Wahrnehmung, zuerst beleuchtet werden, da sie in vielen Dingen das real existierende Vorbild für moderne Sensortechniken darstellt. Dabei wird unterschieden in analoge und digitale Sensoren (Schiessle, 1992; Schanz, 2007), mobile und nichtmobile Sensoren (wie z. B. bei Petschek, 2007), Nah- und Fernsensoren (Stark, 2009), Remotesensoren sowie kollaborative Sensoren und Sensornetzwerke (Hof, 2007). Sensoren können so für Monitoringsysteme in der Raumplanung (Streich, 2005) innerhalb eines induktiven oder deduktiven Monitorings eingesetzt werden. Das sogenannte „Urban Sensing“ (Campbell et al., 2006; Lane et al., 2008) kann so für „Participatory Sensing“ Vorgänge (Burke et al., 2006) als kontinuierliches, städtisches Beobachtungssystem eingesetzt werden. Die Projekte des MIT SENSEable City Labs sind dabei richtungsweisend (Calabrese Ratti, 2006; Outram et al., 2010 und Kloeckl, 2011). Daneben werden auch vermehrt „Menschen als Sensoren“ zur Messung der aktuellen, persönlichen Befindlichkeit im Stadtraum eingesetzt (Nold, 2009). Im Bereich der Strukturplanung und der Anwendung von Desktop-GIS sind die

gängigen Methoden in kommerziellen als auch Open Source Bereich grundlegend bearbeitet (Mitchell et al., 2009; Bill, 2010). In der Domäne des Mobile Webs werden jedoch durch die Verwendung von GPS-Daten immer wieder Bezüge zu den Mental Maps von Lynch (Lynch, 1960) klar, auf denen viele der automatisiert aufgenommenen Elemente basieren. Die Visualisierung punktueller Information basiert auf dem Konzept der Heatmaps, die eine online gestützte und live verfügbare Form der klassischen „Point Density“ Berechnung (Berry & White, 2002) darstellt. In der städtebaulichen Gestaltungsplanung haben vor allem Techniken der Augmented Reality (Azuma, 1997; Milgram, 1999) im Bereich der Open Source Desktop Anwendungen eine Renaissance dieser Methoden ausgelöst (Höhl, 2008). Die Verfügbarkeit auf Smartphones schließt diese Entwicklung mit ein. Erste Anwendungsszenarien für die „Augmented City“ (Allbach et al., 2011) und den Einsatz als Tourismusinformationssysteme (Althoff et al., 2010) bestehen bereits. Daneben entstanden bildgestützte, internetfähige Methoden, die ganze Kollektionen von Bildern für die Planung bereitstellen können (Snaveley et al., 2006).

### 3 FORSCHUNGSFELDER

#### 3.1 Analyse des GeoWebs und des mobilen Computereinsatzes

Gegenstand dieser ersten zentralen Bearbeitungsphase des Forschungsprojektes war das GeoWeb im Sinne der Erweiterung des Internets mit Bezug auf räumlich-geografisch lokalisierbare Objekte. Das besondere Forschungsinteresse wurde dabei auf den Spezifika, wie man zu räumlich lokalisierbaren Objekten gelangt, diese etwa durch Methoden des Geotagging und der Georeferenzierung ins Internet einspeisen und für die Raumplanung nutzbar machen könnte, gerichtet.

In dieser ersten Phase wurde eine Begriffsanalyse durchgeführt, die die Besonderheiten des GeoWebs in Verbindung mit dem mobilen Computereinsatz analysiert. Insbesondere die Abgrenzung zum traditionellen Desktop GIS stand dabei im Mittelpunkt bzw. dessen Komplementarität. Alle in diesem Forschungsprojekt durchgeführten Untersuchungen haben die besondere Anwendbarkeit in diesem Umfeld des GeoWeb und des Mobile Webs gemein. Dementsprechend bauen alle weiteren Arbeitsschritte auf diesen Besonderheiten auf. Neben einer fundierten Literaturrecherche in diesem Bereich wurden sowohl die Hardware als auch die für den Bereich des GeoWebs und des Mobile Webs verfügbaren Softwareapplikationen, die sogenannten Apps, untersucht. Dabei wurde eine Analyse der allgemeinen Eigenschaften und der Potenziale des GeoWebs, eine Analyse der Organisations- bzw. Sprach-Standards des GeoWebs sowie eine Analyse des Stands und der Entwicklungstendenzen des mobilen Computereinsatzes, insbesondere im Bereich der PDAs und Smartphones, durchgeführt.

##### 3.1.1 Ergebnis

Allgemein ist zu konstatieren, dass eine Evolution im Internet stattgefunden hat: Von der allgemeinen, hardwarekomponenten- basierten Zurverfügungstellung von Informationen im Internet, dem Web 1.0, über die Entwicklung des von Tim O'Reilly titulierten Web 2.0, dem sogenannten Mitmach-Netz bis hin zu dem jetzt entstehenden, geo- und ortsbasierten, mashup- fähigen Web 3.0. Neben der URL, über die die Informationen im Internet abrufbar sind, können Informationen zusätzlich einen Geobezug erhalten. Die Verknüpfung aller bisherigen Daten mit Geokoordinaten sowie deren jederzeitige Verfügbarkeit und Austauschmöglichkeit mit mobilen, handlichen Endgeräten kennzeichnet damit einen neuen großartigen evolutionären Schritt der Technik im Internet. Wenn auch einige Fachleute das sogenannte „Semantic Web“ als die neue Revolution im Internet bezeichnen und mit „Web 3.0“ etikettieren, so steht nach Meinung der Verfasser eben diese Verknüpfung von Geoinformation und virtueller Information für eine neue Entwicklungsstufe im Internet. Diese sollte, wenn überhaupt diese Begrifflichkeit benutzt wird, als Web 3.0 bezeichnet werden (nach Zeile, 2010 S.97).

Ein Vorreiter, Indikator und auch Brückenkopf dieser Entwicklung ist das für die räumliche Planung so wichtige Webmapping. Schwierig ist mittlerweile die Abgrenzung zwischen reinem Webmapping, Web 2.0-Diensten und Web 3.0-Werkzeugen, da viele der Techniken mittlerweile zusammengewachsen sind nach Zeile, 2010 S.97).

Die Definition des Geowebbs kann dementsprechend wie folgt aussehen: Das GeoWeb ist eine Weiterentwicklung von kartenbasierten Diensten hin zu mashup-fähigen Kartendiensten, die sich in einem Art Baukastensystem mit immer anderen Diensten neu kombinieren lassen. Somit verändert das GeoWeb das

Sammeln von Geodaten und deren Analyse durch neue Technologien und beschreibt zusätzlich die grundsätzlichen Konzepte hinter der Neukombination durch die Mashup-Fähigkeit und deren Techniken (Batty et al., 2010).

Die Anwendbarkeit auf mobilen Endgeräten wurde in den Bereichen der städtebaulichen Struktur- und Gestaltungsplanung, des städtischen Sensorings und der GeoWeb-Methoden und Kommunikations-Plattformen in der Stadtplanung untersucht. Als Testplattformen haben sich nach eingängiger Recherche die Betriebssysteme AndroidOS und iOS herauskristallisiert. Tablet PCs der neueren Generation wurden zwar angetestet, aufgrund der noch nicht ausgereiften technischen Entwicklung in diesem Stadium der Forschungsarbeit jedoch nur am Rande getestet. Als eine sehr offene, mit einer Vielzahl von frei verfügbaren Apps für den Planungsbereich und bedienerfreundliche Plattform stellte sich das AndroidOS heraus, auf das sich in großen Teilen in dieser Arbeit fokussiert wurde.

### 3.2 Sensorik für das GeoWeb

Die Potenziale und das Funktionieren des GeoWebs stehen im engen Zusammenhang mit den verfügbaren Sensoren und der sogenannten Sensorik. Diese wurden in diesem Abschnitt des Forschungsprojektes näher untersucht.

Die Umwelt wird anhand von aufgenommenen (Sensor-) Daten analysiert und in Informationen umgewandelt. Dementsprechend müssen, wenn der Untersuchungsgegenstand der Einsatz von Sensorik im GeoWeb ist, sowohl die körpereigene menschliche Wahrnehmung als auch die technischen Möglichkeiten zur Aufnahme und Analyse von Umweltreizen betrachtet werden. Denn jenseits der technischen Möglichkeiten existiert immer noch ein Messsystem zum Sammeln und Auswerten von Daten, das allen Technologien in seiner Gesamtheit überlegen ist: der Mensch als „intelligenter Sensor“. Dementsprechend muss das menschliche Perzept, die menschliche Wahrnehmung, zuerst beleuchtet werden, da sie in vielen Dingen das real existierende Vorbild für moderne Sensortechniken darstellt.

Innerhalb dieses Arbeitspaketes des Forschungsvorhabens wurden folgende Fragestellungen überprüft: Wie finden die Sinneswahrnehmung und der Einsatz von Sensoren im Allgemeinen statt? Welche Methoden der Datenerfassung mit Sensoren sind verfügbar? Welche Modi des Sensor-Einsatzes sind bekannt? Welche Arten von Monitoringsystemen innerhalb der Stadtplanung sind denkbar? Welche Basissensoren werden für das GeoWeb benötigt? Wie können menschliche Sinne im GeoWeb abgebildet werden? Wie ist der Mensch in diesem Bereich als „intelligenter Sensor“ einsetzbar? Wie ist der Zusammenhang von Sensoren in der Raum-Zeit-Dualität? Und welche Probleme treten im Kontext des Einsatzes von Sensoren mit dem Datenschutz auf? Daneben wurde anhand eines Projektes überprüft, ob Methoden aus dem ambulatorischen Assessment und des psychophysiologischen Monitorings Erkenntnisse zum barrierefreien Planen liefern können. Mithilfe von Sensorarmbändern wurde eine Messung mit der Zielgruppe von mobilitätseingeschränkten Personen durchgeführt. Dabei wurden ihr zurückgelegter Weg, ihre Hauttemperatur und ihr Hautwiderstandswerte aufgenommen, um deren Stressreaktionen auf bestimmte Hindernisse im Stadtraum zu ermitteln und dementsprechend der Stadtplanung wichtige Hinweise auf stadtplanerische Mängel zu geben (vgl. hierzu Bergner et al., 2011 u. Zeile et al., 2011).

#### 3.2.1 Ergebnis

Der Bereich der Sensorik kann nach Abschluss der Arbeit in die schon in Kap. 2 erläuterte Systematik erfolgen: analogen und digitalen Sensoren, der mobilen und nichtmobilen Sensoren, Nah- und Fernsensoren, Remotesensoren sowie kollaborative Sensoren und Sensornetzwerke. Zusätzlich können Sensoren für Monitoringsystem in der Raumplanung (Streich 2005) innerhalb eines induktiven oder deduktiven Monitorings eingesetzt werden. Das sogenannte „Urban Sensing“ (Campbell et al. 2006, Lane et al. 2008) kann so für „Participatory Sensing“ Vorgänge (Burke et al. 2006) als kontinuierliches, städtisches Beobachtungssystem eingesetzt werden. Die Projekte des MIT SENSEable City Labs sind dabei richtungsweisend (Calabrese Ratti 2006, Outram et al. 2010 und Kloeckl 2011). Daneben werden auch zunehmend mehr „Menschen als Sensoren“ eingesetzt. Dabei kann mithilfe von Sensorarmbändern die Messung der aktuellen, persönlichen Befindlichkeit im Stadtraum erfolgen (Nold 2009).

Das Prinzip der Menschen als Sensoren wurde innerhalb der Forschungsarbeit mit den Methoden des psychophysiologischen Monitorings (EmbaGIS) umgesetzt. Dabei konnten vor allem die Fehler der Experimente der BioMaps (Nold 2009) und der emomaps (Zeile 2010) beseitigt werden und eine neue

Methodik zur besseren Identifizierung von Stressbereichen innerhalb eines Stadtraumes erarbeitet werden. Mithilfe der neuen Methode konnten barriere-bedingte Sektoren der Stadt identifiziert werden (vgl. Bergner et al., 2011 u. Zeile et al., 2011).

### 3.3 Methodenentwicklung in der Stadtplanung für das GeoWeb

Drei Eigenschaften sind es, auf denen das enorme methodische Potenzial der mobilen Kommunikationsgeräte mit Computerfunktion – Smartphones also- beruht. Sie sind klein, mobil und ortbar. In Kombination aller Eigenschaften erlauben diese Geräte völlig neue Konzepte innerhalb der räumlichen Planung.

Um die Potenziale von Smartphones innerhalb der räumlichen Planung zu erforschen, müssen verschiedene Techniken näher betrachtet werden. Neben den Verortungsmethoden, der Sensorik, der in Zukunft möglichen Nahfeldkommunikation und der QR-Codierung ist dies vor allem das Methodenrepertoire im GeoWeb und in geobasierten Netzwerken. Geobasierte soziale Netzwerke und das GeoWeb, - die Kombination von Web 2.0 und Web 3.0, eröffnen diese neue Form der räumlichen Planung.

Das Methodenrepertoire lässt sich ableiten aus den im Forschungsvorhaben durchgeführten Projekten. Um die einzelnen Methoden besser zu identifizieren, sind sie in diesem Abschnitt nochmals im Einzelnen erläutert. Eine Zusammenfassung der Methoden ist auch bei Streich (Streich 2011:235ff) zu finden. Nachfolgend ist dies aber zur besseren Verständlichkeit auch im Ergebnis in Kap. 2.3.3 zusammengefasst.

#### 3.3.1 Ergebnis

Folgende Methoden zeichnen sich in Zukunft für den Einsatz in der räumlichen Planung ab (Streich 2011:235ff):

- Erfassung räumlicher Daten durch Geotagging- das Hinzufügen von räumlichen Informationen bzw. Attributen mit geografischen Koordinaten (Geotags), um zum Beispiel Standorte von Gebäuden oder Bepflanzungen direkt „vor Ort“ zur erfassen und in einem georeferenzierten Kartensystem zu archivieren und auszutauschen;
- Erfassung von räumlichen Daten im „crowdsourcing“- Prozess, bei dem die Organisation eines raumbezogenen Erfassungssystems mit derselben Technik wie eben beschrieben durch synchrone oder sequenzielle Aktivität einer Personengruppe zu einem städtebaulichen Thema erfolgt;
- Beobachtungen von Phänomenen im zeitlichen Verlauf- deduktives Monitoring als die Organisation eines im GeoWeb verankerten Beobachtungsprozesses durch eine Planungsinstitution mit Themen bzw. Phänomenen, die für die betreffende Planung als relevant erachtet werden;
- Beobachtung von Phänomen und dynamische Hinzufügung neuer Beobachtungsphänomene – induktives Monitoring, als die Organisation einer durch die Beobachter (z. B. Akteursgruppen) in Eigeninitiative ergänzbaren Palette von zu beobachtenden Phänomenen der räumlichen Planung im GeoWeb und mit geobasierten Netzwerken
- Analysemethoden, die alle GeoWebtechniken zur Durchführung von räumlichen Analysen wie Distanzberechnungen, Flächenberechnungen etc. verwenden;
- Organisation sozialer Aktivitäten im Planungskontext, bei denen die Nutzung von geobasierten sozialen Netzwerken zu Partizipationszwecken bis hin zu „Smartmob“-Aktivitäten, bei der eine spontane Selbststrukturierung einer sozialen Gruppe durch (mobile) Kommunikationsmedien stattfindet;
- Prognosen durch geobasierte „Prediction Market“-Methoden, bei denen Blogging- Plattformen (mit Geobezug) ausgewertet und als Grundlage für Prognoseeinschätzungen zu Hilfe genommen werden;
- Entwurfsarbeit mit „Augmented Reality“-Techniken, bei denen der zu realisierende Entwurf über mobile Applikationen vor Ort erlebbar gemacht wird;
- Erfolgskontrolle mit geobasierten Weblogs, bei denen Diskussionsforen zu gewissen Planungsaktivitäten ausgewertet werden, um daraus Aussagen zu Erfolg oder Misserfolg herzuleiten.

### 3.4 GeoWeb-Methoden für städtebauliche Strukturen

Methoden des Planentwurfs stehen im Zentrum der fachlichen Aktivitäten in der Stadt- und Raumplanung. Der Computereinsatz hat hier mittlerweile in großem Umfang und Stil durch GIS und CAD Einzug gehalten. Das GeoWeb bietet neue Optionen der Bearbeitung. Um diese zu nutzen, ist es erforderlich, die computergestützten Methoden entsprechend weiterzuentwickeln. Durch mobile Computersysteme bieten sich zudem Möglichkeiten, ortsunabhängig den Entwurf alleine oder im Team zu bearbeiten.

Die im Forschungsprojekt herangezogenen neuen Technologien des Internets – mobil, klein und geolokalisierbar – sind in der Tendenz dazu geeignet, eine Vielzahl von personenbezogenen Aktivitäten dynamisch zu koordinieren. So ist es vorstellbar, ein Monitoring-System aufzubauen, bei dem die auf ein bestimmtes Ziel ausgerichteten Aktivitäten von vielen verschiedenen Personen zusammengeführt werden. Jeder einzelne Akteur steuert im Rahmen des Monitorings individuelle Fälle bei.

Nach einer Untersuchung der für die städtebauliche Strukturplanung traditionellen Methoden wurden diese auf die Anwendbarkeit im GeoWeb hin untersucht. Dabei sollten folgende Fragestellungen im Einzelnen bearbeitet werden: Wie sind die für die Strukturplanung wichtigen Zeichenelemente wie Punkt, Linie und Fläche zu erfassen und zu organisieren? Des Weiteren stellte sich die Frage, ob Mental Map (Lynch 1960) Prozesse im GeoWeb durchgeführt werden können und wie städtebauliche Themenkarten in das GeoWeb zu integrieren sind. Durch zwei Projekte, dem internetgestützten Flächenmonitoring am Beispiel der Gemeinde Altenglan und dem smartphonegestützten Touristeninformationssystem „Alexplore“ wurde die praktische Anwendbarkeit der Methoden überprüft.

#### 3.4.1 Ergebnis

Die Aufnahme von punktuellen und linienhaften Strukturdaten geschieht bei mobilen Endgeräten über das automatisiert erstellte „Logfile“ im GPX- und meist auch im KML-Datenformat. Je nach gewählter App sind die Daten auch direkt auf einer Google Maps Oberfläche verfügbar und können auch in klassische Desktop-GIS-Programme übernommen werden. Sowohl bei der Aufnahme von Punkten- als auch Linienelementen eignet sich bei der Überlagerung vieler Datensätze nicht die Visualisierung in absoluter Form, sondern die Darstellung als sogenannte „Heatmaps“. Diese können hohe Dichten der Messwerte für den Benutzer anschaulicher darstellen. Über die Verknüpfung über soziale geobasierte Netzwerke sind diese nutzerbasierten „Hotspots“ einer Stadt über die Verwendung der Javascript Bibliothek „heatmap.js“ (Wied 2012) auch online abrufbar. Mithilfe von Online Services oder Open Source Software sind Punktelemente zu Linienelementen transformierbar, auch der umgekehrte Weg des Konvertierens ist möglich. Nicht funktioniert derzeit die automatische Aufnahme von Flächen über GPS-Logger, jedoch bieten einige Apps die Möglichkeit, zumindest Flächengrößen über Liniensegmente zu berechnen, oder Flächen manuell einzuzeichnen. Somit lässt sich auch nur teilweise der klassische Mental Map Prozess über das GPS-Tracking abbilden. Erste CAD-Programme sprechen die GPS-Schnittstelle an und könnten hier eine technische Lücke schließen. Trotzdem muss (immer noch) eine Kombination aus verschiedenen Apps im Planungsalltag zur Bestandsaufnahme und zur Anfertigung von Mental Maps benutzt werden. Dies zeigt sich auch bei der Integration von eigenen oder von Fremdanbietern zu Verfügung gestellten Themenkarten. Teilweise können Themenkarten über externe WMS- oder WFS-Dienste eingebunden werden, teilweise ist es allerdings sogar ein Problem, eine eigene, gescannte Karte zu georeferenzieren und darzustellen. Alle Möglichkeiten der verschiedenen Apps sind in einer Übersichtstabelle zusammengefasst. In den umsetzungsorientierten Beispielen wurden im Projekt Flächenmonitoring die Potenziale zur Ermittlung und communitybasierter Aufnahme von Flächenpotenzialen erfolgreich umgesetzt. Dabei wurde auf einen Workflow in einer Open Source Umgebung zurückgegriffen, der von Laien innerhalb einer kurzen Zeit erlernbar war, und somit für kleinere Kommunen ohne GIS-Ausstattung adaptierbar ist. Im Alexplore Projekt wurden die Potenziale von crowdsourcing basierten Informationen über die Touristendestination Alexandria untersucht, die den Benutzern die Möglichkeit bietet, eigene Hotspots in der Stadt mithilfe der Google Maps API zu verorten. Gleichzeitig sind auch Bereiche mit einem Wohlfühlfaktor klassifizierbar, die dann live allen Benutzern wieder als Kartendienst mobil als auch auf Desktop PCs zur Verfügung zu stellen (vgl. Körnig-Pich et al. 2010).

Die für die Planung und im Einsatz von GIS- und CAD-Programmen wichtigen Zeichenelemente wie Punkt- und Liniensegmenten sind im GeoWeb problemlos sogar automatisiert über GPS-Logger abbildbar. Die Erstellung von Flächen ist momentan nur manuell möglich. Der Austausch der Daten erfolgt meist über die

GPX- oder KML-Schnittstelle, sodass der aufgenommene Datensatz anschließend entweder direkt auf dem Mobile Client oder desktopbasiert zur Bearbeitung bereitliegt. Dies geschieht teilweise automatisiert. Aufgrund dieser Einschränkung ist die Erstellung von Mental Maps nur halb-automatisch realisierbar. Andererseits können unter Zuhilfenahme der Point Density Berechnungsmethode sogenannte Heatmaps erstellt werden, die die Dichten von Beobachtungsgegenständen im Raum visualisieren. Weiterhin ist es mittlerweile auch möglich, thematische Karten entweder über die WMS- oder WFS-Schnittstelle einzubinden sowie auch die eigen erstellten Planwerke in Form von georeferenzierten Bildern darzustellen. Alle Funktionalitäten innerhalb einer App sind derzeit noch nicht verfügbar.

### 3.5 GeoWeb-Methoden für die städtebauliche Gestaltung

Städtebauliche Gestaltungsaspekte gehören zum zentralen Gegenstandsbereich der räumlichen Planung. In diesem Forschungsprojekt geht es um die Fragestellung, mit welchen Methoden und Werkzeugen stadtgestalterische Prozesse im GeoWeb und Mobile Web abgebildet werden können.

Um die für das Forschungsprojekt relevanten Methoden zu ermitteln, wurden zuerst die Grundlagen zu Raum und Gestalt sowie die gängigen Methoden der Gestalterfassung und Gestaltbewertung ermittelt. Gestaltprozesse sind durch das Fortschreiten der digitalen Visualisierungs- und Simulationstechniken heute anders zu handhaben als noch vor 20 Jahren. Zudem sind Ansätze im klassischen desktopbasierten Augmented Reality Verfahren (Höhl 2008) zwar als Grundlage zu verwenden, jedoch wurden mobile Web-Methoden bis dato nicht umfassend für den Einsatz in Planung betrachtet. Dementsprechend wurden in einem anschließenden Schritt die Möglichkeiten der fotografischen Erfassungsmethoden im GeoWeb, neue visuelle Simulationsverfahren – besonders im mobilen Augmented Reality-Bereich untersucht. In einem abschließenden Schritt wurden die Erkenntnisse in dem Projekt „Baukulturmonitoring“ praktisch angewandt. Zusätzlich wurden Szenarien im Augmented Reality Umfeld prototypisch definiert, wie und mit welchen Werkzeugen die Umsetzung der „Augmented City“ gelingen könnte.

#### 3.5.1 Ergebnis

Städtebauliche Gestaltungsprozesse sind über Modelle zu kommunizieren. Dabei ist es im Kommunikationsprozess wichtig, dass bei allen am Planungsprozess beteiligten Akteuren die Erkenntnis vorhanden ist, dass das Bild, der Film oder eine sonstige Präsentationsform der zukünftigen Entwicklung immer nur modellhaften Charakter aufweist, und dass die tatsächliche Planungsumsetzung später eventuell anders aussehen wird als das kommunizierte Modell. Als Diskussionsgrundlage sind diese Modelle jedoch ein wichtiges Instrument, um möglichst viele Gruppen in den Prozess mit einzubeziehen. 3D-Stadtmodelle und die Integration von virtuellen Neuplanungen in diese Modelle liefern einen Zugewinn an Transparenz. Zusätzlich entsteht in den planenden Disziplinen ein großes Wissen, wie diese Modelle erstellt werden und vor allem, wie mit diesen über Echtzeitvisualisierungssysteme oder Virtual Earth Systeme die Planungsintention einer Vielzahl an Personen vermittelt werden können. Die Dokumentation von baulichen Zuständen kann mittlerweile über Online Foto-Communities als auch über interaktive Fotokollektionen mit relativer, modellinterner Georeferenzierung erfolgen. Dies erleichtert zum einen stark Bestandsaufnahmeprozesse als auch die Katalogisierung von Bauwerken innerhalb der Baukultur-Diskussion. Neben den schon erwähnten Virtual Reality Methoden können planerische Arbeitsprozesse auch dazu verwendet werden, Inhalte für (Mobile) Augmented Reality Applikationen zu erstellen. Die Einsatzfelder und die jeweiligen auf den Smartphones zu Verfügung stehenden Apps wurden dementsprechend untersucht. Mithilfe dieser Apps können dann Szenarien wie die Überlagerung von historischen Informationen („talking places“), Messwerte, 2D-Karten-Informationen, 3D-Bauten und auch Formen der Partizipation mithilfe von Augmented Reality Tags in Social Communities umgesetzt werden (vgl. hierzu auch Memmel Groß, 2011 und Allbach et al., 2011). Im Rahmen des Baukulturmonitorings hat sich der Methodenmix aus Foto-Communities, die dynamische Visualisierung von Veränderungsprozessen mithilfe von Google Earth, die Durchführung von Social Community basierenden Befragungen sowie die Visualisierung von Neubauprojekten mit Augmented Reality Applikationen als sinnvoll erwiesen. Zusätzlich ist es sinnvoll, Objekte der Baukultur zentral auf einer Plattform zu speichern, bzw. mithilfe dieser Plattform auch Bürger zu aktivieren, eigene Inhalte einzuspielen und zu verorten, wie es im MACE-Projekt (Zeile Memmel 2010) durchgeführt worden ist.

### 3.6 GeoWeb-Methoden und Kommunikations-Plattformen in der Stadtplanung

In der Stadtplanung ist Kommunikation eine zentrale Instanz. Sie dient dem Informationsaustausch, ist wesentlicher Teil von Partizipation und spielt eine wichtige Rolle bei der Konsensfindung für Planungsentscheidungen, aber auch für die Vermittlung von stadtbezogenen Informationen zum Beispiel für den Tourismusbereich.

Der Umbruch von der Informationsgesellschaft in die Wissensgesellschaft ist im vollen Gange. Dementsprechend sollten auch die planenden Disziplinen diese neuen Wege der Kommunikation bestreiten. Neben dem Speichern von Bildern, Texten, Videos und Audiodateien im Netz entstehen neue Formen des Informationszugangs und der Informationsbeschaffung. Stichworte sind hierbei das „GeoWeb-Blogging“, das „Mobile Tagging“, „Near Field Communication“ und „QR-Codes“ sowie die Möglichkeit, diese Techniken miteinander zu verknüpfen. Ziel ist es, alle Techniken miteinander zu einem Informationssystem zu verknüpfen (vgl. Althoff et al., 2010).

Die oben genannten Techniken wurden innerhalb eines Tourismus-Projektes untersucht und umgesetzt. Es sollte ein mobiles Touristeninformationssystem, das an verschiedenen Standorten zusätzliche Informationen in Form von Kurzfilmen mithilfe der QR-Technologie plattformunabhängig dem Besucher zu Verfügung steht.

#### 3.6.1 Ergebnis

Das Konzept wurde erfolgreich umgesetzt und kann in Aalen vor Ort besichtigt werden. Dieser Art der Informationsvermittlung in einem Medienmix aus mobilen Techniken, Film und QR-Codierung kann beliebig erweitert werden und ist so auch bei der Vermittlung von Informationen von Großprojekten oder Ähnlichem denkbar.

## 4 FAZIT UND AUSBLICK

Die Mashup-Fähigkeit vieler Applikationen, der bibliotheksbasierte Aufbau des AndroidOS und die immer bessere Verfügbarkeit von Daten und des Datenzugangs lassen es in einem weiteren Schritt zu, nun auf besondere Fragestellungen innerhalb der räumlichen Planung entweder maßgeschneiderte Apps zu entwickeln, oder mithilfe von bestehenden mashup-fähigen Kombinationen besondere Bereiche der räumlichen Planung näher zu beleuchten. Die ständige Beobachtung der Trends im GeoWeb ist dabei eine zwingende Voraussetzung in diesem Forschungsbereich. Derzeit kristallisiert sich vor allem die Nutzung der mittlerweile von technischen Fehlern bereinigten Tablet- PCs und die Einführung von Near Field Communication (NFC) als neue Trends heraus. Die dadurch bessere und benutzerfreundlichere Komponente könnte dem Mobile Web für alle Benutzergruppen zum Durchbruch verhelfen.

Der Bereich der personenbezogenen Sensorik, bzw. das Prinzip des „Menschen als Messfühlers“ wird in weiter bearbeitet und fortentwickelt werden. Dabei stehen zwei differenzierte Methoden im Mittelpunkt: eine auf Mobiltelefonen zu entwickelnde Plattform für „Urban Sensing“ und die Weiterentwicklung des „EmbaGIS“.

Darüberhinaus wird eine App entwickelt werden, die ortsmarkenbezogene Tags erstellt, die anschließend als „positiv“ und „negativ“ bewertet werden können (RADAR SENSING). Hintergrund dabei ist, dass ein Radar-System in Echtzeit entsteht, über das registrierte Nutzer als auch Planer die von den Benutzern aufgenommenen Attribute an ihren verorteten Plätzen in Form von Heatmaps direkt nach Usergruppen und Attributen visualisiert werden können. Ein möglicher Workflow sieht wie folgt aus: Die Benutzer verorten auf ihrem Mobilclient einen Platz in der Stadt und können neben den vordefinierten Attributen „Sauberkeit“, „Aufenthaltsqualität“, „Stadtgestalt/Architektur“, „soziales Umfeld“, „Barrierefreiheit“, „Beleuchtung“, „Sitzmöglichkeiten“, „Verkehr“, „Flora und Fauna“, „Klang/Geräusche“ auch eigene Attribute erstellen und diese mit positiv oder negativ bewerten. Jeder Ort/jede Ortsmarke dient so als Grundlage für eine „bewertete, georeferenzierte Tagcloud“. Weiterhin sind alle Ergebnisse zu einem Gesamtergebnis aggregierbar und stellen einen „Zustand der Stadt“ zu einem bestimmten, frei definierbaren Zeitpunkt oder über eine Zeitspanne dar. Die Ergebnisse sind in Google Maps einsehbar, entweder als absolute Punktwolke mit allen Attributen oder als generierte Heatmap aus den aufgenommen „menschlichen Sensordaten“.

Weiterhin sollte das EmbaGIS in praktischen Untersuchungen validiert werden. Dabei steht im Vordergrund, wie die Messmethode in Innenstadtbereichen mentale Belastungspunkte identifizieren und analysieren kann.

Zusätzlich sollen ausgesuchte neuralgische Punkte nach Gesichtspunkten der Barrierefreiheit städtebaulich optimiert werden. Die angedachte Methode sieht vor, dass in Fallstudien die mentale Belastung (der „Stress“) von mobilitätseingeschränkten Menschen mit Ergebnissen aus anderen Zielgruppen verglichen werden sollen (z. B. sehbehinderte Menschen, aber auch Mütter mit Kinderwägen), sowie Probanden, welche nicht-behindert sind und als Kontrolleinheit fungieren können. Auf Basis dieser Ergebnisse der Fallstudien werden besondere Belastungspunkte herausgefiltert und kartografisch dargestellt. Belastungsauslösende Örtlichkeiten werden auf städtebauliche Gegebenheiten nach DIN untersucht und bei Handlungsbedarf optimiert.

Neben der Planung für behinderte Personenkreise können die Messungen auch als Grundlage für die nach EU-Umgebungslärmrichtlinie Identifizierung von Orten mit einer „hohen Eignung für ruhige Erholung“ dienen. Da in diesem Verfahren bis jetzt nur auf die standardisierten ICBEN-Fragebögen zur Lärmbelastung zurückgegriffen wird, kann die Anwendung von Messungen des psychophysiologischen Monitorings mithilfe von Sensorband-Messungen die subjektiven physiologischen Reaktionen auf die sich dynamisch verändernde Geräuschsituation vor Ort objektiv messen und könnte eventuell eine objektivere Bewertung des Lärms und der Erholung darstellen. Diese kombinierte Erhebung aus Messung und Befragung soll Rückschlüsse auf die schalltechnischen Anforderungen an „ruhige Gebiete in Ballungsräumen“ nach der Umgebungslärmrichtlinie der EU ermöglichen.

Die sich neu bietenden Methoden für die Planung sind durch das Fortschreiten der Technik erheblich erweiterbar. Gerade subjektive Empfindungen der Menschen im Stadtraum können mithilfe von crowdsourcing orientierten Messverfahren neue Aufschlüsse über den „Herzschlag“ oder den „Puls der Stadt“ hervor bringen. Der Ansatz des „Emotional Mappings“ oder des „EmbaGIS“ können auch in diesem Zusammenhang ein probates Mittel sein. Wie die im Kapitel „Sensorik für das GeoWeb“ vorgeschlagenen weiteren Untersuchungen im Bereich des Emotional Mapping und die Entwicklung einer „App“ zur Messung des subjektiven Empfindens in einer Stadt sind auch in diesem Arbeitspaket als die logische Weiterentwicklung zu bezeichnen.

Durch die Ermittlung der Methoden für die städtebauliche Strukturplanung haben sich zwei Arbeitspakete für die Strukturplanung herausgebildet: Auf der einen Seite die Umsetzung eines smartphone- gestützten Leerstandskataster und die Entwicklung eines mobilen Audioguides im Rahmen des „Urban Storytellings“.

Neben dem touristischen Verorten von Plätzen mittels Smartphone und dem desk-topgestützten Erfassen von Flächenleerständen sollen in einem weiteren Schritt auch die Potenziale der crowdsourcing gestützten Aufnahme von Geschäftsleerständen mittels Smartphone untersucht werden. Klassische Ansätze, erwartete Leerstände durch Prozentangaben stadtwweit zu verorten, sind zwar aus strategischer Sicht sinnvoll, bringen in der Planungspraxis allerdings nicht den gewünschten Mehrwert mit, da die Suche nach dem richtigen Geschäftslokal doch über den Makler oder den Besuch vor Ort läuft. Die Herausforderung liegt in der Erfassung, des kontinuierlichen Monitorings und eines effektiven Managements dieser Potenziale. Mittels des crowdsourcing sollen so innenstadtnahe, flexible, günstige und nachhaltige Ressourcen für eine kulturelle und soziale Stadtentwicklung aktiviert werden.

Das „Urban Storytelling“ soll die Bedeutung geogetaggtter Audiodateien für die Erlebbarkeit der Stadt untersuchen. Dabei werden auditive Smartphone Applikationen untersucht und weiterhin der Frage nachgegangen, inwieweit diese einen Beitrag leisten können, eine auditive Identität der Stadt in Relation zu ihren Bewohnern zu vermitteln. Des weiteren soll aufgezeigt werden, welche Grenzen und Möglichkeiten der Technik in den potenziellen Einsatzfeldern bestehen. In diesem Zusammenhang werden bereits vorhandene „audio tools“ für mobile Endgeräte bewertet, wie auch eine neue konzeptionelle Idee zum Thema „auditives Stadterleben“ in Form von Geschichten, Musik und Hintergründe mit dem Titel „Urban Storytelling“ erarbeitet. Gleichzeitig wird auch das Phänomen der „Überlagerung“ der städtischen Umwelt mit mobilen Abspielgeräten und inwiefern dieses Phänomen zur (Wieder-) Identifizierung mit seiner Klangumwelt durch mobile Applikationen eingesetzt werden kann, untersucht. Weitere Fragestellungen in diesem Arbeitspaket können sein: Wie gestaltet sich die akustische Identifizierung der „iPod und Smartphone Generation“ mit der Stadt? Wie sehen bereits vorhandene auditive Guides aus und welchen Einfluss haben diese auf das Stadterleben? Inwiefern können diese auditive Hilfen (Smartphone, Mp3s) eingesetzt werden, um dem Menschen die Stadt (wieder) näher zu bringen? Wie könnte eine mobile Applikation in Bezug auf die auditive Wahrnehmung und Identifizierung konzeptionell aussehen?

Die Szenarien der Augmented City, die in ihren theoretischen Ausrichtungen vielversprechend klingen, sollen in zwei Projekten umgesetzt werden. Dies ist zum einen die Möglichkeit des augmentierten Bebauungsplans 3D und zum Anderen die Nutzung der Augmented Reality als (bau-) kulturelles Nachschlagewerk in Form des Szenarios der „Talking Places“.

Im Bebauungsplanszenario soll deshalb neben der zweidimensionalen Darstellung auch die Bandbreite an zeichnerischen Festsetzungsmöglichkeiten, die dem Planer bei der Aufstellung eines Bebauungsplans zur Verfügung stehen, analysiert und (soweit möglich) dreidimensional visualisiert werden. Ergebnis ist eine „3D-PlanzV“. Dieser wird beispielhaft für eine bessere Kommunikation zwischen Bürger und Verwaltung umgesetzt. Dabei sollen auch die Inhalte in einer Augmented Reality Umgebung visualisiert werden.

Die „Talking Places“ werden anhand der Stadthistorie in Kaiserslautern überprüft. Dabei sollen analoge Daten aus dem Stadtarchiv Kaiserslautern zuerst gesichtet und nach Analyse existierender Standards und Metadatenformate zur Beschreibung digitaler Ressourcen im Kontext der Baukultur mit einem eigenen Repräsentationsformat ausgewählt bzw. definiert werden. Anschließend sollen die Inhalte aus heterogenen Quellen in einer interaktiven Plattform integriert werden. Neben der inhaltlichen Beschreibung sollen auch die Zugänglichkeiten über die entsprechenden Informationen mit einfließen. Die aufbereitenden Daten sollen dabei zwei- als auch dreidimensional aufbereitet und an ihre Originalstelle virtuell und mit Hilfe von Augmented Reality Methoden wieder erlebbar gemacht werden. Neben der Verortung von historischen Aufnahmen sollen zudem aus alten Bauplänen bzw. aus historischen Bauakten Gebäude zumindest in ihrem Ansatz rekonstruiert werden. Ziel ist es, sowohl diese Gebäude als auch die historischen Aufnahmen im digitalen Kontext mithilfe von mobile Augmented Reality, dem vom DFKI entwickelten RADAR System (Mommel 2010), als auch mit Virtual Earth Systemen wieder erlebbar zu machen.

Einige dieser angedachten Weiterentwicklungen sind schon in ersten Projektphasen umgesetzt worden und sind kurz vor Publikationsreife. Daran ist ablesbar, wie schnell die Entwicklungen im Bereich des GeoWebs momentan ablaufen. Andererseits zeigt es auch die Potenziale der Mashup-fähigkeit der Dienste an, denn was gestern noch als Problem galt, ist heute oftmals durch die Neukombination der Bausteine gelöst. Für den Planer heisst dies insbesondere, alle diese Entwicklungen aufmerksam zu verfolgen.

## 5 DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Finanzierung des Projektes „Städtebauliche Methodenentwicklung mit GeoWeb und Mobile Computing - Untersuchung über die Fortentwicklung des städtebaulichen und raumplanerischen Methodenrepertoires angestoßen durch technologische Neuerungen im Internet“.

## 6 LITERATUR

- ALLBACH, B.; MEMMEL, M.; ZEILE, P., STREICH, B.: 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. 2011. (Online) [http://www.corp.at/archive/CORP2011\\_66.pdf](http://www.corp.at/archive/CORP2011_66.pdf)
- ALTHOFF, S.; KRATZ, N.; LANDWEHR, G.; ZEILE, P.: Mobile Stadtinformationssysteme und Location Based Services – Neue Potenziale für die Touristen- und Bürgerinformation, in: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2010, Wien, 2010. (Online) [http://www.corp.at/archive/CORP2010\\_45.pdf](http://www.corp.at/archive/CORP2010_45.pdf)
- AZUMA, R. T.: A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355 – 385. (Online) <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- BATTY, M., SUCHID, A. CROOKS, A., HUDSON-SMITH, A., JACKSON, M., MILTON, R, MORLEY, J.: Data mash-ups and the future of mapping. Tech Watch. Bristol, United Kingdom, 2010.
- BERGNER, B; ZEILE, P.; PASTEFANO, G.; RECH, W.: Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren, in AGIT 2011 (reviewed paper). Salzburg. Heidelberg. 2011.
- BERRY, J.; WHITE, D.: Infusing Grid-Based Map Analysis Into Geo-Business Decisions, GeoTech Conference on Geographic Information Systems, Toronto, Ontario, Canada, April 8-11, 2002. (Online) [http://www.innovativegis.com/basis/present/GIS02\\_geobusiness/GIS02\\_geoBusiness.htm](http://www.innovativegis.com/basis/present/GIS02_geobusiness/GIS02_geoBusiness.htm)
- BILL R.: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. 5. Aufl., Wichmann. Heidelberg, 2010.
- BURKE, J.; ESTRIN, D., HANSEN, M., PARKER, A., RAMANATHAN, N., REDDY, S., SRIVASTAVA, M. B : Participatory sensing, World Sensor Web Workshop, ACM Sensys 2006, Boulder, Colorado, October 31, 2006. (Online) [http://la.remap.ucla.edu/~jburke/publications/Burke-et-al-2006\\_Participatory-sensing.pdf](http://la.remap.ucla.edu/~jburke/publications/Burke-et-al-2006_Participatory-sensing.pdf)
- CAMPBELL AT, EISENMAN SB, LANE ND, MILUZZO E, PETERSON RA: People-centric urban sensing (Internet). In: Proceedings of the 2nd annual international workshop on Wireless internet. Boston, Massachusetts: ACM; 2006 p. 18. (Online) <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1234179&dl=GUIDE&coll=GUIDE&CFID=96064310&CFTOKEN=76972106>

- CALABRESE, F.; RATTI, C.: Real Time Rome. Networks and Communication Studies - Official Journal of the IGU's Geography of Information Society Commission, 20(3/4), 247--258. (Online) [http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2006\\_Calabrese\\_Ratti\\_Rome\\_IGU-GISC.pdf](http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2006_Calabrese_Ratti_Rome_IGU-GISC.pdf) (zitiert 2011 Mai 29)
- 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. Aufl., Springer, Wien, 2008.
- HOF, H.-J.: Applications of Sensor Networks, in: Wagner D., Wattenhofer R. (Hrsg.): *Algo-rithms for Sensor and Ad Hoc Networks*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Hei-delberg; 2007). (Online) <http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-540-74991-2>
- KLOECKL, K.; DI LORENZO, G.; SENN, O.; RATTI, C.: LIVE Singapore! - An urban platform for real-time data to program the city. Proceedings of CUPUM 2011. Calgary. 2011.
- KÖRNIG-PICH, R.; KEBBEDIES, G.; ZEILE, P.: Die Potentiale aktueller WebGIS und Web 2.0 Entwicklungen als Planungsinstrumente. – Der Planer als Eichhörnchen ?! In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: *Proceedings of RealCORP 2010*, Wien, 2010. [Online] [http://corp.at/archive/CORP2010\\_198.pdf](http://corp.at/archive/CORP2010_198.pdf)
- LANE ND, EISENMAN SB, MUSOLESI M, MILUZZO E, CAMPBELL AT. Urban sensing systems: opportunistic or participatory? (Internet). In: *Proceedings of the 9th workshop on Mobile computing systems and applications*. Napa Valley, California: ACM; 2008, p. 11-16. (Online) <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1411763>
- LYNCH, K.: *The image of the city*, MIT Press, 1960.
- MEMMEL, M., GROSS, F.: 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. 2011. (Online) [http://www.corp.at/archive/CORP2011\\_71.pdf](http://www.corp.at/archive/CORP2011_71.pdf)
- MILGRAM, P., COLQUHOUN, H.: *A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration*, in Ohta, Y. & Tamura, H.: *International Symposium on Mixed Reality, 1999. Mixed reality : merging real and virtual worlds*, Tokyo;Secaucus NJ: Ohmsha ; Springer-Verlag, Berlin. 1999.
- MITCHELL T., EMDE A., CHRISTL A.: *Web-Mapping mit Open Source-GIS-Tools*, m. CD-ROM. 1. Aufl., O'Reilly. 2008.
- NOLD, C.: *Emotional Cartography - Technologies of the Self*, Published under Creative Commons License, ISBN 978-0-9557623-1-4S, 2009. (Online) <http://emotionalcartography.net/EmotionalCartography.pdf>
- OUTRAM, C., RATTI, C., BIDERMAN, A.: *The Copenhagen Wheel: An innovative electric bi-cycle system that harnesses the power of real-time information an crowd sourcing*. EVER Monaco International Exhibition & Conference on Ecologic Vehicles & Renewable Energies. Monaco. 20101. (Online) [http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2010\\_Outram\\_et\\_al\\_Copenhagen\\_Wheel\\_EVER.pdf](http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2010_Outram_et_al_Copenhagen_Wheel_EVER.pdf)
- PETSCHEK, P.: *Regenwassermanagement für den GaLaBau*, in: *Der Gartenbau*, 15/2007, Solothurn, Verlag dergartenbau, 2007.
- SCHANZ, G.W. (HRSG.): *Sensortechnik aktuell: Trends, Produkte und Entscheidungshilfen*. Oldenbourg Industrieverlag; 2007.
- SCHIESSLE, E.: *Sensortechnik und Messwertaufnahme*. 1. Aufl. Würzburg: Vogel; 1992.
- SHANKLAND, S.: *Google mapping spec now an industry standard*. CBS Interactive. San Francisco. 2007. (Online) [http://news.cnet.com/8301-10784\\_3-9917421-7.html](http://news.cnet.com/8301-10784_3-9917421-7.html)
- SNAVELY, N.; SEITZ, S.M., SZELISKI, R.: *Photo Tourism: Exploring Photo Collections in 3D*, *Proceedings ACM SIGGRAPH 2006*, 25(3), 835-846 Boston, 2006. (Online) [http://phototour.cs.washington.edu/Photo\\_Tourism.pdf](http://phototour.cs.washington.edu/Photo_Tourism.pdf)
- STARK G.: *Robotik mit Matlab*. Hanser Verlag; 2009.
- STREICH B.: *Stadtplanung in der Wissensgesellschaft: ein Handbuch*. Wiesbaden: VS Verlag; 2005.
- STREICH B.: *Stadtplanung in der Wissensgesellschaft: ein Handbuch*. 2. und überarbeitete Auflage. Wiesbaden: VS Verlag. 2011.
- THE ECONOMIST: *The world on your desktop*. In: *The Economist*, No.9/2007
- WIED, P.: *JavaScript Library for HTML5 canvas based heatmaps*, (Online) <http://www.patrick-wied.at/static/heatmaps/>
- ZEILE, P.; MEMMEL, M.: *Baukultur Rheinland-Pfalz im Kontext von Geoweb und Web2.0 mit MACE*, in: Schrenk, M.; Popovich, V.; Zeile, P.: *Proceedings of RealCORP 2010*, Wien, 2010. [Online] [http://www.corp.at/archive/CORP2010\\_195.pdf](http://www.corp.at/archive/CORP2010_195.pdf) [zitiert 2011 April 2]
- ZEILE, P.: *Echtzeitplanung - Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung*. Dissertation an der TU Kaiserslautern. Kaiserslautern, 2010.
- ZEILE, P., RODRIGUES SILVA, A. N, AGUIAR, F.,PAPASTEFANOU, G., BERGNER, B.: *Smart Sensing as a planning support tool for barrier free planning*, *Proceedings of the 12th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM2011)*. Lake Louise, 2011.