

# VRML in der Bauleitplanung und im städtebaulichen Entwurf

Thomas BESSER & Ralph SCHILDWÄCHTER

Thomas BESSER & Ralph SCHILDWÄCHTER,  
Universität Kaiserslautern

## 1 EINLEITUNG

Für viele Menschen, insbesondere natürlich Nicht-Fachleute, ist städtebauliche Planung schwer zu verstehen. Dies rührt u.a. daher, daß Planungen für drei Dimensionen i.d.R. auf zwei reduziert werden. Dazu müssen Fachbegriffe und Abstraktionen herangezogen werden, die aber wiederum nicht leicht zu verstehen sind.

Mit der Entwicklung der neuen Medien stehen aber mittlerweile Techniken zur Verfügung, die die Beschränkung auf zweidimensionale Ergebnisse der Planung aufheben. Eine dieser Techniken näher zu betrachten, war das Ziel einer Diplomarbeit an der Universität Kaiserslautern. Unter dem Thema „Städtebauliche Planung in der 3. Dimension – Einsatzmöglichkeiten der Virtual Reality Modeling Language (VRML)“ wurde diese Arbeit im Lehrgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden des Studiengangs Raum- und Umweltplanung erstellt.



Screenshot einer planungspraktischen Anwendung in der DAinVRML

Neben den zusammengefassten Ergebnissen in diesem Beitrag werden die planungspraktischen Anwendungen im Internet präsentiert [DAinVRML,1999].

## 11 STÄDTEBAULICHE PLANUNG - HEUTE

Wird nachfolgend von „Planung“ gesprochen, so ist im Rahmen dieses Beitrages die konkrete städtebauliche Planung bzw. deren rechtliche Umsetzung (Bebauungsplan als verbindlicher Bauleitplan) gemeint, zu der die Gemeinden nach den Vorschriften des BauBG [Baugesetzbuch, 1997] verpflichtet sind, sofern es „für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist“ (§1 Abs. 3 BauGB). Es besteht demnach immer ein direkter Bezug zur (Aus)Gestaltung von Baugebieten mit Baukörpern.

### 11.1 Normalfall 2D

Wie wird heute Planung betrieben? Verallgemeinert kann dies nicht unbedingt für jede Gemeinde zutreffend beschrieben werden, deshalb stützen sich die Autoren in diesem Punkt auf ihre persönlichen Eindrücke und Erfahrungen aus der Praxis.

Die Anwendung von Computer-Aided-Design (CAD) in der Planung ist bzw. sollte Standard sein, d.h. sie stellt keine besonderen Probleme dar und kann mit herkömmlichen Rechnern in der Breite betrieben werden.

Der heutige Ablauf einer Baugebietsentwicklung kann vereinfacht beschrieben werden: Aufbauend auf den Grundlagen (Kataster, digital, gescannt bzw. im Idealfall vektorisiert) versuchen die Planenden, ihre Überlegungen und Ideen in Entwürfen umzusetzen. Dazu ist in einer frühen Phase Handfertigkeit gefragt. Diese Skizzen werden mittels CAD zu funktionierenden Alternativen ausgearbeitet und den politischen Entscheidungstragenden präsentiert. Die Auswahl und Legitimierung einer Bebauungsalternative erfolgt unter Beteiligung von Betroffenen und stellt die Grundlage für die rechtliche Umsetzung dar. Eine aktive Realisierung oder besser Vermarktung von Baugebieten gibt es bislang nicht. Es bestehen zwar Ansätze, Baugebiete bzw. Baulücken im Internet textlich zu beschreiben, anschauliche graphische Präsentationen stellen aber wenn überhaupt die Ausnahme dar.

Betrachtet man den Abstraktionsgrad der Planung, so werden bis zum Bebauungsplan konkrete Baukörper diskutiert und geplant. Der Bebauungsplan selbst abstrahiert -beispielsweise bei der Bebauung- die Aussagen auf Bereiche (Baufenster). Darin spiegelt sich die in Deutschland grundgesetzlich garantierte Baufreiheit wieder, welcher lediglich städtebaulich begründete rechtliche Schranken gesetzt werden dürfen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Planung heute normalerweise zweidimensional mittels CAD betrieben wird. Die erstellten Pläne werden am Ende auf Papier ausgegeben. Diese Zweidimensionalität kann v.a. für Laien (Entscheidungstragende, Beteiligte) Probleme bei der Lesbarkeit und Verständlichkeit von Plänen hervorrufen. Ein ungeschultes Vorstellungsvermögen kann nur sehr schwer aus abstrakten Begriffen und Symbolen v.a. für die dritte Dimension (Gebäudegeschoßigkeiten, Höhenlinien etc.) einen Eindruck von Raumbildung etc. vermitteln. Und selbst den Planenden geschultes, räumliches Vorstellungsvermögen vorausgesetzt dürfte dies nicht leicht fallen. Somit kann die Planung von heute schnell mißverstanden werden und „falsche“ Entscheidungen können die Folge sein.

## **11.2 Ausnahmefall 3D**

Wenn heutzutage schon Planung in der dritten Dimension angewendet wird, so beschränkt sich dies zumeist auf die Bereiche der Erarbeitung von Alternativen bzw. eines Bebauungsvorschlages (Grundlage des Bebauungsplanes). Hier kommen innerhalb des CAD erstellte Ansichten (Isometrien oder Perspektiven) zum Tragen, die mit auf den Planwerken ausgedruckt werden.

Der klassische Modellbau findet in bestimmten Fällen auch noch Anwendung. Arbeitsmodelle mit flexibel bewegbaren Baukörpern oder fertige Präsentationsmodelle helfen dann, Alternativen oder einen ausgewählten Bebauungsvorschlag anschaulich zu präsentieren.

Im allgemeinen stellen die beschriebenen dreidimensionalen Anwendungen aber den Ausnahmefall dar, weil zum einen für die Ansichten ein aufwendigeres digitales 3D-Datenmodell erforderlich ist und zum anderen der Modellbau normalerweise viel Handarbeit bedeutet. In beiden Fällen ist ein z.T. erheblicher Mehraufwand die Folge, der auch mit relativ hohen Kosten verbunden ist. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis dürfte die Begründung liefern, weshalb Planung in der dritten Dimension heute den Ausnahmefall darstellt.

## **12 ZUKÜNFTIGER NORMALFALL 3D?!**

Es soll an dieser Stelle nicht der Eindruck entstehen, daß Planung in Zukunft ausschließlich dreidimensional betrieben werden soll. Z.B. wird es in absehbarer Zeit keinen Ersatz für das Rechtsinstrument des zweidimensionalen, auf Papier ausgegebenen Bebauungsplans geben. Dies erscheint auch nicht sinnvoll.

### **12.1 Zusätzliche Anwendungen eines 3D-Datenmodells**

Soll dreidimensionale Planung attraktiver werden, muß somit am beschriebenen Aufwand-Nutzen-Verhältnis angesetzt werden. Ein Ansatz stellt natürlich die Aufwandreduzierung dar, allerdings wird ein 3D-Datenmodell immer komplexer und daher auch aufwendiger sein, als sein zweidimensionales Pendant.

So wird die Basis einer allgemeingültigen Planung in der dritten Dimension im Regelfall ein digitales Geländemodell (DGM) bilden. Dieses kann entweder mit Daten der Vermessungämter (grobmaschiger, dafür häufig verfügbar) oder aus einer detaillierten Geländeaufnahme, die ohnehin für Entwässerung bzw. Erschließung benötigt wird, oder aus digitalisierten Höhenlinien mit Spezialsoftware (Zusatzmodule für

CAD) relativ einfach erstellt werden. Nur ausnahmsweise kann bei nahezu ebenen Plangebietten auf ein DGM verzichtet werden.

Es ist demnach also wichtig, weitere sinnvolle Anwendungen für ein digitales dreidimensionales Datenmodell zu erschließen, um den Nutzen zu erhöhen. Dabei ist zu beachten, daß ein und dasselbe Datenmodell ohne große Modifikationen eingesetzt werden kann. Bei Spezialsoftware bedeutet dies z.B., auf Schnittstellen für den Datenimport und –export (DXF oder vergleichbares) besonderen Wert zu legen.

Welche Anwendungen können nun dazu beitragen, den Nutzen eines 3D-Datenmodells zu steigern?

Der computergestützte Modellbau mittels CNC-Fräse hat das experimentelle Stadium verlassen und kann weitgehend die Handarbeit des klassischen Modellbaus ersetzen. An der Universität Kaiserslautern ist seit einiger Zeit eine solche Anlage in Betrieb (Uni KL, 1998). Zudem wird dies als Dienstleistung schon kommerziell angeboten.

Des weiteren eignet sich ein 3D-Datenmodell hervorragend für städtebauliche Analysen. In Frage kommen dabei z.B. Berechnungen des Energieeintrages (Solarstrahlung) an Fassaden, Verschattungsanalysen oder Berechnungen der Schallausbreitung, besonders interessant an verkehrsbelasteten Straßen. Spezialsoftware für diesen Einsatzbereich ist in letzter Zeit verstärkt entwickelt worden [z.B. Townscope, 1999] und können somit zur Optimierung von Planungsalternativen herangezogen werden.

Zu den genannten Anwendungen kommt zu guter Letzt das weite Feld der Virtuellen Realität (VR), auf das nachfolgend intensiv eingegangen wird.

## 12.2 Spezialanwendung Virtuelle Realität (VR)

Definitionen für „Virtual Reality“ gehen z.T. sehr weit auseinander, denn es „gibt noch keine Regeln, was ‚echte‘ VR ist“ [Hand, 1996: S. 114]. Eine einfache und daher einprägsame Beschreibung scheint folgende: VR „ermöglicht die Erkundung einer computergenerierten Welt, indem wir uns in ihr bewegen“ [Sherman, 1994: S. 11].

Mit VR wird zunächst oft der bekannte „Datenhelm“ (Head-Mounted Display, HMD) in Verbindung gebracht. Dieser stellt jedoch lediglich ein VR-spezifisches Ausgabegerät also Hardware dar. Zur Darstellung von VR wird auch Software im weitesten Sinne benötigt. Im nächsten Kapitel wird auf EINE Technik, nämlich die Virtual Reality Modeling Language (VRML) eingegangen. Andere Techniken wie z.B. QuickTime VR (Literaturverweis!), deren Stärken v.a. bei Fehlen eines 3D-Datenmodells insbesondere für Bestandsaufnahmen gesehen wird, werden nicht weiter verfolgt.

Für die Planung besteht mittels VR also die Möglichkeit, z.B. dreidimensionale Bebauungsalternativen frei zu begehen. Diese Interaktion in Echtzeit erfordert es, daß die aktuelle Perspektive des Betrachters erst auf Änderung des Standpunktes oder des Blickwinkels vom Computer berechnet und dargestellt wird. Ist die Rechnerkapazität ausreichend, so daß diese Berechnungen schnell hintereinander durchgeführt werden können, entsteht eine flüssige Abfolge von Einzelbildern, die den Eindruck einer virtuellen Begehung vermitteln.

Anfänglich waren nur Spezialrechner (im allgemeinen Workstations) geeignet, VR-Anwendungen darzustellen. Zudem wurde lange Zeit besonderer Wert auf den „Eintaucheffekt“ (Immersion) gelegt, der den Benutzer von allen Sinneseindrücken abschneiden sollte [Sherman, 1993: S. 18], um die virtuelle Welt als Realität zu empfinden. Dazu wurde eine photorealistische Darstellung in Kombination mit Spezialgeräten (HMD und weitere Entwicklungen) als unbedingt notwendig angestrebt. Diesen Entwicklungen ist gemeinsam, daß sie sehr teuer und daher nicht für den breiten Einsatz tauglich waren und sind.

Daneben gibt es auch gegenläufige Meinungen, die behaupten, daß der Photorealismus in die Irre führt und eine abstraktere virtuelle Welt durch die Phantasie des Menschen gleichwertig real empfunden werden kann [Sherman, 1993: S. 150]. Zusammen mit den erheblich gestiegenen Rechnerleistungen herkömmlicher Computer bietet sich somit heute die Gelegenheit, Virtuelle Realität in der Breite also auch im täglichen Planungsgeschäft einzusetzen. Dem kommt entgegen, daß bei der städtebaulichen Planung i.d.R. mit einem abstrahierten Abbild der (zukünftigen) Wirklichkeit gearbeitet wird, wie z.B. mit vereinfachten Gebäudekubaturen. Daher eignet sie sich besonders für die Anwendung von VRML [Martens, 1996: S. 10].

Mit der VRML steht zudem eine Technik zur Verfügung, die von jedem ohne Beachtung von Lizenzrechten benutzt werden darf und lediglich herkömmliche Internetsoftware zur Darstellung benötigt. Letztere kann wiederum kostenlos im Internet heruntergeladen werden.

## 13 VRML – EINE TECHNIK ZUR DARSTELLUNG VON VR

### 13.1 Überblick

VRML oft „Wörml“ ausgesprochen „ist sowohl ein Produkt als auch ein Motor des Internet“ [Kloss et al., 1998: S. 23]. Damit kommt kurz und prägnant zum Ausdruck, daß diese Sprache -auf einem WWW-Kongreß (1994 in Genf) ins Leben gerufen- größtenteils über das Internet von vielen Entwicklern auf der Welt vorangetrieben wurde und als eine zukunftsweisende Technik angesehen wird.

Nach der anfänglich rasanten Entwicklung -die Veröffentlichung der Version 1.0 erfolgte nach sechs Monaten- wurde kurz nach Fertigstellung der Version 2.0 im Jahre 1996 selbige als Entwurf für einen ISO/IEC-Standard (International Standards Organisation bzw. International Electrotechnical Commission) angenommen [Hase, 1997: S. 5ff]. 1997 wurde dann die Spezifikation ISO/IEC 14772 als internationaler Standard mit dem Namen „VRML97“ verabschiedet. Dabei wurde die Spezifikation VRML 2.0 nahezu identisch übernommen.

VRML ist somit zwar erst einmal fixiert, läßt aber dennoch vielfältige Anpassungs- und Erweiterungsmöglichkeiten zu, da von Anfang an die Implementierung der Programmiersprachen Java und Javascript sowie weiterer „offener“ Konstrukte gedacht wurde (z.B. Prototyp). Auch die Tatsache, daß VRML wiederum ein konvertierbares 3D-Datenformat ist, zeugt von der Offenheit dieses Standards. Hierfür gibt es ebenfalls z.T. kostenlose Programme, die VRML-Daten beispielsweise wieder CAD-Systemen zugänglich machen.

Die Plattform- und Hardwareunabhängigkeit ist ein weiterer entscheidender Vorteil der Beschreibungssprache, die zugleich auch Dateiformat ist. Da VRML für das Internet konzipiert wurde und die Transferkapazitäten teilweise heute noch begrenzend wirken, sind einige „intelligente“, datenreduzierende Sprachmerkmale eingebaut worden. Darunter fallen neben den Primitiven, die lediglich mit wenigen Parametern beschrieben werden, die Extrusionsgeometrien, die interne Referenzierung (DEF/USE-Objekte) sowie die Möglichkeiten, VRML-Dateien im Internet verteilt aber zugleich strukturiert bereitzustellen (Inline-Objekte).

### 13.2 Statische Welten

In der planerischen Anwendung könnten statische virtuelle Welten -beispielsweise von Bebauungsalternativen- standardmäßig eingesetzt werden. Es bedarf nur wenig Kenntnisse, um dreidimensionale Daten aus dem CAD-System zu exportieren bzw. in das VRML-Format zu konvertieren, denn eigentlich jedes CAD-Programm bietet heute diesen Export an. Nach einer geringfügigen Aufbereitung stehen diese Welten dann zur freien Betrachtung im Internet oder auch lediglich auf lokalen Computern bereit.

Dabei werden zwar die zuvor beschriebenen „Intelligenzen“ nicht genutzt, was meistens zu relativ größeren Dateien führt. Dafür stellt sich der zu betreibende Aufwand die Erstellung des 3D-Datenmodells außer Betracht gelassen sehr gering dar.

### 13.3 Dynamische Welten

In VRML der Version 1.0 wurden zunächst nur die Geometrien und ihre Parameter (Aussehen, etc.) beschrieben. Seit der Version 2.0 wurden u.a. Möglichkeiten zur Dynamisierung eingebaut. Damit sind zunächst einmal vom „Welt-Autor“ definierte Animationen von Geometrien oder anderen Objekten (z.B. Positionsveränderungen) gemeint.

Darüber hinaus steht aber ein weiteres, sehr weitreichendes dynamisches Element zur Verfügung. Dieses ermöglicht es, u.a. Geometrien erst während der Laufzeit „on-the-fly“ zu erzeugen. Das bedeutet, daß Objekte generiert werden können, die in der ursprünglich geladenen Datei nicht vorhanden sind. Dies kann zum einen innerhalb der VRML-Darstellung, zum anderen aber auch von außerhalb erfolgen. Da VRML oft im Internetstandard HTML eingebettet ist, bietet sich somit die Möglichkeit, beispielsweise die Parameter

eines Primitiven über ein Formularfeld einzugeben, mit einer internetfähigen Programmiersprache zu übersetzen (v.a. Java und Javascript) und die gewünschte Geometrie im VRML-Fenster erzeugen zu lassen. Dazu wird die Schnittstelle „External Authoring Interface (EAI)“ benötigt, die momentan im Anhang der VRML-Standard-Spezifikation aufgeführt wird, aber ebenfalls im Begriff ist, Standard zu werden [EAI Working Group, 1999]. Momentan wird das EAI aber noch nicht von jeder VRML-Darstellungssoftware unterstützt. Die Schnittstelle setzt sich aus in der Software integrierten Javaklassen zusammen, die von außen ansprechbar sind.

Aber auch der umgekehrte Fall einer Kommunikation also von VRML nach HTML ist für tiefergehende Anwendungen, wie sie im nächsten Kapitel ansatzweise beschrieben werden, von großer Bedeutung. Dazu wird das EAI nicht benötigt, sondern lediglich die implementierten Programmiersprachen, die z.B. Variablen aus VRML an ein HTML-Fenster direkt übergeben können. Beispielsweise kann, wenn in einer VRML-Welt eine bekannte Geometrie berührt wurde, eine Identifikationsnummer übermittelt werden.

Werden VRML-Objekte mittels EAI dynamisch erzeugt, bringt das einen zunächst gewichtigen Nachteil mit sich: bei einem Systemabsturz oder einem Zurücksetzen des Internetbrowsers wird der ursprünglich geladene Zustand dargestellt. Das bedeutet, daß mögliche dynamische Zustände verloren gehen. Da zudem weder eine softwaregesteuerte (sinnvolle Sicherheitsvorkehrungen vor externen Zugriffen aus dem Internet) noch anwendergesteuerte Möglichkeit zur Speicherung auf der lokalen Festplatte vorhanden sind, bleibt einzig die Anbindung einer internetfähigen Datenbank zur Zustandsspeicherung dynamischer virtueller Welten übrig.

## 14 EINSATZBEREICHE VON VRML IN DER PLANUNG

### 14.1 Entwurfswerkzeug

Mit VRML steht Planenden ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem es möglich ist, planerische Ideen und Konzepte schnell und einfach umzusetzen und zu visualisieren. Dazu kann im Idealfall sogar eine zweidimensionale CAD-Umsetzung als Zwischenschritt entfallen und direkt ein dreidimensionaler Bebauungsentwurf erstellt werden. Handskizzen können digitalisiert auf die Geländeoberfläche eines Plangebietes projiziert und interaktiv bebaut werden. Im Rahmen der Diplomarbeit wurde dieses Ablaufszenario quasi als Nebenprodukt erprobt. Die Bedienung der selbstprogrammierten Anwendung erwies sich als gewöhnungsbedürftig, aber prinzipiell funktionierend. Dabei muß darauf hingewiesen werden, daß innerhalb dieser Arbeit nicht geprüft wurde, inwieweit vorhandene Softwarepakete ähnliche Funktionen schon anbieten und wie diese ggf. sinnvoll eingesetzt werden könnten.

Derart schnell umgesetzte Bebauungsalternativen stehen direkt zur Begehung bereit und können somit sehr schnell bezüglich städtebaulich wichtiger Faktoren wie z.B. Raumbildung überprüft und ggf. optimiert werden. Im genannten Fall wurde zusätzlich noch die Visualisierung landesbaurechtlich notwendiger Abstandsflächen nach der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz [LBauO RLP, 1998: §8] programmiert, so daß bei Erzeugen eines Baukörpers die erforderlichen Abstandsflächen dreidimensional dargestellt werden. Planende haben somit die Möglichkeit, Gebäude im notwendigen Abstand zueinander anordnen zu können, was normalerweise grob nach Faustregeln erfolgt. Ein Vorteil könnte gerade bei Konzeptionen verdichteten Bauens liegen, bei dem Baukörper zwangsweise relativ nah aneinander geplant werden müssen.

### 14.2 Entscheidungshilfsmittel

Wie im Kapitel 4.2 schon erwähnt stellt es sich als sehr einfach dar, planerische Konzepte mittels statischer VRML-Welten anschaulich, realitätsnah und v.a. dreidimensional zu visualisieren. Somit kann VRML den politischen Entscheidungstragenden und Beteiligten in der Auswahl von Planungsalternativen dienen, indem es den Betrachtern mit ungeschultem räumlichen Vorstellungsvermögen Planungen und z.B. deren Raumbildungen leicht verständlich vermittelt. Zudem besteht die Möglichkeit, weitergehende planerische Informationen wie Konzepte und Hintergründe der Planenden strukturiert mit anzubinden. Dadurch kann die Gefahr verringert werden, daß bei der politischen Legitimierung (z.B. Beschlußfassung über die Aufstellung eines Bebauungsplanes) Mißverständnisse einer Planungsalternative aufgrund von fachplanerischen Begriffen oder Abstraktionen auftreten.

Außerdem wäre auch eine sehr frühe und bislang eigentlich nicht vorhandene Bürgerbeteiligung über das Internet denkbar. Planungskonzepte, die normalerweise die Räumlichkeiten der Planenden nicht verlassen,

könnten schon in einem sehr frühen Stadium der Öffentlichkeit präsentiert werden und zu Diskussionen anregen, was wiederum zu Verbesserungen der Planungen führen könnte. Dies wäre ein Anwendungsfeld, das den an anderer Stelle prognostizierten Bedeutungszuwachs des Internets für die Planung belegen würde [Burg: CORP-Beitrag (?)].

Innerhalb der Diplomarbeit konnte der Anwendungsbereich der VRML als Entscheidungshilfsmittel verhältnismäßig schnell abgehandelt werden. Mittels des in Kapitel 4.3 beschriebenen EAI wurde noch eine während der Laufzeit mögliche Umschaltbarkeit von Bebauungsalternativen bewerkstelligt, so daß aus denselben Blickwinkeln verschiedene Planungen betrachtet werden können und direkt miteinander vergleichbar sind.

### **14.3 Umsetzungsinstrument**

Der letzte hier angeführte Anwendungsbereich stellt zugleich auch den anspruchvollsten und komplexesten dar. Wie schon in Kapitel 2.1 erwähnt, findet eine aktive und anschauliche Realisierung bzw. Umsetzung beschlossener Bebauungspläne momentan kaum statt. Sofern Grundstücke eines Baugebietes immer schnell und vollständig bebaut wären, würde dies auch kein Problem darstellen. In der Realität sieht es aber oft so aus, daß schon neue Baugebiete ausgewiesen werden, obwohl in den vorhandenen z.T. noch einige Baulücken vorhanden sind. V.a. beim Thema Gewerbebrachflächen scheint hier ein potentieller Einsatzbereich einer aktiven Vermarktung auch über das Internet sinnvoll. Denkbar wäre, daß potentielle Investoren oder Bauherren über eine Suchfunktion einer Datenbank Lage, Größe und weitere gewünschte Parameter eingeben können und als Ergebnis passende, brachliegende Bauflächen aufgelistet bekommen. Wäre dann eine virtuelle dreidimensionale Umsetzung eines Bebauungsplanes mittels VRML vorhanden, könnten die Interessierten das gewählte Grundstück angezeigt bekommen und im Anschluß nach ihren Vorstellungen interaktiv bebauen. Der Computer bzw. die programmierte Anwendung müßte davor die Festsetzungen des Bebauungsplanes überprüfen und ggf. bei Nichteinhaltung die Erzeugung der Geometrie verweigern. Somit könnte schon im Vorfeld eine gewisse Rechtssicherheit nicht nur für die Bauwilligen geschaffen werden. In Rheinland-Pfalz ist z.B. im Rahmen eines „qualifizierten“ Bebauungsplans (§30 BauGB) keine Baugenehmigung mehr erforderlich, so daß die Verantwortung über die richtige Interpretation auf die Architekten verlagert ist [Beleg für Behauptung?!]. Die Bauaufsichtsbehörden behalten sich eine spätere Überprüfung und eventuelle Konsequenzen vor.

Es soll an dieser Stelle betont werden, daß während der beschriebenen und angedachten Funktionen immer die Möglichkeit der freien Begehung mittels VRML weiterbesteht. Zudem könnten auch hier, wie im Kapitel zuvor schon erwähnt, neue Formen der Beteiligung über das Internet erfolgen, z.B. die Darstellung eines Bebauungsplanentwurfes und seiner möglichen Auswirkungen.

Im Rahmen der Diplomarbeit konnten lediglich Bausteine der angedachten Umsetzung eines Bebauungsplanes verwirklicht werden. Eine komplette Realisierung solch einer Anwendung hätte den Zeitrahmen bei weitem gesprengt. So konnte u.a. die unbedingt notwendige Anbindung einer internetfähigen Datenbank nicht bewältigt werden. Für eine vollständige Umsetzung besteht zudem noch Forschungsbedarf für bislang ungelöste oder noch unbekannte Bausteine. Die Autoren sind jedoch fest davon überzeugt, daß eine solche Anwendung über das Internet praktikabel realisierbar ist.

## **15 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

Der Einsatz der VRML für Planungszwecke erscheint nahezu ideal und kann dazu beitragen, die Verständlichkeit von Planungen insbesondere für Nicht-Fachleute erheblich weiter zu bringen. V.a. der Einsatz statischer virtueller Welten kann standardmäßig ohne große Kenntnisse von Planungsämtern etc. bewerkstelligt werden. Da zudem Betrachtungssoftware kostenlos aus dem Internet geladen werden kann und auch keine weiteren Lizenzverträge beachtet werden müssen, steht der Planung somit ein kostenloses und sofort einsetzbares Medium zur Verfügung.

Für komplexere Anwendungen sind fundierte Kenntnisse (Programmiersprachen, Datenbankanbindung) notwendig und daher nicht ohne weiteres universell einsetzbar. Dafür erschließt sich mit den dynamischen Welten ein sehr großes Anwendungsfeld, das abschließend noch nicht vollständig überblickt werden kann. Hier besteht z.T. noch erheblicher Forschungsbedarf. Es darf gehofft werden, daß in Zukunft solch spannende Anwendungen (weiter)entwickelt werden.

## 16 QUELLENVERZEICHNIS

- Baugesetzbuch* (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. August 1997, in: BauGB, Beck-Texte im dtv, 28. Auflage, München 1997
- Burg* Antje, 1999: „Der Einfluß des Internets auf die Öffentlichkeitsbeteiligung in der Bauleitplanung am Beispiel Deutschlands, Großbritanniens und Schwedens“, in: SCHRENK M. [Hg.]: CORP1999 – Beiträge zum Symposium Computergestützte Raumplanung; [http://osiris.iemar.tuwien.ac.at/~corp/beitraege/23\\_burg.pdf](http://osiris.iemar.tuwien.ac.at/~corp/beitraege/23_burg.pdf)
- DAinVRML*: <http://pcpe3.arubi.uni-kl.de/larchdpl/dainvrm1/index.html>, Kaiserslautern 1999
- EAI Working Group*: <http://www.vrml.org/WorkingGroups/vrml-eai/>, 1999
- Hand* Chris, 1996: „Other Faces of Virtual Reality“, S. 107-116, in: Brusilovsky Peter et al. (Hrsg.) „Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality“, Berlin 1996
- Hase* Hans-Lothar, 1997: „Dynamische virtuelle Welten mit VRML 2.0“, Heidelberg 1997
- Kloss* Jörg et al., 1998: „VRML97 – Der neue Standard für interaktive 3D-Welten im World Wide Web“, Bonn 1998
- Landesbauordnung Rheinland-Pfalz* (LBauO RLP) vom 12. November 1998
- Martens* Bob, 1996: „On the relation of Full-scale Simulation and Virtual Reality“, S. 3-10, in: Martens Bob (Hrsg.) „Full-scale modeling in the age of virtual reality“, Wien 1996
- Sherman* Barrie, Judkins Phil, 1993: „Virtuelle Realität“, München 1993
- Townscope*: <http://www.lema.ulg.ac.be/tools/townscope/>, Liege 1999
- Uni KL*: <http://www.rhrk.uni-kl.de/~weisgerb/forschung/index.html>, Kaiserslautern 1998

