

Virtuelle 3D-Stadtmodelle im kommunalen Einsatz

Entwicklungen, Trends und Perspektiven

LUTZ ROSS¹ & BIRGIT KLEINSCHMIT¹

Der Beitrag diskutiert an Hand von Beispielen aus der Praxis und der Forschung gegenwärtige Entwicklungen beim Aufbau und Einsatz von virtuellen 3D-Stadtmodellen für kommunale Anwendungen und leitet daraus aktuelle Trends und Perspektiven ab. Als wesentliche technische Entwicklungen werden die zunehmende Etablierung von CityGML (City Geography Markup Language) als Datenschema für die Modellierung von 3D-Stadtmodellen und erste Beispiele für dienstbasierte Integrationslösungen identifiziert. Im Hinblick auf die Inhalte von 3D-Stadtmodellen wird festgestellt, dass in den meisten Praxisanwendungen bisher auf die Modellierung der Flächeninfrastruktur und der Vegetation verzichtet wird. Aufkommende Anwendungen aus dem Bereich der Planung, etwa Planinformationssysteme und Systeme für die Unterstützung von Beteiligungsprozessen oder für die kollaborative Nutzung von 3D-Stadtmodellen durch verschiedene Nutzer über das Internet fordern aber die Integration eben dieser Inhalte. Für die aktive Nutzung von virtuellen 3D-Stadtmodellen in Planungsprozessen sind zukünftig innovative Systeme und Fachfunktionen zu entwickeln.

1 Einleitung

Virtuelle 3D-Stadtmodelle werden zunehmend von Städten, Regionen und auf Ebene der Bundesländer entwickelt und bereitgestellt, um sie als 3D-Rauminformationssysteme für unterschiedlichste Anwendungen zu nutzen. Einige Beispiele sind das Berliner 3D-Stadtmodell (www.3d-stadtmodell-berlin.de), das Dresdener 3D-Stadtmodell (www.dresden.de/3d), die Kooperation 3D-Ruhrgebiet (www.ruhr3.de) oder das in der Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie in Nordrhein-Westfalen (PLÜMER ET AL., 2006) verwendete Modell des Landesvermessungsamtes NRW. Der Aufbau weiterer und die Nutzung bestehender 3D-Stadtmodellen in vielen Kommunen und Städten sowie die Herausgabe und Entwicklung von Leitfäden für den Aufbau (STÄDTETAG NRW, 2004) und die Fortführung (STÄDTETAG NRW, 2007, Zwischenbericht) von Stadtmodellen durch den Städtetag Nordrhein-Westfalen belegen die zunehmende Akzeptanz und Etablierung von virtuellen 3D-Stadtmodellen in Deutschland. Grundlage für die zunehmende Etablierung der Technologie sind die Verfügbarkeit von Daten, Methoden und Softwaresystemen, die für die effiziente Erstellung, Administration und Präsentation von virtuellen 3D-Stadtmodellen geeignet sind. Hier hat es in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gegeben, die die effiziente Erstellung größerer und zunehmend detailreicher Modelle erlauben. Aktuelle Praxis- und Forschungsbeispiele zeigen die vielfältigen Einsatzbereiche von 3D-Stadtmodellen in der kommunalen Praxis. Dieser Beitrag versucht, an

¹ Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Fachgebiet Geoinformationsverarbeitung, Straße des 17. Juni 145, 10623 Berlin; E-Mail lutz.ross@tu-berlin.de & birgit.kleinschmit@tu-berlin.de

Hand ausgewählter Beispiele aktuelle Entwicklungen und Trends zu identifizieren, um daraus zukünftige Potentiale und nötige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten abzuleiten.

Zur Differenzierung unterschiedlicher Detailgrade von Stadtmodellen wird dabei auf die Definition von Detailgraden (Level of Detail - LOD) nach KOLBE ET AL. (2005) zurückgegriffen, nach der eine zunehmende geometrische und semantische Differenzierung von LOD-1 (Blockmodelle) nach LOD-4 (Innenraummodelle) vorliegt.

2 Einsatz virtueller 3D-Stadtmodelle in Städten und Kommunen

An Hand von kommunalen Praxisbeispielen und Forschungsanwendungen sollen aktuelle Trends und Entwicklungen sowie zukünftige Potentiale für die Nutzung von virtuellen 3D-Stadtmodellen im kommunalen Einsatz identifiziert werden. Es wird dabei im Rahmen des Beitrages auf exemplarische Anwendungen eingegangen, die nach Ansicht der Autoren typische Entwicklungen, Probleme und Anwendungen darstellen. Eine abschließende Übersicht über die Einsatzgebiete und Anforderungen von 3D-Stadtmodellen in der kommunalen Praxis kann der Beitrag nicht liefern. Hierzu gibt der STÄDTETAG NRW (2004) eine umfassende Übersicht.

2.1 Stadtmarketing

Die Selbstpräsentation einer Stadt über ein 3D-Stadtmodell bietet die Möglichkeit, einen Stadtraum virtuell erlebbar zu machen und immer mehr Städte (u. a. Hamburg, Berlin, Dresden) nutzen die prominente Oberfläche von Google Earth, um dort ihr 3D-Stadtmodell zu präsentieren. Ein Beispiel hierfür ist das Berliner 3D-Stadtmodell. Das Berliner 3D-Stadtmodell wurde im Rahmen einer Pilotstudie entwickelt mit dem Ziel, bestehende Stadtmodelle der Stadtplanung und der Wirtschaftsförderung zusammenzuführen. Das Modell liegt in einer CityGML-konformen Datenbank auf Basis von Oracle 10g vor (vgl. Dokumentation zur 3D-Geodatenbank Berlin, IKG, o. D.). Es umfasst neben einem Geländemodell und hochauflösenden Orthophotos etwa 200.000 Gebäude der Innenstadt, die im LOD-1 bis LOD-2 vorliegen sowie einige detailliert ausmodellerte Landmarken. In der ersten Version war das Modell zunächst untexturiert, später erfolgte eine Texturierung mit rund 800 typischen Fassadentexturen und aktuell wird an der Erfassung individueller Fassadentexturen aus georeferenzierten Schrägluftbildern gearbeitet. Das Modell wird bei der Investorenberatung im Business Location Center der Stadt Berlin genutzt und war weltweit das erste Modell, dass in größerer Flächenausdehnung in Google Earth betrachtet werden konnte. Dazu wurde ein Konverter entwickelt, der die Stadtmodellgeometrien und Darstellung in das Austauschformat KML (Keyhole Markup Language) umsetzt. Für die Popkomm, einer Veranstaltung der Musik- und Entertainmentbranche, wurde eine Version mit integrierten Veranstaltungsstandorten erstellt, die in die Google Earth Variante integriert wurde. Im Google Earth Modell sind zudem Informationen zu freien Gewerbeimmobilien abrufbar (vgl. Abbildung 1). Intern wird das Modell auf Basis von LandXplorer Technologie der 3D Geo GmbH genutzt, wodurch vielfältige Interaktionen möglich sind. So können ÖPNV-Verbindungen oder der ehemalige Mauerverlauf eingeblendet, Daten aus dem Stadtplanungsmodell (Architekt, Baujahr) abgerufen und Planungsvarianten eingeblendet werden. Zudem ist eine Integration von 2D-Geodaten aus dem Berliner Geodatenbestand möglich. Diese werden bei Bedarf als Geländetexturen in das Modell integriert.

Das Beispiel Berlin zeigt exemplarisch die Möglichkeiten zur Integration und Präsentation von heterogenen raumbezogenen Informationen auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle. Die Anforderungen an die Darstellung des 3D-Stadtmodells sind hierbei eine repräsentable Darstellung der Gebäude, die es Nutzern erlaubt, die reale Welt im Modell wieder zu finden und sich zu orientieren. Aus diesem Grund wird das Modell aktuell um individuelle Fassadentexturen ergänzt. Von zentraler Bedeutung ist auch die Erweiterbarkeit des Modells, die zum einen darüber gewährleistet wird, dass das Datenbankschema auf CityGML beruht. Dies ermöglicht die Integration von Varianten und unterschiedlich detaillierten Repräsentationen eines Objektes (in LOD-1 bis LOD-4) sowie die Erweiterung des Modells über Application Domain Extensions (ADE). Eine weitere richtungsweisende Entwicklung ist sicherlich die Möglichkeit, das bestehenden 3D-Stadtmodell in KML konvertieren zu können, wodurch mit Google Earth eine populäre und öffentlichkeitswirksame Plattform zur Präsentation genutzt werden kann.



Abbildung 1: 3D-Stadtmodell von Berlin in Google Earth mit Informationen zu Firmen der Musikindustrie (links) und Informationen zu freien Gewerbeimmobilien in Berlin (rechts).

Eine wesentliche Einschränkung betrifft sowohl das intern genutzte Stadtmodell als auch die Google Earth Variante. Beide lassen sich gut und intuitiv steuern, so lange das Modell aus der Luft betrachtet wird. Die Navigation in Innenräumen und am Boden ist dagegen umständlich. Hier fehlen in beiden Präsentationssystemen, Google Earth und LandXplorer, entsprechende physikalische Einschränkungen, die das Durchdringen von Geometrien verhindern. Zudem wirkt selbst ein hoch auflösendes Luftbild aus der Nähe betrachtet pixelig und flach. Fehlendes 3D-Straßenrauminventar und fehlende 3D-Vegetationsmodelle beeinträchtigen den Gesamteindruck in der Fußgängerperspektive.

Schlussfolgerungen:

- 3D-Stadtmodelle können bereits heute produktiv im Stadtmarketing eingesetzt werden.
- Durch die Nutzung von Google Earth steht ein leistungsfähiger Viewer bereit, der auf Millionen PC-Systemen bereits installiert ist.
- Aufgrund ihrer Repräsentationsfunktion werden im Stadtmarketing texturierte Gebäudemodelle im LOD-2 bis LOD-4 bevorzugt.

- Erweiterbarkeit und Mehrfachnutzungen sind Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung und erzeugen Mehrwert.
- Flächeninfrastruktur und Vegetation werden derzeit nicht bzw. selten abgebildet, sind aber auch für Anwendungen des Stadtmarketings nicht zwingend notwendig.

2.2 Stadtplanungs- und Umweltinformationssystem

Ein weiteres potentiell Einsatzgebiet ist die Nutzung von virtuellen 3D-Stadtmodellen als Informationsportal für Pläne und Umweltinformationen innerhalb einer Kommune. Rechtsgültige Pläne und Informationen zu laufende Planverfahren werden bereits seit einiger Zeit über das Internet bereitgestellt. Zunehmend bieten Städte und Kommunen den Onlinezugriff auf Umweltdaten über Webmapping-Anwendungen an, die den Zugriff auf klassische 2D-Geodatendokumente über einen Webbrowser ermöglichen. Das im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts REFINA (www.refina-info.de) geförderte Projekt „Flächeninformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle“ erarbeitet Konzepte, Methoden und Prototypen für eine Nutzung von virtuellen 3D-Stadtmodellen als Medium zur Präsentation und Exploration von Umweltinformationen und Plänen (vgl. www.refina3d.de). Das Projekt wird gemeinsam von der Technischen Universität Berlin, dem Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam und der 3D Geo GmbH durchgeführt. Dazu wurden bisher bestehende Pläne und Umweltinformationen als Geländetexturen in ein 3D-Stadtmodell der Potsdamer Innenstadt integriert. In einem zweiten Schritt wurden ein exemplarischer Bebauungsplan und ein Strukturkonzept in 3D-Repräsentationen transformiert, um eine visuelle Exploration der Planungen innerhalb ihres räumlichen Umfeldes zu ermöglichen (Abbildung 2).



Abbildung 2: Ausschnitte aus dem prototypischen 3D-Planinformationssystem Potsdams Mitte.

Aus den bisher erfolgten Arbeiten ergeben sich bereits eine Reihe von Schlussfolgerungen und Fragen. Die Integration sowohl von Plänen als auch von 3D-Raumnutzungskonzepten in das virtuelle 3D-Stadtmodell wurde von Vertretern der Stadt, der Wirtschaftsförderung und der kommunalen Liegenschaftsgesellschaft allgemein als hilfreich und gut interpretierbar empfunden, die Realisierung von 3D-Planrepräsentationen ist aber noch sehr aufwändig. Hier müssten Methoden entwickelt werden, die eine ad hoc Integration ermöglichen. Beispielsweise könnte durch eine standardisierte Spezifikation von Planinhalten und Attributen sichergestellt werden, dass Pläne direkt integriert und die Bestandsobjekte innerhalb des Gültigkeitsbereichs automatisiert ausgeblendet werden können. Einen Ansatz bietet hier das objektorientierte Datenaustauschformat XPlanGML (BENNER & KRAUSE, 2007), mit dem sich die rechtlich geregelten Inhalte von Bebauungsplänen in einem standardisierten Format beschreiben lassen.

Durch die Entwicklung von Transformationsvorschriften könnten die Planinhalte automatisch in ein 3D-Stadtmodell integriert werden.

Kritisch wird auch die Darstellung der geplanten Baukörper im Gegensatz zu den vorhandenen Gebäuden gesehen. Eine sehr einfache Darstellung als Blockmodelle wird akzeptiert, wenn die Gebäude im Umfeld ähnlich einfach gehalten sind. Sind diese aber detailliert ausmodelliert und texturiert, erscheinen die geplanten Gebäude im Kontrast zu grob und dominant. Hier werden Visualisierungssysteme benötigt, die eine schnelle Konfiguration der Darstellung von Stadtmodellobjekten erlauben und dabei unterschiedliche Optionen, wie beispielsweise „Verwerfe alle Texturen“ oder „Generiere eine abstrakte Entwurfszeichnung“, bieten. Dafür wird im Vorhaben ein Plangebäude eingeführt, dessen semantische und geometrische Beschreibung sich an CityGML orientiert. Dies Plangebäude wird unter anderem Angaben zur Anzahl der Geschosse und zur Gebäudehöhe enthalten, die genutzt werden können, um abstrakte Gebäudedarstellungen mit skizzierten Geschosswechsellinien und Fenstern zu generieren (vgl. Abbildung 2, rechts).

Hinsichtlich der Integration von Umweltinformationen in das Stadtmodell gibt es vergleichbare Reaktionen. So wird die beispielhafte Integration des Altlastenkatasters, von Schutzgebieten und der Biotopbewertung zwar als hilfreich angesehen, jedoch ist der Aufwand bei einer verteilten Datenhaltung in den Kommunen sehr hoch, weil die Daten von unterschiedlichen Behörden beschafft und eingespielt werden müssen. Abhilfe könnte hier eine dienstebasierte Integration wie sie beispielhaft auf der Basis der Geovisualisierungsplattform LandXplorer Studio im OGC OWS-4 Testbed (DÖLLNER & HAGEDORN, 2007) erfolgt ist. Eine dienstebasierte Integration auf Basis standardisierter Schnittstellen (bspw. OGC WebFeature Services und WebCoverage Services) bietet drei wesentliche Vorteile: Automatisierung der Integration, Aktualität der Daten und Verbleib der Originaldaten bei der zuständigen Behörde. Voraussetzung ist, dass in den Kommunen entsprechende Geodateninfrastrukturen und Dienste existieren.

Kritisch wird die Aktualität und Genauigkeit des virtuellen 3D-Stadtmodells gesehen. Das genutzte 3D-Stadtmodell wurde auf Basis der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und einer automatisierten photogrammetrischen Auswertung von Luftbildern erstellt. Dabei wurde festgestellt, dass die ALK nicht alle existierenden Gebäude enthält, bzw. teilweise bereits abgerissene Gebäude noch aufführt, so dass das Modell Inkonsistenzen aufweist. Für eine laufende und kontinuierliche Nutzung müsste daher ein Weg gefunden werden, der eine möglichst hohe Aktualität gewährleistet. Darüber hinaus besteht von Seiten der Nutzer der Wunsch, Planungen aus der Fußgängerperspektive betrachten zu können. Dabei gelten aber, wie im Berliner 3D-Stadtmodell, Einschränkungen, da die Flächeninfrastruktur bisher meist durch ein texturiertes Geländemodell wiedergegeben wird, wodurch eine realistische Darstellung nicht gewährleistet ist. Die gleichen Restriktionen treffen auch auf die Integration der Vegetation zu. Gerade im Bereich der Potsdamer Innenstadt gibt es viele historische Sichtachsen, deren potentielle Beeinträchtigung durch Neubauten sich mit einem 3D-Modell überprüfen ließen. Zwei davon liegen auf einer Anhöhe, die einen hohen Deckungsgrad an Bäumen und Sträuchern aufweist. Eine realistische visuelle Überprüfung der Sichtachsen würde deshalb zwingend die Integration von realistischen Vegetationsdarstellungen in das 3D-Stadtmodell erfordern. Dazu werden im Projekt flächige und punktuelle Vegetationsvorkommen auf der Basis von CityGML definiert, die durch intelligente Visualisierungsalgorithmen in realistische 3D-Repräsentationen

umgesetzt werden. Ein Beispiel für die Integration realistischer Vegetationsdarstellungen in CityGML Datensätzen mit der Geovisualisierungssoftware LandXplorer zeigt die Abbildung 3.

Schlussfolgerungen:

- Inkonsistente und falsche Darstellungen sind nicht tragbar und müssen durch effektive Qualitätssicherung und Aktualisierungsstrategien ausgeschlossen werden.
- Pläne, 3D-Planrepräsentationen und Umweltinformationen lassen sich grundsätzlich mit den verfügbaren Technologien realisieren.
- Dienstebasierte Integrationslösungen und die Automatisierung von Transformationen von Plänen in 3D-Darstellung versprechen wesentliche Vorteile.
- Standardisierte, semantische Objektmodelle wie CityGML können genutzt werden, um intelligente Visualisierungsverfahren zu entwickeln.
- Die bisher fehlende Ausmodellierung und Repräsentation von Vegetation und der Flächeninfrastruktur wird als Hemmnis für den Einsatz von 3D-Stadtmodellen für die Kommunikation von Planungen gesehen.



Abbildung 3: Integration realistischer Vegetationsdarstellungen in CityGML Datensätzen mit der Geovisualisierungssoftware LandXplorer (Quelle: Lutz Ross, TU Berlin)

2.3 Planungsunterstützungssysteme

Gegenüber Plan- und Umweltinformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle, die nur zur Präsentation von Daten und Informationen genutzt werden sollen, erfordern interaktive und kooperative Planungsunterstützungssysteme erweiterte Funktionen. Das europäische Projekt

„Virtual Environmental Planning“ (VEPs, vgl. www.veps3d.org) entwickelt und erprobt Konzepte für den Einsatz von 3D-Stadtmodellen in Beteiligungsverfahren und Planungsprozessen. Die bisher erreichten Ergebnisse zeigen eine Reihe von prototypischen Anwendungen auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle, die über Webbrowser zugänglich sind. Dazu zählen ein 3D-Kommentierungstool mit dem Pläne bzw. Plankomponenten kommentiert werden können, ein Beteiligungstool zur Exploration und Kommentierung unterschiedlicher Planvarianten, ein 3D-Masterplaner, der es erlaubt vordefinierte und eigene Gebäude in 3D-Stadtmodelle einzufügen sowie Überflutungsmodelle und Lärmkarten, die auf Basis von 3D-Stadtmodellen präsentiert werden.

Eine effektive und interaktive e-Participation erfordert nach Ansicht von COUNSELL ET AL. (2006) einerseits Werkzeuge zur Kommentierung und zum Ein- und Ausblenden von Planvarianten, andererseits aber auch Werkzeuge, die es ermöglichen, ad hoc und online neue Varianten zu erstellen und in das System einzustellen. Damit eine wirkliche Kommunikation über die Varianten und Entwürfe und ein gemeinsamer Abstimmungsprozess möglich wird, muss zudem noch die Möglichkeit gegeben werden, dass Teilnehmer sich gegenseitig ihre Sichten nahe bringen können. Dazu wurde innerhalb des Projektes ein erster Entwurf für eine comment / dialog markup language entwickelt. Diese soll es Nutzern erlauben, ihre Wahrnehmung eines Entwurfs in einer erzählenden Abfolge von Blickperspektiven und erläuternden Texten für andere Nutzer festzuhalten. WANG ET AL. (2007) stellen fest, dass auf Basis einheitlicher Datenmodelle und standardisierter Schnittstellen zukünftig auf der Basis virtueller 3D-Modelle viele Arbeitsschritte und Konsultationen in Planungsprozessen zwischen Kommune und Wirtschaft und Kommune und Bürger über Onlinesysteme möglich wären. Er spricht in diesem Zusammenhang von „E-Planning“. Voraussetzung ist, dass Daten über Gebäude, die Flächeninfrastruktur und Vegetation auf Basis eines einheitlichen Datenmodells in einem Modell integriert sind. Die aktuell im VEPs Projekt als geeignet identifizierten Datenmodelle umfassen CityGML, Industry Foundation Classes (IFC), OGC Web Services und offene 3D-Formate wie VRML und X3D.

Schlussfolgerungen:

- Planungsunterstützungssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle bieten ein großes Potential um Geschäftsprozesse und Konsultationen im Bereich Bauen und Planen online abzuwickeln.
- Voraussetzung für marktfähige Lösung sind die Nutzung standardisierter Datenmodelle und Schnittstellen.
- Für einige Prozesse und Aufgaben wurden prototypische Fachfunktionen innerhalb von VEPs entwickelt und getestet, die bisher aber weder abschließend alle Aufgaben abdecken noch Marktreife erlangt haben.

2.4 Simulationen und Berechnungen

Virtuelle 3D-Stadtmodelle können auch für Simulationen und Berechnungen eingesetzt werden. Beispielsweise wurden im Projekt Sun-Area (www.al.fh-osnabrueck.de/15416.html) der Fachhochschule Osnabrück auf der Basis von Laserscannerdaten detaillierte Dachgeometrien generiert. Auf der Basis der Form, Neigung, Exposition und Verschattung der identifizierten

Dachflächen können optimale Standorte für Photovoltaikanlagen bestimmt werden. Im Projekt „Flächeninformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle“ (s.o.) wurde der Wunsch einer entsprechenden Fachfunktion von Seiten der Kommune an die Projektpartner herangebracht, was darauf hindeutet, dass im Kontext der aktuellen Debatten um eine nachhaltige und sichere Energieversorgung ein größeres Interesse seitens der Kommunen an entsprechenden Funktionalitäten besteht.

Ein weiteres Beispiel wäre die Berechnung der Sichtbarkeit von Objekten in Stadtmodellen. Sichtbarkeitsanalysen könnten beispielsweise genutzt werden, um algorithmisch zu ermitteln von wo ein Objekt gesehen werden kann oder auch welche Objekte von einem definierten Standort aus gesehen werden können. Dadurch lassen sich Sichtachsen, nicht nur wie in Abschnitt 2.2 diskutiert, visuell überprüfen sondern auch algorithmisch analysieren.

Für die Erarbeitung von Lärmkarten, die Abschätzung der Beeinträchtigung von Kaltluftabflussbahnen durch geplante Bauwerke oder für die Analyse der Auswirkungen von geplanten Gebäuden auf lokale Windverhältnisse werden 3D-Modelle als Eingangsdaten benötigt. In der Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie stellen PLÜMER ET AL. (2006) fest, dass für Lärmausbreitungsberechnungen bisher in der Regel für jedes Projekt die benötigten 3D-Geometrien aus unterschiedlichen Datenbeständen zunächst erzeugt werden mussten, um diese dann für die eigentliche Berechnung nutzen zu können. Dabei erweist sich die Datenbeschaffung, -konvertierung und -modellierung als arbeitsaufwendiger Prozess, der einen Großteil der Ressourcen verbraucht. Nach Berechnungen der Studie könnten erhebliche Einsparungen erzielt werden, wenn die benötigten 3D-Daten sowie die benötigten Straßendaten und Verkehrsdaten für solche Berechnungen zentral vorgehalten und über standardisierte Dienste abgerufen werden könnten, so wie es in der Studie exemplarisch umgesetzt wurde. Eine Übertragung des auf Diensten basierenden Konzeptes auf Windfeldberechnungen, Verschattungsberechnungen oder Eignungsberechnungen für Photovoltaik würden in diesem Fall zu einem Mehrwert bestehender 3D-Stadtmodelle beitragen.

Schlussfolgerungen:

- 3D-Stadtmodelle können als einheitliche 3D-Datenbasis für unterschiedliche Analysen genutzt werden, die bisher auf eigene Datenerhebungen bzw. umfangreiche Konvertierungs- und Modellierungsarbeiten angewiesen waren.
- Mehrfachverwertungen und dienstbasierte Lösungen können helfen, Kosten deutlich zu reduzieren.

3 Zusammenfassung und Diskussion

Die aktuelle Entwicklung zeigt, dass virtuelle 3D-Stadtmodelle inzwischen über rein experimentelle Anwendungen hinausgehen. Insbesondere für Aufgaben des Stadtmarketings wie die Investorenberatung, Tourismusförderung oder für Großveranstaltungen werden 3D-Stadtmodelle in einigen Kommunen bereits erfolgreich eingesetzt. Die Entwicklung geht dabei zu flächendeckenden, texturierten Gebäudedarstellungen im LOD-2 bis LOD-4, die mit einer hohen Übereinstimmung die reale Welt abbilden. Die Flächeninfrastruktur, also die Ausgestaltung der Verkehrs-, Grün- und Freiflächen wird allerdings bisher selten abgebildet und ist für viele

Aufgaben des Stadtmarketings nicht notwendig. Anders dagegen sieht es bei Anwendungen aus, die der Vermittlung von Planungen dienen oder gar 3D-Stadtmodelle als Medium für interaktive Planungsprozesse nutzen. Für solche Anwendungen ist die Integration von detaillierten Flächeninfrastruktur- und Vegetationsmodellen eine häufig geforderte Voraussetzung. Insbesondere für die Präsentation von Plänen aus einer menschlichen Perspektive oder für eine Überprüfung von Sichtbeziehungen müssen diese Elemente mit abgebildet werden. Zudem wird eine hohe Aktualität der Modelle verlangt, da das Fehlen von bestehenden Bauwerken oder das Vorhandensein von abgebauten Bauwerken die Glaubwürdigkeit der Modelle mindert. Hier gilt es zukünftig verstärkt Methoden zur Modellierung und Integration der Flächeninfrastruktur und der Vegetation zu entwickeln sowie Prozesse zu definieren die eine hohe Übereinstimmung des Modells mit der Realität gewährleisten.

Eine weitere ungelöste Frage für den Einsatz in Planungsprozessen und als Planinformationssystem betrifft die Darstellung von geplanten Objekten und ihre Integration in das bestehende Modell. Die Darstellung geplanter Gebäude in einem detaillierten Stadtmodell durch LOD-1 Modelle kann einerseits wichtige Planungsinformationen wie etwa die Zahl der Geschosse nicht abbilden und wirkt andererseits durch die grobe Struktur und Einfarbigkeit dominant und störend. Hier sind zukünftig Wahrnehmungs- und Akzeptanzstudien nötig, um gezielt intelligente Integrations- und Visualisierungsverfahren entwickeln zu können.

Aus technischer Sicht sind insbesondere zwei Entwicklungen bemerkenswert. Zum einen die zunehmende Akzeptanz und Verbreitung von CityGML als Datenbankschema und Austauschstandard und zum anderen die zunehmende Nutzung von Diensten für die Bereitstellung von Geoinformationen. Mit CityGML steht ein Datenschema zur Verfügung, dass derzeit beim Open Geospatial Consortium (OGC) intensiv als Standard diskutiert wird. Der wesentliche Vorteil von CityGML gegenüber anderen 3D-Formaten ist, dass nicht nur die geometrisch-graphischen Eigenschaften sondern auch eine kohärente Semantik abgebildet werden kann. Dies eröffnet einerseits Möglichkeiten, intelligente Visualisierungsverfahren und Integrationslösungen zu entwickeln und andererseits bietet ein akzeptierter Standard Entwicklungssicherheit. Dienstbasierte Lösungen als zweite technische Neuerung erlauben die Integration von 3D-Inhalten und 2D-Inhalten auf Abruf. Dadurch kann sichergestellt werden, dass immer die aktuellsten Daten direkt vom Datenanbieter eingebunden werden, während die Originaldaten beim Anbieter verbleiben. Dadurch kann der Aufwand für die Datenbeschaffung und -Konvertierung deutlich gesenkt werden, wie die Studie zur Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie zeigt.

Eine Etablierung eines einheitlichen Datenmodells und standardisierter Schnittstellen sind darüber hinaus wichtige Bausteine für eine kostendeckende und nachhaltige Nutzung von virtuellen 3D-Stadtmodellen, weil der Zugriff auf die Modelle und der Austausch von Daten wesentlich erleichtert wird und 3D-Stadtmodelle für unterschiedliche Anwendungen herangezogen werden können. Dies gilt insbesondere für Anwendungen, die auf 3D-Daten angewiesen sind und für die bisher regelmäßig teure Datenerhebungen und Datentransformationen nötig waren.

Innerhalb des Forschungsvorhabens „Flächeninformationssysteme auf Basis virtueller 3D-Stadtmodelle“ werden wir uns zukünftig auf Methoden zur Integration von Plänen und 3D-Planrepräsentationen konzentrieren sowie exemplarische Lösungen für eine Integration einer 3D-Flächeninfrastruktur und realistischen Vegetationsdarstellungen konzentrieren. Die mittelfristige

Perspektive ist unserer Meinung nach die annähernde Abbildung aller fest installierten Objekte eines Stadtraumes in einem Modell. Die Realisierung und Implementierung wird dabei auf Basis von CityGML erfolgen.

Quellenverzeichnis

- BENNER, J. & KRAUSE, K.-U., 2007: Das GDI-DE Modellprojekt XPlanung – Erste Erfahrungen mit der Umsetzung des XPlanGML-Standards. In: Schrenk, M., Popovich, V. V. & Benedikt, J. (Eds.): REAL CORP 2007: To plan is not enough - Proc. of the 12 th international conference on urban planning and spatial development in the information society. May 20th to 23th 2007
- COUNSELL, J., SMITH, S. & BATES-BRKLJAC, N: (2006): Web 3D based dialogue for public participation and the VEPs Project. Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06), pp. 343-348.
- DÖLLNER, J. & HAGEDORN, B., 2007: Integration von GIS-, CAD- und BIM-Daten mit dienstebasierten virtuellen 3D-Stadtmodellen. In: GIS - Zeitschrift für Geoinformatik, Nummer 11, S. 28-37 - November 2007.
- INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATION DER UNIVERSITÄT BONN (IKG), o.D.: 3D-Geodatenbank Berlin – Dokumentation V1.0. Online unter: http://www.3d-stadtmodell-berlin.de/imperia/md/content/3d/dokumentation_3d_geo_db_berlin.pdf. Zuletzt abgerufen: 13.03.2008
- KOLBE, T. H., GRÖGER, G. & PLÜMER, L., 2005: CityGML – Interoperable Access to 3D City Models. In: Oosterom, Zlatanova, Fendel (Hrsg.): Proceedings of the Int. Symposium on Geo-information for Disaster Management, Delft. Springer Verlag
- PLÜMER, L., CZERWINSKI, A. & KOLBE, T. H., 2006: Machbarkeitsstudie Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie in Nordrhein-Westfalen. Online unter: <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/machbarkeitsstudie.pdf>. Zuletzt abgerufen: 13.03.2008
- STÄDTETAG NRW, 2004: Orientierungshilfe 3D-Stadtmodelle. Online unter: <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/machbarkeitsstudie.pdf>. Zuletzt abgerufen: 13.03.2008
- STÄDTETAG NRW, 2007: Fortführung von 3D-Stadtmodellen – Ein Zwischenbericht. Online unter: http://www.citygml.org/fileadmin/citygml/docs/Fortfuehrung_3DStM_Zwischenbericht.pdf. Zuletzt abgerufen: 13.03.2008
- WANG, H., SONGA, Y., HAMILTONA, A. & CURWELLA, S. (2007): Urban information integration for advanced e-Planning in Europe. Government Information Quarterly, Volume 24, Issue 4, October 2007, pp. 736-754.