



# Die Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen in der kommunalen Planungspraxis

Evaluation von LandXplorer am Beispiel der Stadt Prüm/Eifel

David E. Schuster



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
KAISERSLAUTERN



Technische Universität Kaiserslautern

Fachbereich Raum- und Umweltplanung

Lehrgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden in  
Raumplanung und Architektur

## **Die Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen in der kommunalen Planungspraxis**

### **Evaluation von LandXplorer am Beispiel der Stadt Prüm**

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur der Raum- und Umweltplanung

Vorgelegt von: David E. Schuster

Betreut von: Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich

Dr.-Ing. Peter Zeile



## *Verfassererklärung*

**Name:** David Schuster

**Matr.-Nr.:** 360 257

Hiermit erkläre ich, dass ich die beiliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Die Diplomarbeit habe ich bisher keinem anderen Prüfungsamt in gleicher oder vergleichbarer Weise vorgelegt.

Kaiserslautern, im April 2011

*Ort, Datum*

*Unterschrift*



## *Inhaltsverzeichnis*

### **I. Allgemeines**

I.1.	Einleitung.....	1
I.2.	Problemstellung.....	2
I.3.	Zielsetzung.....	2
I.4.	Vorgehensweise.....	2

### **II. Theoretische Grundlagen**

1.	Herausforderungen für Kommunen und Planung .....	5
1.1.	Systematik der Planung.....	7
1.2.	Wandel der Planungskultur .....	7
1.3.	Beteiligung der von der Planung Betroffenen .....	10
1.4.	Passive Beteiligung .....	13
1.5.	Aktive Beteiligung .....	14
2.	Möglichkeiten des Einsatzes von 3D-Visualisierungen .....	17
2.1.	Geschichte und Beschreibung von Stadtmodellen .....	17
2.2.	Voraussetzungen von Stadtmodellen .....	21
2.2.1.	Unterscheidung analoger und digitaler Modelle .....	21
2.2.2.	Zugang zu Modellen .....	22
2.2.3.	Spielerische Erfahrbarkeit des Modells .....	24
2.2.4.	Gewährleistung der Authentizität .....	25
2.2.5.	Preprocessing.....	26
2.2.6.	Workflowmanagement und computergestützte Gruppenarbeit.....	27
2.3.	Einsatzfelder von dreidimensionalen Stadtmodellen.....	30

2.3.1.	Verbesserte Partizipation der Bürger und der Träger öffentlicher Belange (TÖB).....	31
2.3.2.	Einsatz bei Planungen im Rahmen unterschiedlicher Szenarien.....	37
2.3.3.	Verbesserung der Informationsbeschaffung.....	38
2.3.4.	Einsatz bei Sichtbarkeitsanalysen.....	38
2.3.5.	Einsatz bei Wettbewerben.....	39
2.3.6.	Einsatz in der Immobilienwirtschaft.....	40
2.3.7.	Einsatz im Bereich Lärmemissionen.....	40
2.3.8.	Einsatz im Bereich Hochwasserschutz.....	42
2.3.9.	Einsatz beim Katastrophenschutz.....	43
2.3.10.	Einrichten von Funknetzen.....	43
2.3.11.	Verschattungsanalysen im Rahmen der Entwurfsplanung.....	44
2.3.12.	Potenzialermittlung für Photovoltaik.....	45
2.3.13.	Animierte Karten der Luftqualität mit Durchmischungsfaktoren.....	46
2.3.14.	Aufgaben der Stadtplanungsforschung.....	47
2.3.15.	Aufgabenfelder im Bereich der Lichtplanung.....	47
2.3.16.	Einsatz in der Augmented Reality.....	48
2.3.17.	Einsatz als Tool für Marketing/Tourismus.....	48
3.	Funktionsweise der Visualisierung.....	49
4.	Detaillierung der Visualisierung.....	51
4.1.	Landmark.....	55
5.	Datenschutz.....	55
5.1.	Entstehung des Datenschutzes in der BRD.....	56



5.2.	Definition „Personenbezogene Daten“ .....	57
5.3.	Bestimmbare und bestimmte Informationen und die Möglichkeit der Re-Individualisierung .....	57
5.4.	Personenbezogene Daten im dreidimensionalen Stadt- modell.....	58
5.5.	Selbstverpflichtung Geodatendienste BITKOM.....	59
<b>III.</b>	<b>Implementation des Stadtmodells</b>	
1.	Vorgehensweise .....	63
1.1.	Auswahl der Kommune.....	63
1.2.	Größe und Struktur .....	63
1.3.	Bereits vorhandene kommunale Erfahrung mit dreidi- mensionalen Stadtmodellen.....	65
1.4.	Verfügbarkeit von Daten.....	65
1.4.1.	Digitales Geländemodell .....	66
1.4.2.	Luftbilder.....	66
1.4.3.	Geobasisdaten .....	67
1.4.4.	Gebäudedaten .....	68
2.	Vorstellung von LandXplorer .....	69
2.1.	Hardwareanforderungen.....	69
2.2.	Anforderungen an die Bedienung .....	70
2.3.	Funktionsumfang .....	70
3.	Aufbau des Stadtmodells .....	71
4.	Datenaufbereitung.....	73
4.1.	Aufbereitung des DGM.....	73
4.2.	Aufbereitung der ALK .....	73



4.3.	Aufbereitung des Luftbildes.....	75
4.4.	Erstellung des Landmarks als LoD3-Modell .....	76
5.	Exemplarischer Aufbau des Stadtmodelles.....	77
5.1.	Einarbeitung von Planungsszenarien .....	78
6.	Darstellung der verschiedenen Visualisierungsmöglichkeiten .....	79
7.	Darstellung der möglichen Einsatzformen des Stadtmodells	80
8.	Zugriff für die Öffentlichkeit und Aufbau der Partizipationsplattform .....	80
<b>IV.</b>	<b>Evaluierung der Kombination von Software und Stadtmodell</b>	
1.	Auswirkungen auf die Stadtplanung .....	87
1.1.	Geschwindigkeit und Arbeitseinsatz .....	87
1.2.	Datenvolumen .....	88
1.3.	Genauigkeit.....	88
1.4.	Austauschbarkeit von Modellelementen.....	89
1.5.	Übergabe in andere Planungsebenen .....	90
1.6.	Einbindung in Präsentationswerkzeuge.....	90
1.7.	Partizipation.....	91
2.	Vergleich mit anderen Methoden.....	92
2.1.	Modell mit Sketchup .....	92
2.2.	„Klassische“ Auslegung der Planungen .....	95
3.	Fazit .....	95
4.	Literaturverzeichnis sowie Internetquellen.....	99
5.	Abbildungsverzeichnis .....	110
6.	Glossar .....	113





# *I. Allgemeines*

## *I.1. Einleitung*

Die Kommunale Stadtplanung durchlebt derzeit eine Phase, die von sich verändernden Rahmenbedingungen geprägt ist. Es zeigen sich die ersten Auswirkungen des demographischen Wandels, in dessen Konsequenz verschiedene Städte bereits jetzt immer mehr Leerstände zu beklagen haben [Destatis 2006]. Zugleich ist jedoch nach wie vor eine ungebremste Flächenneuanspruchnahme zu verzeichnen, die von dem „30 Hektar Ziel“ der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie [Die Bundesregierung 2002] weit entfernt liegt. Begleitet wird diese Entwicklung von einer sich immer mehr verschärfenden Finanzknappheit der Kommunen [DStGB 2010], die auch zu einem Umdenken bei der Vergabe von Planungsaufgaben führt. So werden vermehrt Investorenplanungen durchgeführt und damit die Kerngebiete kommunaler Selbstverwaltung an externe Planungsträger abgegeben. Um bei diesen Prozessen die notwendige Transparenz zu generieren und damit die Akzeptanz der Planung zu fördern und sicherzustellen ist es wichtig, die Bürger frühzeitig zu informieren und zu beteiligen. Allgemein ist bei der Durchführung von Planung eine immer tiefere Verwurzelung des Einsatzes von Computern festzustellen, die sich, beginnend in den frühen 70er Jahren mit dem Einsatz erster Personal Computer hin zur (bis heute nicht vollständig umgesetzten) Vision der „Papierlosen Verwaltung“ in den 2000er Jahren [MediaNRW.de 2010] fortsetzt. Durch diesen Wandel der Planungsgestaltung verkürzen sich zunehmend die Planungszyklen. Dabei eröffnet sich die Chance, aber auch die Aufgabe, über neue Möglichkeiten der Visualisierung von Planungen mittels des Computers und den damit einhergehenden Veränderungen der Partizipation sowie Einbindung von Fachplanungen nachzudenken. Es zeigt sich, dass virtuelle dreidimensionale Stadtmodelle eine innovative Ausgangsbasis zur visuellen Repräsentation realer Städte offerieren, um auf der einen Seite heterogene, raumbezogene Informationen einzubetten und andererseits interaktiv zugänglich zu machen. In diesem Zusammenhang bietet sich eine Fülle von Möglichkeiten; so lässt sich eine Aktivierung und Beteiligung der Bürger über E-Partizipationen erreichen [Media@Komm 2006]; außerdem können komplexe Probleme der Fachplanung, wie beispielsweise im Bereich der Lärmaktionsplanung, der Hochwasserrahmenrichtlinie oder der Potentialanalyse für Solarenergiegewinnung [Refina3D 2009] über die dreidimensionalen Stadtmodelle effizienter und genauer bewältigt werden.

## ***1.2. Problemstellung***

Der Einsatz von neuen Medien steigt beständig in einer Vielzahl von Bereichen, und auch das traditionelle Stadtmodell aus Holz oder Polystyrol wird sukzessive durch dreidimensionale Stadtmodelle auf Basis von Computerdaten ersetzt. Dieses Feld ist aber aufgrund der vielen Sonderwege, welche die Kommunen wählen, noch nicht abschließend erfasst worden. Aus diesem Grund haben Städte häufig in unterschiedlicher Ausformulierung Erfahrungen mit dem Einsatz von dreidimensionalen Stadtmodellen gesammelt. Was an dieser Stelle fehlt, ist eine übergreifende Evaluation, die die Vor- und Nachteile erarbeitet, die eine dreidimensionale Modellierung des Stadtbildes bietet, sowie die Potentiale aufzeigt, die sich daraus ergeben.

## ***1.3. Zielsetzung***

Ziel dieser Diplomarbeit ist die Entwicklung von Methoden zur Modellierung und Visualisierung von geodatenbasierten, interaktiven dreidimensionalen Stadtmodellen und deren Einsatz in Planungsprozessen. Hierbei wird auch auf die Skalierbarkeit des Stadtmodelles und die Erstellung der Planinhalte in einer CityGML-basierten 3D-Repräsentation geachtet. Dabei soll insbesondere evaluiert werden, in welchen Bereichen der Planung eine signifikante Verbesserung der Planung oder eine Effizienzsteigerung durch deren Einsatz erzielt werden kann. Außerdem ist die Akzeptanz der dreidimensionalen Stadtmodelle bei den unterschiedlichen Akteursgruppen und den für sie erforderlichen bzw. ausreichenden Detailgrad des Stadtmodelles von Interesse. Schließlich wird über einen Web Perspective View Service oder einen frei verfügbaren Geodatenviewer die Bereitstellung des 3D-Datensatzes für die Öffentlichkeit oder innerhalb der Behörden ermöglicht. Mit dieser Zielsetzung soll Kommunen, die bezüglich des Einsatzes von dreidimensionalen Stadtmodellen in der Entscheidungsphase stehen, eine Handreichung zu deren Rahmenbedingungen gegeben werden.

## ***1.4. Vorgehensweise***

Die Diplomarbeit gliedert sich in drei Teile:

Der erste Abschnitt stellt die theoretische Grundlagenarbeit zur Projektthematik dar. In diesem sollen im Allgemeinen die Herausforderungen kommunaler Planungspraxis, die Möglichkeiten für den Einsatz von dreidimensionalen Visualisierungstechniken und deren datenschutzrechtliche Bewertung aufgezeigt werden.

Dieses erscheint sinnvoll, um eine Grundlage für die weitere Projektarbeit zu schaffen.

Im zweiten Abschnitt der Diplomarbeit wird mit der Kooperationsgemeinde in einem ersten Schritt der Beispielraum modelliert, um die verschiedenen Vorgehensweisen in diesem Bereich exemplarisch zu untersuchen. Aufbauend darauf werden die verschiedenen Visualisierungsmöglichkeiten mitsamt den sich daraus ergebenden Einsatzformen für das Stadtmodell aufgezeigt.

Der letzte Abschnitt umfasst die Evaluation der vorangegangenen Entwicklung eines Stadtmodells. Hier werden die während der Bearbeitung aufgetretenen Schwierigkeiten dargelegt und einzelne Anwendungsmöglichkeiten für Kommunen anhand vordefinierter Einsatzfelder erläutert. Daran schließt sich ein Vergleich zu anderen Methoden und ein Fazit an.





## ***II. Theoretische Grundlagen***

### ***1. Herausforderungen für Kommunen und Planung***

Laut der jüngsten Prognose der Vereinten Nationen wird weltweit die Stadtbevölkerung von heute 3,5 Milliarden Menschen auf voraussichtlich 4,5 Milliarden im Jahr 2025 anwachsen. Im gleichen Zeitraum weist die Landbevölkerung lediglich eine prognostizierte Zunahme von 3,4 Milliarden auf ca. 3,5 Milliarden auf [OECD 1999]. In Deutschland ist dieses Verhältnis schon lange erreicht, hier leben mittlerweile 87,3% der Bevölkerung in Städten oder Agglomerationsräumen [BBR 2011]. So ist diese Zeit dadurch gekennzeichnet, dass erstmals mehr Menschen in Städten als auf dem Land leben. Aus dieser zunächst banal klingenden Tatsache ergibt sich eine Vielzahl an gesellschaftlichen Problemen, die gelöst werden müssen. Eine Schlüsselrolle spielen hier die Kommunen mit ihrer, in den letzten 20 Jahren zunehmenden, politischen Bedeutung. Dieses dokumentiert sich u.a. darin, dass der Handlungsspielraum der Kommunen durch ihren Handlungsspielraum mittlerweile in vielen Belangen in entscheidender Weise zum Erhalt der Lebensgrundlagen beitragen kann [Mönniger 1994]. So spiegelt sich diese politische Bedeutung der Kommunen in besonderer Weise in den Fragen der Energieerzeugung, der planerischen Konzeption und Steuerung der Wohnraumnachfrage sowie bei kommunalen Mobilitätskonzepten wider. Dementsprechend sollte die Kommune durch entsprechende Antworten wie der Erstellung kommunaler Energiekonzepte [PLG Trier], der energetischen Ausrichtung von Wohngebieten [STMI Bayern] sowie einem zukunftsfähig ausgebautem und emissionsarmen ÖPNV planerisch tätig und ihren Herausforderungen gerecht werden. Bedingt durch diese gewachsenen Herausforderungen der Kommunen sind auch die fachlichen und rechtlichen Anforderungen an die Planung gestiegen. Mittlerweile müssen im Laufe eines Planungsverfahrens eine Vielzahl von Belangen berücksichtigt und sachgerecht abgewogen werden, beispielhaft seien hier die planerische Gesamtkonzeption, die Belange des Natur- und Umweltschutzes, die Belange der aktuellen und der zukünftigen Bewohner sowie fachliche Rahmenbedingungen zu nennen. Aber nicht nur die Belange innerhalb des Planungsverfahrens sind in einem Wandel begriffen, sondern auch die äußeren Rahmenbedingungen der städtebaulichen Planung. So ist hier schon seit längerem der Trend zu beobachten, dass die Anzahl „klassischer“ Angebotsplanungen im Vergleich zur Anzahl von bedarfsorientierten Planungen stetig sinkt.

Dem Ideal der europäischen Stadt folgend, sollte diese Planung auch nicht auf der „grünen Wiese“ sondern in Innenbereichslücken und städtebaulich integrierten Lagen stattfinden [Planen RLP:34]; dadurch wird der Bestand reaktiviert und die bestehende Stadt expandiert nach innen anstatt nach außen [Speer:35].

Durch die veränderten Rahmenbedingungen des städtebaulichen Aufgabenbereichs gibt es einen höheren Bedarf an Untersuchungen und damit verbundener Informationsgenerierung, der sich auch in einer höheren Anzahl an Beteiligungen sowie Abstimmungen niederschlägt. Ein „Nebenefekt“ dieser Partizipationen ist, dass dadurch die Realisationschancen auch polarisierender Projekte durch die Beteiligung der Bürger und interkommunale Abstimmungen aussichtsreicher erscheinen.

Bei dieser Vielzahl von Anforderungen an einen Planungsprozess gibt es große Hoffnungen auf eine Effektivierung durch den Einsatz von elektronischen Informations- und Kommunikationstechnologien. Als prominentestes Beispiel sei hier das Geographische Informationssystem (GIS) zu nennen. Durch ihre vielfach automatisierten Funktionen kann so dem Wunsch nach einer immer schnelleren und kostengünstigeren Planung Rechnung getragen werden, ohne die Rahmenbedingungen des Planungsprozesses an sich außer Acht zu lassen [Streich 2005:248ff.]. Dieser Wunsch wird durch eine „intensivierte „Ökonomisierung“ gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse, die auch staatliche Institutionen erfasst (Verwaltungsreform; „new public management“) und Regionen einem härteren Wettbewerb aussetzt.“ [Müller 2000: 1] erklärt. Insofern lässt sich feststellen, dass sich die staatliche Steuerung wandelt. Als Gründe lassen sich dafür nennen die Entwertung bisheriger Steuerungsformen durch veränderte Werthaltungen, erweiterte Handlungsoptionen der Adressaten und neuartiger Probleme sowie Informationsbedarf. Um diesen Wandel positiv zu gestalten, werden neue Steuerungsformen, die auf Kooperation, netzwerkartige Zusammenschlüsse, Kontextsteuerung und ökonomische Anreize setzen, erprobt. Diese Steuerungsformen finden sich auch in einem veränderten Bild des Staates wieder, der durch Titel wie „der kooperative Staat“ [Ritter 1979], der „funktionale Staat“ [Böhret 1994], der „arbeitende Staat“ [Hesse 1987], der „aktivierende Staat“ [Blanke 2001], der „verhandelnde Staat“ [Knoepfel 1997], der „enabling state“, der „entrepreneurial state“ u.ä. beschrieben wird [Müller 2000:1].

## ***1.1. Systematik der Planung***

Die gesamtäumliche Planung in Deutschland ist in verschiedenen Stufen aufgebaut. Zunächst gibt es auf der europäischen Ebene das Europäische Raumentwicklungskonzept (EUREK). Dieses ist informell, ebenso wie auf Ebene der Bundesraumordnung der entsprechende Orientierungs- und Handlungsrahmen des Bundes. Auf Ebene der Landesplanung ist das Landesentwicklungsprogramm (LEP) zu nennen. Dieses ist verbindlich und wird von der Obersten Landesplanungsbehörde erstellt. Weiter konkretisiert wird das LEP durch die Regionalplanung, wobei die regionalen Planungsgemeinschaften hier den ebenso verbindlichen Regionalen Raumordnungsplan erstellen. Auf Ebene der Gemeinden gibt es schließlich die Unterteilung in vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung. Der vorbereitende Bauleitplan (Flächennutzungsplan) wird in Rheinland-Pfalz von der Verbandsgemeinde aufgestellt, der verbindliche Bauleitplan (Bebauungsplan) von der Ortsgemeinde. Beide sind verbindlich, aufgrund seiner Parzellen scharfen Ausschlusswirkung bestimmter Nutzungen entfaltet der Bebauungsplan seine Rechtsverbindlichkeit jedoch, anders als die vorhergehenden Pläne, nicht nur behördenintern, sondern auch gegenüber allen Bürgern. Der vorbereitende und der verbindliche Bauleitplan werden durch weitere formelle Pläne auf kommunaler Ebene ergänzt, wie beispielsweise städtebauliche Sanierungssatzungen als Maßnahmen des besonderen Städtebaurechts. Weiterhin ist die kommunale Planung nicht nur durch formelle Planungen geprägt, sondern wird auch durch ein breites Bündel an informellen Planungen wie beispielsweise Stadtentwicklungskonzepten oder städtebaulichen Strukturkonzepten unterstützt.

## ***1.2. Wandel der Planungskultur***

Die Planungskultur hat im Laufe ihrer Geschichte etliche Neuausrichtungen erfahren, nicht zuletzt auch durch die häufiger stattfindende wissenschaftliche Politikberatung, die einen Einfluss auf die Ausgestaltung der Planungskultur nimmt und sie an aktuelle Gegebenheiten anpassen soll. Das planerische Selbstverständnis lässt sich laut Albers [Albers 1996], ebenso wie laut Streich [Streich 2005:38ff.] in die Ausrichtung der „Anpassungsplanung“, der „Auffangplanung“, der „Entwicklungsplanung“, der „Verhandlungsplanung“ sowie des „Prozessmanagements“ unterteilen.

Folgende Tabelle verknüpft die einzelnen Ausrichtungen des planerischen Selbstverständnisses mit dem vorrangigen Steuerungsziel der jeweiligen Phase sowie der entsprechenden Bedeutung von Informationen.

	Vorrangiges Steuerungsziel	Informationsbasis
<b>Anpassungsplanung</b>	unkontrollierte Entwicklungen abmildern	Weitgehend irrelevant
<b>Auffangplanung</b>	Auffangen von prognostizierbaren Entwicklungen	Detailliert (soweit relevant)
<b>Entwicklungsplanung</b>	Aktives Steuern von Entwicklungsprozessen	Detailliert (umfassend)
<b>Perspektiven-/ Verhandlungsplanung</b>	Punktuelles Handeln bei konkret sich bietenden Chancen und/oder Perspektiven	Projektbezogen
<b>Prozessmanagement</b>	Planung als Organisation komplexer Prozesse	Komplex und dynamisch

Nach [Streich 2005: 38]

Jede dieser Ausrichtungen des planerischen Selbstverständnisses ist nicht losgelöst, sondern durch äußere Einflüsse wie beispielsweise die Entwicklung der Gesellschaft oder Errungenschaften der Forschung entstanden. Betrachtet man die einzelnen Ausrichtungen des planerischen Selbstverständnisses im gesellschaftlichen Kontext, so lässt sich seit den 50er Jahren bis heute eine Diversifizierung der Planung feststellen [Müller 2000:15].

Diese entwickelt sich hinsichtlich ihrer Funktion

- von der Ordnungsfunktion zur Entwicklungsfunktion,
- von der Standortsicherung zur Lebensqualitätssicherung und
- von der Siedlungsentwicklung zur Freiraumentwicklung

weiter. In Bezug auf das Handlungsmuster der Planung wandelt sich diese

- vom Plan zum Prozess,
- von der technischen Planung zur Moderation partizipativer Entscheidungen sowie
- von interventionistischer Planung zur kooperativen Planung.

Hinsichtlich der Steuerung der Planung verändert sie sich

- von der Steuerung durch Recht zu einer Verhandlung, einer „paradigmatischen Steuerung“ und zu ökonomischen Instrumenten. Der Begriff der „paradigmatischen Steuerung“ [Fürst 2005-2] wurde von Fürst geprägt und erklärt eine Planung, die durch Lernvorgänge und eine Problemlösungssuche mittels Interaktion gekennzeichnet ist. Insbesondere wird bei der „paradigmatischen Steuerung“ versucht, die „eigenen Konzepte mit dem Interpretationsschema der Adressaten kompatibel zu machen“ durch Anknüpfung an Deutungsmuster, die sogenannten Paradigmen.

Begründet durch die Partizipations-Debatte der 60er und 70er Jahre ist die Planungskultur am Modell des „kooperativen“ Staates ausgerichtet und damit dementsprechend in der Umsetzung nur wirkungsvoll, wenn sie kooperativ auf die Adressaten der Steuerung eingeht und diese in den Steuerungsprozess aktiv integriert werden. Hier ergänzt die Literatur den Begriff der Steuerung [Müller 2000:14f.]: „Schon der Begriff der Steuerung ist in der Planung falsch platziert, wenn darunter hierarchische Intervention verstanden wird: Planung steuert allenfalls im Vollzug, wenn Planziele festgeschrieben sind. Aber im Prozess der Planerstellung ist sie primär Moderatorin: Planung ist in der Planerstellung Koordination von Handeln im Wege persuasiver Einflussnahme“. Dadurch lässt sich feststellen [Julian Wékel 2002], dass „Planungskultur im wesentlichen Verfahrenskultur“ ist. Bei einer näheren Augenscheinnahme von wesentlichen Eigenschaften der Planungskultur lassen sich folgende Eckpunkte herausstellen:

- Planung soll kommunikativ und kooperativ sein,
- der Planer soll als Moderator agieren,
- vom reinen Plänemachen sei „Abschied zu nehmen“ [Weick 1994], der Plan ist lediglich als Zwischenergebnis eines in die Planumsetzung zu verlängernden Interaktionsprozesses aufzufassen,
- Planung muss stärker strategisch ausgerichtet werden (SWOT-Analyse und Herausarbeitung der Handlungserfordernisse)
- die Vielfalt der Belange, die im Rahmen der Planung auftauchen, muss konstruktiv-kreativ integriert werden und es sollte „von der in Verwaltungen typischen „negativen“ zur „positiven Koordination“ übergegangen werden“ [Müller 2000:17]

- Im Kontext der Wissensgesellschaft entwickelt sich Stadtplanung immer mehr zu einer Organisationsaufgabe, für die komplexen, die Struktur und Form der Stadt verändernden Prozesse [Streich 2005: 39]

Durch diese neuerliche Ausgestaltung der Planungskultur ergeben sich einige Veränderungen, die wiederum, wie bereits eingangs erläutert, auch Auswirkungen auf das gesellschaftliche Umfeld haben. So werden die beteiligten Akteure an der Planung nicht mehr nur Adressaten, sondern auch Lieferanten von Planungsinformationen [Streich 2005: 66]. Ebenso werden städtebauliche Leitbilder in die Prozessabläufe eingebunden und die Informationsbasis der Planung gewinnt an stärkerer Bedeutung. „Die erforderliche Informationsbasis – in erheblicher Erweiterung der früheren Entwicklungsplanung mit ihrer eher sequentiell ablaufenden Transformation von Information – zeichnet sich nun dadurch aus, dass eine große Komplexität von Daten einschließlich ihrer dynamischen Fortschreibung zu organisieren ist.“ [Streich 2005: 39]

### ***1.3. Beteiligung der von der Planung Betroffenen***


Partizipieren (vom lateinischen „particeps“) bedeutet „an etwas teilnehmen“. In der von Jean-Jacques Rousseau im Jahre 1762 veröffentlichten Abhandlung eines Gesellschaftsvertrages („Du contract Social: ou Principes du Droit Politique“) fand die Begrifflichkeit Eingang in gesellschaftsphilosophische Betrachtungen. In diesem grundlegenden Werk Rousseaus wurde die „identitäre Demokratie“ und damit auch die Partizipation der Bürger am Staat etabliert. Diese Idee der Volkssouveränität wurde von John Locke und Charles Montesquieu im Prinzip der Gewaltenteilung mit Legislative, Exekutive und Judikative weiter ausgebaut und ist ein elementarer Bestandteil eines modernen demokratischen Rechtsstaates. Auch das Postulat von Immanuel Kant „Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen!“ steht für den emanzipatorischen Anspruch des Bürgers, sich aus seiner „unverschuldeten Unmündigkeit“ [Kant] zu befreien.

Bezogen auf die heutige Gesellschaft bedeutet dies, dass sich die Bürger über sie betreffende Anliegen informieren. Doch nur durch entsprechende Informationen ist der Bürger in der Lage, sich angemessen am politischen Willensbildungsprozess zu beteiligen.

Dieses muss durch vielfältige Quellen unterstützt werden und die Europäische Kommission stellt dazu beispielsweise in ihrem Weißbuch fest: „Ohne eine verstärkte Integration von BürgerInnen in politische Willensbildungs- und Entscheidungsprozesse seien moderne Gesellschaften nicht mehr konsens-, entscheidungs- und lebensfähig“

So sehen sowohl Papadopoulos [Papadopoulos 2004: 219] als auch Geißel [Geißel: 30] eine Bürgerbeteiligung als „Hoffnungsträger“ an, „welcher das Legitimitätsdefizit, das durch den Austausch der Führungspersönlichkeiten nicht mehr verschwindet, absorbiert, der Politikverdrossenheit entgegenwirkt und eine effektivere Politik fördert“. Die Ausgestaltung der Partizipationsmöglichkeiten, ihre Art und der Umfang, den sie umfassen, hängen in umfassender Weise von dem Selbstverständnis der Gesellschaft ab. Betrachtet man den Weg Deutschlands in die Wissensgesellschaft, die von einem Aufstieg des Wissens zu einer strategischen Ressource für Arbeitsabläufe und Produkte geprägt wird, so wird deutlich, dass es an eben diesem auch eine gerechte Teilhabe geben muss, „wenn Wissen ins Zentrum sozio-ökonomischer Aktivitäten und Prozesse rückt, muss auch eine Teilhabe an diesem Wissen möglich sein.“ [Streich 2005: 148]. Die Beteiligung der Bürger muss jedoch nicht zwangsläufig die Freilegung allen Wissens bedeuten, „ein Verfahren des politischen Umgangs mit der Differenz zwischen privilegiertem Wissen und Laienwissen“ [Weingart 1997: 18] wird häufig vorausgesetzt. Burg differenziert Beteiligung entsprechend von drei unterschiedlichen Aspekten [Burg 1999:3] in Information, Kommunikation und Partizipation. Diese Einbindung der Bürger in Entscheidungsprozesse entfaltet ihre Bedeutung auf verschiedenen Ebenen und auf kommunaler Ebene insbesondere im Bereich des Planens und Bauens [Schmidt 1997].

Betrachtet man hier die unterschiedliche Ausgestaltung der Partizipation so wird offenkundig, dass diese durch ein unterschiedliches Maß an Mitgestaltung geprägt ist:

 mehr Mitgestaltung	Recht auf Wissen über einen Planungsgegenstand	Passive Beteiligung
	Aktive Information der Öffentlichkeit	
	Erheben von Einsprüchen durch Betroffene	Aktive Beteiligung
	Partizipation durch Geltendmachen von Interessen	
	Partizipation bei Lösungsansätzen und Folgenabschätzungen	
	Partizipation bei der endgültigen Beschlussfassung	

Nach [Streich 2005: 150]



Die Entwicklung der Partizipation verzeichnet keinen linearen Verlauf, sondern sie lässt sich, jeweils geprägt durch äußere, gesellschaftliche Einflüsse, in verschiedene Phasen unterteilen. Ihre Anfänge liegen im 18. Jahrhundert, doch erst in der nahen Vergangenheit seit den 1970er Jahren verzeichnet sie unter dem Eindruck der staats- und gesellschaftskritischen Partizipationsdebatte in der 68er Bewegung eine deutliche Intensivierung. Diese wurde in den 1980er Jahren durch eine Modernisierungsdebatte, die eine gewisse Distanz zu den politisch-administrativen Instrumenten hielt, abgelöst. Anfang 1990 kamen schließlich die pragmatischen Elemente des Bürgerengagements hinzu. Außerdem hielt in dieser Zeit der Einsatz von Computern nicht nur in der Entwurfspraxis Einzug, sondern er beeinflusste auch die Informationsbereitstellung, die Kommunikation und die Partizipation innerhalb des Planungsprozesses. Je nach Einsatzgebiet variieren dabei der Zweck, zu dem er zum Einsatz kommt, die verwendeten Techniken innerhalb des großen Feldes „Computer“ sowie die planungsethischen Ansprüche, die dabei gestellt werden. Folgende Tabelle [Streich 2005: 153] veranschaulicht dies.

	Information	Kommunikation	Partizipation
Zweck	Darlegung von Fakten bzw. geplanten Veränderungen, Präsentation	Koordination, digitale Korrespondenz, digitale Assistieren von Planungsprozessen	Aktive Einflussnahme auf einen Planungsprozess und offene/ freie Informations-zugänglichkeit
Techniken	Internet/ WWW	Internet/ Intranet, E-Mail, Workflow-Managementssysteme	Interaktiver Zugriff auf Wissensspeicher (Datenbanken) , interaktive Simulationen
Planungsethische Ansprüche	Informationeller Persönlichkeitsschutz (Datenschutz)	Konsens zwischen Planungsakteuren herstellen	„informationelle Waffengleichheit“ herstellen

Die Handhabbarkeit der Computersysteme hat sich seit ihren Anfängen immer stärker vereinfacht. Waren zu Beginn der Computerisierung noch Programmierkenntnisse nötig um einen Computer zu bedienen, so hat sich heute die Bedienung erheblich vereinfacht.

Dadurch konnten Computer in einem immer größeren Maße Einzug in das tägliche Leben halten, so dass mittlerweile davon ausgegangen werden kann, dass der Gebrauch eines Computers für den Durchschnittsbürger kein Problem mehr darstellt [Bitkom 2009].

Die Betrachtung der Beteiligung der Bürger lässt sich in zwei Felder, eine passive und eine aktive Beteiligung, einteilen. Die passive Beteiligung ist dabei eine Information der Bürger, die keinen kommunikativen Rücklauf bildet, es findet also keine vollwertige beziehungsweise intensive Beteiligung statt. Im Unterschied dazu ist eine aktive Beteiligung nicht nur durch Information der Bürger gekennzeichnet, sondern auch durch Anhörung ihrer Interessen.

#### **1.4. *Passive Beteiligung***

So wie das 19. Jahrhundert und große Teile des 20. Jahrhunderts von der Industrialisierung geprägt waren, so wird seit den 1970er Jahren die Bedeutung des Wissens immer wichtiger; das Industriezeitalter ist somit vom Informationszeitalter abgelöst. Letzteres ist dadurch geprägt, dass Wissen immer mehr als strategische Ressource für Arbeitsabläufe und Produkte an Bedeutung gewinnt und daher die Verfügbarkeit und Nutzung des Wissens zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor wird. Das Wissen selbst entwickelt sich dabei vernetzter und dezentraler als es bisher der Fall war und der Aufstieg des Internets und die damit explosionsartig zunehmende Verbreitung von Wissen dokumentieren diese Entwicklung eindrucksvoll [Streich 2005:18ff.].

Diese steigende Bedeutung des Wissens beeinflusst auch die Stadtplanung, indem die Kommunikation und Information der Bürger hierbei einen immer größeren Stellenwert gewinnt. Durch die Veränderung der Instrumentenbandbreite der Stadtplanung nimmt das Gewicht der Organisation der Planungsprozesse sowie der Realisierung von Kernprojekten bei der Planung immer mehr zu [Steinebach 2006]. Ferner verliert der hierarchische, formelle Plan zwar nicht in vollem Umfang an Bedeutung, aber der konsensuale, informelle Plan gewinnt immer mehr an Gewicht. Charakteristisch für diesen Plan ist:

- er hat lediglich eine Selbstbindung und ist rechtlich nicht bindend,
- er ist verstärkt auf Kommunikation ausgerichtet,

- er setzt auf eine Aktivierung der endogenen Potenziale und Herausarbeitung endogener Stärken,
- er will den Bürger „mit ins Boot nehmen“ und
- er erkennt die Wichtigkeit von Außenkommunikation an.

Bei der Betrachtung der Grundlagen von informellen Planungen fällt auf, dass diese Planung durch eine situationsangepasste Kommunikationsaufgabe geprägt ist. Dadurch können informelle Planungen für mehr Interaktion zwischen den Akteuren sorgen, ein Aspekt, dessen Nichtbeachtung umgekehrt den Planungsprozess ins Stocken geraten lassen kann. Es kann festgestellt werden, dass informelle Planungen in einigen Bereichen eine größere Problemlösungskapazität als formelle Pläne haben [Selle 1997].

Bei der formellen Planungsstrategie ist die Ausrichtung auf Kommunikation nicht in dem Maße bedeutend wie bei informellen Planungen. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass allein schon die rechtliche Reichweite der formellen Konzeptionen ausreicht, um eine Durchsetzung voranzutreiben und zu ermöglichen; im Gegenzug dazu sind informelle Entwürfe und Konzepte auf einen intensiven Kommunikationsprozess angewiesen. Da aber in starkem Maße Komplexität und damit auch Mittel- und Zeiteinsatz bei städtebaulichen Projekten zugenommen haben und wir uns gleichzeitig, wie eingangs erwähnt, auf dem Weg in die Wissensgesellschaft befinden, wollen die Bürger stärker an den, sie betreffenden, Projekten beteiligt werden. Dieser Wunsch der Bürger nach Beteiligung, auch bei formellen Planungen, ist bei den Protesten um „Stuttgart 21“ überaus deutlich geworden. Die Vermittlung der Planungsaufgabe an den Bürger kann dabei auf verschiedenen Wegen geschehen, beispielsweise in Visualisierungsmethoden, aber auch Online-Plattformen und anderen Formen der Beteiligung. Diese gilt es in den Kapiteln III. und IV. auf ihre Praktikabilität hin zu untersuchen.

### ***1.5. Aktive Beteiligung***

Eine weitergehende Beteiligung der Bürger als die einer bloßen Teilhabe an Informationen bietet die aktive Beteiligung. Hierbei werden die Bürger informiert, wobei ihnen auch die Möglichkeit gegeben wird, ihre Meinung in die Planung einfließen lassen zu können.

Diese weitergehende Einbeziehung der Bürger ist dabei nicht nur als mühselig - im Sinne einer Informationspflicht- anzusehen, sondern kann auch wertvolle Impulse und neue Denkansätze mit sich ziehen.

Der Bundesgesetzgeber hat schon 1960 dieser Erkenntnis entsprochen und in das damalige BbauG 1960 (das heutige BauGB) in § 2 Abs. 6 neben der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange auch eine Beteiligung der Bürger im Rahmen der förmlichen Auslegung des Bauleitplanentwurfs eingeführt [Zinkahn 2010: Rn 2]. Im heutigen Städtebaurecht sieht die Beteiligung der Öffentlichkeit entsprechend so aus:

- Zunächst gibt es eine frühzeitige Bürgerbeteiligung. Diese hat das Ziel, die Bürger bereits frühzeitig über den geplanten Bebauungsplanentwurf zu unterrichten. Diese Beteiligung geht über die Dauer von einem Monat wobei Ort und Dauer der Auslegung mindestens eine Woche vorher ortsüblich bekanntzumachen ist.
- Im Anschluss daran findet eine Prüfung und evtl. eine Einarbeitung der Stellungnahmen in den Bebauungsplanentwurf anhand einer sachgerechten Abwägung statt. Das Ergebnis dieser Abwägung ist den Beteiligten mitzuteilen.
- Diesen Schritten folgt die Offenlage des Planes. Auch diese Offenlage erstreckt sich über einen Monat, wobei wiederum Ort und Dauer eine Woche vorher ortsüblich bekanntzugeben ist. Die Bekanntmachung der Offenlegung hat hierbei auch eine „Anstoßfunktion“ zu erfüllen, wie das BVerwG hierzu ausführt: „[...] dass die Bekanntmachung in einer Weise zu erfolgen habe, welche geeignet sei, dem an der beabsichtigten Bauleitplanung interessierten Bürger sein Interesse an Information und Beteiligung durch Stellungnahmen bewusst zu machen und dadurch eine gemeindliche Öffentlichkeit herzustellen.“ [BVerwG, Urt. vom 26. 5. 1978 – 4 C 9.77]

Des Weiteren sind auch gewisse Anforderungen an die Gestaltung des Planes zu erfüllen, da es sich formal um eine Urkunde handelt. So ist die Papierform für die Auslegung zwingend vorgeschrieben; die Nutzung von elektronischen Methoden der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Aufstellung von Bauleitplänen ist lediglich ergänzend. Diese ist im BauGB § 4a Abs. 4 beschrieben.

>>Bei der Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung können ergänzend elektronische Informationstechnologien genutzt werden. Soweit die Gemeinde den Entwurf des Bauleitplans und die Begründung in das Internet einstellt, können die Stellungnahmen der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange durch Mitteilung von Ort und Dauer der öffentlichen Auslegung nach § 3 Abs. 2 und der Internetadresse eingeholt werden; die Mitteilung kann im Wege der elektronischen Kommunikation erfolgen, soweit der Empfänger hierfür einen Zugang eröffnet hat. Die Gemeinde hat bei Anwendung von Satz 2 Halbsatz 1 der Behörde oder dem sonstigen Träger öffentlicher Belange auf dessen Verlangen einen Entwurf des Bauleitplans und der Begründung zu übermitteln; § 4 Abs. 2 Satz 2 bleibt unberührt.<<

Laut Battis/Krautzberger/Löhr [Battis 2009: Rn 6] soll der § 4a Abs. 4 BauGB zur ergänzenden und nicht zur ausschließlichen Nutzung von elektronischen Informationstechnologien anregen. Ziel ist es, die Transparenz des Beteiligungsverfahrens nach § 3 und § 4 BauGB zu erhöhen. Die Anregung zu dem § 4a Abs. 4 BauGB bekam der Gesetzgeber aus Art. 5 Abs. 3 der Aarhus-Konvention [Aarhus 1998], die besagt: „Jede Vertragspartei stellt sicher, dass Informationen über die Umwelt zunehmend in elektronischen Datenbanken, die der Öffentlichkeit über die öffentlichen Telekommunikationsnetze leicht zugänglich sind, zur Verfügung stehen. Zu den in dieser Form zugänglichen Informationen sollte folgendes gehören:

- die in Absatz 4 genannten Berichte über den Zustand der Umwelt;
- Texte von Umweltgesetzen oder von Gesetzen mit Umweltbezug;
- soweit angemessen Politiken, Pläne und Programme über die Umwelt oder mit Umweltbezug sowie Umweltvereinbarungen und
- sonstige Informationen in dem Umfang, in dem die Verfügbarkeit dieser Informationen in dieser Form die Anwendung innerstaatlichen Rechts, das dieses Übereinkommen umsetzt, erleichtern würde, sofern diese Informationen bereits in elektronischer Form zur Verfügung stehen.“

Außerdem folgt der § 4a Abs. 4 BauGB der Richtlinie 2003/35/EG „über die Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Ausarbeitung bestimmter umweltbezogener Pläne und Programme und zur Änderung der Richtlinien 85/337/EWG und 96/61/EG des Rates in Bezug auf die Öffentlichkeitsbeteiligung und den Zugang zu Gerichten“.

Insgesamt bleibt festzustellen, dass die Nutzung elektronischer Medien nach § 4a Abs. 4 zusätzlich zu dem förmlichen Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 3 anzusehen ist. Aus einer Nutzung von elektronischen Medien entsteht also keinerlei Verpflichtung einer Veröffentlichung der Bauleitpläne im Internet, wohl aber die der Beachtung digital eingegangener Stellungnahmen.

## ***2. Möglichkeiten des Einsatzes von 3D-Visualisierungen***

In der heutigen, durch den „iconic turn“ [Boehm 1994] geprägten Gesellschaft wird aussagekräftigen Bildern eine immer größere Bedeutung zugeschrieben. Hier liegt ein großes Potenzial in 3D-Visualisierungen, da diese erheblich die Anschaulichkeit verbessern [Wietzel 2007:155]. Ein weiteres Potenzial liegt in einem Zusammenspiel verschiedener georeferenzierter Daten und Volumenkörpern innerhalb des Modells, die mit Berechnungsformeln verknüpft werden können. So lassen sich durch den Datenbestand an Gebäuden viele Aufgaben der Fachplanung schneller oder genauer durchführen, vorausgesetzt diese Aufgaben basieren auf berechenbaren Problemen. Diese verschiedenen Aufgaben der Fachplanung und die Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen für deren Umsetzung werden in Kapitel 2.3 erklärt.

### ***2.1. Geschichte und Beschreibung von Stadtmodellen***

In der Architektur und auch in der Stadtplanung wird häufig auf den Einsatz von Architekturmodellen zurückgegriffen; sie haben eine bis in das Jahr 1355 reichende Entstehungsgeschichte. Der von Arnolfo di Cambio im Jahre 1295 begonnene Bau des Florentiner Doms Santa Maria del Fiore kam immer wieder ins Stocken und es gab kleinere und größere Unterbrechungen. Als der Bau ab 1353 dann größere Fortschritte machte, wurde den Verantwortlichen klar, dass nur durch ein Modell der Überblick über die Zukunft dieses stadtbildprägenden Gebäudes geschaffen werden konnte. Das Holzmodell wurde von Francesco Talenti angefertigt und zeigt schon das heute übliche Zusammenspiel von Planungsänderung und Anpassungen des Modells. In den darauffolgenden Jahrhunderten entwickelte sich der Architekturmodellbau weiter, einen größeren Sprung nach vorne konnte er jedoch erst mit dem Erscheinen des Films *Metropolis* (1927) von Fritz Lang verzeichnen. Bis dahin bestand die Aufgabe von Stadtmodellen darin, die, wenn auch z.T. gedachte, Realität abzubilden.



Bei Metropolis diente das Stadtmodell jedoch erstmals dazu, eine Stadtopie darzustellen. Das Modell wurde von den Filmarchitekten Erich Kettelhut und Karl Vollmer unter der Leitung von Otto Hunte für die UFA gebaut und war eine Persiflage auf New York. Ein weiteres, bahnbrechendes Merkmal von Metropolis war die Darstellung der Architektur, die bei näherem Betrachten so perfekt erscheint, dass sie dem Zuschauer eine Handlung in einer realen Stadt suggeriert.

Tatsächlich war es jedoch eine Ansammlung von Miniaturattrappen, die sich in der Inszenierung von Eugen Schüfftan durch geschickte Kamerafahrten und der Bedienung des Mediums Film der haptischen Urteilskraft des Betrachters entzieht. „Als Folge kann dieser das Architekturmodell nicht mehr als solches ausmachen und wird dadurch seiner Sichtweise entmündigt“ [Oswald 2008]. Eine weitere große Fortentwicklung des Architekturmodellbaus geschah in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts, als durch die Weiterentwicklung der Computertechnik erstmals nicht mehr nur physische, sondern auch digitale Modelle möglich wurden. Zunächst nur als ein experimentelles Spielfeld der Architektur angesehen, erhielten sie seit den 90er Jahren mehr und mehr allgemeinverbindliche Anerkennung [Oswald 2008:9].



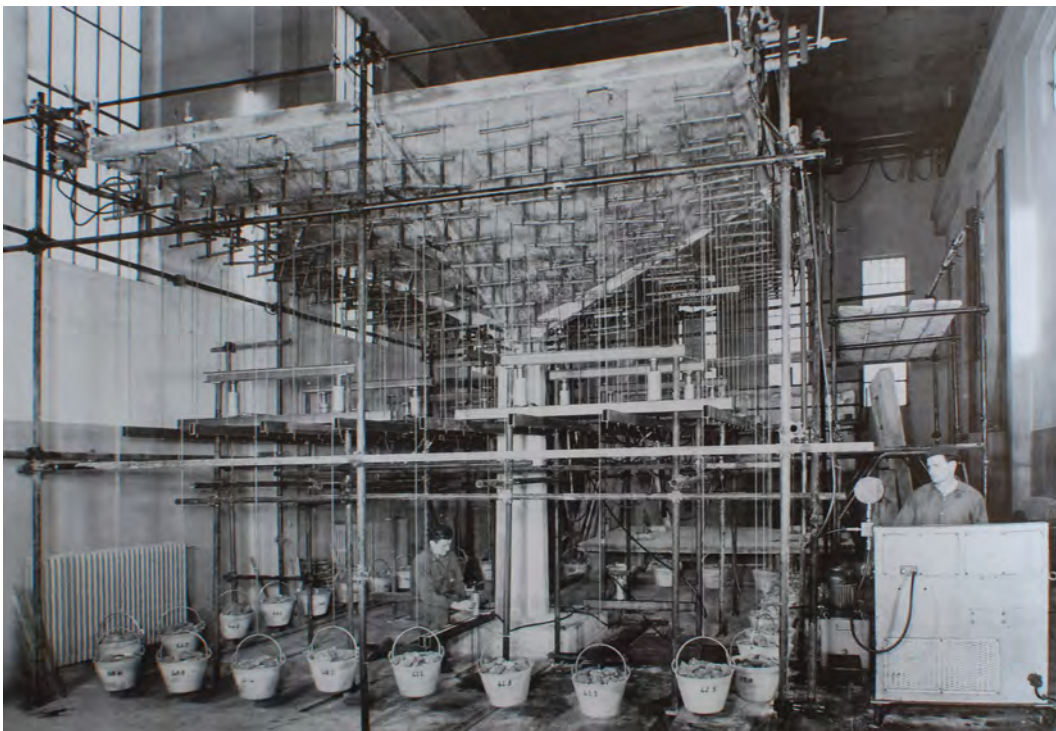
*Abb.1.: Das analoge Stadtmodell von London, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010*



Durch diese grundlegende Veränderung der Materialität des Modells erscheint es sinnvoll, sich auch mit den Kriterien eines Modells zu beschäftigen. Ein Modell, egal ob analog oder digital, soll durch nachfolgende Merkmale beschrieben werden [Stachowiak 1973: 131]:

- Ein Modell ist immer eine Abbildung; somit auch eine Repräsentation von einem natürlichen oder künstlichen Original.
- Ein Modell umfasst nie alle Attribute des Originals, sondern nur diejenigen, die dem Modellschaffer bzw. Modellnutzer relevant erscheinen, damit stellt es die Realität verkürzt bzw. abstrahiert dar.
- Ein Modell orientiert sich immer an der Fragestellung, von wem es erstellt wird und welchem Zweck es dienen soll. Da es häufig innerhalb bestimmter Zeit- und Finanzbudgets erstellt wird und auch einen bestimmten Zweck erreichen soll, wird das Modell interpretiert; es stellt nie die gesamte Wirklichkeit dar.

Diese Eigenschaften einer Zweckbindung des Modells macht man sich in verschiedenen Bereichen der Architektur und Stadtplanung zunutze.



*Abb.2.: Das Prüfmodell Nervis zu einem Dachelement des internationalen Flughafens Newarks, aus: Bauwelt 19/2010 - S. 26*

So ist als prominenter Vertreter der physischen Modelle an dieser Stelle Pier Luigi Nervi zu nennen, der für seine seit den 1930er Jahren entstandenen Gebäuden zur Erarbeitung der Statik Prüfmodelle entwickelte, die nur dem Zweck der „Statiküberprüfung“ dienen. Dadurch war es ihm möglich, seiner Zeit entsprechend, spektakuläre Hallenkonstruktionen wie die Vatikanische Audienzhalle und Hochhäuser wie das Pirelli-Hochhaus bauen zu können.

Im Zusammenhang mit der Eigenschaft der Abbildung des Modells ist hier der Begriff des „Simulacrum“ zu nennen, welcher Mitte des 20. Jahrhunderts von Jean Baudrillard geprägt wurde. Als Simulakren bezeichnet er Systeme von Zeichen, durch die ein wirklicher oder imaginärer Gegenstand definiert wird. Diese stehen in einem gewissen Verhältnis zur materiellen Welt und stellen jeweils ein unterschiedliches Modell der Realität dar. Für den Menschen ist die Verwendung von Simulakren insofern bedeutsam, da sie ihm hilfreich sind, „die Welt zu deuten, zu verstehen, zu reproduzieren und zu manifestieren“. Eine ähnliche Auffassung vertritt auch Roland Barthes, postulierend, dass eine Welt entsteht, „die der ersten ähnelt, sie aber nicht kopieren, sondern einsehbar machen will“.

Simulakren werden in drei Kategorien (Ordnungen) unterteilt, die sich durch die Verbindung des Simulacrum mit der Realität unterscheiden [Baudrillard 1995:118]:

- Ein Simulacrum erster Ordnung, beispielsweise eine Landkarte, befindet sich in direkter Korrespondenz mit der Realität. Dieses ist bestimmend für das Zeitalter der Imitation.
- Ein Simulacrum zweiter Ordnung imitiert nicht mehr nur die Realität, sondern ist eine identische Reproduktion. Als Beispiel kann die genaue Abbildung eines Kunstwerks, welches als Kunstdruck anstelle des Originals aufgehängt wird, gelten. Hier spricht man dann vom Zeitalter der Produktion.
- Ein Simulacrum dritter Ordnung verweist nicht mehr länger nur auf die Realität, sondern verweist auf sich selbst. Dieses ist bezeichnend für das Zeitalter der Simulation.

Entsprechend dieser Einteilung ist ein Modell, insbesondere ein virtuelles, als ein Simulacrum dritter Ordnung zu klassifizieren [Macken 2007:32ff. sowie Batty 2005:9ff.].

Hierbei lässt sich feststellen, dass die Grenzen der mechanischen Reproduktion durch die voranschreitende Informationstechnik völlig aufgelöst werden, denn Daten können nun mit Lichtgeschwindigkeit verarbeitet und übertragen sowie ohne Qualitätsverlust vervielfältigt werden. Es werden digitale Welten erschaffen, dadurch findet eine Entmaterialisierung der vorhandenen Welt, eine Verdrängung der Realität aus der Sinneswahrnehmung, statt. Die Grenzen zwischen Imaginärem und Realität verwischen zunehmend und damit verschwinden auch die physischen und metaphysischen Bezugssysteme. Die Folge ist, dass die Zeichen des Modells nicht mehr länger auf Inhalte und Ursachen verweisen, sondern nur noch auf Oberflächen und auf sich selbst. Dadurch verschwinden Bedeutungen und Differenzen; die Trennung zwischen „Signifikat“ und „Signifikant“ ist damit als absolut vollzogen zu betrachten. „In dieser referenzlosen Welt gibt es keinen Unterschied mehr zwischen Realität und Fiktion, es entsteht die Hyperrealität“ [Baudrillard 1995:12ff.].

## ***2.2. Voraussetzungen von Stadtmodellen***

Bei der Beantwortung der Frage, ob ein analoges, physisches oder ein digitales Modell für den Einsatz als Stadtmodell besser geeignet ist, erscheint die Berücksichtigung verschiedener Aspekte sinnvoll und notwendig. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

### ***2.2.1. Unterscheidung analoger und digitaler Modelle***

Im Unterschied zu einem physischen Modell, das aus Materialien wie Holz, Pappe o.ä. konstruiert ist, werden die digitalen Modelle im Computer durch Vektoren mit dreidimensionalen Lageinformationen erstellt. Aus diesem unterschiedlichen Aufbau ergibt sich eine andere Wirkung des Modells; so wirkt ein analoges Modell für sich allein stehend häufig anschaulicher als ein digitales Modell, insbesondere weil dem Betrachter der hohe Arbeitsaufwand für das Modell bewusst wird. Nachteilig ist jedoch die Erstellungs-dauer; hier kann ein digitales Modell durch integrierte Routinen zur Erstellung bestimmter Komponenten Zeit sparen. Dieses Zeitersparnis verstärkt sich weiter, wenn berücksichtigt wird, dass einzelne Elemente eines digitalen Modells (wie beispielsweise ein einzelner Baum) ohne Materialverschleiß in anderen Modellen eingefügt werden können, wobei sie lediglich etwaigen Dateitypbeschränkungen unterworfen sind.

Der gewichtigste Aspekt für eine Verwendung von digitalen Modellen ist das enorm erweiterte Anwendungsfeld dieses Modells im Vergleich zu physischen, analogen Modellen. So kann ein solches Modell sowohl als Anschauungsobjekt, als auch für beliebige andere Zwecke der Fachplanung eingesetzt werden. Durch deren Einsatz sollen Planungsprozesse schneller, effizienter, reibungsloser und ohne Einbußen der Qualität, aber mit einer flexiblen Freihaltung von Entwicklungsspielräumen geschehen [Streich 2006: 44 sowie Steinebach 2006].

Die Möglichkeit, mittels Computertechnik aus analogen Entwürfen virtuelle Modelle in einem unendlich großen Raum zu erschaffen, verändert die bisherige Verfahrenspraxis mit den verschiedenen Schritten Skizze, Entwurf, Zeichnung, Bauplan sowie Architekturmodell. Ursache dafür ist, dass das virtuelle Modell durch einfache Funktionen abfallfrei modifiziert werden kann sowie verlustfrei reproduzierbar ist. Durch dieses rechnergestützte Entwerfen hat sich mehr als nur die Praxis verändert; vermutlich wurden durch dessen stetige Perfektionierung auch die Wahrnehmungsgewohnheiten verändert. Aus den reinen Binärlinformationen des digitalen Modells wird durch die Ausgabe auf dem Bildschirm oder einem anderen Medium wie beispielsweise Papier etwas „Greifbares“ und sie entfalten ihren Modellcharakter. Durch das Ausgabemedium wird bestimmt, wie die Interaktionsmöglichkeiten mit dem Modell sind und ob es als statisch oder dynamisch anzusehen ist. Ein Ausdruck ist insofern statisch, weil sich über den Ausdruck hinaus keine weiteren Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers mit dem Modell ergeben. Da es jedoch bei den meisten Modellen die Möglichkeit gibt, diese sowohl statisch als auch dynamisch auszugeben und die dahinter stehende Datenbasis jeweils gleich ist, soll hier auf eine weitergehende Unterscheidung verzichtet werden.

### ***2.2.2. Zugang zu Modellen***

Die Betrachtung der Anwendergruppe ist bei jedem Modell ein wichtiger Schritt, um im Vorfeld das Modell nicht „an der Zielgruppe vorbei“ zu entwickeln. Vorausschickend ist dazu bei einem digitalen Modell die „digitale Kluft“ zu nennen. Das bedeutet, dass die Chancen auf einen Zugang zum Internet unterschiedlich stark ausgeprägt sind, je nachdem, welche wirtschaftliche oder soziale Herkunft der Anwender hat. Im Umkehrschluss beeinflusst der Zugang zum Internet auch die Teilhabe am wirtschaftlichen oder sozialen Leben.

Diese digitale Kluft lässt sich in Deutschland an drei Faktoren festzumachen: Der Versorgung mit breitbandigem Internet, dem Alter sowie dem Einkommen.

Die Versorgung mit breitbandigem Internet ist eine wichtige Voraussetzung, um auch ohne lange Wartezeiten einen Zugriff auf aktuelle Websites zu erhalten, die z.T. einen erheblich größeren Speicherplatz beanspruchen als ältere Websites. Sind die Gegebenheiten nicht vorhanden so resultiert aus diesem zunächst einfach erscheinenden Problem in der Realität ein Ausschluss von den Richmedia-Anwendungen aktueller Websites.

Aufgrund des hohen Erschließungsaufwandes und geringer Bebauungsdichte sind ländliche Gemeinden in der Regel sehr viel schlechter mit breitbandigem Internet versorgt als Städte. Dieses hat sowohl die Industrie als auch die Bundesregierung erkannt und neben verschiedenen Initiativen auch einen Breitbandatlas ins Leben gerufen, der die Versorgung mit breitbandigem Internet entsprechend den Kommunen aufschlüsselt. Auf einfache Art und Weise werden so Handlungsbedarfe aufgezeigt [Breitbandatlas 2011].

Das Alter ist der zweite mitentscheidende Faktor, der die Teilhabe am Internet bestimmt. Generationen, die in einer Zeit jenseits von Computern, Handys und technischen „Spielereien“ aufgewachsen sind, haben erfahrungsgemäß größere Probleme, mit solchen Geräten umzugehen. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Generationen teilweise schon in einem Alter sind, in dem altersbedingte Seh- oder Hörschwächen auftreten, was die Handhabung solcher Geräte zusätzlich erschwert. Als Gegenteil sind hier die „digital natives“ [Prensky 2011] zu sehen, die in einer Zeit aufgewachsen sind, in der die Technisierung der Welt durch Computer, Handys, Automaten etc. soweit fortgeschritten war, dass diese auf eine spielerische Art und Weise den Umgang mit ihnen erlernt haben.

Der letzte Faktor, der die Teilhabe am Internet bestimmt, ist das Einkommen. Ohne entsprechende Einkünfte sind verschiedene Endgeräte wie Computer oder Smartphones schwieriger zu finanzieren. Darüber hinaus hat beispielsweise das Landessozialgericht Nordrhein-Westfalen geurteilt, dass Hartz IV-Empfänger keinen Anspruch auf einen Computer haben [Tagesschau 2010].



Als Ausblick zu der Problematik der digitalen Kluft lässt sich jedoch feststellen, dass durch eine weitergehende Miniaturisierung und damit letztlich auch Verbilligung von Computern immer größere Bevölkerungsschichten Zugang dazu haben werden. Zudem lässt sich für die Zeit der physischen analogen Modelle dagegenhalten, dass die Bevölkerung hier mehr Zeit aufwenden und zudem evtl. über ein Fahrzeug verfügen müsste, um das Modell im Rathaus aufzusuchen.

### ***2.2.3. Spielerische Erfahrbarkeit des Modells***

Wie schon in dem Abschnitt zu den „digital natives“ ausgeführt ist es bei der Erarbeitung und Präsentation von digitalen dreidimensionalen Modellen wichtig, einen spielerischen Ansatz des Modells zu gewährleisten. Durch diesen Ansatz ist es auch für ungeübte Personen möglich, das Modell auf eine spielerische Art zu erfahren und so die Funktionen auszuprobieren. Dabei lassen sowohl Streich [Streich 2005:192] als auch Kurzweil [Kurzweil 1990: 68ff] dem Computer die Eigenschaft eines „evozierendes Objektes“ zukommen, welches Menschen auf Ideen bringt.



***Abb.3.: Das digitale Stadtmodell von Wien in der Planungswerkstatt Wien, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2008***

Mit den Ideen und dem „spielerischen“ Erleben kommen auch die Erfolgserlebnisse der Benutzer, welche sich in einer häufigeren Benutzung widerspiegeln. Ein Begriff, der in diesem Zusammenhang geprägt wurde, ist der des „homo ludens“ [Streich 2005:190]. Bei der Präsentation ist auf die Aufgaben und Fähigkeiten des Menschen zu achten und die Software, insbesondere die Darstellung, daran anzupassen. Das 1965 formulierte Mooresche Gesetz, nach welchem sich die Komplexität von Schaltkreisen etwa alle 18 Monate verdoppelt, lässt sich auch auf die Interaktion Mensch-Computer übertragen. Hier hat William Buxton [Hohmann 2003:9] eine vergleichbare Größe gefunden und laut seiner These entwickelt sich die Funktionalität von Technik (und damit auch von Software) in einem ähnlichen zeitlichen Abstand. Einschränkend ist jedoch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass sich die kognitive Entwicklung des Menschen nicht an diese Geschwindigkeit anpasst und die Software dementsprechend mit einer benutzerfreundlichen Gestaltung ausgestattet sein muss.

#### ***2.2.4. Gewährleistung der Authentizität***

Damit ein Plan oder ein Modell als Informationsquelle für städtebauliche Entscheidungen dienen kann ist es wichtig, dass dieser sachlich richtig und auch authentisch ist. Unter der Authentizität versteht man die Echtheit des Planes oder Modells, d.h. dass beide nach der abschließenden Bearbeitung nicht mehr verändert werden. Bei Rechtsplänen geschieht dies durch Aufbringen des Dienstsiegels und der Unterschrift des Bearbeiters oder des Bevollmächtigten. Bei digitalen Plänen oder Modellen ist dieses so nicht umsetzbar, es besteht jedoch bei einigen Programmen die Möglichkeit, eine digitale Unterschrift einzubetten. So wird nachvollziehbar, welche Fassung des Planes zu welchem Zeitpunkt und von welchem Bearbeiter erstellt wurde und ob sie nach dem Einbringen der digitalen Unterschrift noch geändert wurde.

Diese Nachvollziehbarkeit von Dateien findet man heute schon bei den PDF-Dateien der Urteile des Bundesverwaltungsgerichts, ebenso wie ein ähnlicher Ansatz auch mit der elektronischen Lohnsteuererklärung, ELS-TER, geschaffen wurde. Auch der mit einer digitalen Unterschrift versehene neue Personalausweis (nPA) soll in der Bundesrepublik zunehmend verbreitet werden.



Eine digitale Unterschrift ist dabei nach dem deutschen Signaturgesetz (SigG) eine qualifizierte elektronische Signatur, die auf einem (zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung gültigen) qualifizierten Zertifikat beruht und mit einer sicheren Signaturerstellungseinheit (SSEE) erstellt wurde. Die qualifizierte elektronische Signatur basiert auf einem, durch asymmetrische Verschlüsselungsverfahren verschlüsselten, öffentlichen sowie einem privaten Signaturschlüssel. Bei diesem Verfahren stellt ein Zertifikat des Zertifizierungsdienste-Anbieters die elektronische Bescheinigung für Zugehörigkeit des Signaturschlüssels zu einer realen Person sicher, deren Identität überprüft wurde (vgl. § 2 Nr.6 SigG). So ist gewährleistet, dass auch eine digitale Unterschrift rechtsverbindlich ist.

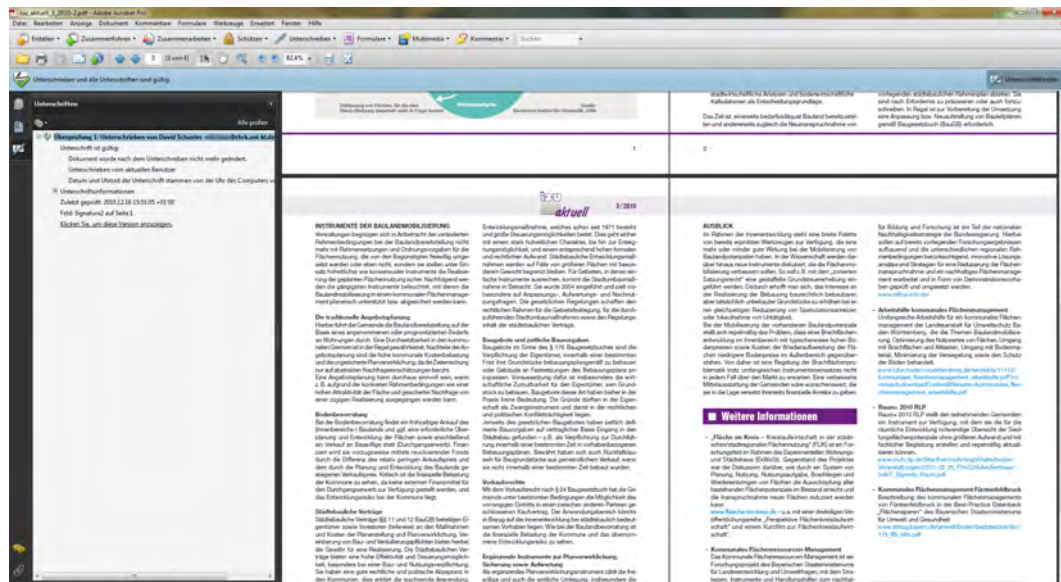


Abb.4.: PDF-Datei mit Digitaler Unterschrift, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011

### 2.2.5. Preprocessing

Um die Authentizität der Planung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass sämtliche Arbeitsschritte in einen strukturierten, nachvollziehbaren Arbeitsablauf eingebunden sind. Schon im Jahre 1451 hob Leon Battista Alberti diese Bedeutung heraus und stellt in seiner Veröffentlichung „De re aedificatoria“ fest: „Geschönte Modelle herzustellen [...] ist Sache des Ehrgeizlings, der nur die Augen des Betrachters täuschen und die Aufmerksamkeit von der rechten Anordnung der zu prüfenden Teile ablenken will.“ Heute gilt dieses umso mehr mit Blick auf die immer größeren Datengrundlagen und immer aufwendigeren Planungen.

Da die Aufbereitung der Rohdaten für die Einbindung in ein dreidimensionales Stadtmodell aufgrund der Heterogenität der Daten und der Vielzahl der Arbeitsschritte ein großes Potential an ungewollten Veränderungen an den Daten birgt, erscheint es wichtig, hier insbesondere das o.g. Prinzip der strukturierten Arbeitsabläufe anzuwenden. So kann gewährleistet werden, dass beispielsweise auch nach der dritten Bildtransformation noch die Georeferenzierung vorhanden ist und auch im richtigen geodätischen Datum vorliegt.

Um dieses Prinzip in den „Workflow“ der Stadtmodellerstellung einzubinden, wird auf ein Preprocessing zurückgegriffen. Grundsätzlich ist ein Preprocessor ein Computerprogramm, welches Eingabedaten vorbereitet und zur weiteren Bearbeitung an ein anderes Programm weitergibt. Dieses Programm hat sich bei bestimmten Operationen schon bewährt und wird dementsprechend dort schon häufiger eingesetzt. Durch seine gezielte Benutzung kann die Datenaufbereitung beschleunigt und nachvollziehbar gestaltet werden. Ein Beispiel wäre hier die Verwendung von Adobe Photoshop zur Reduzierung der Bildgröße und Speicherung in einem anderen Format, dieses könnte nun, unter Verwendung von Photoshop als Preprocessor, auf einen ganzen Ordner Fassadenaufnahmen für ein dreidimensionales Modell angewendet werden. Neben der Nachvollziehbarkeit gibt es noch einen weiteren Vorteil, welcher für den Einsatz eines vorgeschalteten Preprocessors spricht. Aufgrund der Abgrenzung der Arbeitsschritte untereinander ist es möglich, bei falscher Datenaufbereitung einzelne Datengruppen erneut zu bearbeiten, ohne dass das gesamte Modell hinfällig wird.

### ***2.2.6. Workflowmanagement und computergestützte Gruppenarbeit***

Ein großer Unterschied bei der Erarbeitung von 3D-Visualisierungen mittels geeigneter Software ist im Gegensatz zum herkömmlichen, manuellen Plänezeichnen die Möglichkeit, in Teams zusammenzuarbeiten. So lässt sich gemeinsam eine Aufgabe bearbeiten, welches naturgemäß bei Handzeichnungen aufgrund des begrenzten Platzes auf dem Plan (üblicherweise bis max. A0) als Vorgehensweise schwieriger oder gar nicht durchführbar ist. Ganz anders sieht es bei der Verwendung von Software zur Erstellung der Pläne aus.

Hier ist es theoretisch und je nach Funktionsumfang der Software auch praktisch möglich, virtuelle Teams zu gründen, die zeitlich befristet an verschiedenen Orten und evtl. zu unterschiedlichen Zeiten mittels dieser Software an einem gemeinsamen Projekt arbeiten. So kann ein „virtuelles Team“ die passende Arbeitsform für solche Problemstellungen darstellen, die eine überregionale, internationale oder organisationsübergreifende Zusammenarbeit erfordern. Die Erfahrung zeigt, dass virtuelle Teams sich nur graduell von herkömmlichen Teams unterscheiden, allerdings wird ein stärkeres Gewicht auf einzelne Teamprozesse gelegt. So müssen beispielsweise Führungs- und Kommunikationsprozesse bewusster und aktiver gestaltet werden; eine Aufgabe wird dabei in der Gestaltung von Feedbackprozessen gesehen. Da diese in der computervermittelten Kommunikation häufig verzögert erfolgen, muss sowohl über einen gezielten Medieneinsatz als auch über ein aktiveres Kommunizieren versucht werden, Missverständnissen vorzubeugen. Der Aufbau von Teamidentifikation erfordert vor allem zusätzliche Kompetenzen von der Teamleitung in einem virtuellen Team, um die Motivation und Verankerung der gemeinsamen Ziele zu gewährleisten [Konradt/Hertel 2002: 105ff.]. Diese veränderten Anforderungen an virtuelle Teams ziehen zahlreiche Herausforderungen mit sich:

- So ist der direkte persönliche Kontakt untereinander begrenzt und folglich der Aufbau von Vertrauen und die Verankerung gemeinsamer Ziele erschwert.
- Die vorwiegend medienvermittelte Kommunikation erfordert zusätzliche Kompetenzen im Umgang mit den jeweiligen Medien.
- Die häufige Verteilung über Zeitgrenzen hinweg verringert diejenigen Phasen, in denen die Teammitglieder zeitgleich zum Beispiel für Telefon- oder Videokonferenzen zur Verfügung stehen.
- Die möglichen kulturellen Unterschiede (sowohl nationale Kulturen als auch Organisationskulturen) und eine Reduzierung der Präsenztreffen erschweren die Verständigung über eine gemeinsame Basis der Zusammenarbeit und Problemlösung.

Diese Herausforderungen müssen durch die Teamführung ebenso wie durch die Teammitglieder gemeistert werden. Für die Führungsaufgabe in diesem Kontext hat sich der Begriff „Virtuelle Führung“ oder „Führung auf Distanz“ herausgebildet.

Um diese virtuellen Teams geeignet führen zu können, wird häufig Groupware verschiedener Hersteller verwendet und prominente Vertreter sind Skype sowie Microsoft Lync.

Diese Software erlaubt es, Videokonferenzen sowie Datenaustausch durchzuführen. Einen anderen Ansatz gehen Microsoft mit seinem Office-Paket sowie Adobe mit der Creative Suite. Diese Software-Pakete bieten die Möglichkeit für mehrere Bearbeiter, unter Zuhilfenahme eines Servers zum Datenaustausch, gemeinsam an dem gleichen Dokument zu arbeiten.

Die Idee der weltweit vernetzten Zusammenarbeit wird auch von dem momentan verzeichneten Trend der „Cloud“ aufgegriffen. Unter dem Begriff der „Cloud“ ist eine Kombination von Daten und Programmen zu verstehen, die auf einem Server gespeichert sind und via Internet aufgerufen werden, um so dieses Programm auszuführen. Ein prominentes Beispiel dafür ist GoogleDocs oder Microsoft Skydrive.

Durch den immer stärkeren Einsatz von IuK-Technologien, zu denen letztlich auch dreidimensionale Modelle gehören, ist es neben der Gruppenarbeit auch möglich, ein Workflow-Management in den Planungsprozess zu integrieren. Somit können die Planungsprozesse informationstechnisch und dynamisch unterstützt werden mit dem Ziel einer Straffung des Zeitplans und damit geringeren Kostenbelastungen. Weiterhin sollen durch ein Workflow-Management die Prozesse vereinheitlicht und damit die Qualität verbessert werden. So können Medienbrüche durch einen Wechsel des Informationsträgers vermieden werden, was wiederum der Verfügbarkeit von Auskünften zugutekommt [Streich 2005:196ff.]. In der Regel findet sich Workflow-Managementsoftware aufgrund ihres Umfangs häufiger in umfangreicheren Softwarelösungen, doch auch in vielen Programmen zur Erstellung von dreidimensionalen Modellen und in Ansätzen oder Teilen eines solchen Workflow-Managements haben sie Eingang gefunden. Auch um Medienbrüche zu vermeiden, sind innerhalb einer Reihe von Software-Paketen, die sich an professionelle Anwender richten, bereits Lösungen entwickelt worden. Beispielhaft seien hier der Exchange-Server von Microsoft oder Adobe Bridge zu nennen, die jeweils dafür sorgen, dass Daten problemlos innerhalb der Anwendungen weitergegeben werden können, ohne Konvertierungsprobleme o.ä. zu haben. Durch diese fehlenden Medienbrüche wird die Kommunikation zwischen den Planungsträgern verbessert, da der „Flaschenhals“ der Datei-Austauschformate wegfällt.

### ***2.3. Einsatzfelder von dreidimensionalen Stadtmodellen***

Nachdem auf die Vor- und Nachteile eines digitalen dreidimensionalen Modells eingegangen sowie die entsprechenden Voraussetzungen erläutert wurden, sollen nun die Möglichkeiten für die städtebauliche Planung, unterteilt nach Anwendungsfeldern, herausgearbeitet werden.

Die europäische Stadt war schon immer ein Spiegel der aktuell vorherrschenden gesellschaftlichen Zustände, aber auch der menschlichen Bedürfnisse und Hoffnungen [Siebel 2000]. Im Sinne einer „Keimzelle der westlichen Moderne“ [Siebel 2004:1ff.] haben Städte jahrhundertlang nicht nur die Wirtschaft und die Wissenschaft, sondern auch die Entwicklung des gesellschaftlichen Zusammenlebens vorangetrieben. Auch heute noch werden die Gesellschaften in ihren Bedürfnissen und den Möglichkeiten zu ihrer Erfüllung durch technologische und politische Innovationen geprägt. Eine dieser Innovationen ist das dreidimensionale Stadtmodell und die Erarbeitung seiner Potenziale soll anhand der traditionellen städtischen Funktionen vorgenommen werden [Mofina 2002:1]:

#### **I. Die Stadt als ein Ort der Öffentlichkeit und Aufklärung, als ein Ort der Information und Kommunikation:**

- Verbesserte Partizipation der Bürger und der Träger öffentlicher Belange (TÖB)
- Einsatz bei Planungen im Rahmen unterschiedlicher Szenarien
- Verbesserung der Informationsbeschaffung
- Einsatz bei Wettbewerben
- Einsatz bei Sichtbarkeitsanalysen

#### **II. Die Stadt als Ort der Transaktion und Produktion:**

- Einsatz in der Immobilienwirtschaft

#### **III. Die Stadt als Wissensspeicher und Kernzelle wissenschaftlicher Innovation:**

- Einsatz im Bereich Lärmemissionen
- Einsatz im Bereich Hochwasserschutz

- Einsatz beim Katastrophenschutz
- Einrichten von Funknetzen
- Verschattungsanalysen im Rahmen der Entwurfsplanung
- Potenzialermittlung für Photovoltaik
- Animierte Karten der Luftqualität mit Durchmischungsfaktoren
- Aufgaben der Stadtplanungsforschung (beispielsweise Visualisierung des Urban Sprawl)
- Aufgabenfelder im Bereich der Lichtplanung
- Einsatz in der Augmented Reality

#### **IV. Die Stadt als Ort des kulturellen Austausches und der Unterhaltung:**

- Einsatz als Tool für Marketing/Tourismus

Eine weitere Differenzierung dieser traditionellen städtischen Funktionen soll nachfolgend vorgenommen werden.

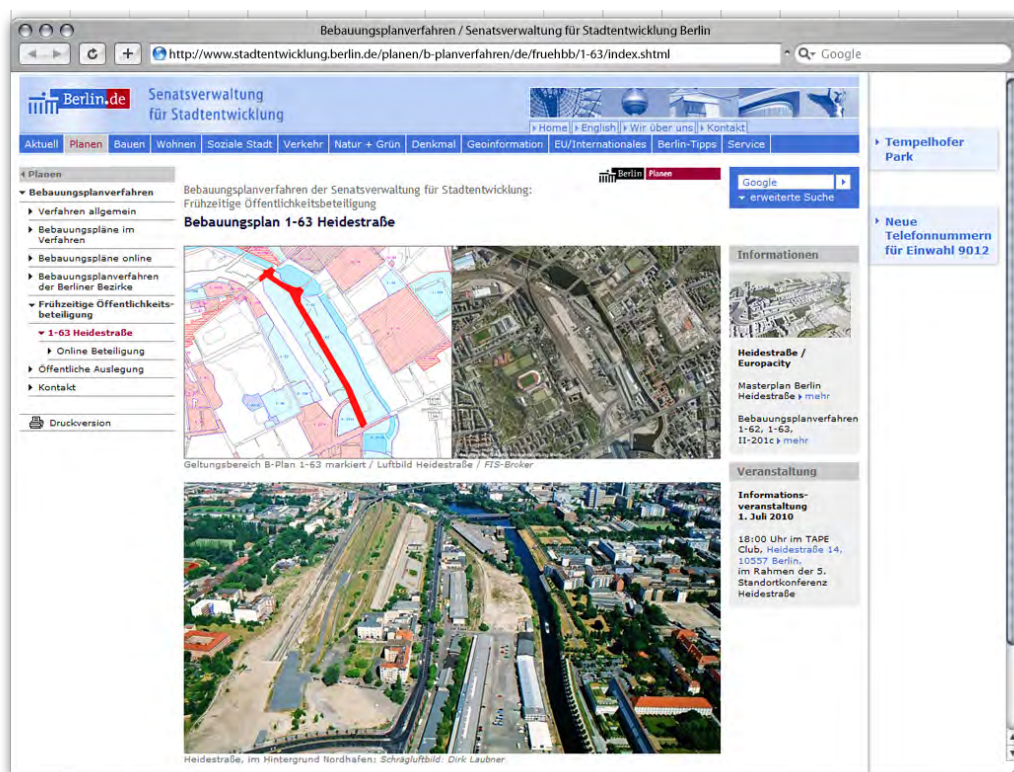
##### ***2.3.1. Verbesserte Partizipation der Bürger und der Träger öffentlicher Belange (TÖB)***

Es gibt mehrere bedeutsame Postulate, die die Entwicklung der Computertechnik und den Umgang mit ihr beschreiben. Im Hinblick auf den Einsatz von dreidimensionalen Visualisierungsmöglichkeiten sind hier insbesondere die Gesetze von Moore sowie von Metcalfe zu nennen. Das Mooresche Gesetz sagt eine Verdopplung der Leistungsfähigkeit von integrierten Schaltkreisen in bestimmten Zeitabständen voraus, hier ist je nach Quellenlage von 18 bis 24 Monaten die Rede [Moore]. Obwohl es bereits im Jahre 1965 aufgestellt wurde, behält das Gesetz nach wie vor an Gültigkeit und erklärt die immer größere Leistungsfähigkeit integrierter Schaltkreise. Das Gesetz von Metcalfe besagt, dass der Nutzen eines Kommunikationssystems mit dem Quadrat der Anzahl der Teilnehmer wächst [Hendler 2008]. Durch die immer stärkere Leistungsfähigkeit der Computer, oder bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit durch die starke Verkleinerung des Computers, nimmt sein ubiquitärer Gebrauch immer mehr zu.



In Verbindung mit der immer größer werdenden Vernetzung der Computer untereinander wird deutlich, welch großes Potenzial in der Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) steckt. In diesem Zusammenhang taucht der Begriff „Web 2.0“ auf, das für eine Reihe interaktiver und „kollaborativer“ Elemente innerhalb des World Wide Web genutzt wird. Bezeichnend für das „Web 2.0“ ist, dass die Inhalte nicht mehr von einzelnen Personen erstellt und dann von einer Vielzahl von Betrachtern genutzt werden, sondern dass die Nutzer selbst interaktiv die Inhalte erstellen. Die Nutzer werden dabei nicht mehr als passive Konsumenten betrachtet, sondern als aktive Produzenten.

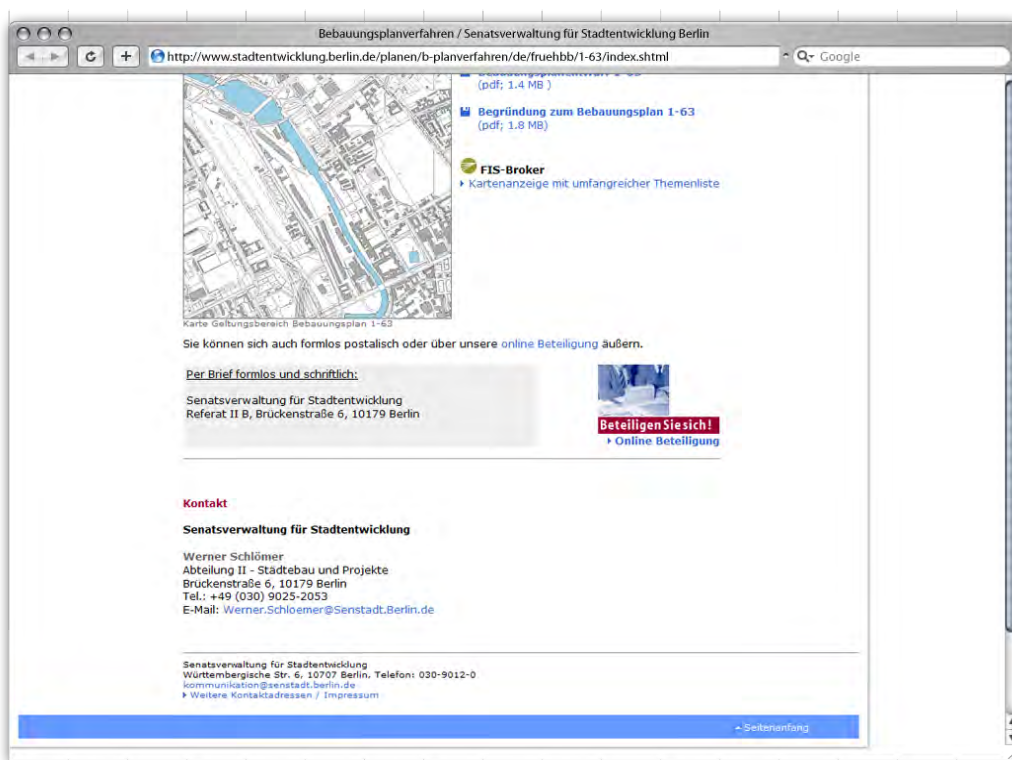
Diese Art der Wissenserzeugung kann dahingehend erweitert werden, dass nicht mehr nur einzelne Nutzer Eingaben erzeugen, sondern eine Vielzahl von Nutzern an den gleichen Eingaben arbeiten. Dieses Verfahrens nennt sich „Crowdsourcing“ und ist aufgrund der großen Masse an Bearbeitern durch die Gesetzmäßigkeiten der Schwarmintelligenz gekennzeichnet.



*Abb.5.: Übersichtsseite der digitalen Bürgerbeteiligung in Berlin, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010*

Das Erstaunliche an der Schwarmintelligenz ist, dass auch im Falle von falsch eingestellten Daten, das Endergebnis sehr nahe an der korrekten Lösung liegt; oftmals sogar näher als Eingaben einzelner Individuen [Hudson-Smith 2008]. Der Einsatz von Crowdsourcing eignet sich nicht nur für Online-Lexika, wie beispielsweise Wikipedia als prominentestem Vertreter, sondern auch für Daten mit Raumbezug, wie Google Maps oder Open Street Map. Dieses Potenzial, welches in der Masse, der „crowd“, steckt, lässt sich nicht nur zur Erstellung von Lexika und Kartenwerken nutzen, sondern auch Beteiligungen können, was die Quantität und Qualität der Eingaben angeht, davon profitieren.

Das eben beschriebene Feld nimmt, wie auch im Abschnitt „Paradigmenwechsel der Planung“ erläutert, einen immer wichtigeren Teil der Planung ein. Umso sinnvoller erscheint es, dabei auch das Potenzial, welches 3D-Visualisierungen bieten, zu nutzen [Hudson-Smith 2007:9ff.]. Durch eine interaktive Einbindung der Bürger werden diese dazu animiert, sich intensiver mit der Thematik auseinanderzusetzen. Auch verändert sich durch den Einsatz von IuK-Technologien mittels 3D-Visualisierungen die Art der externen Kommunikation.

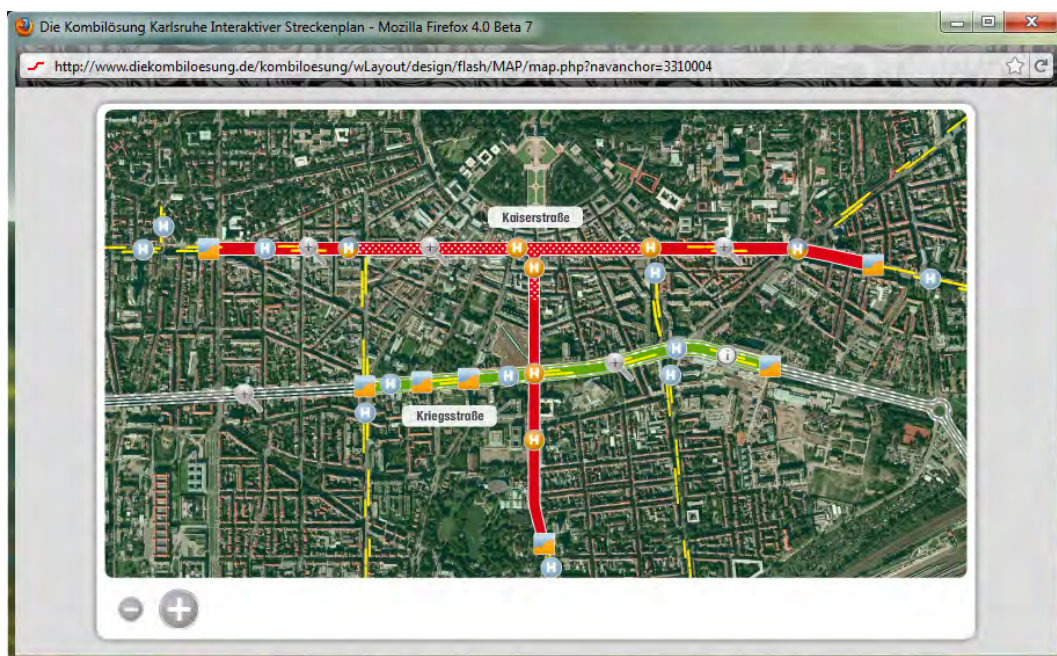


**Abb.6.: Beteiligungsseite der digitalen Bürgerbeteiligung in Berlin, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010**



Häufig verschiebt sich die Kommunikation weg von unspezifischen Eingaben hin zu einer „one-to-many“ bzw. „many to one“ Kommunikation. So können Fragen gebündelt beantwortet werden, woraus eine Effizienz- und Qualitätssteigerung für die Verwaltung resultiert. Auch eignet sich die leichtere Verständlichkeit einer solchen 3D-Visualisierung dazu, schon frühzeitig und im Vorfeld der eigentlichen Bürgerbeteiligungen, die Bürger positiv auf das Projekt einzustimmen. Hier ist es dann möglich, durch parallele Bereitstellung einer Art Forum bereits über den ganzen Planungsverlauf Anregungen und Beiträge der Bürger zu sammeln, die dann unter Umständen in die Planung einfließen können.

Die Furcht vor einer Lawine von unqualifizierten Beiträgen ist hier unbegründet, da die Erfahrung gezeigt hat, dass durch das Forum eine zielgerichtete Aufbereitung der Beiträge stattfindet. Diese reifen während der Diskussionsphase durch die Summe der kumulierten Kommentare und Anregungen und werden von der Anzahl her weniger, dafür aber gehaltvoller. So lässt sich zusammenfassen, dass wenige, fokussierte Beiträge existieren, in die aber die Gedanken von vielen Beteiligten eingeflossen sind [Stiftung MITARBEIT]. Eine modernere Art dieses Forums wäre ein Wiki, bei dem die Benutzer selber auch für die Verwaltung und Organisation der Beiträge zuständig sind. An den grundsätzlichen Vorteilen eines Forums ändert sich hierbei jedoch nichts.



**Abb.7.:** *Übersichtsseite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, [www.diekombiwoesung.de](http://www.diekombiwoesung.de), Kaiserslautern 2011*



**Abb.8.: Projektauswahl bei der Seite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, [www.diekombiösung.de](http://www.diekombiösung.de), Kaiserslautern 2011**

Bei der Partizipation der Bürger ist die Abhängigkeit vom Kommunikationsmedium sehr stark, daher ist bei der Verwendung von Onlinebeteiligungen auch an die anvisierte Zielgruppe zu denken. Auf diesen Punkt soll hier nicht weiter eingegangen und stattdessen auf die, in Kapitel 2.2.2. erläuterten Gründe für und wider einer Onlinebeteiligung, verwiesen werden.

Die oben angeführten Vorteile einer verbesserten Partizipation der Bürger und der TÖB hat beispielsweise die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr bei dem Neubau der A 22 sowie der A 39 in Niedersachsen aufgegriffen und Informationsportale im Internet unter [www.straßenbau.niedersachsen.de](http://www.straßenbau.niedersachsen.de) sowie unter [www.kuestenautobahn.info](http://www.kuestenautobahn.info) eingerichtet. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit einer Online-Beteiligung im Rahmen des Raumordnungsverfahrens geschaffen.

E-Partizipation ist ein Ansatz, die Qualität des Planungsprozesses und damit der Planung selber, durch eine intensive Beteiligung der Bevölkerung zu steigern. Hierdurch besteht auch die Möglichkeit, frühzeitig Probleme zu erkennen und darauf durch Anpassen der Planung reagieren zu können. Dieses insbesondere, da die Bürger beispielsweise Einwände zu Themenbereichen bringen können, die vorher nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

Durch den Einsatz von 3D-Visualisierungen wird die gesamte Planung transparenter und auch für den Laien leichter zu verstehen [Hudson-Smith 2002:4ff.]. Hierüber kann nun versucht werden, die Stellungnahmen einzelnen Punkten der Planung zuzuordnen. Eine Möglichkeit besteht, indem der Bürger in der Planung einfach den Punkt markiert, auf den sich seine Stellungnahme bezieht, um dann darauf bezogen seine Stellungnahme zu verfassen. Dadurch lässt sich das Verfahren auch straffen, weil nun die eingehenden Stellungnahmen gezielt und systematisiert einzelnen Bearbeitern zugeteilt werden können. Ebenso reduziert sich dadurch die Anzahl der Planungsunterlagen, da die gesamte Planung auch im Internet abrufbar ist.

Die Stadt Karlsruhe beispielsweise hat zur Steigerung der Qualität der Planung einen ähnlichen Weg durch eine erhöhte Bürgerbeteiligung eingeschlagen. Unter [www.diekombiwoesung.de](http://www.diekombiwoesung.de) wird ein Bauprojekt der Stadtbahn Karlsruhe vorgestellt, bei dem ein Stadtbahntunnel unter der Kaiserstraße mit modernen Haltestellen gebaut werden soll. Zusätzlich dazu sind eine Straßenbahntrasse und ein durchgängiger Autotunnel an einer anderen Stelle geplant, um die Straßen vom MIV zu entlasten und den Vorrang der Stadtbahn zu forcieren.



**Abb.9.:** Projektvorstellung bei der Seite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, [www.diekombiwoesung.de](http://www.diekombiwoesung.de), Kaiserslautern 2011



Auf der Onlineplattform dieser sogenannten Kombilösung werden in leicht verständlicher Form die Informationen aufbereitet, so dass auch Bürger ohne entsprechendes Hintergrundwissen sich darüber informieren können, wann was gebaut werden soll und wo die Vorteile dieser Baumaßnahmen liegen. Die Informationen, die dort bereitgestellt werden, sind vielschichtiger Natur. Zum einen ermöglichen eine breite Anzahl an Webcams, das Geschehen vor Ort live zu verfolgen, dann zeigt eine aktuelle Auflistung die verschiedenen Termine und aktuelle Verkehrsinfos (um als Autofahrer mögliche Staus aufgrund der Baumaßnahmen zu umfahren). Weiter gibt es ein Bautagebuch sowie detaillierte Informationen zu den einzelnen Bauabschnitten.

### ***2.3.2. Einsatz bei Planungen im Rahmen unterschiedlicher Szenarien***

Für den stadtplanerischen Entwurfsprozess sind zahlreiche Dinge von großer Bedeutung. Die Kenntnis von räumlichen Gegebenheiten ist unabdingbar, um nicht an der Realität „vorbeizuplanen“. Ebenso ist aber auch Kreativität nötig, damit die Entwurfsaufgabe nicht mit vorgefertigten Mustern, sondern innovativ und mit dem bestmöglichen Ergebnis bearbeitet wird. Der Entwurfsprozess lässt sich dabei in drei Typen unterteilen, den inkrementellen, den sequentiellen und den synchronen Entwurfsprozess. Der in der Praxis sehr häufig anzutreffende Typus des inkrementellen Entwurfsprozesses ist durch seine Nichtlinearität geprägt, es gibt eine regelmäßige Kontrolle des Entwurfes mit den äußeren Gegebenheiten, um ihn dann gegebenenfalls wieder anzupassen. Durch diese Rückkopplungen zwischen den einzelnen Phasen erscheint ein Zuwachs an Planungsrationalität aussichtsreich [Streich 2005:59]. Für den kontinuierlichen Anpassungs- und Optimierungsprozess des Entwurfes ist daher eine solide Datenbasis von Bedeutung.

Aus dem Grund, dass viele Entwurfsprozesse mittlerweile komplett oder zumindest ab einem gewissen Grad digital ausgeführt werden, bieten sich hier dreidimensionale Stadtmodelle als Basis für die Überprüfung des Entwurfes besonders gut an. Der Entwurf lässt sich innerhalb des dreidimensionalen Modells schnell platzieren und macht so eine kritische Betrachtung und gegebenenfalls eine Veränderung möglich; außerdem lassen sich durch die Dreidimensionalität die Raumstruktur und die städtebauliche Situation am anschaulichsten vermitteln [Janke 1987].

Ein weiterer Vorteil des dreidimensionalen Modells ist die Möglichkeit, nicht nur die aktuelle Situation darzustellen, sondern durch die Veränderung von Parametern auch einen „Blick in die Zukunft“ zu ermöglichen. Dieses ist insbesondere zur Prüfung der Robustheit der Planung von großer Bedeutung, indem so verschiedene Zustände (beispielsweise noch stärkere Bepflanzung einer Allee, starke Zunahme des Verkehrs etc.) simuliert und betrachtet werden können. Anhand der Reaktion der Planung, wie diese mit den veränderten Rahmenbedingungen umgeht, lässt sich abschätzen, wie robust diese ist.

### ***2.3.3. Verbesserung der Informationsbeschaffung***

Die Informationsbeschaffung in der räumlichen Planung ist gewissermaßen der neuralgische Punkt im Planungsprozess, denn die Konzeption kann immer nur so gut sein wie die Informationen, die ihr zugrunde liegen. Diese Beschaffung von Datenbeständen geschieht sowohl im Vorfeld der Planung durch eine Ortsbegehung o.ä., als auch bei der Erstellung des Planes durch Einsichtnahme in den entsprechenden vorliegenden Plan. Genau hier ist der „Flaschenhals“ bei der Bearbeitung analoger Pläne, denn aufgrund ihres Mediums können sie immer nur von einem Bearbeiter zu einem Zeitpunkt eingesehen werden und so sind aufwändige Abstimmungen die Folge [BMWT 2006:26]. Durch den Einsatz von 3D-Visualisierungen profitiert die Informationsbeschaffung in der Form, dass die Abhängigkeit von Planungsunterlagen in Papierform schwindet. Mit einer digitalen Verbreitung von dreidimensionalen Stadtmodellen können nun zum einen die Planungsträger leichter parallel mit den Daten arbeiten, zum anderen besteht (sofern es die Datei zulässt) zusätzlich die Möglichkeit einer leichten, automatisierten Durchsuchbarkeit der Daten. Auch ist es möglich, durch eingebaute Hyperlinks [Streich] schnell zu anderen Wissensinhalten zu gelangen. So könnte sich per Mausklick zum Beispiel ein Video öffnen lassen und zeigen, wie sich dieser Planungsbereich bei belebtem Publikumsverkehr verhält.

### ***2.3.4. Einsatz bei Sichtbarkeitsanalysen***

Auch wenn aufgrund des demographischen Wandels die Bevölkerung in vielen Kommunen schrumpft, so nimmt dennoch die Flächenversiegelung zu.

Diese hohe Flächenversiegelung ist auf die große Bautätigkeit und den immer größeren Flächenbedarf unterschiedlicher Objekte wie Industrie- und Verkehrsbauten oder Wohngebäuden zurückzuführen. Mit einer immer größer werdenden Flächenbelastung durch die Bauvorhaben nimmt auch die Freifläche zwischen den einzelnen Bauwerken ab und es entstehen problematische Situationen. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass Gebäude mit einer gewissen optischen Präsenz (wie Verkehrskonstruktionen oder große Industriebetriebe) an sensible Nutzungen wie Wohngebäude oder Naturschutzgebiete etc. heranrücken. Häufig werden dann in diesem Zusammenhang kontroverse Diskussionen in den kommunalen Entscheidungsgremien darüber geführt, ob die entsprechende Bebauung noch zu tolerieren oder abzulehnen sei. Ein hier oft auftretender Mangel an aussagekräftigen Argumentationshilfen könnte durch eine Sichtbarkeitsanalyse behoben werden. Bei der Sichtbarkeitsanalyse wird der Bestand simuliert, um dann das geplante Vorhaben einzusetzen und hiervon mehrere Ansichten zu generieren. Von großer Bedeutung ist dabei, dass die Gebäude sowohl richtig verortet als auch in den richtigen Proportionen eingesetzt sind, um die Entscheidung des Gremiums nicht in eine „bestimmte Richtung zu lenken“.

### ***2.3.5. Einsatz bei Wettbewerben***

Städtebauliche oder architektonische Wettbewerbe sind ein wichtiges Feld, wenn es um die „zukünftige Gestalt“ der Stadt geht. Aufgrund von steigenden Anforderungen an die Gebäude und auch wettbewerbsrechtlichen Anforderungen seitens der EU nimmt die Anzahl an Direktvergaben ab; diese werden stattdessen als Ausschreibungen ausgeführt. Um hier den beteiligten Büros allesamt Chancengleichheit zu gewährleisten, werden häufig umfangreiche Materialsammlungen mit Schnitten, Ansichten, Katasterplänen etc. zur Verfügung gestellt [Post/Welters]. Eine ergänzende Information könnte hier auch ein dreidimensionales Stadtmodell bieten, welches den am Wettbewerb beteiligten Büros einen erheblich besseren Eindruck von der Umgebung und den Rahmenbedingungen vermittelt, als es als über Fotografien möglich wäre [Petschek 2004 sowie Zeile 2010:181ff.]. Bei einer von den Büros bearbeitbaren Fassung könnten sie ihren Entwurf sogar direkt im Zusammenspiel mit dem Bestand betrachten.

### ***2.3.6. Einsatz in der Immobilienwirtschaft***

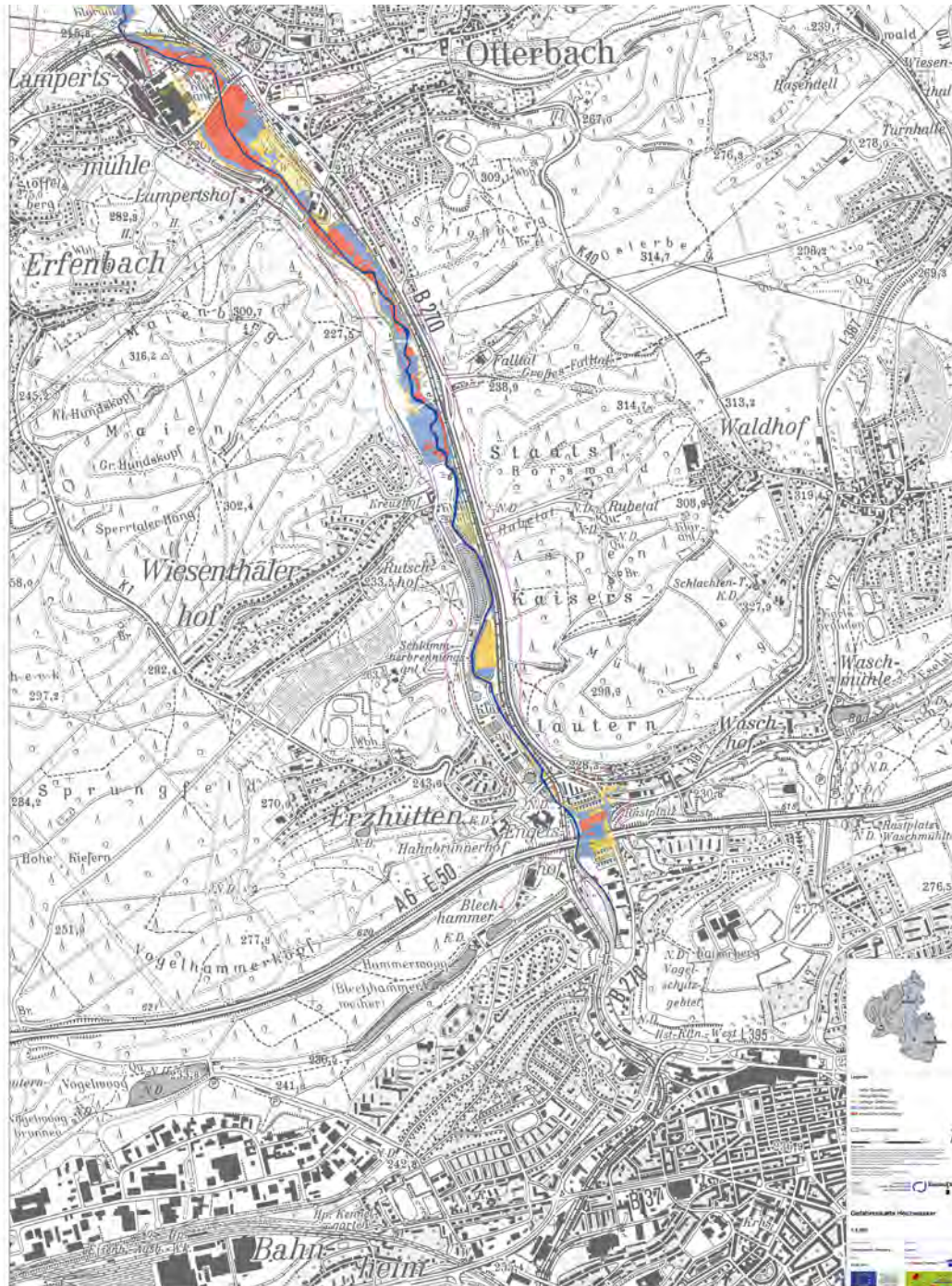
Für die verschiedenen Aufgabenbereiche innerhalb der Immobilienwirtschaft wie beispielsweise Entwicklung, Produktion, Bewirtschaftung oder Vermarktung von Objekten können dreidimensionale Stadtmodelle durchaus ein Potenzial zur Verbesserung der Arbeitsabläufe darstellen. Bei der Entwicklung von Immobilien besteht das große Potenzial von dreidimensionalen Stadtmodellen bei der direkteren und schnelleren Kontrolle des Entwurfes (Siehe hierzu Kapitel 2.3.). Das größere Einsatzgebiet für dreidimensionale Stadtmodelle in der Immobilienwirtschaft dürfte jedoch innerhalb der Vermarktung der Immobilien sein. Hier kann man den potenziellen Kunden durch dreidimensionale Ansichten einen besseren räumlichen Eindruck von der Lage der Immobilie verschaffen, zumal dieses laut der Immobilienwirtschaft eines der wichtigsten Kriterien für den Wert einer Immobilie [AKBW] ist.

### ***2.3.7. Einsatz im Bereich Lärmemissionen***

Lärm ist eine der störenden Begleiterscheinungen unserer Zivilisation und der Dirigent Herbert von Karajan nannte Lärm sogar „den hörbaren Müll unserer Zivilisation“. Der Grund für diese negative Einschätzung ist, dass neben den Luftschadstoffen der Lärm einer der Hauptfaktoren für zivilisationsbedingte Umweltgefährdung ist. Sein Gefährdungspotenzial gewinnt er aus dem Stress, den er beim Menschen verursacht. So stellte der Sachverständigenrat für Umweltfragen fest, „dass der Lärm nach den bisherigen Erkenntnissen als ein Risikofaktor anzusehen ist, der im Zusammenhang mit anderen Belastungsgrößen gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen kann. Auswirkungen von Lärm sind u.a. Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Unlustgefühl, Aggressionen sowie die Abnahme der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit“ [Städtebauliche Lärmfibel]. Die EU hat dieses Thema aufgenommen und am 25. Juni 2002 die Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm eingeführt. Diese widmet sich insbesondere dem Kampf gegen den Verkehrslärm und sieht in mehreren Stufen Maßnahmen gegen ihn vor. Für den ersten Umsetzungsschritt der Richtlinie, der Bewertung des Lärmes, sind nun detaillierte Karten der von bestimmten Verkehrsarten verlärmten Gebiete erforderlich. Für die Erstellung dieser Karten gibt es Methoden zur Messung und Berechnung. Die Messung von Schallquellen erfolgt klassisch mit geeigneten Geräten.



Sie hat jedoch den Nachteil, dass die Messung nur punktuell (orts- und zeitbezogen) erfolgt, so dass der Lärm weder flächig erfasst werden, noch in seiner Gesamtschau betrachtet werden kann und häufig nur Extremwerte gemessen werden.



**Abb.10.: Darstellung der Hochwasserrisiken, timisflood.net, Kaiserslautern 2010**



Daher ist in vielen Rechtsvorschriften, wie beispielsweise der 16. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV), die Berechnung der Lärmbelastung der vorgeschriebene Weg. Für diese Berechnung werden komplizierte Berechnungsverfahren verwendet, für die eine Vielzahl von Faktoren relevant ist. So zählen nicht nur die Verkehrsstärke und Verkehrsart dazu, sondern auch die Beschaffenheit der Straße, das Gelände und evtl. vorhandene Bebauung, welche insbesondere durch die Brechung des Schallpegels die tatsächliche Lärmbelastung verfälschen [Datakustik]. Durch den frühzeitigen Einsatz von dreidimensionalen Stadtmodellen kann hier ein Mehraufwand vermieden werden, da beispielsweise Lärmberechnungssoftware wie der Marktführer CADNA A über eine Importfunktion für CityGML-Daten verfügt. Die Gebäude müssen daher nicht mehr innerhalb der Software neu erstellt werden, sondern können aus dem vorhandenen Datensatz des Stadtmodelles importiert werden.

### ***2.3.8. Einsatz im Bereich Hochwasserschutz***

Hochwasser ist eine immer wiederkehrende Thematik für Flussanlieger und seit Generationen beschäftigen sich diese Menschen mit dem Schutz ihres Eigentums vor den Fluten. Die Erfahrungen der vergangenen Hochwasser, insbesondere am Rhein, haben gezeigt, dass das Problem des Hochwassers durch eine Eindeichung und Begradigung lediglich an die Unterlieger weitergegeben wird. Aufgrund dessen wurde in den letzten 20 Jahren die Notwendigkeit eines Maßnahmenwechsels erkannt, der die Abkehr von einer möglichst schnellen Ableitung des Wassers hin zu einem naturnäheren Umgang mit dem Wasser, beispielsweise durch gezielte Polderflächen anstelle von Begradigungen und Dämmen, bedeutet. Ebenso gehört dazu die Loslösung von der singulären Betrachtung einzelner Hoheitsgebiete und die Hinwendung zu einer Betrachtung der Flußgebietseinheit als Ganzes, nicht zuletzt aus dem Grund, dass ein Fluss nicht an der Landesgrenze halt macht. Dieses Umdenken findet seine rechtliche Umsetzung in der am 23. Oktober 2007 eingeführten Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Hier wird ebenfalls, wie schon in dem o.g. Beispiel der Lärmaktionsplanung, die enorme Arbeitserleichterung der Fachplanung durch die Verwendung dreidimensionaler Stadtmodelle deutlich.

Vgl. hierzu EG HWRM-RL Art. 4 Nr. 2 Satz a: „[...] in geeignetem Maßstab angelegte Karten der Flussgebietseinheit, aus denen die Grenzen der Einzugsgebiete, Teileinzugsgebiete und, sofern vorhanden, der Küstengebiete sowie die Topografie und die Flächennutzung hervorgehen“. Es wird deutlich und dieser Eindruck verstärkt sich bei der Betrachtung einschlägiger Softwarelösungen zur Berechnung von Hochwasserrisiken, dass zu einer qualifizierten Betrachtung der Hochwasserrisiken die Kenntnis der Geländemorphologie und des Gebäudebestandes notwendig sind. Hier kann eine Vorhaltung der Daten in digitaler Form durch ein dreidimensionales Stadtmodell diese Arbeitsschritte erleichtern, wobei mittels des DGM die Hochwasserausbreitung ermittelt werden kann, während das Stadtmodell der Ermittlung der Schadensszenarien dient.

### ***2.3.9. Einsatz beim Katastrophenschutz***

Bei der Planung von Katastrophenvorsorge, die seit einigen Jahren für Gebäude und für Veranstaltungen mit einem hohen Publikumsaufkommen im Vorfeld durchgeführt wird, zeigt die Anwendung von dreidimensionalen Modellen ebenfalls einen großen Wirkungsgrad. Diese Katastrophenplanungen werden so durchgeführt, dass mittels Simulationen von Menschenströmen die Dimensionierung von Fluchtwegen oder die erforderlichen Evakuierungszeiten nachgewiesen werden können. Diese Simulation kann sowohl gebäudebezogen für Fluchtwege erzeugt, aber auch stadtteilbezogen im Hinblick auf Veranstaltungen oder Terroranschläge angewandt werden. Um ein dreidimensionales Modell für die Planung generieren zu können, werden hierfür jedoch dreidimensionale Gebäudedaten benötigt. Diese könnte ein dreidimensionales Stadtmodell liefern. Aufgrund der Vielzahl der dafür benötigten Daten und des großen Aufwandes werden solche Berechnungen bisher nur für besonders gefährdete Objekte oder Veranstaltungen mit einem hohen Gefährdungspotenzial durchgeführt [REPKA 2011].

### ***2.3.10. Einrichten von Funknetzen***

Bei der Errichtung von Funknetzen haben dreidimensionale Stadtmodelle eine nicht zu unterschätzende Rolle. Zwar ist die Pionierzeit des Ausbaus des Mobilfunknetzes vorüber, jedoch muss dieses permanent modernisiert werden, da die heutigen Nutzer neben der Sprachkommunikation auch mobile Datendienste in einer hohen Qualität erwarten.

Bei der Errichtung solcher Funknetze sind dabei mehrere Parameter von entscheidender Bedeutung. Die Anzahl der Funkzellen soll so gering wie möglich sein, um nicht ein betriebswirtschaftlich teures Überangebot zu errichten, jedoch aber so zahlreich, dass überall ein guter Empfang gewährleistet werden kann. Diese Gewährleistung des guten Empfanges hängt von dem Vorhandensein abschirmender Strukturen wie Gebäude, Berge etc. und der Wellenlänge des Funknetzes ab. So dient beim BOS-Funk (digitaler Behördenfunk) das 4m-Band zur Erschließung der Fläche, während das 2m-Band aufgrund seiner höheren Energie zwar nicht so weit strahlt, dafür aber Gebäude gut durchdringen kann. Um diese Anforderungen an Qualität, ebenso wie an Effizienz zu erfüllen, ist das Einrichten von Funknetzen in starkem Maße auf die Unterstützung durch den Computer mittels dreidimensionaler Modelle der Gebäudestruktur und des Geländes angewiesen. Die folgende Abbildung stammt aus dem Programm zur Funknetz-Planung der Telekom, Petaplan.



*Abb.11.: Darstellung Petaplan, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

### ***2.3.11. Verschattungsanalysen im Rahmen der Entwurfsplanung***

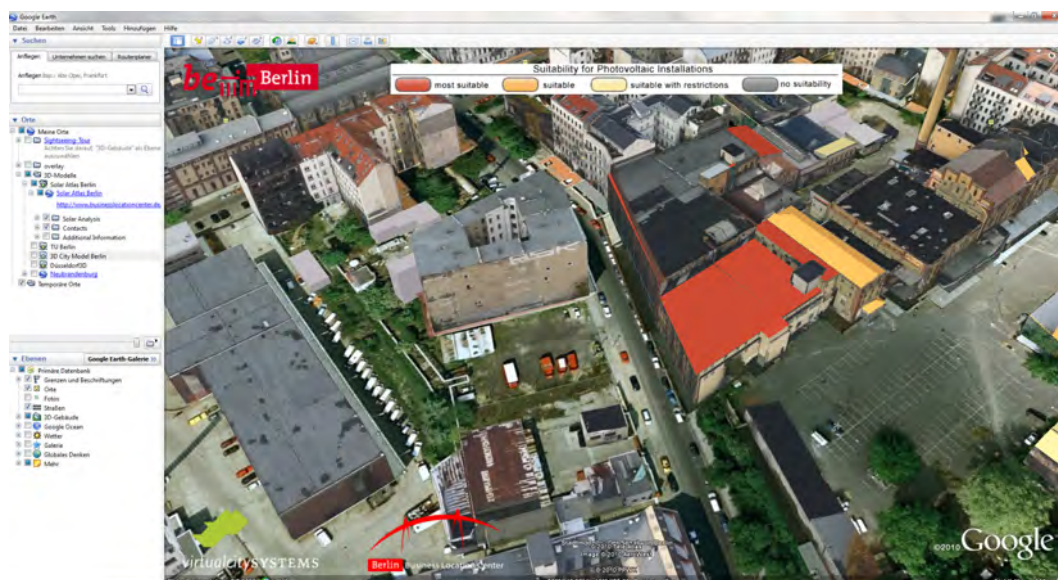
Eine Verschattungsanalyse ist ein relativ neues Feld im Bereich der Entwurfsplanung. Sie weist die Belastung der Umgebung durch den Schattenwurf des geplanten Gebäudes nach.



Einer solchen Analyse wird sich häufig bei prestigeträchtigen Großbauten oder bei schwierigen Umgebungen (beispielsweise sensible Umgebungen aufgrund einer städtebaulichen Dominante) bedient. Für die Verschattungsanalyse werden georeferenzierte 3D-Daten des Untersuchungsobjektes sowie der Umgebung benötigt, für die dann zu typischen Zeitpunkten (meist der 17. Januar, der 21. März sowie der 21. Juni) der Sonnenstand und der damit verbundene Schattenwurf simuliert wird.

### ***2.3.12. Potenzialermittlung für Photovoltaik***

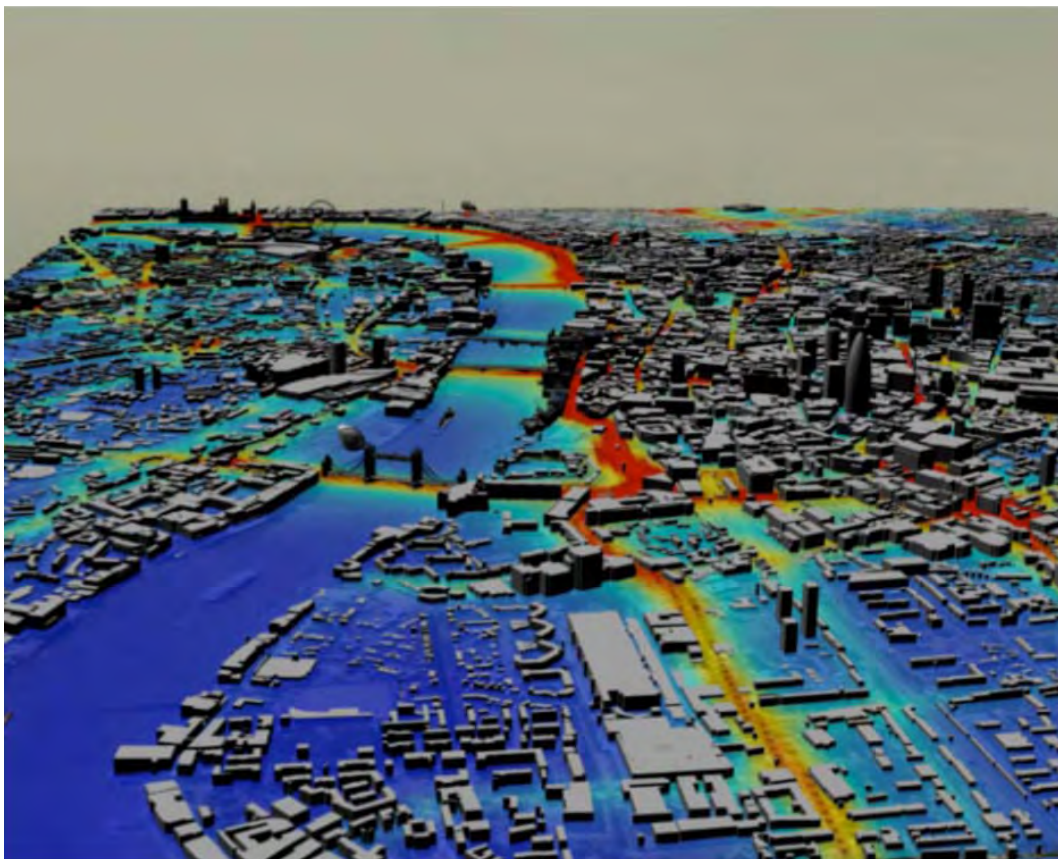
Eine ähnliche Berechnungsmethodik wie die Verschattungsanalyse aus dem vorherigen Kapitel weist die Potenzialermittlung für Photovoltaik auf, die sich jedoch durch ihre veränderten Rahmenbedingungen unterscheidet. Allgemein soll hierbei nicht die Verschattung durch ein einzelnes Objekt nachgewiesen werden, sondern die Sonneneinstrahlung auf eine Vielzahl von Dächern. Daher sind die Anforderungen an die Detaillierung des dreidimensionalen Modells geringer, hingegen die Anforderungen an den Umgang des Programmes mit beträchtlichen Datenmengen aufgrund der größeren Anzahl an zu berechnenden Flächen höher [Solarfibel 2007:78]. Auch besteht bei den Potenzialermittlungen für Photovoltaik häufig ein starkes, öffentliches Interesse, diese Daten im Nachhinein der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, um Grundstückseigentümer zu einer Nachrüstung ihres Daches mit Photovoltaikanlagen zu animieren.



***Abb.12.: Google Earth Overlay mit Darstellung des Photovoltaik-Potenzials, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011***

### ***2.3.13. Animierte Karten der Luftqualität mit Durchmischungsfaktoren***

Ähnlich dem bereits geschilderten Aufgabenfeld der Planung von Katastrophenszenarien, welche durch Computereinsatz und dreidimensionale Modelle die Bewegungen von großen Menschenmengen innerhalb der Stadt simulieren können, greift auch das Feld der Visualisierung von Stoffdurchmischungen auf diese Daten zu. Die Visualisierung von Stoffdurchmischungen ist im städtischen Kontext insbesondere für die Errechnung der Luftqualität sinnvoll. So kann beispielsweise das bestehende Netz aus Messstationen der Luftqualität durch feine Simulationen unterstützt werden, die dann für die messstationsfreien Stellen die fehlenden Daten interpolieren. Diese werden unter Zuhilfenahme des Stadtmodelles und geeigneter atmosphärischer Rahmenbedingungen wie beispielsweise Hauptwindrichtungen ergänzt, um die Genauigkeit der Simulation zu verbessern.



***Abb.13.: Ausbreitung von Stickoxiden in London, aus: S. Evans (2009): 3D cities and numerical weather prediction models: An overview of the methods used in the LUCID project, London***

### ***2.3.14. Aufgaben der Stadtplanungsforschung***

Der Einsatz von dreidimensionalen Stadtmodellen in der Stadtplanungsforschung ist ein wirkungsvolles Instrument, um die sich verändernden Prozesse der Stadtentwicklung zu simulieren und zu verdeutlichen. Städtische Strukturen resultieren aus verschiedenen kontinuierlich ablaufenden, sich wechselseitig beeinflussenden Prozessen. Wird das Erscheinungsbild einer Stadt zu einem bestimmten Zeitpunkt dargestellt, erhält man lediglich eine Momentaufnahme dieses dynamischen Systems, daher versucht die Stadtplanungsforschung die Repräsentation der Stadt als kontinuierlichen Prozess darzustellen [König 2010:1].

Beschränkte sich die Stadtmorphologie hier bisher hauptsächlich auf Schwarzpläne, so kann sie durch den Einsatz von dreidimensionalen Modellen aus ihrer planaren Betrachtung herausgeholt und um die dritte Dimension erweitert werden [Entwurforschung 2011]. Dieses ist ein wichtiger Ansatz, da die städtebauliche Dichte einen nicht unerheblichen Einflussfaktor bei städtebaulichen Entwicklungen des Urban Sprawl darstellt [Siedentop 2005:4]. Bei deren Visualisierung können dreidimensionale Stadtmodelle ebenfalls sinnvolle Dienste leisten.

### ***2.3.15. Aufgabenfelder im Bereich der Lichtplanung***

Lichtplanung ist zwar ein relativ neues Feld, verzeichnet jedoch große Zuwachszahlen. Das Hauptaugenmerk der Lichtplanung liegt darauf, die gegebene städtebauliche Situation effektiv und trotzdem sparsam in Szene zu setzen. Außerdem sollen einzelne städtebauliche Dominanten durch besonders hervorgehobene Beleuchtung in ihrer Bedeutung unterstrichen werden. Für diese Aufgaben wird häufig auf die Unterstützung mittels professioneller Lichtplanungsprogramme wie beispielsweise Dialux zurückgegriffen, mit der schnell verschiedene Szenarien unter Verwendung unterschiedlicher Leuchten erstellt werden können. Da Gebäude sowohl Licht in seiner Ausbreitung behindern, als es auch teilweise reflektieren, verwenden diese Lichtplanungsprogramme im Regelfall dreidimensionale Stadtmodelle, um die Lichtplanung möglichst realistisch durchführen zu können. Hier kann nun der Workflow durch den generellen, fachplanungsübergreifenden Einsatz von dreidimensionalen Stadtmodellen gestrafft werden, da auf bereits vorhandene Daten zurückgegriffen werden kann und keine neuen erstellt werden müssen [Zeile 2010:191].

### ***2.3.16. Einsatz in der Augmented Reality***

Navigationssysteme, die so klein sind, dass sie auch außerhalb von Flugzeugen oder Schiffen verwendet werden können, gibt es seit Anfang der 90er Jahre. Ihr Aufschwung wurde begünstigt durch die Abschaltung der künstlichen Signalverschlechterung des GPS-Signals für nichtmilitärische Anwendungen sowie die fortschreitende Miniaturisierung der Computertechnik, die, dem Mooreschen Gesetz folgend, in etwa alle 20 Monate ihre Leistungsfähigkeit verdoppelt.

Waren die ersten Navigationssysteme noch sehr aufwändig und groß konstruiert, so sind aktuelle Navigationssysteme mittlerweile schon in Smartphones zu finden. Einhergehend mit dieser Miniaturisierung ist eine Zunahme von Softwarelösungen zu verzeichnen, die auf diese Standortbestimmungen zurückgreifen. Ein aktuell immer häufiger anzutreffendes Themenfeld innerhalb dieser Softwarelösungen ist das der Augmented Reality, einer Erweiterung der Realität unter Zuhilfenahme geeigneter Software. Zwar ist dieser Begriff sehr weit gefasst und aktuell sind fast nur Anwendungen anzutreffen, die eine Erweiterung der Realität mit visuellen Informationen anbieten. Dieses kann dann so aussehen, dass auf Basis der aktuellen Position über eine Liveaufnahme der Situation vor Ort auf dem Smartphone ortsbezogene Informationen eingeblendet werden oder sogar dreidimensionale Gebäude platziert werden, um die Navigation zu erleichtern [Allbach 2010:68]. Diese Erweiterung der Realität ist ebenfalls seit der Freischaltung des Google Streetview Dienstes bei Google Earth zu betrachten, und es kann zwischen der Draufsicht, einem Schrägluftbild, einem puristisch anmutenden dreidimensionalen Modell, einem texturierten dreidimensionalen Modell und der detaillierten Straßenfotografie gewechselt werden. Einen Mehrwert bieten darüber hinaus sonstige eingeblendete geolokalisierte Informationen wie beispielsweise Straßennamen oder Nutzung der Geschäfte.

### ***2.3.17. Einsatz als Tool für Marketing/Tourismus***

Wie schon an anderer Stelle beschrieben führt der demographischen Wandel und die damit einhergehende Veränderung der Beschäftigungsstruktur zu einem immer stärker werdenden Kampf um mögliche Neuansiedelungen in den Kommunen. Mit einem adäquaten Stadtmarketing kann eine Stadt ihre Stärken verdeutlichen und potenzielle Investoren auf sich aufmerksam machen.



Die Bedeutung dieses Feldes wird u.a. auch durch die immer häufiger anzutreffenden Slogans (Claims) verschiedener Städte deutlich, mit denen bereits beim Schriftzug des Namens bestimmte Stärken herausgestellt werden sollen. Einen weiteren Schritt für das Stadtmarketing können hier dreidimensionale Modelle gehen, die auf eine graphisch ansprechende Form die Stärken raumbezogen präsentieren können. Ein sehr gutes Beispiel zeigt dazu das dreidimensionale Stadtmodell der Stadt Berlin, in dem beispielsweise alle Musikproduzenten und Studios verortet sind, so dass für potentielle Investoren die Bedeutung Berlins für die Kreativwirtschaft deutlich wird und sie die räumliche Nähe zu ihrer Kundschaft sehen können.



**Abb.14.: Darstellung der Claims verschiedener Städte, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

Ein dreidimensionales Stadtmodell kann jedoch nicht nur potenziellen Investoren, die sie sich in einer Stadt niederlassen möchten, die Entscheidung erleichtern, sondern auch Touristen bei ihrer Urlaubsplanung helfen. Durch das räumliche Erleben einer fremden Stadt mittels dreidimensionaler Stadtmodelle lassen sich die Zusammenhänge und räumlichen Verortungen bestimmter Objekte, sowie bestimmte innerstädtische Blickwinkel viel besser erfahren als mit herkömmlichen zweidimensionalen Stadtplänen [Höffken 2009:68]. Dieses sorgt dafür, dass sich die Touristen bei ihrer Ankunft in der fremden Stadt bereits mit mehr Ortskenntnis bewegen können als noch in der Zeit zweidimensionaler Stadtpläne.

### **3. Funktionsweise der Visualisierung**

Der Grundaufbau des digitalen dreidimensionalen Stadtmodells auf Dateiebene unterscheidet sich je nach dem Dateityp, der verwendet wird. Es gibt Dateitypen, deren sämtliche Objekte in XML-Syntax in eine Datei geschrieben werden, wie CityGML. Andere Dateitypen verwenden einen proprietären Aufbau, d.h. der Inhalt der Datei ist nicht im Klartext zu lesen.



Diese Daten werden zunächst in das Programm zur Visualisierung geladen, dabei liegen die Elemente des Modells in Vektor-, Pixel- oder Voxelform vor und besitzen eine Lageinformation für das Modell. Zusätzlich dazu können diese Elemente noch Informationen wie eine evtl. Drehung um die X-, Y- oder Z-Achse, Effekte wie Schattenwurf oder mit diesem Element verknüpfte Dateien enthalten. Innerhalb des Visualisierungsprogramms wird aus diesen Daten nun das Modell gebildet, wobei sich als Formen der Modellerstellung unterscheiden lassen [Streich 1994:68ff.]:

- das Kantenmodell,
- das Flächenmodell,
- das Volumenmodell sowie
- das Körpermodell.

#### **Kantenmodell:**

Bei einem Kantenmodell werden die Körperkanten des Modells als gedachte Drahtgeometrie durch eine mathematische Beschreibung der sie bildenden Vektoren abgebildet. In vielen Fällen wird das Flächenmodell aus dem Kantenmodell gebildet, in dem die durch eine beliebige Anzahl an Kanten beschriebenen Flächen mit einer Textur/Farbe gefüllt werden.

#### **Flächenmodell:**

Bei einem Flächenmodell werden die den Körper begrenzenden Flächen durch eine mathematische Beschreibung, zum Beispiel durch NURBS-Flächen, beschrieben und damit gebildet. Zur Erleichterung des Modellaufbaus wird in der Regel noch zusätzlich die Topologie der Flächen, also die Information, welche Fläche aneinandergrenzen, mit abgespeichert.

#### **Volumenmodell:**

Das Volumenmodell speichert zusätzlich zu den beschreibenden Flächen eines Körpers (siehe Flächenmodell) die Information, auf welcher Seite der jeweiligen Fläche sich Materie beziehungsweise ein Volumen befindet. So können durch die Volumenbeschreibung die Durchdringung sowie das Volumen eines dargestellten Körpers bestimmt werden.

## **Körpermodell:**

Ein Körpermodell ist ein Modell, das alle Eigenschaften der vorherigen Modelle vereinigt und zusätzlich dazu Information bezüglich des Werkstoffes sowie der Oberflächenbeschaffenheit beinhaltet. Ein Körpermodell besteht also aus Kanten, Flächen, dem dazugehörigen Volumen und nicht-geometrischen Informationen wie beispielsweise dem Material. Ein solches Modell kann zum Rendering eines Objekts, sowie zur Fertigung desselben dienen, wenn es entsprechende Informationen zur Ansteuerung von 3D-Plottern oder CNC-Fräsen enthält.

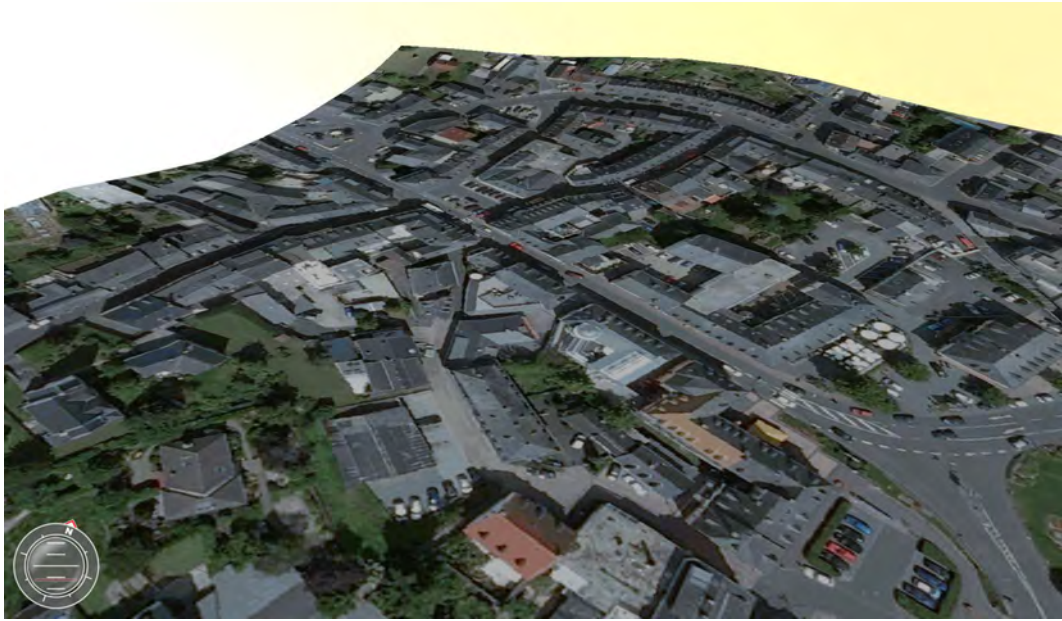
Das erstellte Modell wird innerhalb des Visualisierungsprogramms von der Renderingengine bearbeitet und dabei wird geprüft, welche Teile des Modells in welcher Entfernung im momentanen Bildausschnitt wiedergegeben werden. Anhand dieser Berechnung und evtl. vorhandener zusätzlicher Parameter wie einer geringeren Texturqualität für die Vorschau sowie der aktuellen Bildschirmauflösung wird das Bild erzeugt, das an die Grafikkarte zur Ausgabe auf dem Bildschirm geschickt wird [Wood 2005:297].

## **4. *Detailierung der Visualisierung***

Eine grundlegende Überlegung vor der Erstellung der 3D-Visualisierung besteht im gewünschten Verwendungszweck des Modells. Auf diesen Anwendungsbereich hin sollte die Qualität und Aufbereitung des Modells angepasst werden, um sowohl unnötigen Arbeitsaufwand zu vermeiden, als auch um Systemressourcen zu sparen. Zwecks Systematisierung und besserer Abgrenzung von Qualität und Aufbereitung des Modells gibt es 5 Detaillierungsgrade (Level of Detail), LoD 0 bis LoD 4. Die Ausgestaltung der einzelnen Detaillierungsgrade mit bestimmbareren Elementen variiert je nach Einsatzzweck des Stadtmodells, in der vorliegenden Evaluation soll die Aufteilung der Arbeitsgemeinschaft „3D-Stadtmodelle des AK Kommunales Vermessungs- und Liegenschaftswesen des Städtetages Nordrhein-Westfalen“ [AK 3D 2004:28] verwendet werden.

### **LoD 0 – das Regionalmodell**

Es enthält eine dreidimensionale Beschreibung der Geländeform, das digitale Geländemodell (DGM) wird mit einem Orthofoto als Textur überlagert.



*Abb.15.: Beispiel eines LoD 0 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

### **LoD 1 – das Stadt-/Standortmodell**

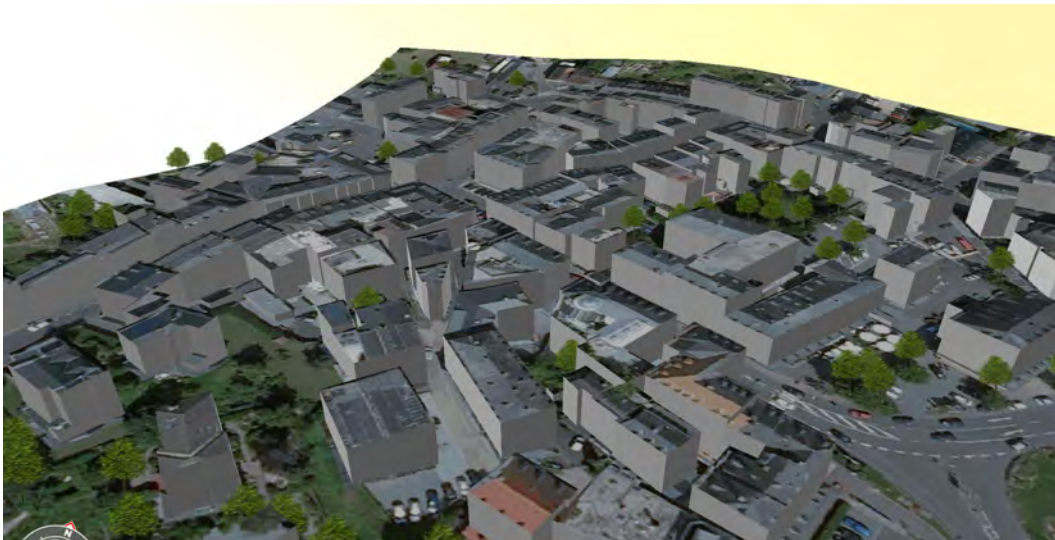
Das Stadtmodell im LoD 1 enthält eine dreidimensionale Beschreibung der Geländeform, das digitale Geländemodell (DGM); dieses wird überlagert mit einem Orthofoto als Textur. Auf dieser Grundfläche finden sich die Gebäude als einfache Quader, ohne Dachstrukturen oder Fassadentexturen.



*Abb.16.: Beispiel eines LoD 1 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

## LoD 2 – das Stadt-/Standortmodell

Das LoD 2 Stadtmodell enthält eine dreidimensionale Beschreibung der Geländeform, das digitale Geländemodell (DGM). Dieses wird überlagert mit einem Orthofoto als Textur. Auf dieser Grundfläche befinden sich jedoch, abweichend vom LoD 1, die Gebäude mit Dachstrukturen und Fassadentexturen. Ferner sind Vegetationsmerkmale wie Bäume verortet.



*Abb.17.: Beispiel eines LoD 2 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

## LoD 3 – das Stadt-/Standortmodell

Das Stadtmodell im LoD 3 besteht aus den Merkmalen wie das LoD 2, diese sind aber weiter ausdifferenziert. Die Gebäude besitzen nicht nur eine Fassadentextur als Wand, sämtliche Fassadenelemente sind modelliert. Außerdem ist zusätzlich zu den Vegetationsmerkmalen auch Stadtmobiliar dargestellt.

## LoD 4 – das Innenraummodell

Das Modell im LoD 4 ist ein begehbare Architekturmodell, und zusätzlich ist hier zu den Außenmerkmalen der vorhergehenden LoD auch der Innenraum des Objekts fertig ausmodelliert.





*Abb.19.: Beispiel eines LoD 3 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2010*



*Abb.18.: Beispiel eines LoD 4 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2009*

Die vorangegangene Unterteilung der LoD ist nur eine Empfehlung, zusätzlich können noch andere Elemente in das Modell aufgenommen werden, wie:

- Brücken und Tunnel
- Ober- und unterirdische Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen

- Vegetation und Bäume
- Stadtmobiliar
- Einrichtungen zur Verkehrsregelung und -lenkung

#### **4.1. *Landmark***

Landmarks sind ein wichtiger Bestandteil des Stadtbildes und tragen erheblich zur Orientierung innerhalb der Stadt und zur Identifizierung mit ihr bei. Sie bezeichnen i.d.R. Gebäude oder Objekte mit einem hohen Wiedererkennungswert, dessen städtebaulich-architektonische Qualität sich meistens aus einem hohem Repräsentationscharakter ableitet. Aufgrund ihrer Individualität und Signifikanz leisten sie Hilfestellungen für die Orientierung [Clerici 2009]. So wäre die Erkundung von Paris beispielsweise ohne Eiffelturm wesentlich schwieriger, da dieser aufgrund seiner weitläufigen Sichtbarkeit auch zur Orientierung im Stadtkörper beiträgt.

Um zu gewährleisten, dass diese mit einem Landmark verbundenen Effekte auch in einem dreidimensionalen Modell zum Tragen kommen und die Bürger beispielsweise „ihren Marktplatz“ wiedererkennen, ist es wichtig, die Landmarks in einer hohen Qualität in das Modell zu übernehmen. Hier bietet sich, entsprechend der Einteilung der Modellqualität in Kapitel 4, eine Modellierung als LoD 3 an. Eine Modellierung als LoD 4 wäre zwar reizvoll um damit zusätzliche Informationen bereitzustellen, in der Praxis unterstützen jedoch die wenigsten Programme zur Stadtmodellerstellung eine Innenraumansicht, so dass diese Detailstufe an dieser Stelle nicht nutzbar wäre. Bei der Modellierung als LoD 3 bietet es sich an, die Fassadentexturen aus realen Fotografien zu generieren, um hier einen hohen Wiedererkennungswert zu schaffen.

### **5. *Datenschutz***

Durch ein dreidimensionales Stadtmodell werden datenschutzrechtliche Belange berührt, die eingehend betrachtet werden sollten. Die gesetzliche Grundlage für diese Belange bildet einerseits die Bundesgesetzgebung für Datenschutz (Bundesdatenschutzgesetz, BDSG), welche die datenschutzrechtlichen Belange für Bundesverwaltung und Privatwirtschaft regelt und andererseits die Landesgesetzgebung (Landesdatenschutzgesetz, LDSG), welche Regelungen für Landesverwaltung und Kommunen enthält.

Im Folgenden werden zunächst Erläuterungen zur Entstehungsgeschichte des Datenschutzes gegeben und im Anschluss wird die Bedeutung des Begriffs der „personenbezogenen Daten“ näher betrachtet. Es schließt sich eine Betrachtung von bestimmten und bestimmbar Daten und der Möglichkeit der Re-Individualisierung daran an. Abschließend werden die Maßgaben für einen datenschutzgerechten Aufbau von Geodatendiensten aufgezeigt.

### ***5.1. Entstehung des Datenschutzes in der BRD***

Die Datenschutzbestimmungen im Allgemeinen beziehen sich immer auf den Schutz personenbezogener Daten. Anfang der 70er Jahre entstanden im Zuge der elektronischen Datenverarbeitung Datenschutzbestimmungen, mit denen die Daten einer natürlichen Person bei der Verarbeitung vor Missbrauch geschützt werden sollten. Erstmals wurde an dieser Stelle der Grundsatz des Verbotsprinzips mit Erlaubnisvorbehalt geschaffen, der eine Verwendung personenbezogener Daten grundsätzlich untersagt,

jedoch eine Verwendung mit Erlaubnis des Betroffenen oder durch gesetzliche Ausnahmeregelungen zulässt. Das Bundesverfassungsgericht hat am 15.12.1983 mit dem Volkszählungsurteil den Datenschutz als Grundrecht anerkannt und leitete aus Art. 2 Abs. 1 GG und Art. 1 Abs. 1 GG aus dem Persönlichkeitsschutz das Recht auf informationelle Selbstbestimmung ab. Gestärkt wurde dieser Schutz durch die Tatsache, dass seit diesem Zeitpunkt keine belanglosen personenbezogenen Daten mehr existieren, wodurch alle personenbezogenen Daten schützenswert sind. Der Grad des Schutzbedarfs steigt jedoch, je mehr der Kern der Persönlichkeit berührt wird. Ergebnis des Volkszählungsurteils war schließlich ein verfassungsrechtlicher Auftrag an den Gesetzgeber, entsprechende Rechtsvorschriften in Form eines Bundesdatenschutzgesetzes zu formulieren und zu erlassen [Roßnagel 2003: 486]. Mit der europäischen Richtlinie 95/46/EG vom 24.10.1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr wurde die Forderung des Bundesverfassungsgerichts gestärkt. Danach dürfen personenbezogene Daten „nur unter den in den Richtlinien genannten und in den nationalen Gesetzen näher ausgeführten Bedingungen verarbeitet werden“ [Roßnagel 2003: 488].



## **5.2. Definition „Personenbezogene Daten“**

Nach § 3 Abs. 1 LDSG Rheinland-Pfalz sind personenbezogene Daten Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse bestimmter oder bestimmbarer natürlicher Personen. Persönliche Verhältnisse können beispielsweise Angaben über Name, Anschrift, Geburtsdatum oder Familienstand sein. Sachliche Verhältnisse hingegen können Eigentumsverhältnisse oder vertragliche bzw. sonstige Beziehungen zu Dritten sein [Roßnagel 2003: 490].

## **5.3. Bestimmbare und bestimmte Informationen und die Möglichkeit der Re-Individualisierung**

Aus der vorangegangenen Definition geht hervor, dass der Gesetzgeber zwischen bestimmten und bestimmbaren natürlichen Personen unterscheidet. Daraus ergibt sich die Frage, wann Informationen einen Rückschluss auf eine natürliche Person erlauben. Denn für die Anwendung der Datenschutzvorschriften kommt es entscheidend auf die Abgrenzung zwischen der Bestimmbarkeit und Nichtbestimmbarkeit der betroffenen Person an. „Bestimmte“ Informationen lassen einen unmittelbaren Rückschluss auf die Identität des Betroffenen zu, wonach sich deren Handhabung als eindeutig erweist. Schwieriger zu behandeln sind hingegen die „bestimmbaren“ Informationen, denn deren Zuordnung erfolgt durch entsprechendes Zusatzwissen. Gemeint ist damit die Möglichkeit der Re-Individualisierung von Informationen, die zunächst keinen Personenbezug aufweisen. Abhängig ist eine Re-Individualisierung erstens von den methodischen und mathematischen Instrumenten mit denen eine Entschlüsselung erfolgen kann und zweitens von dem Zusatzwissen, welches einer Person bekannt ist. Ein Beispiel hierfür ist die Verschlüsselung von Notenzuständen durch Matrikelnummern, wodurch der Personenbezug grundsätzlich weder bestimmt noch bestimmbar ist. Ausgenommen sind jedoch die Fälle, wo der Personenbezug beispielsweise für Kommilitonen oder Dozenten dennoch bestimmbar ist, da diese Personengruppen möglicherweise einen Zusammenhang zwischen einer Matrikelnummer und einer natürlichen Person herstellen können. Somit hängt die Bestimmbarkeit des Personenbezugs von den Ressourcen des Datenverwenders ab und unterliegt einer bestimmten Wahrscheinlichkeit [Roßnagel, 2003: 490 ff.].

#### 5.4. *Personenbezogene Daten im dreidimensionalen Stadtmodell*

Nach der vorangegangenen Erläuterung des Personenbezugs bei Daten soll dieser nun an einem konkreten Fall eines dreidimensionalen Stadtmodells untersucht werden. Da in dem Stadtmodell keinerlei Fahrzeuge oder Personen abgebildet werden, sind keine personenbezogenen Daten zu finden. So lassen sich bezüglich möglicher personenbezogener Daten lediglich die Hausfassaden betrachten. Hier muss festgestellt werden, dass Aufnahmen von Hausfassaden keine „Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbarer Person sind. Vielmehr sind Bilder von Hausfassaden Bilder von Hausfassaden, also von Sachen, die als solche keine Rückschlüsse auf Personen (auf wen denn auch – den Mieter? Eigentümer? Anstreicher?) zulassen und auch nicht zulassen sollen“ [Forgó Streetview 2010]. Dabei fällt auf, dass es sich bei der Abbildung aufgrund des fehlenden Rückschlusses auf eine konkrete Person nicht um ein Eindringen in die Privatsphäre handelt.

Auch sind Hausfassaden, sieht man von Einzelfällen wie abgelegenen Gebäuden ab, von der Straße aus durch die Öffentlichkeit einsehbar. „Wie jeder weiß, der schon einmal ein Plakat in einem Fenster gesehen oder sich über eine besonders schrille Farbe eines Hauses geärgert hat, ist dies auch jedermann bewusst. Wer auf die Straße geht, Auto fährt oder seine Hausfassade türkisfarbig streicht, tut dies im öffentlichen Raum und daher gerade nicht im Rahmen seiner Privatsphäre. Die Autoindustrie lebt gerade in Deutschland nicht schlecht von den Repräsentationsbedürfnissen ihrer Kunden im öffentlichen Raum.“ [Forgó Streetview 2010]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Definition des personenbezogenen Datums aufgrund des technischen Fortschritts immer schwieriger wird. Laut Forgó sind Geodaten dabei als personenbezogen einzustufen, wenn

- sie einer Person, egal ob bestimmbar oder nicht, zugeordnet werden können. Außerdem dann, wenn sie von der datenverarbeitenden Stelle dazu bestimmt sind, einer Person zugeordnet zu werden. Nicht personenbezogen sind dagegen Geo-Informationen über Gegenstände, wenn diese von Anfang an unabhängig von einer Person verarbeitet werden, in diesen Fällen handelt es sich um reine Sachdaten, die dem BDSG nicht unterliegen,

- sie geeignet sind, ein sachliches Verhältnis einer Person zu beschreiben. Dieses meint, dass sie in einem Kontext verarbeitet werden, welcher die Identität, die Merkmale oder das Verhalten einer Person betrifft. Auch können sie in einem Kontext verwendet werden, um zu beeinflussen, wie die Person behandelt oder beurteilt wird,
- die betroffene Person bestimmt oder bestimmbar ist, d.h. eine Identifizierung ist durch die verarbeitende Stelle oder auch jeden Dritten ohne unverhältnismäßigen Aufwand möglich (siehe Kapitel 5.2.3.).

Sind diese drei Voraussetzungen kumulativ erfüllt, ist ein Geodatum als personenbezogen einzustufen. In allen anderen Fällen handelt es sich um reine Sachdaten, für die die Datenschutzvorschriften keine Anwendung finden. Um hierbei die datenschutzrechtlichen Probleme zu entschärfen, bedürfen personenbezogene Daten einer Anonymisierung, auch um die Anforderungen des LDSG Rheinland-Pfalz zu erfüllen.

Dieser Anonymisierung kann entsprochen werden, indem beispielsweise

- Einfamilienhäuser, kleinere Mehrfamilienhäuser und Gebäude in ländlichen Gegenden nicht oder nur verpixelt aufgenommen werden, dagegen können Häuser ohne individualisierbare Eigenschaften in größeren Stadtzusammenhängen ohne Einschränkungen aufgenommen werden.
- Personen und Objekte mit Personenbezug (wie beispielsweise KFZ-Kennzeichen) unkenntlich gemacht werden müssen.

Dabei bleibt jedoch einschränkend festzustellen, dass bei den allgemein zugänglichen Daten ein Ausgleich zwischen den Betroffenen und der verarbeitenden Stelle vorzunehmen ist.

### ***5.5. Selbstverpflichtung Geodatendienste BITKOM***

Diese vorangegangenen Grundlagen zu einem datenschutzgerechten Aufbau eines Geodatendienstes hat auch der Branchenverband BITKOM in einer Selbstverpflichtung aufgegriffen, die er zusammen mit einem Teil seiner Mitglieder (Deutsche Post DHL, Deutsche Telekom, ED Encourage Directories, Google, Microsoft, Panolife, Panogate) aufgestellt hat.

Folgende Punkte haben Geodatendienste dabei zu beachten [BITKOM 2010]:

**Zentrale Plattform:** Es wird ein zentrales Internetportal für Informationen und Widersprüche geben – als einheitliche Anlaufstelle. Dort erfahren Bürger, wie die Dienste funktionieren, ob ihre Stadt schon erfasst ist und welche Rechte sie haben.

**Widerspruch mit wenigen Klicks:** Im zentralen Webportal gibt es Links, die direkt auf die Widerspruchsseiten aller beteiligten Anbieter verweisen. Auf den Seiten der Anbieter kann dann mit einer direkten Markierung der Gebäude beantragt werden, Fassaden unkenntlich zu machen.

**Datensparsamkeit:** Für Online-Widersprüche genügt die Angabe einer E-Mail-Adresse. Weitere persönliche Daten werden nicht verlangt.

**Widerspruchsmöglichkeit auch ohne Internetanschluss:** Wer Widersprüche nicht online einlegen kann oder will, kann bei allen beteiligten Panorama-Diensten mit einem einheitlichen Formular per Brief widersprechen.

**Automatische Verpixelung:** Gesichter und Kfz-Kennzeichen werden ohne Antrag automatisch unkenntlich gemacht, auf Wunsch auch ganze Personen und Autos.

**Telefonische Beratung:** Es wird eine telefonische Beratungsstelle geben, die Fragen zu den Panorama-Diensten beantwortet und Bürger bei Widersprüchen unterstützt.

**Vorab-Informationen:** Die Anbieter informieren auf ihren eigenen Webseiten und über das zentrale Internetportal mindestens einen Monat im Voraus über geplante Aufnahmefahrten.

**Transparenz:** Die Anbieter informieren verständlich und an leicht auffindbarer Stelle über Widerspruchsmöglichkeiten und Datenschutzregeln.

**Einheitliches Logo:** Mit einem einheitlichen Logo weisen die Unterzeichner auf ihrer Webseite auf den Kodex hin.

**Kontrollen und Sanktionen:** Für die Anbieter ist der Kodex verbindlich. Es werden Kontrollen und Sanktionen eingeführt, um die Einhaltung der Vorgaben sicherzustellen.

Einschränkend sei angemerkt, dass vorangegangene Punkte der Selbstverpflichtung auf die Bedürfnisse großer und automatisiert erfasster Stadtmodelle wie beispielsweise Google Streetview zugeschnitten sind. Bei dem in dieser Diplomarbeit erstellten Stadtmodell ist es ausreichend, die unter Kapitel 5.4. aufgeführten Voraussetzungen zu erfüllen.



### ***III. Implementation des Stadtmodells***

#### ***1. Vorgehensweise***

Die praktische Erstellung eines dreidimensionalen Stadtmodells dient sowohl dem Zweck der Evaluierung der Leistungsfähigkeit der eingesetzten Software LandXplorer, als auch der Veranschaulichung der Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen für die kommunalen Planungspraxis. Um insgesamt valide Ergebnisse zu erzielen ist es wichtig, eine standardisierte Verfahrensweise zu wählen, damit die Methode auch später unter anderen kommunalen Rahmenbedingungen einsetzbar sowie reproduzierbar ist. Ebenso würde ein individualisiertes Verfahren bei der Erstellung des Modells einer Nachvollziehbarkeit der Leistungsfähigkeit von LandXplorer entgegenstehen.

##### ***1.1. Auswahl der Kommune***

Bei der Erstellung und Erprobung eines dreidimensionalen Stadtmodells und damit einhergehend der Evaluation seiner Praxistauglichkeit für kommunale Planungsprozesse kommt der Auswahl der Kommune eine wichtige Funktion zu. So sollten die für die Modellierung relevanten Daten ebenso wie auch ein verhältnismäßig gut abgrenzbarer Bereich im Vorfeld vorhanden sein. Zusätzlich zu den beiden genannten Voraussetzungen sollte die Kommune bisher keine Erfahrungen mit dreidimensionalen Stadtmodellen gesammelt haben, um die Evaluierung des Potentials, ebenso wie mögliche Schwierigkeiten nicht zu verfälschen. Aufgrund des Erfüllens dieser Kriterien, positiver Vorgespräche und einiger zusätzlicher Rahmenbedingungen wie beispielsweise dem Ausrichten des Rheinland-Pfalz-Tages 2011, bei dem im Vorfeld das dreidimensionale Stadtmodell auch auf seine Praxistauglichkeit getestet werden kann, wurde Prüm als die zu untersuchende Stadt ausgewählt.

##### ***1.2. Größe und Struktur***

Die Stadt Prüm liegt im Nordwesten von Rheinland-Pfalz im Eifelkreis Bitburg-Prüm und gehört zur Verbandsgemeinde Prüm. Sie ist ein Mittelzentrum mit 5.253 Einwohnern auf einer Gesamtfläche von 22,86km<sup>2</sup>. In der VG Prüm leben 21.360 Einwohner auf einer Fläche von 465,16 km<sup>2</sup>.



Hier kreuzen sich die Bundesstraßen B265 und B410, wobei das Zentrum von Prüm für Fahrzeuge über 7,5t gesperrt ist. Die A60 und die B51 als Verbindung des Rhein-Main-Gebietes mit den Benelux-Staaten führen in 4 km Entfernung an Prüm vorbei. Prüm ist Sitz der Verbandsgemeindeverwaltung.



*Abb.20.: Räumliche Lage von Prüm in RLP, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

Als regionales Mittelzentrum verfügt die Stadt über ein Gymnasium (Regino-Gymnasium), eine Realschule Plus (Kaiser-Lothar-Realschule Plus), eine Berufsschule, ein Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung, eine Feuerwehr, eine Polizei- sowie Bundespolizeiinspektion, ein Schwimmbad sowie ein Kino.

Ein großes Ereignis und eine gute Möglichkeit zur Präsentation der Stadt bietet der Rheinland-Pfalz-Tag 2011, der vom 27. bis zum 29. Mai 2011 in Prüm ausgerichtet wird. Durch dieses Ereignis lernen die Besucher die kulturelle und gesellschaftliche Vielfalt von rheinland-pfälzischen Vereinen kennen; des Weiteren wird vor allem der ausrichtenden Stadt die Möglichkeit zur Darstellung ihrer Schwerpunkte gegeben [STK 2011]. Durch das große Medieninteresse und Gästeaufkommen an den Veranstaltungstagen wird mit einer nachhaltigen Steigerung des Fremdenverkehrs gerechnet. Vor diesem Hintergrund und wegen einer Bewerbung für das Förderprogramm „Aktive Stadt“ werden seit geraumer Zeit bereits umfangreiche Bau- und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt oder sind für die nahe Zukunft geplant.

### ***1.3. Bereits vorhandene kommunale Erfahrung mit dreidimensionalen Stadtmodellen***

Laut Expertengespräch mit dem Leiter des Bauamtes, Herrn Dockendorf, hat die Stadt Prüm bisher keine Erfahrungen mit der Erstellung von dreidimensionalen Stadtmodellen gesammelt. Im Rahmen der Neugestaltung des Hahnplatzes wird im Laufe des Jahres 2011 ein Wettbewerb ausgeschrieben. Hierbei könnte ein dreidimensionales Stadtmodell zum Einsatz kommen und sein Potenzial unter Beweis stellen.

### ***1.4. Verfügbarkeit von Daten***

Um ein dreidimensionales Stadtmodell zu erstellen, ist eine Vielzahl von Daten erforderlich. Einige sind eine Grundvoraussetzung, andere erleichtern den Arbeitsaufwand oder erhöhen die Qualität des Modells. Nachfolgend ist eine Übersicht über die Grundvoraussetzung an Daten mit der Verfügbarkeit in der Untersuchungsgemeinde sowie der entsprechenden Quelle beschrieben.

### ***1.4.1. Digitales Geländemodell***

Das Digitale Geländemodell (DGM) ist die Grundlage der Stadtmodellerstellung in der zu evaluierenden Software LandXplorer. Auf ihm werden das Luftbild und verschiedene zuzuladenden Objekte wie Gebäude oder Stadtmobiliar platziert und zugeschnitten; Objekte außerhalb der Grenzen des DGM sind in LandXplorer nicht sichtbar. Das DGM bestimmt die Höhe aller Objekte im Raum und existiert in der Regel als \*.xyz oder \*.asc-Daten. Diese beiden Formate bilden das Höhenetz als ASCII-Datensatz ab, dies hat gegenüber Punktdaten (beispielsweise D048), die die Höhe einzelner Punkte im Raum speichern, den Vorteil, dass nicht nur die Höhe gespeichert wird, sondern auch die Bruchkanten zwischen den verschiedenen Höhenniveaus.

Von Seiten der Stadt Prüm existiert kein flächendeckendes digitales Geländemodell, im Rahmen der Umgestaltung des Hahnplatzes wurde jedoch durch das beauftragte Ingenieurbüro ein Geländemodell für den Umgriff des Hahnplatzes erstellt. Da dieses den Untersuchungsraum abdeckt, muss das Geländemodell lediglich vom DXF-Format in ein Format für ein DGM umgewandelt werden.

### ***1.4.2. Luftbilder***

Luftbilder sind eine wichtige Voraussetzung für die Erstellung von dreidimensionalen Stadtmodellen, indem sie dem vorher noch anonym aussehenden Modell die Plastizität und Authentizität verleihen, um darin bekannte Strukturen wie Grundstücke, Hangzüge etc. zu erkennen und mit dem Modell besser arbeiten können. Dieses gilt insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass dreidimensionale Modelle nicht ausschließlich einem Fachpublikum vorgestellt werden, welches sich erfahrungsgemäß anhand von Plandaten besser in vorhandene Situationen hineindenken kann, sondern auch der Öffentlichkeit präsentiert werden sollen.

Die Stadt Prüm besitzt flächendeckende Luftbildaufnahmen aus einer Befliegung des Landesamtes für Vermessung und Geobasisinformation vom August 2009, diese liegen in einer Auflösung von 20cm über Grund vor. Die Farbgebung der Luftbilder ist in einer so guten Qualität, dass die Luftbilder für das Stadtmodell verwendet werden können, ohne dieses trist aussehen zu lassen oder die Bilder von der Farbigkeit her nachbearbeiten zu müssen.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Termin der Befliegung zeitgleich mit der jährlich stattfindenden „St. Salvator-Kirmes“ lag, teilweise also Fahrgeschäfte anstatt des normalen Fahrbahnbelags zu sehen sind.



*Abb.21.: Das verwendete Luftbild von Prüm, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

### **1.4.3. Geobasisdaten**

Die Geobasisdaten basieren in der Regel auf der ALK, der Automatisierten Liegenschaftskarte. Sie ist der digitale Nachfolger der analogen Liegenschaftskarte, in der die maßstäbliche Darstellung aller Liegenschaften wie Flurstücke und Gebäude vorgenommen wird.

Die Geobasisdaten wurden von Seiten der Stadt für die Untersuchung in Form von DXF-Daten bereitgestellt. Aufgrund seiner Verbreitung ist dieses Format gut geeignet, um es für die Verarbeitung in verschiedenen Programmen zu verwenden. Es ist ein Format, welches die CAD-Daten als Vektoren speichert; dabei können eine Vielzahl an unterschiedlichen Geometrielementen gespeichert werden. Durch diese Speicherung der Elemente der ALK als Vektoren und der Verwendung einer Georeferenzierung für die Verortung der Objekte ist es ohne Probleme möglich, in weiteren Bearbeitungsschritten diese Daten in Landexplorer einzulesen.



#### **1.4.4. Gebäudedaten**

Die drei vorangegangenen Datenquellen bilden das Grundgerüst des Stadtmodells (DGM, Luftbild, ALK). Durch die korrekte Einarbeitung der vorhandenen Bebauung mit LandXplorer wird das Stadtmodell nun mit „Leben“ gefüllt und seine Anschaulichkeit dadurch auch erhöht. Grundsätzlich unterscheidet LandXplorer hierbei zwei verschiedene Arten des Vorgehens: Die automatisierte Erstellung großflächiger, niedrigdetaillierter Gebäudestrukturen und die manuelle Einarbeitung hochdetaillierter Gebäude. Für ersteres sind die ALK mit den Gebäudeumrissen als Polygon (vgl. Kapitel 1.3.3.) notwendig sowie die Eigenschaften dieser Gebäude. Bei diesen Eigenschaften muss mindestens die bauliche Höhe der Gebäude angegeben werden, zusätzlich kann noch die Dachform, Dachneigung und Ausrichtung sowie ergänzende Gebäudetexturen angegeben werden.

Bei der manuellen Einarbeitung hochdetaillierter Gebäude als Landmark werden die Gebäude nicht von LandXplorer selber modelliert, sondern als bereits fertiges dreidimensionales Modell hinzugeladen. Daher müssen auch nicht die Gebäudedaten wie bei der ersten Methode eingegeben werden, zumal anhand dieser bereits das zuzuladende Gebäudemodell erstellt wurde.

In der Stadt Prüm existieren, wie eingangs bereits erläutert, weder Höhendaten der Gebäude noch bereits fertig modellierte einzelne Gebäude. Aufgrund dieser fehlenden Datenlage wird nun in zwei Schritten vorgegangen: Zuerst werden die Höhendaten, bei Bedarf auch die Dachform und Neigung ermittelt, in einem zweiten Schritt wird aus diesen Daten dann das großflächige, niedrigdetaillierte Stadtmodell sowie hochdetaillierte städtebauliche Dominanten erstellt.

Um die Höhendaten der Gebäude zu ermitteln, gibt es verschiedene Methoden. An dieser Stelle sind die Photogrammetrie, das 3D-Laserscanning sowie die manuelle Ermittlung im Rahmen einer Ortsbegehung zu nennen. Die Photogrammetrie sowie das 3D-Laserscanning dienen dazu, messbare Daten zur Größe, Kubatur und Besonderheiten des Gebäudes zu liefern, während die manuelle Ermittlung im Rahmen der Ortsbegehung Daten auf der Grundlage von Schätzungen liefert. Der Nachteil der Photogrammetrie und des 3D-Laserscanning sind jedoch der hohe finanzielle und auch technische Aufwand. Eine Ortsbegehung ist hier wesentlich günstiger und liefert für die meisten Anwendungsgebiete eine ausreichende Genauigkeit der Datengrundlage.



Aufgrund dieser Vorüberlegungen wurde sich für eine Ortsbegehung entschieden, auch im Hinblick auf den gut abgrenzbaren Untersuchungsbe-  
reich.

## **2. *Vorstellung von LandXplorer***

Der Begriff der LandXplorer-Technologie, die seit dem Jahr 2001 im Fachbereich Computergraphische Systeme des Hasso-Platner-Instituts der Universität Potsdam entwickelt wird [Döllner 2006], bezeichnet eine Software-Komponente, die eine rasche Visualisierung von 2D- und 3D-Geoinformationen ermöglicht. Auf dieser Komponente aufbauend wurde das gleichnamige Programm LandXplorer entwickelt, welches im August 2008 durch die Firma Autodesk, dem Marktführer bei CAD-Lösungen, übernommen wurde. Die im Rahmen dieser Diplomarbeit verwendete Version von LandXplorer ist „LandXplorer Studio Professional 2011“, welches dem aktuell letzten Entwicklungsstand (Stand der Information: April 2011) entspricht.

Die großen Vorteile von LandXplorer liegen in der schnellen Erstellung großer und größter Stadtmodelle mit einem geringen Arbeitsaufwand. So lässt sich durch den einfachen Import von DGM und Luftbild in kurzer Zeit die Grundlage der Stadt erstellen, worauf LandXplorer aus einer ALK automatisiert die LoD1 Gebäude erstellen kann. Der hinter LandXplorer stehende Algorithmus zur Anzeige des Stadtmodelles ist dabei so leistungsfähig, dass auch größere Gebiete von handelsüblichen Computern problemlos gebildet und ohne Schlierenbildung in Echtzeit bewegt werden können.

### **2.1. *Hardwareanforderungen***

Aufgrund der Hardwareanforderungen von LandXplorer, die von allen mittlerweile erhältlichen Computern ohne Probleme übertroffen werden, lässt sich feststellen, dass an die Auswahl des Computers für die Bearbeitung keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Eine genaue Aufstellung der Hardwareanforderungen ist im auf der beiliegenden CD enthaltenen Handbuch verfügbar.

## ***2.2. Anforderungen an die Bedienung***

Die Bedienung von LandXplorer gestaltet sich durch die klare Gliederung der Bedienfunktionen auf der Oberfläche relativ einfach. Im oberen Bildschirmfeld gibt es eine Leiste mit verschiedenen Funktionen, links ist eine Auflistung der verschiedenen Objekte verortet und darunter werden die Eigenschaften eines ausgewählten Objektes angezeigt. Den Rest des Bildschirms nimmt die Ansicht des Stadtmodelles ein. LandXplorer ist hier ein klassischer WYSIWYG-Editor. Das Handbuch zu LandXplorer mit einer genauen Beschreibung der verschiedenen Funktionen, der Benutzeroberfläche sowie einem FAQ befindet sich auf der dieser Arbeit beigefügten CD.

## ***2.3. Funktionsumfang***

Autodesk LandXplorer ist ein sehr leistungsfähiges Werkzeug, allerdings sind diese Leistungen auf spezielle Bereiche beschränkt. Daher ist es sinnvoll, vor einem Einsatz zur Modellierung eines dreidimensionalen Stadtmodells die Funktionen von LandXplorer zu betrachten, um evtl. anfallenden Mehrbedarf an zusätzlicher Software abschätzen zu können.

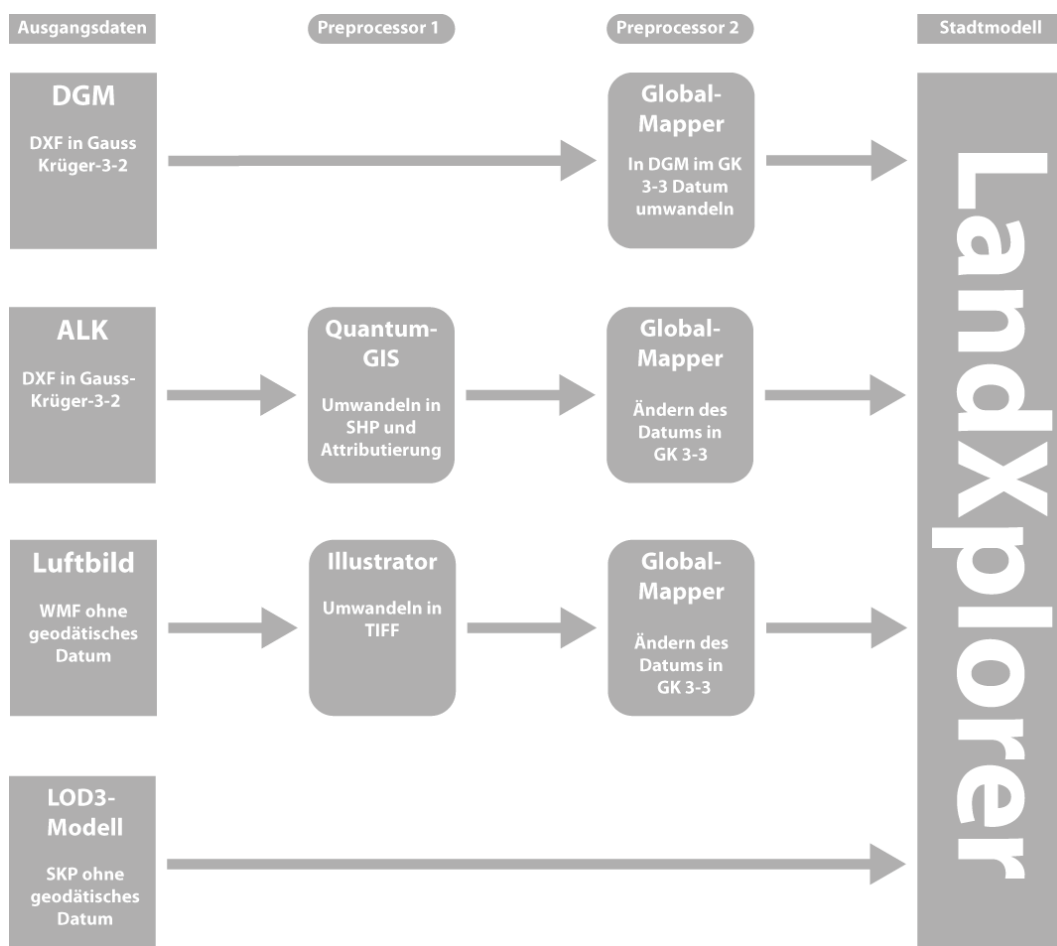
Außerdem gibt es wie bei jeder Software auch bei LandXplorer Rahmenbedingungen aufgrund der Dateiformate, die LandXplorer öffnen kann; die Auflistung der unterstützten Dateiformate befindet sich in dem auf der CD befindlichen Handbuch.

LandXplorer leistet die Visualisierung von großen und größten Mengen an Geoinformationen in Form eines dreidimensionalen Stadtmodells. Mit ihm können diese Daten in Echtzeit analysiert, bearbeitet und präsentiert werden. Die Grundlage für das Stadtmodell ist ein zu importierendes DGM, darauf aufbauend wird das komplette Stadtmodell in kürzester Zeit erstellt. Dabei wird zuerst auf das DGM passgenau das Luftbild als Textur gelegt; zusammen mit dem DGM bildet das Luftbild die Grundlage für die Erstellung der Gebäude. Dieses ist über das Zuladen bereits fertig modellierter Gebäude oder über die in LandXplorer integrierte Erstellungsroutine möglich. Hierfür wird eine georeferenzierte \*.SHP-Datei benötigt, aus der dann eine bestimmte Höhe (frei wählbar oder aus einer Datei einlesbar) extrudiert wird, um so das Gebäude zu bilden. Die Dachform ist zuerst ein Flachdach, aus den mit der \*.SHP-Datei verknüpften Attributen oder durch manuelle Änderung ist die Dachform jedoch für jedes Objekt veränderbar.



Anhand dieser Ausgangslage können mittels des Modells die Modellierung und Visualisierung verschiedener Varianten innerhalb einer bestehenden Situation evaluiert werden. Auch kann überprüft werden, inwiefern und mit welchem Aufwand die Bürger in die Planungen einbezogen werden können. Für die Modellierung ist nun zu prüfen, mit welchem Detaillierungsgrad diese durchgeführt wird und welche zusätzlichen, externen Daten eingebunden werden müssen.

Aufgrund der Vielschichtigkeit des Untersuchungsraumes wird der Detaillierungsgrad für verschiedene Elemente des Stadtmodells unterschiedlich ausgeprägt. So wird das dreidimensionale Stadtmodell mit dem Detaillierungsgrad LoD1 modelliert, während die St. Salvator-Basilika und das Regio-Gymnasium als LoD3 erstellt wird.



**Abb.23.: Darstellung des Arbeitsablaufes der Datenaufbereitung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

Bei dem erstellten Stadtmodell können im Laufe der Erstellung zusätzlich zu den Gebäudekubaturen noch Attribute, wie „Adresse“ sowie zusätzliche Informationen zugefügt werden, um der Öffentlichkeit bei der Präsentation weitere Informationen an die Hand zu geben. Diese LoD1- und LoD3-Modelle werden dann in LandXplorer auf eine Grundlage aus digitalem Geländemodell und georeferenziertem Luftbild gesetzt.

## 4. Datenaufbereitung

### 4.1. Aufbereitung des DGM

Das Geländemodell des Plangebietes lag als DXF-Datei vor und ist im Gauss-Krüger-3 Datum Zone 2 georeferenziert. Die darauffolgenden Arbeitsschritte bestanden nun darin, diese in GlobalMapper in ein Format für ein DGM und das Datum in das Gauss-Krüger-3 Zone 3 umzuwandeln.

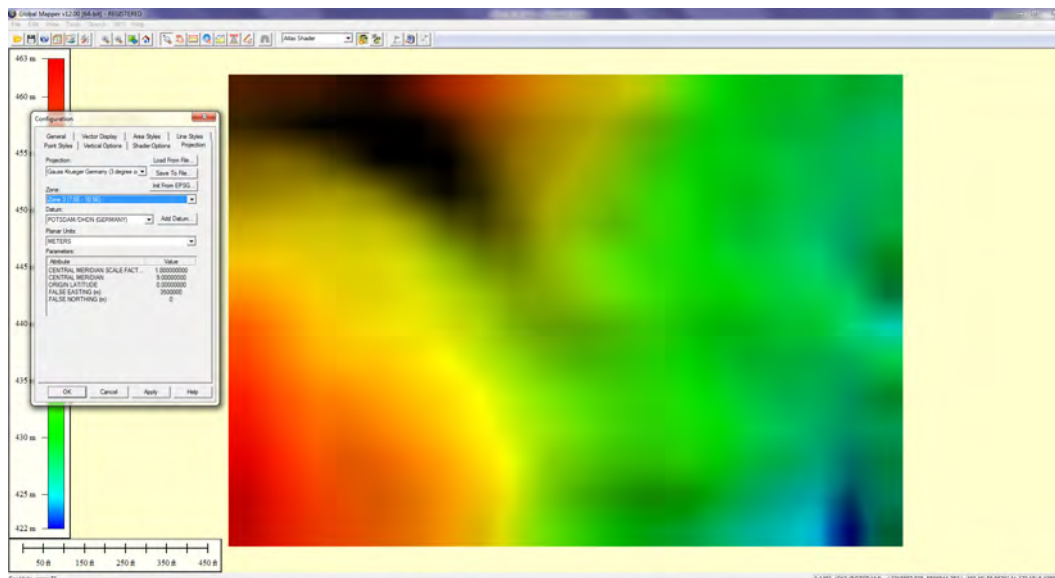


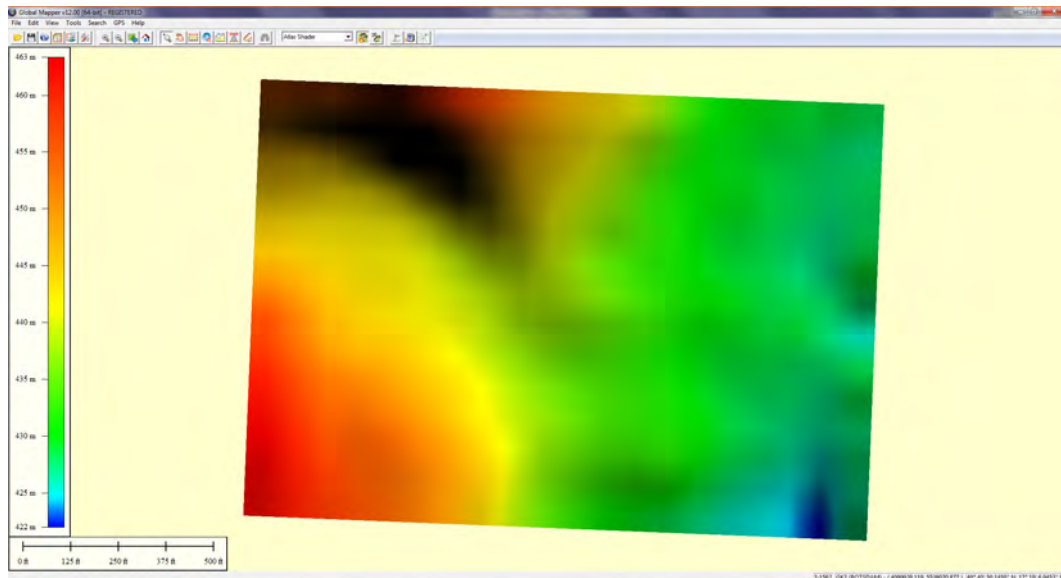
Abb.24.: Das DGM vor der Georeferenzierung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011

### 4.2. Aufbereitung der ALK

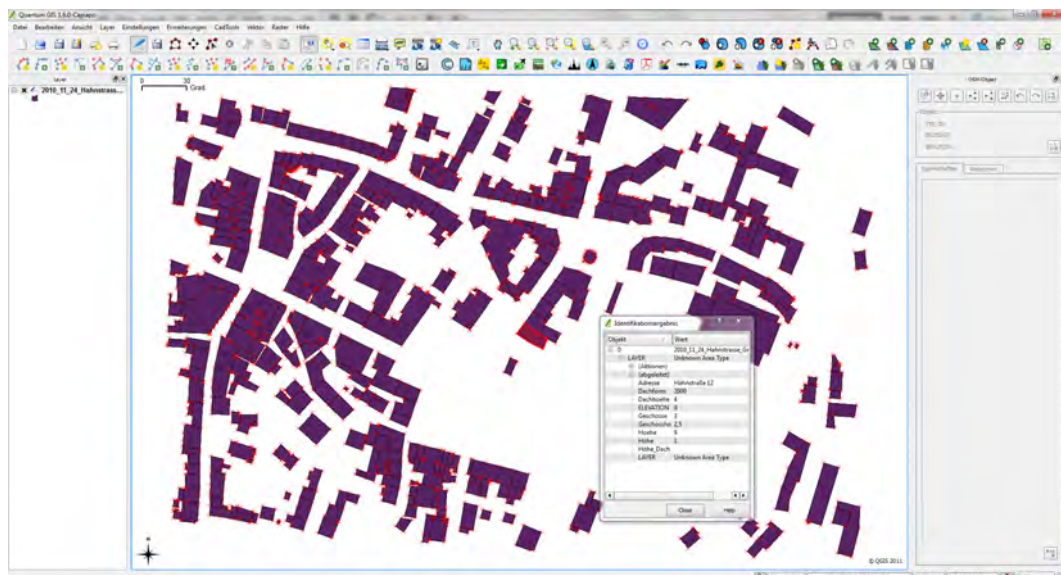
Die ALK, die die Verbandsgemeinde Prüm übermittelt hat, besteht aus einem DXF mit einer Georeferenzierung im Gauss-Krüger-3-Datum. Um die ALK in LandXplorer integrieren zu können, musste sie zunächst mittels QuantumGIS in eine SHP umgewandelt werden.



In diesen Schritt wurden ihr auch zusätzlich Attribute zugewiesen, diese waren: Adresse, Dachform und Gebäudehöhe. Danach wurde sie in den Preprocessor GlobalMapper geladen und das geodätische Datum in Gauss-Krüger-3 Zone 3 geändert.



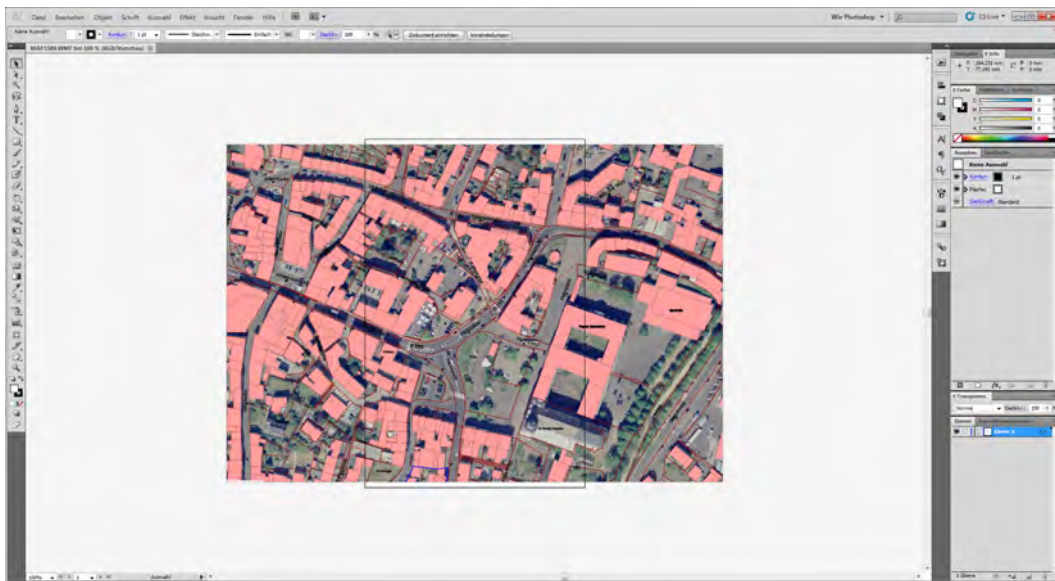
*Abb.25.: Das DGM nach der Georeferenzierung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*



*Abb.26.: Die ALK bei der Bearbeitung der Attribute, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

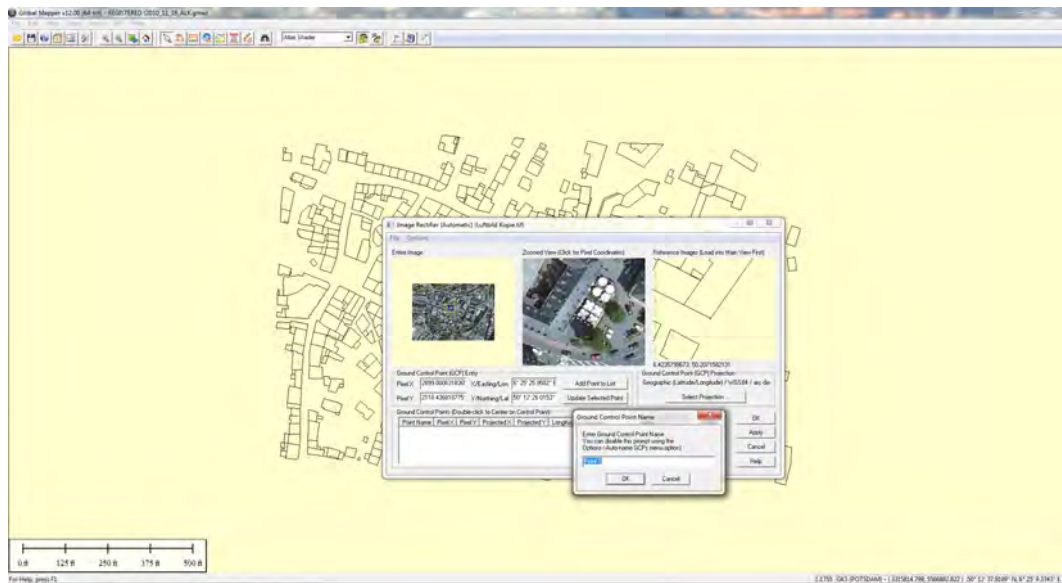
### 4.3. *Aufbereitung des Luftbildes*

Das von der Verbandsgemeinde Prüm zur Verfügung gestellte Luftbild liegt als \*.WMF-Datei vor. Dieser Dateityp ist dadurch gekennzeichnet, dass er sowohl Vektor- als auch Rasterdaten enthalten kann, jedoch keine Georeferenzierung oder sonstige Metatags. In der gelieferten Datei lag ein Luftbild als Rasterformat und darauf liegend das Kataster als Vektorformat vor. In einem ersten Arbeitsschritt wurde die Datei in Adobe Illustrator geladen, um das Kataster zu entfernen und sie vom WMF-Format in ein TIFF umzuwandeln.



**Abb.27.:** *Das Luftbild mit den eingebetteten Vektordaten, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011*

Das Format TIFF wurde gewählt, da hier, zusätzlich zu dem Bildinhalt, auch noch Informationen zur Georeferenzierung gespeichert werden können. In einem nächsten Schritt wurde das Luftbild im TIFF-Format georeferenziert. Dazu wurde das Bild mit GlobalMapper geladen, sein Datum in Gauss-Krüger-3 Zone 3 geändert sowie georeferenziert. Die Georeferenzierung wurde, da keinerlei Lageinformationen vorhanden sind, durch Auswahl verschiedener Fixpunkte auf dem Bild (markante Straßenecken etc.) und Übernahme des geodätischen Datums der entsprechenden Fixpunkte in der ALK durchgeführt.



**Abb.28.: Die Georeferenzierung des Luftbildes, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

#### **4.4. Erstellung des Landmarks als LoD3-Modell**

Um den hohen Ansprüchen an Detailgenauigkeit, die an ein Landmark gestellt wird, gerecht zu werden, wurde das LoD3-Modell der St. Salvatorbasilika und des Regino-Gymnasiums von Hand erstellt und nicht, wie der Rest des Stadtmodells, automatisiert von LandXplorer. In Bezug auf Georeferenzierung waren hier keine weiteren Arbeiten notwendig, da das Modell in LandXplorer einfach per drag-and-drop platziert wird.



**Abb.29.: Das LoD 3-Modell der Basilika und des Regino-Gymnasiums, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

## 5. *Exemplarischer Aufbau des Stadtmodelles*

In Kapitel III.1. wurde bereits der Untersuchungsraum abgegrenzt, im Folgenden soll der exemplarische Aufbau des dreidimensionalen Stadtmodells am Beispiel Prüm erläutert werden.

Die Grundlage des Stadtmodells bildet ein DGM mit einer Genauigkeit von einem 25m-Raster, welches den Bereich abdeckt, der im Norden durch die Spiegelstraße, im Osten durch das Ensemble Regino-Gymnasium und Basilika, im Süden durch den Fuhrweg und im Westen durch die Hillstraße begrenzt wird.

Darauf aufbauend wurde ein georeferenziertes Luftbild gelegt, welches in einer Auflösung von 20cm über Grund am 06.08.2009 aufgenommen wurde. Hierbei ist zu beachten, dass das Luftbild einen größeren räumlichen Umfang besitzt als das DGM, Landexplorer baut das Stadtmodell komplett auf dem DGM auf und schneidet überflüssige Luftbilder ab, wenn das Luftbild jedoch zu klein ist, liegt eine schwarze Fläche auf dem DGM.

Dieses mit einer Luftbildtextur versehene DGM bildet die Grundlage für die darauf aufbauenden Gebäudekubaturen. Die Gebäude des Stadtmodells mit Ausnahme des Ensembles aus Regino-Gymnasium und Basilika werden gebildet, indem in LandXplorer die Katasterkarte importiert und die jeweilige Grundfläche des Gebäudes dann um eine bestimmte Höhe extrudiert wird. Jede Gebäudehöhe wird dabei aus einer zusätzlichen Datei zugeladen, wobei dieses Vorgehen gegenüber einer manuellen Nachbearbeitung der Höhe in LandXplorer den Vorteil hat, dass es viel schneller durchzuführen und auch leichter arbeitsteilig zu bearbeiten ist. Als Dachform wird bei sämtlichen Gebäuden ein Flachdach verwendet, ebenso besitzen alle Gebäude keine Fassadentextur. Hiermit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass ein abstrahiertes Stadtmodell erstellt werden soll und keine detaillierte Nachbildung. Um dennoch den Wiedererkennungswert zu erhöhen, werden in das Modell über die Einfügen von Labelgruppen Bilder von Bäumen eingelesen. Schließlich wird das als LoD-3-Modell mit Sketchup modellierte Ensemble aus Basilika und Regino-Gymnasium über die Funktion „CityGML-Modell einfügen“ in das Stadtmodell eingefügt.

### ***5.1. Einarbeitung von Planungsszenarien***

Um die Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen für die kommunale Planungspraxis herauszuarbeiten, sollten in das Stadtmodell auch einzelne Planungsalternativen eingefügt werden. Hier unterstützt LandXplorer verschiedene Modi:

- Das Verändern der Gebäudekubaturen,
- das Einfügen einer Planung mittels eines Luftbild,
- das Einfügen einer Planung mittels 3D-Objekten sowie
- das Einfügen einer Planung über ein DGM.

Aufbauend auf diesen Formen wurden entsprechende Szenarien entwickelt, anhand derer die Einbindung möglicher Planungen in LandXplorer durchgespielt wurde.

Die erste Variante kommt zum Einsatz, wenn im Vorfeld der Aufstellung eines Bebauungsplanes mögliche Gebäudehöhen, Gebäudefarben sowie Dachformen und deren Auswirkungen auf das Stadtbild durchprobiert werden.

Eine andere Möglichkeit, die Auswirkungen von Planungen auf das Stadtbild zu visualisieren, besteht darin, die Planung in das Luftbild einzufügen. Hierzu wurde auf das Luftbild ein möglicher Kreisverkehr mittels Adobe Photoshop eingezeichnet, in der späteren Evaluation (Siehe IV 2.1.) wurde das reguläre Luftbild durch die Variante mit dem Kreisverkehr ersetzt.

Die Variante „3D-Objekte“ ermöglicht es, realitätsnahe 3D-Objekte in das Stadtmodell einzufügen. Hier wurden in der Ausarbeitung Bushaltestellen als City-GML-Datensatz sowie Laternen als 3DS-Objekte zugeladen und im Stadtmodell platziert.

Die Variante „DGM“ offerierte die Option, das DGM lokal oder komplett durch ein anderes DGM zu ersetzen und so beispielsweise Abgrabungen zu visualisieren. In der praktischen Ausarbeitung wurde hier das originale DGM von dem begrenzten Umfeld des Basilika-Vorplatzes durch ein anderes, vom Geländeniveau niedriger liegendes DGM, lokal ersetzt.



## 6. *Darstellung der verschiedenen Visualisierungsmöglichkeiten*

Um das in den vorherigen Schritten erstellte Modell den verschiedenen Zielgruppen wie der Öffentlichkeit oder Planern zugänglich zu machen, kann auf verschiedene Techniken zur Visualisierung zurückgegriffen werden. Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Verständlichkeit, ihre Möglichkeit zur Verbreitung, die Möglichkeiten zur Interaktion und hinsichtlich des Arbeitsaufwandes bei der Erstellung dieser Darstellung:

- Das Stadtmodell kann in Google Earth integriert werden,
- Das Modell kann mittels des LandXplorer Viewer betrachtet und so verbreitet werden,
- es kann ein eigener Webserver zur Darstellung aufgebaut werden,
- es können besonders markante Ansichten als Rasterbilder ausgegeben werden und
- es kann eine Videosequenz von einem „Rundflug“ über die Planung erstellt werden.

Visualisierungsmethode	Interaktive Steuerbarkeit	Aufwand zur Erstellung	Verständlichkeit für Laien	Möglichkeit zur Verbreitung
Google Earth	Ja	Gering	Leicht	Leicht
LandXplorer	Ja	Gering	Schwer	Gering
Webserver	Ja	Hoch	Je nach Ausgestaltung	Leicht
Rasterbilder	Nein	Gering	Leicht	Leicht
Video	Nein	Gering	Leicht	Leicht

In den folgenden Kapiteln sollen diese Visualisierungsmöglichkeiten entsprechend ihrer Zugriffsmöglichkeiten und Einsatzformen beim Stadtmodell zielgruppenspezifisch unterschieden werden und damit die bestmögliche Umsetzung des Stadtmodells zu erzielen.

## **7. *Darstellung der möglichen Einsatzformen des Stadtmodells***

Die Betrachtung der möglichen Einsatzformen des dreidimensionalen Stadtmodells ist eine wichtige Grundlage für die zielgerechte Ausformulierung der Zugriffs- und Benutzungsmöglichkeiten im Rahmen der Ermittlung des Potenzials von dreidimensionalen Stadtmodellen. Als Ergebnis für das beispielhafte Stadtmodell der Stadt Prüm kann festgehalten werden, dass dabei nicht alle Möglichkeiten dreidimensionaler Stadtmodelle, wie sie in Kapitel 2.3. beschrieben werden, eingesetzt werden konnten. Als Restriktionen sind hier sowohl die nur begrenzt verfügbare „Manpower“ als auch der als zu gering erachtete Nutzen mancher Einsatzzwecke in dem konkreten Beispiel anzuführen. Daher soll sich für die Evaluation auf folgende Einsatzgebiete beschränkt werden:

- Darstellung des Bestandes und der Planungssituation „Hahnplatz“ für interessierte Bürger
- Darstellung des Bestandes und der Planungssituation „Hahnplatz“ für Touristen mit einer Einbindung von weiterführenden Informationen
- Nutzung zur Diskussion von Planungsalternativen

Auf weitergehende Möglichkeiten, das Stadtmodell als „Tool“ über die reine Darstellung hinausgehend, zu nutzen, wie beispielsweise bei Lärmrechnungen, bei Hochwasserszenarien, beim Aufzeigen von Möglichkeiten der Nachverdichtung sowie für Lichtmasterpläne wird hierbei verzichtet.

## **8. *Zugriff für die Öffentlichkeit und Aufbau der Partizipationsplattform***

Basierend auf den im vorherigen Kapitel erarbeiteten Einsatzmöglichkeiten des Stadtmodells von Prüm ist auch der Aufbau des Zugriffes für die Öffentlichkeit sowie evtl. eine Partizipationsplattform zu entwickeln.

Für das im Zuge der Forschungsarbeit entstandene Stadtmodell gelten vier Zugriffsgruppen:

- Bürger,
- Touristen,

- Entscheidungsträger,
- Planungsträger (vereinfacht wurde hier davon ausgegangen, dass die Planung verwaltungsintern durchgeführt wird).

Allgemein hat jede dieser Zugriffsgruppen eigene Anforderungen an die Ausgestaltung der Zugriffsmöglichkeiten. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht die unterschiedlichen Anforderungen:

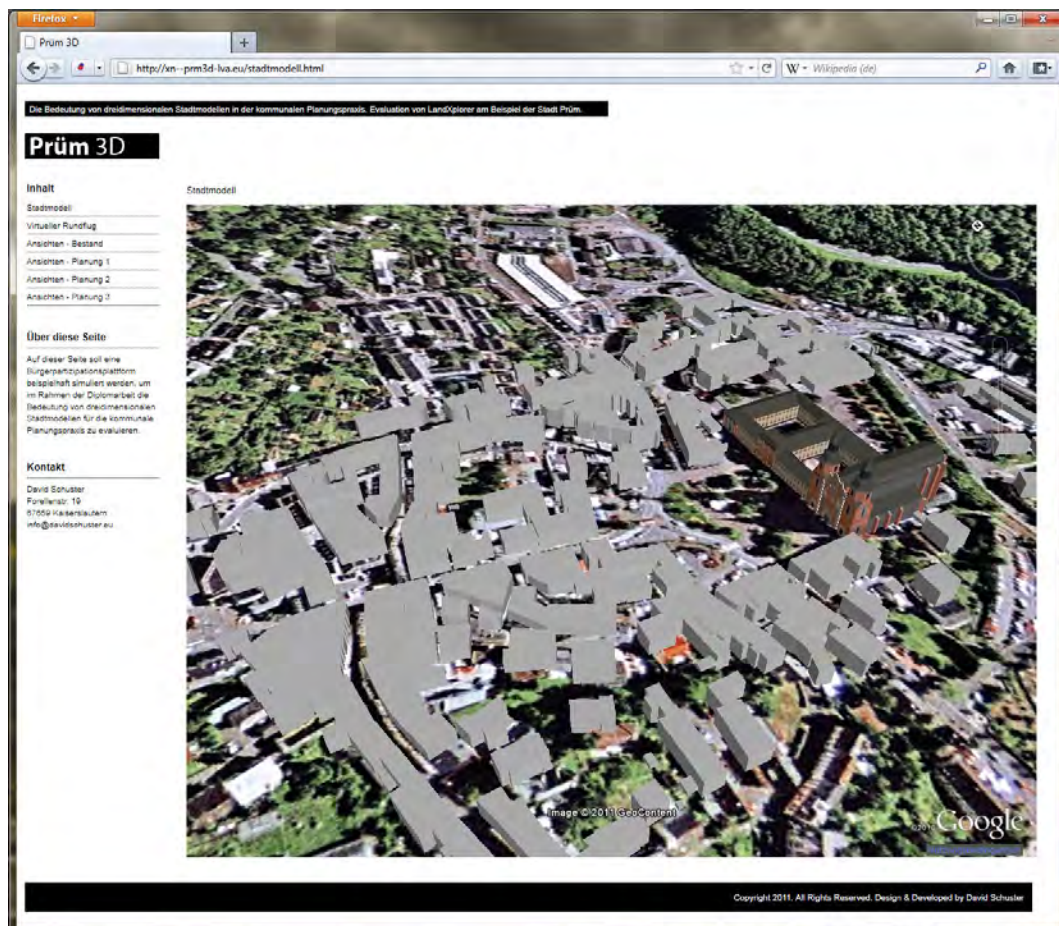
Zielgruppe	Zugriff	Genauigkeit	Zusatz-informationen	Kontakt
Bürger	Weltweit, Gemeindeintern	Allgemein	Kaum	Einfach und keinem Bearbeiter zugeordnet
Touristen	Weltweit	Allgemein	Touristische Informationen	Einfach und keinem Bearbeiter zugeordnet, direkt an Touristinformation
Entscheidungsträger	Intern	Hoch, entscheidend	Kaum	Interne Kanäle
Planungsträger	Intern	Hoch, entscheidend	Andere Fachplanungen, volle Bearbeitbarkeit	Interne Kanäle

Anhand dieser Matrix lässt sich erkennen, dass durch die ähnlichen Variablen bei den Zielgruppen „Bürger“ und „Touristen“ diese zusammengefasst betrachtet werden können, ebenso wie die Zielgruppen „Entscheidungsträger“ und „Planungsträger“. Der Einfachheit halber sollen die oberen zusammengefassten Zielgruppen „Extern“, die unteren beiden „Intern“ genannt werden.

Für die Zielgruppe „Extern“ bietet sich die Verwendung von Google Earth zur Ausgabe der Ansicht an. Der Export des Stadtmodelles von Prüm in eine \*.KML-Datei geschieht dabei über LandXplorer Publisher 2011, in diesem Programm wird das Stadtmodell importiert, Einstellungen der \*.KML-Datei vorgenommen und diese dann exportiert. Die Einbindung in Form einer \*.KML-Datei in eine Homepage lässt sich dabei über die Google Earth API leicht realisieren. Google Earth wird hier als besonders ansprechend gesehen, da die Bedienung intuitiv und vielen Menschen hinlänglich bekannt ist.

Auch bietet Google Earth die Möglichkeit, sowohl eine bodennahe Ansicht als auch einen God View, also einen allumfassenden Blick von oben, zu wählen. So lässt sich je nach Einsatzzweck die Darstellung anpassen.

Ebenso ist ein Einbinden von Zusatzinformationen zu einzelnen Gebäuden oder Layereinblendungen möglich, welches für die Zielgruppe „extern“ interessant sein könnte. Auf der gleichen Homepage wie das Stadtmodell lässt sich ebenfalls ein Kontaktformular einbinden, um so die Partizipation zu gestalten. Diese Einbindung ist leicht zu realisieren (Siehe dazu <http://de.selfhtml.org/html/formulare/index.htm>), indem die Daten dabei im Frontend des Kontaktformulars eingegeben werden, ein Verfahren, das vielen Bürgern bekannt ist [Hudson-Smith 2002:24ff.]. Im Backend können die Eingaben dann wahlweise einfach als Email bei den entsprechenden Sachbearbeitern ankommen oder auch anders innerhalb des verwaltungs-internen Aufbaus verteilen.



**Abb.30.: Die Partizipationsplattform zur Simulation einer Beteiligung mittels des erstellten Stadtmodells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

Anhand der vorangegangenen Überlegungen wurde eine Partizipationsplattform erstellt. Sie ist unter [www.prüm3d.eu](http://www.prüm3d.eu) abrufbar. Dort findet der Interessierte das in Google Earth integrierte Stadtmodell, einen Videorundflug und die drei mit Rasterbildern und Feedbackformular versehenen Planungsalternativen.

Bei dem Aufbau einer Plattform für die Zielgruppe „Intern“ haben andere Qualitätsansprüche zu gelten als für die Zielgruppe „Extern“. Bei der Zielgruppe „Intern“, den Entscheidungs- oder Planungsträgern, die mit dem Modell arbeiten wollen, geht es weniger darum, ein möglichst anschauliches Bild der Stadt zu präsentieren; vielmehr stehen für die Planung wichtige Informationen im Vordergrund. Aus diesem Grund haben Analyse- und Bearbeitungswerkzeuge den Vorrang vor beispielsweise touristischen Informationen. Für diese Zielgruppe bietet sich die direkte Verwendung von LandXplorer oder alternativ die kostenlose Variante, LandXplorer Viewer an. Beiden Programmen ist gemein, dass sie das Stadtmodell unverfälscht darstellen. Bei LandXplorer sind alle Bearbeitungswerkzeuge vorhanden, bei der Ausgabe über den LandXplorer Viewer lässt sich die Bearbeitbarkeit und Funktionalität bereits im Vorfeld einstellen. Der Vorteil des LandXplorer Viewers gegenüber der Vollversion ist jedoch die kostenlose Bereitstellung und die einfachere Bedienbarkeit, gerade für Personengruppen die nicht tagtäglich mit dreidimensionalen Stadtmodellen arbeiten.

Sowohl bei der Zielgruppe „Extern“ als auch bei der Zielgruppe „Intern“ ist eine Zugriffskontrolle wichtig, um nicht sensible Daten offenzulegen. Diese ist innerhalb von LandXplorer oder auch Google Earth nicht möglich. Die Zugriffskontrolle kann für die Zielgruppe „Extern“ so gelöst werden, dass nur Daten, die auch ohne Probleme weitergegeben werden können, in Google Earth eingestellt werden. Bei der Zielgruppe „intern“ kann die Frage der Zugriffskontrolle innerhalb der Benutzerkontensteuerung auf Ebene des Betriebssystems gelöst werden, indem die Benutzer nur Zugriff auf für sie bestimmte LandXplorer Dateien erhalten.







*Abb. 31: Schrägaufnahme des Stadtmodells von Prüm*





## ***IV. Evaluierung der Kombination von Software und Stadtmodell***

### ***1. Auswirkungen auf die Stadtplanung***

Da die Möglichkeiten eines dreidimensionalen Stadtmodells immer von dem erstellenden Programm abhängen, betrachtet die folgende Evaluation die Auswirkungen auf die Stadtplanung anhand der Kombination von Programm (LandXplorer) und Untersuchungsgemeinde (Prüm). Zunächst wird dabei der Aufwand für die Erstellung des Prümer Stadtmodells ermittelt. Anschließend werden die Vorteile des Stadtmodells herausgearbeitet und mit möglichen Alternativen verglichen, um so am Ende den Bedeutungsgehalt von dreidimensionalen Stadtmodellen für die Stadtplanung zu ermitteln und darzulegen.

#### ***1.1. Geschwindigkeit und Arbeitseinsatz***

Mit LandXplorer lassen sich bei der Erstellung von dreidimensionalen Stadtmodellen erhebliche Teile der Modellierung automatisieren. Hiervon profitiert vor allem die Geschwindigkeit, wobei jedoch einschränkend festzustellen ist, dass sich der Vorteil dieser automatisierten Modellierung erst bei größeren Modellen zeigt. Für eine beispielhafte Platzsituation mit zehn Gebäuden dürfte auch eine Modellierung von Hand ähnlich schnell sein.

Der Arbeitseinsatz für die Erstellung eines dreidimensionalen Stadtmodells mit LandXplorer ist differenziert zu betrachten. So gilt es, den reinen Aufwand für die Erstellung oder die Einarbeitungszeit in das Programm, aber auch die vorhergehende Datenaufbereitung im zeitlichen Ablauf zu berücksichtigen.

Bei der Erstellung des dreidimensionalen Stadtmodells für die Stadt Prüm wurde ein detailliertes Zeitprotokoll angefertigt, um so den Arbeitseinsatz quantifizieren zu können. Einschränkend sei anzuführen, dass diese Arbeitszeiten nur bedingt repräsentativ sind, da jeder Bearbeiter ein unterschiedliches Vorwissen und eine individuelle Arbeitsgeschwindigkeit mitbringt. Dieses auch im Hinblick auf die verschiedensten Daten, die jede Kommune vorhält und bei denen sich evtl. arbeitsintensive Schritte nicht verallgemeinern lassen.

Insgesamt wurden für die Erstellung des Stadtmodelles von Prüm drei Arbeitstage benötigt. Die genaue Auflistung nach den einzelnen Arbeitspaketen sieht folgenden Zeitaufwand vor:

<b>AP 1</b>	<b>Datenaufbereitung</b>	<b>20 h</b>
	AP 1.1 Preprocessing	4 h
	AP 1.2 Erstellung LoD 3-Modell	16 h
<b>AP 2</b>	<b>Einlesen in LandXplorer</b>	<b>1 h</b>
<b>AP 3</b>	<b>Einbinden des Modells in Präsentationswerkzeuge</b>	<b>3 h</b>

## ***1.2. Datenvolumen***

Das Datenvolumen von LandXplorer-Projekten wird hauptsächlich von Daten festgelegt, auf die LandXplorer keinen Einfluss hat. So ist beim Stadtmodell von Prüm die LandXplorer-Projektdatei (diese steuert die Zuordnung der Daten und den Aufbau) nur wenige MB groß, das zuzuladende DGM jedoch 400 MB und das Luftbild zusätzliche 200 MB. Die Gebäudemodelle (LoD 1 sowie LoD 3) fallen an dieser Stelle mit 10 MB kaum ins Gewicht.

## ***1.3. Genauigkeit***

Mit der Genauigkeit der Datenverarbeitung sowie der Platzierung der Modelle verändert sich das Ergebnis einer Simulation. Diese Genauigkeit hängt von zwei Faktoren ab:

Der erste Faktor sind die Rohdaten. Auf diese hat LandXplorer keinen Einfluss. Beim Stadtmodell von Prüm wurde beispielsweise ein DGM im 25m-Raster verwendet, welches naturgemäß ungenauer als ein DGM im 5m-Raster sind.

Der zweite Faktor ist die Genauigkeit der Datenverarbeitung innerhalb von LandXplorer. Was diesen Grad der exakten Simulation betrifft, so kann man aufgrund der plastischen Ausgabe durch die fehlende direkte Nachvollziehbarkeit (die Ansicht ist nicht maßstäblich) nur Mutmaßungen treffen. Letztlich sehen die visualisierten Szenen in sich stimmig aus, insofern ist hier von einer hohen Genauigkeit der Visualisierung auszugehen.

Dieses wurde auch durch die in LandXplorer integrierte Maßfunktion bestätigt, denn die dem Modell entnommenen Messwerte stimmen mit der Realität überein.

Bei der Platzierung von dreidimensionalen Modellen erwies sich LandXplorer jedoch als ungenau. Im Gegensatz zu den Stadtmodellen, die aus \*.SHP-Dateien generiert und anhand der Georeferenzierung der \*.SHP-Datei platziert werden, müssen CityGML-Objekte oder dreidimensionale Modelle manuell platziert werden. Diese Platzierung findet über die X-, Y- und Z-Koordinaten des Modells im entsprechenden Referenzsystem der Datei statt, dabei ist ein Verschieben nur in ganzzahligen Schritten möglich, obwohl beispielsweise das Gauss-Krüger-System auch Nachkommastellen unterstützt. Durch dieses Fehlen sind geringe Ungenauigkeiten bei der Modellerstellung zu verzeichnen.

#### ***1.4. Austauschbarkeit von Modellelementen***

Eine Stadt ist kein statischer, fester Gegenstand, sondern ein lebendiges Gebilde. Aufgrund dieser Tatsache finden fortwährend Veränderungen statt und will ein Stadtmodell nicht hoffnungslos veraltet sein, muss dieses stetig angepasst werden. Das geschieht nicht nur auf der Ebene des Stadtbildes; sondern auch bei den für das Auge des Betrachters „unsichtbaren“ Bebauungsplänen werden fortlaufend Veränderungen vorgenommen. Dabei können schon im Vorfeld bestimmte Planelemente des Stadtmodells ausgetauscht werden, beispielsweise um die Einbindung bestimmter Planungen in das Stadtbild zu überprüfen bzw. abschätzen zu können.

Innerhalb von LandXplorer gibt es verschiedene Möglichkeiten, einzelne Elemente des Stadtmodells auszutauschen:

- Es können dem LoD1-Gebäudelayer andere Höheninformationen oder Dachneigungen zugeordnet werden. So lässt sich beispielsweise die Durchführung einer Gestaltungssatzung oder eines Bebauungsplanes visuell durchspielen.
- Es kann ein Rasterbild zugeladen werden, auf dem beispielsweise ein aktueller Bebauungsplan zu sehen ist. Das Luftbild kann nach nachstehend –je nach Wahl– teilweise oder vollständig durch das Rasterbild überlagert bzw. ersetzt werden.



- LoD3-Objekte können hinzugeladen werden, um das Einfügen eines aktuellen Architektenentwurfes in das Stadtbild zu überprüfen.
- Das DGM kann teilweise oder auch ganz durch ein anderes DGM ersetzt werden, so lässt sich beispielsweise die Veränderung des Geländeniveaus auf die optische Fernwirkung eines Gebäudes überprüfen.

### ***1.5. Übergabe in andere Planungsebenen***

Die Austauschbarkeit der Programmdateien ist ein wichtiges Feld, da kaum Planungsaufgaben in lediglich einem Programm bearbeitet werden. Hierfür ist es notwendig, die Daten in einem geeigneten Format ausgeben zu können. Der Begriff „geeignetes Format“ ist dabei vage zu verstehen und variiert von Zeit zu Zeit, insbesondere aus dem Grund der stetigen Neuerungen der Programme, die Quasi-Standards definieren. Ein Beispiel ist hier das Format \*.PSD für Bilder mit Ebenenfunktionalität. Dieses Format ist durch das Programm Adobe Photoshop auf den Markt gekommen und hat durch ihn seine Verbreitung gefunden, Adobe hat bis heute daran die Lizenzrechte und es gibt keine standardisierte Alternative.

Diese Übergabe von Modelldaten in andere Programme und damit auch auf andere Planungsebenen ist bei LandXplorer etwas diffizil. Grundsätzlich lassen sich die Modelle nur mit LandXplorer selbst bearbeiten. Ob sogar die gleiche Programmversion von LandXplorer zur Bearbeitung externer Stadtmodelle gefordert wird, ließ sich im Zuge der Forschungsarbeit nicht hinreichend beantworten. Innerhalb von LandXplorer wird die Möglichkeit eröffnet, das Modell zu „packen“, um es nach außen weiterzugeben, jedoch konnte bisher nur der von Autodesk erstellte LandXplorer Viewer die Daten lesen. Außerdem können sämtliche Modelldaten als gbXML oder FBX exportiert und nachfolgend mit diesen Formaten dann weiter in anderen Programmen bearbeitet werden.

### ***1.6. Einbindung in Präsentationswerkzeuge***

Für die Öffentlichkeit, die keinen Zugriff auf LandXplorer hat, gibt es mehrere Möglichkeiten, ihr das dreidimensionale Stadtmodell zur Verfügung zu stellen. Diese Möglichkeiten unterscheiden sich entsprechend ihrem Aufwand zur Erstellung, der Einfachheit des Zugriffs sowie den Möglichkeiten während des Zugriffs wie Messungen, Bearbeitung etc.

Zunächst soll an dieser Stelle die Präsentation des Stadtmodelles über den LandXplorer Viewer beschrieben werden. Diese Methode ist vergleichsweise einfach vom Export des Stadtmodelles aus gesehen, dieses wird lediglich in LandXplorer „gepackt“ und kann dann im kostenlos zu beziehenden LandXplorer Viewer geöffnet und betrachtet werden. Die Funktionalität dieses Programmes lässt sich beim Export des Stadtmodelles anpassen, so dass beispielsweise bestimmte Funktionen nicht vorhanden sind oder aber das Logo der Stadt immer eingeblendet wird. Der Nachteil dieser Präsentationsmethode ist die Voraussetzung, den LandXplorer Viewer zu benutzen. Das Programm ist nicht weit verbreitet und seine Installation sowie das Auffinden der Installationsroutine im Internet setzt zumindest so viel an Fachkenntnis voraus, dass Teile der Bevölkerung damit von der Nutzung des Stadtmodelles ausgeschlossen wären. So müsste in dem Fall gewährleistet sein, dass der LandXplorer Viewer auf einem öffentlich zugänglichen Computer zum Beispiel in der Stadtverwaltung zu benutzen wäre. Dadurch hebt sich der Vorteil der Ortsungebundenheit von dreidimensionalen Stadtmodellen in Kombination mit einer Präsentation über das Internet jedoch auf.

Eine weitere Möglichkeit, das Stadtmodell zu präsentieren, besteht in dem Erstellen einer \*.KML-Datei zur Integration in Google Earth. Dazu wird das Stadtmodell mit dem LandXplorer beigefügten Programm LandXplorer Publisher 2011 geöffnet, die Einstellungen zur Erscheinungsform der \*.KML-Datei vorgenommen und diese dann generiert.

### ***1.7. Partizipation***

Durch ein dreidimensionales Stadtmodell wird der Stadtplanung ein Werkzeug zur Verfügung gestellt, welches im Hinblick auf die Partizipation des Bürgers bei Planungsprozessen einen entscheidenden Einfluss ausüben kann. Das dreidimensionale Stadtmodell in Zusammenhang mit einer geeigneten Präsentation des Modells eröffnet den Bürgern die Möglichkeit, sich über die Planung in einer weitestgehend realistischen Darstellung, bei der Interpretationsspielräume wie bei zweidimensionalen Plänen wegfallen, zu informieren. Zwar gab es bereits früher bei großen Projekten dreidimensionale Modelle –zum Beispiel aus Holz - diese waren jedoch ortsgebunden und konnten nur am Standort des Modells (meistens das Rathaus) besichtigt werden.

Bei einer Einbindung von digitalen dreidimensionalen Modellen in einer Internetplattform ist dieses nicht mehr nötig und der Bürger kann sich bequem von Zuhause aus einen Eindruck verschaffen. Neben dieser Ortsungebundenheit des Modells gibt es noch weitere Vorteile, die aus der Art des Aufbaus eines Modells resultieren. So lässt sich das Modell problemlos virtuell begehen und so auch auf Straßenniveau betrachten, ein Verfahren, dass bei analogen dreidimensionalen Modellen nur mit aufwendigem Zubehör wie einem Periskop möglich ist.

Ebenfalls von großem Vorteil ist die Möglichkeit, Hintergrundinformationen einzubinden. Diese können Informationen zu der Geschichte des Gebäudes, die bei einem Überfahren des Gebäudes mit der Maus aufblenden, oder es können \*.HTML-Links sein, die aufgerufen werden. Hierdurch lässt sich eine direkte Kontaktmöglichkeit einbauen, indem der Bürger auf ein Webformular geleitet wird, welches idealerweise von Gebäude zu Gebäude unterschieden wird, um so der Verwaltung eine effiziente Zuordnung der Stellungnahmen zu den einzelnen Punkten der Planung ermöglichen.

## ***2. Vergleich mit anderen Methoden***

Neben der Erstellung eines dreidimensionalen Stadtmodelles mit LandXplorer gibt es noch weitere Möglichkeiten, die gewünschten Inhalte zu transportieren. In diesem Abschnitt werden zwei Möglichkeiten, die Modellierung mittels Sketchup sowie die klassische Auslegung jeweils mit LandXplorer verglichen, um so die Vor- und Nachteile von LandXplorer herauszuarbeiten.

### ***2.1. Modell mit Sketchup***

Neben der weitgehend automatisierten Erstellung von dreidimensionalen Modellen innerhalb LandXplorers gibt es auch die Möglichkeit, diese zwar am Computer, jedoch unter Verzicht von automatischen Routinen zu erstellen. Um hier nun die Praktikabilität von LandXplorer im Vergleich zu diesen Methoden herauszufinden, soll LandXplorer mit einem Programm zur manuellen Erstellung von dreidimensionalen Modellen verglichen werden. Hier fällt die Wahl auf Google Sketchup. Für Sketchup spricht die sehr einfache Bedienbarkeit und die kostenlose Verbreitung der Standard-Version, jedoch ist bei dieser der Funktionsumfang in Bezug auf unterstützte Dateiformate eingeschränkt.

Bei der Erstellung des Stadtmodelles der Stadt Prüm mit Sketchup fällt zunächst auf, dass Sketchup keine Möglichkeit zum Importieren eines DGM bietet. Dieses muss über den Umweg Autocad bzw. GlobalMapper in ein Vektorformat umgewandelt werden, wobei die geländemodellspezifischen Daten wie Bruchkanten jedoch verloren gehen und nur die Höhen gespeichert werden. Nach dem Import des vektorisierten DGM liegt es in Sketchup vor, unterscheidet sich jedoch in keiner Weise von den anderen Daten des Modells; eine gesonderte Betrachtung des DGM wie in LandXplorer findet hier nicht statt. Durch diese fehlende Sonderstellung des DGM erweist sich eine Überlagerung des Luftbildes über das DGM als schwierig, in diesem Fall muss die Aufnahme individuell auf die einzelnen Vektoren des „Sketchup-DGM“ angepasst und ausgerichtet werden.

Die Erstellung der Gebäude geht ähnlich schnell wie in LandXplorer vonstatten, da die entsprechenden CAD-Daten der ALK importiert werden und nun einfach die Fläche aufgezogen wird, um einen Kubus daraus zu formen. Problematisch sind jedoch eine Zuordnung von Texturen oder Dachformen sowie durchzuführende Änderungen. Dieses ist bei jedem Gebäude einzeln durchzuführen, eine automatisierte Option für alle Elemente wie in LandXplorer gibt es nicht. Auch fällt auf, dass es keine Möglichkeit gibt, über eine Datenbank weitere Informationen zu den einzelnen Objekten zu hinterlegen, so wie in LandXplorer beispielsweise die Adresse, etc.



**Abb.32.: Darstellung eines 3D-Modells in Google Earth, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011**

Ähnlich verhält es sich beim Erstellen von Bäumen oder Stadtmobiliar. Dieses muss jeweils einzeln hinzugefügt werden und kann auch nur auf diesem Weg wieder geändert werden.

Detaillierte Planungen, wie im Beispiel Prüm das Ensemble aus Basilika und Regino-Gymnasium, die als LoD-3-Daten eingepflegt wurden, sind, aufgrund der gleichen Ausgangslage der Daten, mit dem gleichen Aufwand in Sketchup einzubinden wie in LandXplorer.

Bei dem Export des dreidimensionalen Modells kommen gravierende Unterschiede zutage. So bietet Sketchup die Möglichkeit, das dreidimensionale Modell als \*.KML- oder \*.KMZ-Datei zu exportieren, um dieses dann in Google Earth visualisieren zu können oder über die integrierte Upload-Funktion mittels Google Earth einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Was hier jedoch fehlt ist die Georeferenzierung des Modells in der Datei selbst, dieses kann erst über die Platzierung in Google Earth georeferenziert werden. LandXplorer bietet diese native Google Earth Unterstützung nicht an, kann jedoch die Daten zum Einbinden in einen Webserver bereitstellen. Dieses ist jedoch durch die eigenhändige Einrichtung desselben ungleich komplizierter als die Variante „Google Earth“. Alternativ können die Daten in beiden Programmen noch als Bilder gerendert werden, hier bietet LandXplorer noch zusätzlich die Möglichkeit an, mittels vorher definierter Wegpunkte einen virtuellen Rundflug als Video zu speichern.

Insgesamt fällt das vergleichende Urteil zwischen Sketchup und LandXplorer nicht eindeutig aus. LandXplorer hat eindeutige Stärken bei der Verwaltung und Erstellung großer Stadtmodelle. Grund hierfür ist der zugrunde liegende Programmalgorithmus sowie die vielfachen automatisierten Import- und Erstellungsmechanismen für Objekte des Modells. Auch spielt LandXplorer seine Stärken bei der wissenschaftlich korrekten Erstellung des Modells aus, da das DGM mit seinen Bruchkanten und der Georeferenzierung genauer ist als die Behandlung der Geländedaten in Sketchup. Bei kleineren Modellen fällt der Zeitunterschied der Erstellung im Vergleich zu Sketchup jedoch geringer aus und im Fall, dass ein prozentual hoher Bestandteil des Modells als LoD3-Modell eingelesen wird schrumpft dieser Vorteil zusätzlich. Außerdem besteht in Sketchup die Möglichkeit, die Ergebnisse in Google Earth zu exportieren und so via Internet einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen.



## **2.2. „Klassische“ Auslegung der Planungen**

Die öffentliche Auslegung der Bebauungspläne ist jenes Instrument, welches das BauGB in § 3 verbindlich für alle Bebauungspläne fordert. Hinsichtlich dieser Evaluation stellt sich dabei die Frage, wie bei einer Auslegung der Pläne die Bürger dennoch in dem Umfang beteiligt werden können, wie es bei einem dreidimensionalen Stadtmodell der Fall ist. Sieht man dreidimensionale Stadtmodelle ausschließlich als Werkzeug zur Visualisierung, so können diese durch eine Vielzahl von Ansichten ersetzt werden, die den Bürgern die Planung veranschaulichen. Kombiniert mit einer umfangreicheren (informellen) Einbindung mittels Bürgerinformationen, kann die Methode eines dreidimensionalen Modelles den Bürger durchaus umfassend informieren. Negativ ist jedoch der erheblich höhere Aufwand gegenüber einem in den Workflow integrierten dreidimensionalen Stadtmodell anzumerken.

## **3. Fazit**

Die kommunale Planungspraxis unterliegt einem stetigen Wandel ihrer Rahmenbedingungen, die mehr oder minder Einfluss auf ihre Ausgestaltung nehmen. Ob die Verwendung von dreidimensionalen Stadtmodellen dabei die Möglichkeit hat, die kommunale Planungspraxis nachhaltig positiv zu beeinflussen, bedarf einer nachvollziehbaren Untersuchung.

Bei der Durchleuchtung der Datenbasis als Grundlage der Erstellung eines Stadtmodells fiel auf, dass diese sehr unterschiedlich ausgestaltet ist. Der Grund dafür dürfte die Verpflichtung der Gemeinde sein, bestimmte Daten vorrätig zu halten bzw. auch in dem damit verbundenen finanziellen und personellen Aufwand liegen. So waren das Luftbild und das DGM über das Land zu erhalten, hier dürfte eine Befliegung oder eine Erstellung eines DGM die Kapazitäten von Gemeinden, insbesondere der vielen kleineren Gemeinden in RLP, deutlich übersteigen. Nichtsdestotrotz gibt es auch einige Gemeinden in RLP, die beispielsweise ein DGM in einer deutlich höheren Genauigkeit vorrätig halten; dieses sind jedoch Sonderfälle. Ein ähnlicher Sonderfall dürfte das Auffinden von Gebäudedaten über einen Laserscan sein: hier übersteigen die Kosten in den meisten Fällen den Nutzen. Durch eine manuelle Nachbearbeitung der ALK-Daten in LandXplorer kann dieses Manko jedoch beseitigt werden; diese Nachbearbeitung ist bei einer gewünschten höheren Detaillierung der Gebäude sowieso erforderlich.

Die ALK-Daten für die Erstellung der Gebäudekubaturen sind in den Gemeinden immer zu finden, dieses bildet die Grundvoraussetzung für die Erstellung der Gebäude in LandXplorer. Diese unterschiedliche Vorhaltung der Daten, insbesondere in den kleineren Gemeinden, wird jedoch durch den dort anzutreffenden Sachverstand, was die örtliche Situation angeht, ausgeglichen. Durch Expertengespräche mit lokalen Entscheidungsträgern konnten immer alle offenen Fragen bezüglich der Ausgestaltung des Stadtmodells geklärt werden.

Die Erstellung des Stadtmodells mit LandXplorer selbst ging, insbesondere in Anbetracht des sonst bei manueller Erstellung zu veranschlagenden Zeitrahmens, erheblich zügig vonstatten. Jedoch sollte beachtet werden, dass eine gewisse Erfahrung mit Geobasisdaten im Allgemeinen und mit dem Programm im Speziellen notwendig ist, um die problemlose Erstellung des Stadtmodells zu gewährleisten. Bezüglich der Auswirkungen eines dreidimensionalen Stadtmodells auf die kommunale Planungspraxis fällt das Urteil gespalten aus. Zwar bietet LandXplorer viele Potenziale für die kommunale Planungspraxis, die Einbindung in den kommunalen Workflow stellt sich in Teilen jedoch als schwierig heraus.

So sieht der Leiter des Bauamtes der VG Prüm, Herr Dockendorf, durchaus die Potenziale von dreidimensionalen Stadtmodellen im Allgemeinen, in der VG Prüm käme als Anwendungsmöglichkeit jedoch nur der Hahnplatz in Betracht. Hier konnte er sich eine Verwendung zur Meinungsfindung der Ratsmitglieder (die alle ehrenamtlich sind) und zur Information der Bürger vorstellen. Er merkte jedoch an, dass die VG Prüm beinahe die gesamte Planung an externe Büros abgeben würde, die interne Bearbeitung eines dreidimensionalen Stadtmodells daher wenig sinnvoll sei. Außerdem seien die personellen Kapazitäten, das Fachwissen sowie die Kosten für Anschaffung und Unterhalt der Software in kleineren Gemeinden ein Hinderungsgrund, solch ein Modell selbst zu erstellen. Für größere Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern sieht er jedoch durchaus Potenzial, LandXplorer in den kommunalen Arbeitsablauf einzubinden.

Diese Meinung deckt sich auch mit den Erfahrungen, die im Rahmen der Evaluation mit der Software LandXplorer sowie dreidimensionalen Stadtmodellen gesammelt werden konnten. So ist für eine Verwendung von dreidimensionalen Stadtmodellen eine gewisse Größe der Stadt notwendig, zum einen, damit genügend Bausubstanz zur Verfügung steht um die Vorteile einer automatisierten Modellierung ausspielen zu können,

zum anderen, um innerhalb der Kommune auch eine Planungsabteilung mit Fachwissen im Bereich der dreidimensionalen Stadtmodelle vorfinden zu können. Ebenso ist es notwendig, dass seitens der Verwaltung ein Interesse daran besteht, dass dreidimensionale Stadtmodelle in der Planungspraxis verwendet werden. Modelle, die „in der Schublade“ verstauben oder nicht aktualisiert werden, erfüllen keinen Nutzen. Ist diese Anwendungsbereitschaft jedoch gegeben, dann kann LandXplorer die kommunale Planung positiv durch die schnelle Erstellung und Bearbeitung eines dreidimensionalen Stadtmodells beeinflussen.

Bedingt durch diese schnelle und auch verständliche Bearbeitung ist eine Verfolgung der Auswirkungen eines Bebauungsplanes wie Höhenfestsetzungen, Veränderung der Dachform oder andere Fassadenfarben in Echtzeit am Stadtmodell möglich. Ebenso können auch vielfältige Planungen in das Stadtbild eingefügt und betrachtet werden. Diese Visualisierung des Bestandes und der Planung bietet dabei insbesondere das Potenzial, auch fachfremden Personengruppen wie Ratsmitgliedern oder Bürgern die unterschiedlichen Elemente der Planung und die Einbindung in den gesamtstädtischen Kontext nahezubringen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass unter geeigneten Rahmenbedingungen die Verwendung von dreidimensionalen Stadtmodellen ein durchaus großes Potenzial bietet, die kommunale Planungspraxis in vielfältiger Weise zu bereichern.

Neben den internen Optionen für die Fachplanungen bieten sich insbesondere durch die erweiterten Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung neue gesellschaftliche Formen der Partizipation. Entsprechend Georg Simmel, der schon 1903 formulierte, „dass die Stadt ... keine räumliche Tatsache mit soziologischen Wirkungen [ist], sondern eine soziologische Tatsache, die sich räumlich formt“ [Mönninger 1994:7], eröffnen dreidimensionale Stadtmodelle somit eine neue Perspektive auf Lebensumwelten, die hilft, diese besser zu verstehen.



#### 4. *Literaturverzeichnis sowie Internetquellen*

##### A

- [Aarhus 1998] **Aarhuskonvention**, aufgerufen unter [www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aarhus.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aarhus.pdf)
- [AG 3D 2004] **AG 3D-Stadtmodelle des AK Kommunales Vermessungs- und Liegenschaftswesen des Städtetages Nordrhein-Westfalen (2004)**: 3D-Stadtmodelle - Eine Orientierungshilfe für die Städte in NRW, Köln
- [AG 3D 2007] **AG 3D-Stadtmodelle des AK Kommunales Vermessungs- und Liegenschaftswesen des Städtetages Nordrhein-Westfalen (2007)**: Fortführung von 3D-Stadtmodellen - Ein Zwischenbericht, Köln
- [AKBW] **Homepage der Architektenkammer Baden-Württemberg**, aufgerufen unter <http://www.akbw.de/service/nachhaltiges-bauen/lage-lage-lage.html>
- [Albers 1996] **G. Albers (1996)**: Entwicklungslinien der Raumplanung in Europa seit 1945, In: DISP 127, S. 3ff.
- [Allbach 2010] **B. Allbach (2010)**: Augmented city Kaiserslautern - Web-basiertes Wissensmanagement in Mixed Reality Umgebungen, Diplomarbeit an der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- [Artes 2002] **S. Artes, J. Holzer, K. Karner, et al. (2002)**: Digitale Stadtmodelle als Plattform für intuitive Stadtplanung und Bürgerinformationen, CORP, Wien

##### B

- [Battis 2009] **U. Battis, M. Krautzberger, R.-P. Löhr (2009)**: BauGB, 11. Auflage 2009, München
- [Batty 2005] **M. Batty, A. Hudson-Smith (2005)**: Imagining the Recursive City: Explorations in Urban Simulacra, London
- [Baudrillard 1994] **J. Baudrillard (1994)**: Simulacra and simulation, Michigan
- [BBR 2009] **BBR, Deutscher Städtetag, TU Darmstadt (2009)**: Planungspraxis deutscher Großstädte - Materialien neuer Planungskulturen, Darmstadt
- [BBR 2011] **Raumbeobachtung des BBR**, aufgerufen unter <http://78.46.82.146/raumbeobachtung/>



- [Benner 2007] **J. Benner, K.-U. Krause (2007):** Xplanung - Ein GIS-Standard zum Austausch digitaler Bauleitpläne, Flächenmanagement und Bodenordnung Band 6: S. 274 – 280
- [Benner 2009] **J. Benner, K.-U. Krause (2009):** Ein neuer Standard in der Bauleitplanung, Stadt und Gemeinde 3: S. 82 – 84
- [Bishop 2001] **Bishop, B. Dave (2001):** Beyond the moving camera: Systems development for interactive immersive exploration of urban environments, Honolulu
- [BITKOM 2009] **Der Verbreitungsgrad von Computern**, aufgerufen unter [http://www.bitkom.org/de/markt\\_statistik/64050\\_65137.aspx](http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64050_65137.aspx)
- [BITKOM 2010] **Selbstverpflichtung des BITKOM für Geodatendienste**, aufgerufen unter [http://www.bitkom.org/60376.aspx?url=Datenschutz\\_Kodex.pdf&mode=0&b=Themen](http://www.bitkom.org/60376.aspx?url=Datenschutz_Kodex.pdf&mode=0&b=Themen)
- [Blanke 2001] **B. Blanke, W. Lamping, H. Schridde et al. (2001):** Aktivierender Staat – aktive Bürgergesellschaft, Eine Analyse für das Bundeskanzleramt, Hannover
- [Boehm 1994] **G. Boehm (1994):** Die Wiederkehr der Bilder, In: G. Boehm (Hrsg.), Was ist ein Bild?, München, S. 11–38
- [Böhret 1994] **C. Böhret, G. Konzendorf (1994),** Mehr sein als scheinen - Der funktionale Staat, Speyer
- [BMI 2008] **Bundesministerium des Innern (2008):** E-Partizipation - Elektronische Beteiligung von Bevölkerung und Wirtschaft am E-Government, Bremen
- [BMWi 2006] **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2006):** Spezifikationsbericht „Internetgestützte Beteiligungsmaßnahmen in formellen Planungsprozessen“, Berlin
- [Bourdakis 1997] **V. Bourdakis (1997):** The Future of VRML on Large Urban Models, proc. Of the 4th UK VRSig Conf., S. 32 - 40
- [Burg 1999] **A. Burg (1999):** Der Einfluß des Internets auf die Öffentlichkeitsbeteiligung in der Bauleitplanung am Beispiel Deutschlands, Großbritanniens und Schwedens, CORP, Wien

- [**Breitbandatlas 2011**] **Breitbandatlas der Bundesregierung**, aufgerufen unter <http://www.zukunft-breitband.de/BBA/Navigation/breitbandatlas.html>
- [**B u h m a n n 2008**] **E. Buhmann, M. Pietsch (2008)**: Interactive Visualization of the Impact of Flooding and of Flooding Measures for the Selke River - Harz, Digital Design in Landscape Architecture, S. 152 ff.
- [**Bulbul 2010**] **R. Bulbul, A. U. Frank, G. Navratil (2010)**: Maintainable 3D Models of Cities, CORP, Wien

## C

- [**Chlench 2007**] **A. Chlench (2007)**: Stadtentwicklung im Spannungsfeld zwischen Planung, Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit, Eppelborn
- [**Clerici 2009**] **A. Clerici, I. Mironowicz (2009)**: Are Landmarks essential to the city - its development?, CORP, Wien
- [**Czerwinski 2007**] **Czerwinski, D. Dörschlag, G. Gröger, et al. (2007)**: Nachhaltige Erweiterung der Geodateninfrastruktur für 3D-Geodaten auf Basis von CityGML - am Beispiel der EU-Umgebungslärmrichtlinie, Kartographische Schriften, Band 13

## D

- [**Datakustik**] **Homepage zur Lärmberechnungssoftware CADNA A**, aufgerufen unter <http://www.datakustik.com/de/produkte/cadnaa/modellierung-und-berechnung/daten-aufbereitung/>
- [**D e s t a t i s 2006**] **Statistisches Bundesamt (2006)**: 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden
- [**Die Bundesregierung 2002**] **Die Bundesregierung (2002)**: Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung., Berlin
- [**Döllner 2003**] **K. Baumann, J. Döllner, et al. (2003)**: LandExplorer - ein System für interaktive 3D-karten, Kartographische Schriften, Band 7, S. 67-76

- [Döllner 2005] **L. Bodum, J. Döllner, S. Kirschenbauer, et al. (2005):** Using 3d in Visualization, Exploring Geovisualization, Kapitel 14, S. 295 – 312
- [Döllner 2006] **J. Döllner (2006):** LandXplorer - ein Werkzeug für komplexe Geoinformationen auf Grundlage virtueller 3D-Stadt- und 3D-Landschaftsmodelle, Vermessung Brandenburg, S. 32 ff.
- [Döllner 2009] **J. Döllner, B. Kleinschmit (2009):** Endbericht zum REFINA-Forschungsvorhaben „Flächeninformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle“,
- [Döllner/Baumann 2005] **K. Baumann, J. Döllner (2005):** Geländetexturen als Mittel für die Präsentation, Exploration und Analyse komplexer räumlicher Informationen in 3D-GIS, 3D-Geoinformationssysteme, S. 217 – 230
- [Döllner/Baumann 2006] **K. Baumann, H. Buchholz, J. Döllner (2006):** Virtual 3D City Models as Foundation of Complex Urban Information Spaces, CORP, Wien
- [DStGB 2010] **DStGB (2009):** Kommunen müssen sparen, aufgerufen unter [http://www.dstgb.de/homepage/pressemeldungen/kommunen\\_muessen\\_sparen/index.html](http://www.dstgb.de/homepage/pressemeldungen/kommunen_muessen_sparen/index.html)

## E

- [Entwurforschung 2011] **Homepage des Lehrstuhls für Stadtquartiersplanung und Entwerfen an der TU Karlsruhe**, aufgerufen unter <http://www.entwurforschung.de>
- [EU 2002] **Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union (2002):** Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, Brüssel
- [Evans 2009] **S. Evans (2009):** 3D cities and numerical weather prediction models: An overview of the methods used in the LUCID project, London

## F

- [**Forgó Street-view 2010**] **N. Forgó (2010):** Google StreetView – Nur ein Spannungsverhältnis zwischen Privatsphäre und öffentlichem Raum?, MMR 2010, S. 217
- [**Forkert 2003**] **G. Forkert, J. Holzer (2003):** Das digitale Stadtmodell als Dokument des urbanen Raumes, CORP, Wien
- [**Fürst 2005**] **J. Bröcker, D. Fürst, E.-H. Ritter, et al. (2005):** Handwörterbuch der Raumplanung, Hannover

## G

- [**Germer 2007**] **S. M. Germer, C. Jacoby, T. Weick (2007):** Monitoring in der Raumordnung, Hannover

## H

- [**Hendler 2008**] **J. Hendler, J. Golbeck (2008):** Metcalfe's Law, Web 2.0, and the Semantic Web, Maryland
- [**Hesse 1987**] **J. J. Hesse (1987):** Aufgaben einer Staatslehre heute, In: Thomas Ellwein et al. (Hrsg.), Jahrbuch zur Staats- und Verwaltungswissenschaft 1, Baden-Baden, 55-87
- [**Höffken 2009**] **S. Höffken (2009):** Google Earth in der Stadtplanung - Die Anwendungsmöglichkeiten von Virtual Globes in der Stadtplanung am Beispiel von Google Earth, Berlin
- [ **H o h m a n n 2003**] **S. Hohmann (2003):** Mensch - Maschine - Interface, Studien zu einer Theorie der Mensch-Computer-Interaktion, Dissertation an der Uni Duisburg-Essen, Duisburg
- [ **H u d s o n - S m i t h 2002**] **A. Hudson-Smith, S. Evans, M. Batty, et al. (2002):** Online Participation: The Woodberry Down Experiment, London
- [ **H u d s o n - S m i t h 2007**] **A. Hudson-Smith, R. Milton, J. Dearden, et al. (2007):** Virtual Cities: Digital Mirrors into a Recursive World, London
- [ **H u d s o n - S m i t h 2008**] **A. Hudson-Smith, M. Batty, A. Crooks, et al. (2008):** Mapping for the Masses: Accessing Web 2.0 through Crowdsourcing, London

## J

- [Jacob 2009] **P. Jacob, J. Knieling (2009):** Monitoring des Siedlungsbestandes, RaumPlanung 142, S. 5ff.
- [Janke 1987] **R. Janke (1987):** Architekturmodelle, Stuttgart

## K

- [Knoepfel 1997] **P. Knoepfel (1997):** Der verhandelnde Staat – schwacher, exklusiver und destabilisierender Staat? Drei selbstkritische Arabesken, In: L. Mez, /H. Weidner (Hrsg.)
- [Knoll 2006] **W. Knoll (2006):** Architektur-Modelle - Anregungen zu ihrem Bau, München
- [Kolbe 2003] **G. Gröger, T. H. Kolbe (2003):** Towards Unified 3D City Models, ISPRS Commission IV, Stuttgart
- [Kolbe 2004] **G. Gröger, T. H. Kolbe, L. Plümer (2004):** Zur Konsistenz bei der Visualisierung multiskaliger 3D-Stadtmodelle, Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 31
- [Kolbe 2006] **A. Czerwinski, T. H. Kolbe, et al. (2006):** Interoperability and accuracy requirements for EU environmental noise mapping, 12. InterCarto - InterGIS, Berlin
- [Kolbe 2009] **T. H. Kolbe, G. König, C. Nagel, et al. (2009):** 3D-Geo-Database für CityGML - Version 2.0.1, Berlin
- [Konradt/Hertel 2002] **U. Konradt, G. Hertel (2002):** Management virtueller Teams - Von der Telearbeit zum virtuellen Unternehmen, Weinheim & Basel
- [Koppers 2002] **L. Koppers (2002):** Generierung von Objekten für 3d-Stadtmodelle, Dissertation an der Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, München
- [König 2004] **R. König, C. Bauriedel (2004):** Computergenerierte Stadtstrukturen v 1.0 - Grundlegende Methoden für die Simulation städtischer Entwicklungsprozesse, Kaiserslautern
- [König 2010] **R. König (2010):** Simulation und Visualisierung der Dynamik räumlicher Prozesse, aufgerufen unter [www.entwurforschung.de/Theorie/060130\\_RK\\_SimulationProzesse.pdf](http://www.entwurforschung.de/Theorie/060130_RK_SimulationProzesse.pdf)



- [Koschel 2009] **M. Koschel (2009):** Vergleich des tridicon CityDiscoverer und Autodesk LandXplorer zur Nutzung von 3D Stadtmodellen, Diplomarbeit an der Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg
- [Kurzweil 1990] **R. Kurzweil (1990):** The Age of Intelligent Machines, Cambridge, (Massachusetts)/ London

## M

- [Macken 2007] **M. Macken (2007):** Beyond Simulacrum: The model as Three-dimensional Post Factum, Master of Architecture (research), Sydney
- [Malottki 2008] **C. v. Malottki (2008):** Geomodellierung in Stadtplanung und Immobilienwirtschaft am Beispiel des Büroflächenmarktes Stuttgart, Kaiserslautern
- [Meadows 1972] **D. Meadows, P. Milling, E. Zahn, et al. (1972):** Die Grenzen des Wachstums - Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Stuttgart
- [MEDIA @ Komm-Transfer 2006] **MEDIA@Komm-Transfer, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2006):** Spezifikationsbericht „Internetgestützte Beteiligungsmaßnahmen in formellen Planungsprozessen“, Berlin
- [Media NRW. de 2010] **Staatskanzlei NRW (2008):** Papierlose Verwaltung statt Aktenschränke, [http://www.medianrw.de/media2/site/index.php?id=73&no\\_cache=1&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=54872&cHash=aa643bde90](http://www.medianrw.de/media2/site/index.php?id=73&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=54872&cHash=aa643bde90)
- [Mitscherlich 1965] **A. Mitscherlich (1965):** Die Unwirtlichkeit unserer Städte, Frankfurt am Main
- [Mofina 2002] **J. Mofina (2002):** Auf dem Weg zur intersubjektiven Stadtentwicklung – zur Integration realer und digitaler Städte, virtueller Welten und planerischer Möglichkeiten, CORP, Wien
- [Mönniger 1994] **M. Mönniger (1994):** Last Exit downtown - Gefahr für die Stadt, Basel
- [Moore] **Moore's law**, aufgerufen unter [download.intel.com/museum/Moores\\_Law/Printed\\_Materials/Moores\\_Law\\_2pg.pdf](http://download.intel.com/museum/Moores_Law/Printed_Materials/Moores_Law_2pg.pdf)

[Müller 2000] **D. Fürst, B. Müller (2000):** Wandel der Planung im Wandel der Gesellschaft, Dresden

## N

[Nischelwitzer 2000] **A. Almer, A. K. Nischelwitzer (2000):** Interaktives 3D-Informationssystem für Planung und Tourismus, CORP, Wien

[Noack 2002] **S. Nebiker, T. Noack, R. Oberli (2002):** Webbasierte 3D-Landschaftsvisualisierungen: technische Spielerei oder Kommunikationsinstrument in einem anspruchsvollen Planungsprozess, CORP, Wien

## O

[OECD 1999] **OECD - Abt. räumliche Entwicklung (1999):** Stadtentwicklungspolitik in Deutschland - Auf dem Weg zur nachhaltigen städtischen Entwicklung, Paris

## P

[Paar 2007] **M. Clasen, P. Paar (2007):** Earth, Landscape, Biotope, Plant. Interactive visualisation with Biosphere3D, CORP, Wien

[Papadopoulos 2004] **Y. Papadopoulos (2004):** Governance und Demokratie, In: Benz, Arthur (Hrsg.): „Governance –Regieren in komplexen Regelsystemen. Eine Einführung.“, S. 215 – 234, Wiesbaden 2004

[Petschek 2004] **P. Petschek, E. Lange (2004):** Planung des öffentlichen Raumes – der Einsatz von neuen Medien und 3D Visualisierungen am Beispiel des Entwicklungsgebietes Zürich-Leutschenbach, CORP, Wien

[Planen RLP] **Broschüre zur Landes- und Regionalplanung RLP**, aufgerufen unter [www.ism.rlp.de/fileadmin/ism/downloads/landesplanung/Planen\\_für\\_Rheinland-Pfalz\\_-\\_Fit\\_für\\_die\\_neuen\\_Regionalpläne.pdf](http://www.ism.rlp.de/fileadmin/ism/downloads/landesplanung/Planen_für_Rheinland-Pfalz_-_Fit_für_die_neuen_Regionalpläne.pdf)

[PLG Trier] **Energiekonzept der Planungsgemeinschaft Trier**, aufgerufen unter [http://www.plg-region-trier.de/upload/Infoheft\\_kpl\\_Johnen\\_1751.pdf](http://www.plg-region-trier.de/upload/Infoheft_kpl_Johnen_1751.pdf)

- [Post/Welters] **Homepage des Wettbewerbsmanagements von Post&Welters**, aufgerufen unter <http://www.post-welters.de/wettbewerb/liste.htm>
- [Prensky 2001] **M. Prensky (2001)**: Digital Natives, Digital Immigrants; From On the Horizon, <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>

## R

- [Refina 3D 2009] **J. Döllner, B. Kleinschmit (2009)**: Endbericht zum REFINA-Forschungsvorhaben „Flächeninformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle“, Potsdam
- [REPKA 2011] **Homepage des Forschungsprojektes Regionale Evakuierung: Planung, Kontrolle und Anpassung**, aufgerufen unter <http://www.repka-evakuierung.de/>
- [Rice 2003] **A. Rice (2003)**: Exploring the impact of emerging landscape visualization tools on spatial perception and design education, E. Buhmann & S. Ervin (Hrsg.) Trends in Landscape Modeling, Heidelberg
- [Richter 2008] **M. Richter, U. Weiland (2008)**: Monitoring und Evaluation der Stadtplanung, Conturec 3, S. 5 ff.
- [Ritter 1979] **E. H. Ritter (1979)**: Der kooperative Staat. Bemerkungen zum Verhältnis von Staat und Wirtschaft, in: Archiv des öffentlichen Rechtes 104, 389-413.
- [Rumberg 2006] **M. Rumberg (2006)**: Modellierung und Management kombinierter Umgebungslärmimmissionen - Ansätze für die risiko- und qualitätsorientierte Lärminderung in der Stadtplanung, Kaiserslautern
- [Roßnagel 2003] **A. Roßnagel (2003)**: Handbuch Datenschutzrecht, München

## S

- [Schmidt 1997] **T. Schmidt, B. Streich (1997)**: Computergestützte Assistenzsysteme für die Stadtplanung, Kaiserslautern

- [Schumacher 1931]** **F. Schumacher (Originalausgabe 1931):** Von der Gliederung städtebaulicher Arbeit. In: Ein Vorbild für die Methodik stadtplanerischer Arbeit, Der Wiederaufbau, Verlag zur Förderung der Mitarbeit des Bürgers am Städtebau, Bremen 1979
- [Selle 1997]** **K. Selle (1997):** Planung und Kommunikation - Anmerkungen zur Renaissance eines alten Themas, In: DISP 129, 40ff.
- [Siebel 2000]** **W. Siebel (2000):** Wesen und Zukunft der europäischen Stadt, In: DISP 141, S. 28ff.
- [Siebel 2004]** **W. Siebel (2004):** Die europäische Stadt, Frankfurt am Main
- [Siedentop 2005]** **S. Siedentop (2005):** Urban Sprawl – verstehen, messen, steuern - Ansatzpunkte für ein empirisches Mess- und Evaluationskonzept der urbanen Siedlungsentwicklung, In: DISP 160, S. 23ff.
- [Sieverts 1999]** **T. Sieverts (1999):** Zwischenstadt, Zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land, Bauwelt Fundamente , Band 118
- [Simmel]** **G. Simmel (1903):** Soziologie des Raumes, In: Simmel Gesamtausgabe, Bd. 7. Frankfurt 1995, S. 132 - 83. S.133
- [Speer]** **J. Gaines, S. Jäger (2009):** Albert Speer & Partner - Ein Manifest für nachhaltige Stadtplanung - Think local, act global, München
- [SRL 2009]** **SRL - Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplaner e.V. (2009):** Planung 2.0 - Planung im Kontext neuer Technologien, PlanerIn Heft 05\_2009
- [Solarfibel 2007]** **Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2007):** Solarfibel – Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen, Stuttgart
- [Stachowiak 1973]** **H. Stachowiak (1973):** Allgemeine Modelltheorie, Wien 1973
- [Stadtentwicklung Berlin 2010]** **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung der Stadt Berlin (2010):** Öffentlichkeitsbeteiligung zum B-Plan „1-63 Heidestraße“, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/b-planverfahren>

- [**Städtebauliche Lärmfibel**] **Homepage der Städtebaulichen Lärmfibel**, aufgerufen unter <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/index-1-1.htm>
- [**Steinebach 2006**] **G. Steinebach, P. Müller (2006)**: Dynamisierung von Planverfahren der Stadtplanung durch Informations- und Kommunikationssysteme, Kaiserslautern
- [**Stiftung Mitarbeit 2007**] **Stiftung MITARBEIT (2007)**: E-Partizipation - Beteiligungsprojekte im Internet, Bonn
- [**STMI Bayern**] **Informationen des STMI Bayern, wie die Energieeffizienz von Siedlungsgebieten bereits auf der Ebene der Ortsplanung beeinflusst werden kann**, aufgerufen unter <http://www.verwaltung.bayern.de/Anlage4000708/EnergieundOrtsplanung-ArbeitsblattNr17.pdf>
- [**STK 2011**] **Homepage der Staatskanzlei RLP zum Rheinland-Pfalz-Tag 2011**, aufgerufen unter <http://rlp-tag.stk.rlp.de/>
- [**Streich 2005**] **B. Streich (2005)**: Stadtplanung in der Wissensgesellschaft - ein Handbuch, Wiesbaden
- [**Streich 2006**] **B. Streich (2006)**: Computergestützter Architekturmodellbau - CAAD-Grundlagen, Verfahren, Beispiele, Basel
- [**Streich 2010**] **J.-P. Exner, S. Höffken, B. Streich, et al. (2010)**: Web 2.0 in Lehre und Forschung - Chancen und Potenziale für die räumliche Planung, CORP, Wien

## T

- [**Tagesschau 2010**] **Homepage der Tagesschau**, aufgerufen unter <http://www.tagesschau.de/inland/hartzcomputer100.html>

## V

- [**Vetter 2008**] **A. Vetter (2008)**: Erfolgsbedingungen lokaler Bürgerbeteiligungen, Wiesbaden

## W

- [**Weick 1994**] **T. Weick (1994)**: Abschied vom Plänemachen. Thesen zur Entwicklungsplanung als Verhandlungssystem, In: RaumPlanung 66, S. 176–178.



- [ **W e i n g a r t** **P. Weingart (1997)**: Neue Formen der Wissensproduktion. Fakt, Fiktion und Mode, Bielefeld
- [**Wietzel 2007**] **Wietzel (2007)**: Methodische Anforderungen zur Qualifizierung der Stadtplanung für innerstädtisches Wohnen durch Mixed Reality-Techniken und immersive Szenarien, Dissertation an der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- [**Wietzel 2010**] **A. Siegler, H. Stepper, I. Wietzel (2010)**: Innenstädte für alle: Visualisierung und Simulation zur Qualifizierung des innerstädtischen Entwurfs, CORP, Wien
- [**Wood 2005**] **J. Wood, S. Kirschenbauer, J. Döllner, et al. (2005)**: Using 3D in Visualization, In: Dykes/MacEachren/Kraak (Hrsg.): Exploring Geovisualization. Elsevier Amsterdam, Kapitel 14, S. 295 - 312

## Z

- [**Zeile 2003**] **P. Zeile (2003)**: Erstellung und Visualisierung von virtuellen 3D-Stadtmodellen aus kommunalen Geodaten am Beispiel des UNESCO Welterbes Bamberg, Diplomarbeit an der TU Kaiserslautern, Lehrgebiet cpe, Kaiserslautern
- [**Zeile 2004**] **T. Poesch, R. Schildwächter, P. Zeile (2004)**: Eine Stadt wird dreidimensional: 3D Stadtmodell Bamberg, CORP, Wien
- [**Zeile 2010**] **P. Zeile (2010)**: Echtzeitplanung - Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung, Dissertation an der TU Kaiserslautern, Kaiserslautern
- [ **Z i n k a h n** **W. Ernst, W. Zinkahn, W. Bielenberg et al. (2010)**: Baugesetzbuch, 96. Ergänzungslieferung 2010, München

## 5. *Abbildungsverzeichnis*

- Abb.1.: Das analoge Stadtmodell von London, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010.....18
- Abb.2.: Das Prüfmodell Nervis zu einem Dachelement des internationalen Flughafen Newarks, aus: Bauwelt 19/2010 - S. 26 ..19

Abb.3.:	Das digitale Stadtmodell von Wien in der Planungswerkstatt Wien, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2008 .....	24
Abb.4.:	PDF-Datei mit Digitaler Unterschrift, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	26
Abb.5.:	Übersichtsseite der digitalen Bürgerbeteiligung in Berlin, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010 .....	32
Abb.6.:	Beteiligungsseite der digitalen Bürgerbeteiligung in Berlin, Eigene Aufnahme, Kaiserslautern 2010 .....	33
Abb.7.:	Übersichtsseite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, <a href="http://www.diekombiwoesung.de">www.diekombiwoesung.de</a> , Kaiserslautern 2011 .....	34
Abb.8.:	Projektauswahl bei der Seite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, <a href="http://www.diekombiwoesung.de">www.diekombiwoesung.de</a> , Kaiserslautern 2011 .....	35
Abb.9.:	Projektvorstellung bei der Seite zur Umgestaltung des Stadtbahnnetzes in Karlsruhe, <a href="http://www.diekombiwoesung.de">www.diekombiwoesung.de</a> , Kaiserslautern 2011 .....	36
Abb.10.:	Darstellung der Hochwasserrisiken, <a href="http://timisflood.net">timisflood.net</a> , Kaiserslautern 2010 .....	41
Abb.11.:	Darstellung Petaplan, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	44
Abb.12.:	Google Earth Overlay mit Darstellung des Photovoltaik-Potenzials, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	45
Abb.13.:	Ausbreitung von Stickoxiden in London, aus: S. Evans (2009): 3D cities and numerical weather prediction models: An overview of the methods used in the LUCID project, London .....	46
Abb.14.:	Darstellung der Claims verschiedener Städte, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	49
Abb.15.:	Beispiel eines LoD 0 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	52

Abb.16.:	Beispiel eines LoD 1 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	52
Abb.17.:	Beispiel eines LoD 2 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	53
Abb.19.:	Beispiel eines LoD 3 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2010.....	54
Abb.18.:	Beispiel eines LoD 4 Modells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2009.....	54
Abb.20.:	Räumliche Lage von Prüm in RLP, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	64
Abb.21.:	Das verwendete Luftbild von Prüm, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	67
Abb.22.:	Darstellung des Bearbeitungsbereiches, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	71
Abb.23.:	Darstellung des Arbeitsablaufes der Datenaufbereitung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	72
Abb.24.:	Das DGM vor der Georeferenzierung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	73
Abb.25.:	Das DGM nach der Georeferenzierung, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	74
Abb.26.:	Die ALK bei der Bearbeitung der Attribute, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	74
Abb.27.:	Das Luftbild mit den eingebetteten Vektordaten, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	75
Abb.28.:	Die Georeferenzierung des Luftbildes, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	76
Abb.29.:	Das LoD 3-Modell der Basilika und des Regino-Gymnasiums, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	76

Abb.30.: Die Partizipationsplattform zur Simulation einer Beteiligung mittels des erstellten Stadtmodells, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	82
Abb.31.: Schrägaufnahme des Stadtmodells von Prüm .....	85
Abb.32.: Darstellung eines 3D-Modells in Google Earth, Eigene Darstellung, Kaiserslautern 2011 .....	93

## 6. *Glossar*

### **ALK**

Die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) ist der digitale Nachfolger der analogen Liegenschaftskarte; in dieser wird die maßstäbliche Darstellung aller Liegenschaften wie Flurstücke und Gebäude vorgenommen.

### **Auszeichnungssprache**

Eine Auszeichnungssprache (englisch: Markup Language ML) dient zur Beschreibung des Inhalts eines Dokumentes und in Teilen auch zur Beschreibung des zur Bearbeitung benötigten Verfahrens. Bei folgendem Beispiel wird „Text“ der Attributdefinition „h1“ zugewiesen: `<h1>Text</h1>`

### **CityGML**

Die City Geography Markup Language (CityGML) ist ein GML-Anwendungsschema zur Speicherung und zum Austausch von virtuellen 3D-Stadtmodellen. Innerhalb von CityGML können sämtliche Stadt- und Landschaftsobjekte modelliert werden, neben der Geometrie werden noch zusätzliche Informationen wie der entsprechende Level of Detail sowie die Topologie gespeichert.

### **DGM**

Das Digitale Geländemodell (DGM) wird von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (ADV 2004) wie folgt definiert: „Datenbestand zur höhenmäßigen Beschreibung des Geländes. Es besteht aus regelmäßig oder unregelmäßig verteilten Geländepunkten, die die Höhenstruktur des Geländes hinreichend repräsentieren – optional ergänzt durch morphologische Strukturelemente (z.B. Geländekanten, markante Höhenpunkte).“

## **Formell**

Im öffentlichen Recht gelten besondere Formvorschriften für Verwaltungsakte und öffentlich-rechtliche Verträge. Die Einhaltung einer bestimmten gesetzlichen Form bezweckt dabei die geordnete und zügige Durchführung des Verfahrens.

## **Frontened**

Die Begriffe Frontend und Backend werden in der Informationstechnik an verschiedenen Stellen in Verbindung mit einer Schichteneinteilung verwendet. Dabei ist das Front-End näher am Benutzer, also der Eingabe, das Back-End näher am System, also der Verarbeitung. So wird bei Client-Server-Anwendungen das auf dem Client laufende Programm als Frontend, das auf dem Server laufende als Backend bezeichnet.

## **Geodätisches Datum**

Durch das Geodätische Datum werden in der Geodäsie bzw. Kartografie die Lage (Position und Orientierung) und der Maßstab eines zwei- oder dreidimensionalen Koordinatensystems beschrieben. Das Bezugssystem ist dabei ein geeignetes Referenzellipsoid, welches die Erde für diesen Punkt nachbildet.

## **Georeferenziert**

Ein Datensatz (Foto, Karte etc.) ist georeferenziert, wenn dem eigentlichen Datensatz noch zusätzlich raumbezogene Informationen wie die Lage im Koordinatensystem zugewiesen werden.

## **GeoTIFF**

Bei einem GeoTIFF in das TIFF-Bild zusätzlich Informationen über eine Georeferenzierung des Bildes eingebettet. Diese Informationen werden dabei nicht in einer separaten worldfile gespeichert, sondern direkt in die Metatags geschrieben. Das TIFF-Format selber zeichnet sich dadurch aus, dass es, anders als andere Bildformate, auch eine verlustfreie Bildspeicherung zulässt.



## **GIS**

Geographische Informationssysteme (GIS) sind Informationssysteme zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation geographischer Daten. Dabei werden georeferenzierte Karten mit raumbezogenen Attributen verknüpft, die eine weitergehende Analyse als die bloße Betrachtung der Karte ermöglicht.

## **GML**

Geography Markup Language (GML) ist eine Auszeichnungssprache zum Austausch raumbezogener Objekte mit Attributen, Relationen und Geometrien. Dabei ist GML eine Anwendung von XML und durch Schemabeschreibungen festgelegt.

## **IuK**

Als Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) werden Technologien im Bereich der Information und Kommunikation wie Telefon, Computer, Internet etc. bezeichnet.

## **LoD**

Als Level of Detail (LOD) werden die verschiedenen Detailstufen bei der Darstellung virtueller Welten bezeichnet. Diese werden je nach Entfernung und Position des Betrachters zu den Objekten unterschiedlich ausgewählt, um die Geschwindigkeit der Anwendung zu erhöhen.

## **Metatag**

Ein Metatag dient in verschiedenen Dateitypen wie GeoTIFF oder XML zur Speicherung von Informationen über andere Daten, üblicherweise der Datei selber. So wird im GeoTIFF beispielsweise die Georeferenzierung und bei XML beispielsweise der Bearbeiter im Metatag gespeichert.

## **Pixel**

Ein Pixel bezeichnet sowohl die kleinste Einheit einer zweidimensionalen digitalen Rastergrafik als auch deren Darstellung auf einem Bildschirm mit Rasteransteuerung. Beim Skalieren werden Rastergrafiken ungenau, da die kleinsten Werte, die Pixel, bereits definiert sind und so neue Werte interpoliert werden müssen.

## **Rendering**

Das Rendering ist die Erzeugung eines Rasterbildes aus Rohdaten wie Modell, Materialität, Position und Blickrichtung des Betrachters sowie Lichtquellen. Dabei muss im Vorfeld überprüft werden, welche Objekte sich verdecken, wie die Lichtverteilung ist sowie wie die Oberflächen aussehen.

## **Voxel**

Ein Voxel ist die kleinste Einheit in einer dreidimensionalen Rastergrafik, ein Datenpunkt. Der Name Voxel setzt sich aus den Wörtern „volumetric“ und „pixel“ zusammen.

## **Vektor**

Ein Vektor bezeichnet in der Computergrafik ein Element, welches aus grafischen Primitiven wie Linien, Kreisen, Polygonen oder allgemeinen Kurven zusammengesetzt ist. Da Vektorgrafiken, anders als Rastergrafiken nicht auf einem Pixelraster, sondern auf einer Bildbeschreibung, bestehen, lassen sie sich verlustfrei skalieren.

## **Web Perspective View Service**

Ein Web Perspective View Service erstellt anhand eines im Hintergrund liegenden Modells und des Betrachterstandpunktes die aktuelle Ansicht des Modells, welches er über das Internet als Bild zur Ausgabe auf den Computer des Anwenders schickt.

## **Workflowmanagement**

Das Workflowmanagement ist die informationstechnische Unterstützung oder Automatisierung von Geschäftsprozessen. Aufgabe dabei ist es, auf Basis einer Spezifikation, für die Ausführung von Arbeitsabläufen mithilfe von IT-Systemen zu sorgen.

## **XML**

Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdaten. Diese Textdaten sind im einfachsten Fall ASCII, und sind damit vom Menschen lesbar; per Definition enthält XML keine Binärdaten.

## *Danksagung*

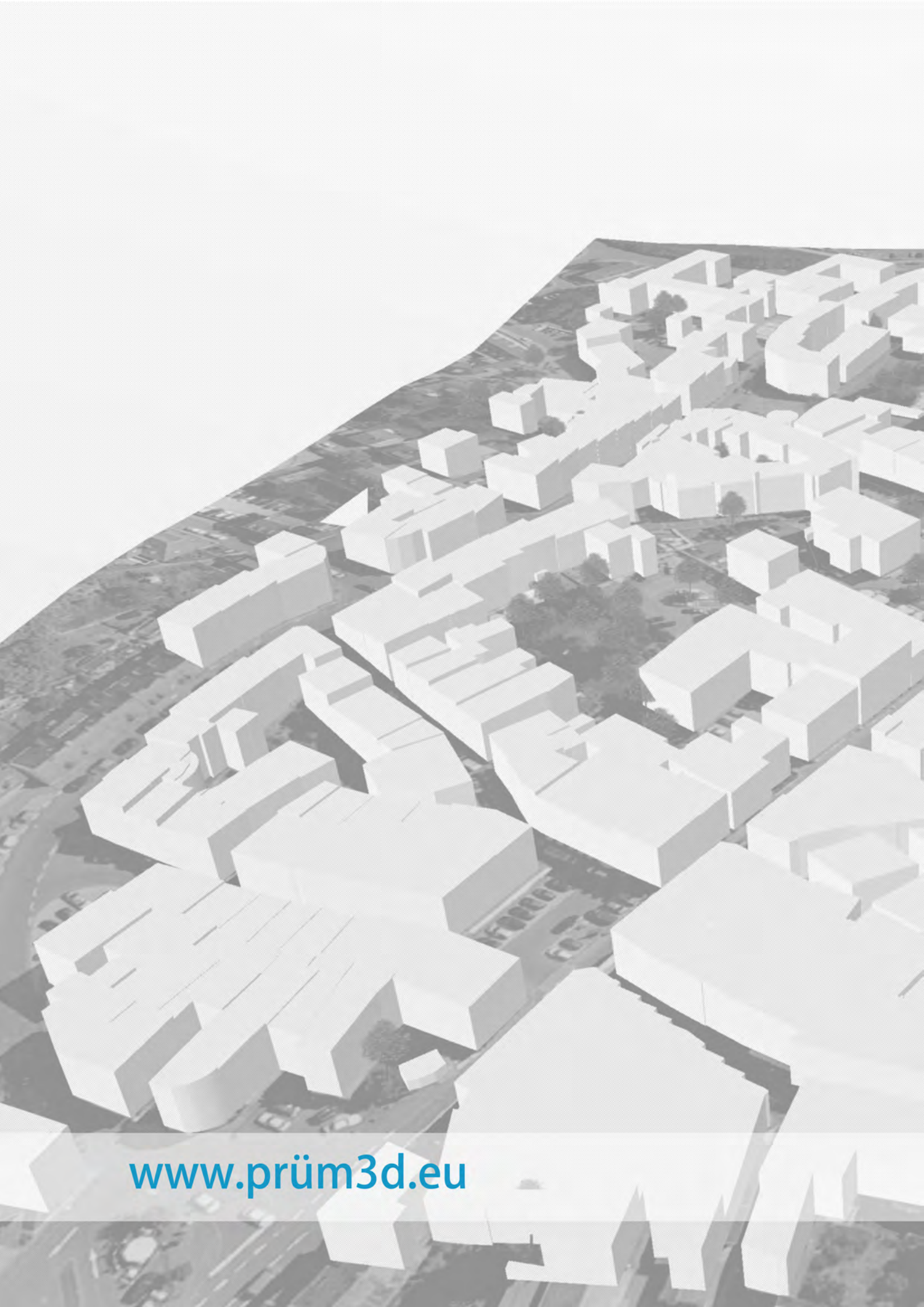
Mit der vorliegenden Diplomarbeit endet die lehrreiche und interessante Zeit meines Studiums. Das gewählte Thema bildet dabei nicht nur den Abschluss, sondern gewissermaßen auch den Umgriff des gesamten Studiums; so habe ich mich bereits 2007 in meinem ersten Wahlpflichtfach mit der Bedeutung von dreidimensionalen Stadtmodellen für die kommunale Planungspraxis beschäftigt.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich während der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

Hierbei gilt ein besonderer Dank meinem Betreuer Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich sowie meinem Ko-Betreuer Herrn Dr.-Ing. Peter Zeile. Durch Ihr Engagement, die guten Ideen und auch den unermüdlichen Einsatz haben Sie meine Diplomarbeit betreut, zu einem guten Gelingen beigetragen und mir die Freiheit gelassen, die Arbeit nach meinen eigenen Vorstellungen zu entwickeln.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei dem Bürgermeister der Verbandsgemeinde Prüm, Herrn Aloysius Söhngen, sowie dem Leiter des Bauamtes der Verbandsgemeinde Prüm, Herrn Ewald Dockendorf. Sie haben mir diese praxisnahe Evaluation ermöglicht und darüber hinaus bei der Betrachtung der Bedeutung von Stadtmodellen für die kommunale Planungspraxis wertvolle Inputs geliefert.

Schlussendlich gebührt ein großer Dank allen hier nicht namentlich aufgeführten Personen. Ihr habt mich in vielerlei Hinsicht unterstützt, sei es durch anregenden Diskurs, durch Feinschliff am Text oder dadurch, dass ihr mir den Rücken freigehalten habt. Vielen Dank!



[www.prüm3d.eu](http://www.prüm3d.eu)