

## **Virtuelle 3D-Regionen: GDI in der Praxis**

Angela ALTMAIER

### **Zusammenfassung**

Ob als Tourist, Stadtplaner, Immobilienhändler, Fußballfan oder Wirtschaftsförderer: Nutzer von 3D-Stadtmodellen können nun on-demand auf verteilte 3D-Datenquellen zugreifen und diese je nach Interesse integrieren und visualisieren. Im 3D-Piloten der SIG 3D der Geodateninfrastruktur GDI NRW wurden diese Nutzungsmöglichkeiten von 3D-Stadtmodellen anhand von Praxisanwendungen interoperabel mit neuer standardisierter Schnittstellentechnik (Web 3D Service) realisiert. Neben der Visualisierung wurde für Austausch und Mehrfachnutzung von 3D-Daten ebenso eine standardisierte 3D-Modellierung von der SIG 3D erarbeitet.

### **1 Einleitung**

Neben den klassischen Anwendungen im Bereich der Architektur-, Bau- und Verkehrsplanung sowie der Vermessung und der mobilen Telekommunikation erlangen 3D-Modelle zunehmende Bedeutung für die Bereiche Stadt- und Regionalmarketing (Präsentation von Regionen, Kommunen, Großfirmen, WM-Standorten), Tourismus (Freizeit, Kultur), Telematik (Fahrzeug- und Fußgängernavigation), Katastrophenschutz (Hochwasserschutz, Lärm- und Schadstoffausbreitung, Katastrophenmanagement), Immobilienmanagement (Makler, Banken, Versicherungen) und Facility Management (ALTMAIER & KOLBE 2003).

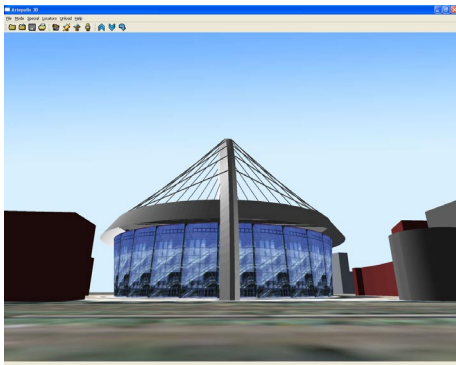
Weitere Anwendungsfelder könnten eröffnet werden, wenn die darzustellenden Objekte dazu nicht zwangsläufig in monolithischen, proprietären Systemen konzentriert werden müssten, sondern von unterschiedlichen Orten kommen und für die Visualisierung bei ihren Eigentümern verbleiben könnten. Dieser Beitrag soll zeigen, welche neuen 3D-Anwendungsfelder sich entwickeln und wie diese von der Nutzung interoperabler Standardisierung der Initiative Geodateninfrastruktur NRW, des OpenGIS Consortiums (OGC) und der ISO profitieren (ALTMAIER & MÜLLER 2002, GDI NRW 2004). Dabei werden ein neuer Web Service für die 3D-Visualisierung sowie eine neue 3D-Modellierung vorgestellt.

## 2 Anwendungsbeispiele

### 2.1 Beispiele der Nutzung von 3D-Visualisierungsdiensten im Rahmen der WM 2006

Anlässlich der FIFA Fußball-WM 2006<sup>TM</sup> wird beispielsweise für Köln-Leverkusen ein OGC- und GDI-konformes, webbasiertes 3D-Touristinformationssystem im Rahmen des 3D-Piloten der GDI NRW entwickelt. Es soll Fußballfans und Touristen eine virtuelle dreidimensionale Reise durch die Städte zwischen Stadion, Flughafen, Hauptbahnhof und Sehenswürdigkeiten ermöglichen, mit integrierter Routenplanung, Flug- und Fahrplanauskünften sowie Ticketverkauf (vgl. Abb.1).

3D-Stadt- und Gebäudemodelle werden für die WM ebenfalls eingesetzt zur Simulation von Katastrophenereignissen, Sicherheitsszenarien, Lageplanung, Fluchtwegen sowie Einsätzen von Polizei und Feuerwehr. Dazu gehört auch die Nutzung von 3D-Modellen zur Schulung von Einsatzkräften. Die Vorteile der interoperablen, verteilten Datenhaltung, der hohen Datenaktualität und des schnellen Datenzugriffs sind in diesem Anwendungsbereich von besonders großer Bedeutung.

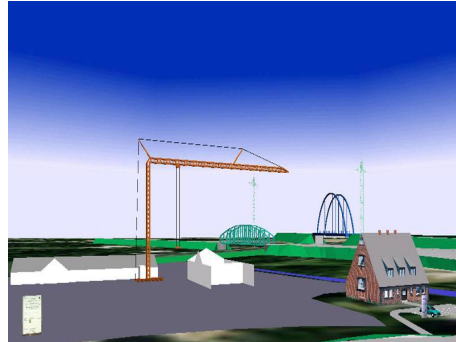
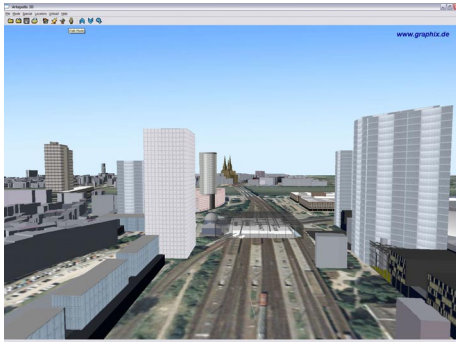


**Abb. 1:** 3D-Tourismusinformationssystem mit Blick auf die Kölner Arena sowie 3D-Simulation eines Feuerwehreinsatzes in Recklinghausen (Quelle: Stadt Köln, graphiX GmbH, Kreis Recklinghausen, IRF Uni Dortmund).

### 2.2 Weitere Beispiele der Nutzung von 3D-Visualisierungsdiensten

3D-Stadtmodelle werden darüber hinaus zur interaktiven Visualisierung von Hochhaus- und Gewerbeflächenplanungen sowie zur Immobilienbewertung genutzt, z.B. in den Städten Düsseldorf und Recklinghausen im Rahmen des 3D-Piloten der GDI NRW. Dadurch wird eine Förderung der regionalen Wirtschaftsentwicklung, eine frühzeitige Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit, Beschleunigung von Planungstätigkeiten, Vermeidung von Fehlentwicklungen sowie Kostenersparnis ermöglicht (vgl. Abb.2).

Für verbesserte Analysen werden 3D-Modelle mit 2D-Daten überlagert, z.B. im Mapping von DGM und Straßen- bzw. Umweltdaten oder von 3D-Stadtmodellen und statistischen Daten zum Auffinden begünstigter Immobilienstandorte oder sozialer bzw. sicherheitstechnischer Brennpunkte. 3D-GIS, Datenaktualität und –fortführung sowie ein On-demand-Zugriff auf verteilte Datenquellen sind in diesem Bereich unverzichtbar.



**Abb. 2:** Hochhausplanung in Köln und Gewerbeparkplanung in Recklinghausen mittels verteilter 3D-Datenquellen (Quelle: Stadt Köln, graphiX GmbH, Kreis Recklinghausen, CPA Geoinformation).

### 2.3 Beispiele für den Austausch von 3D-Stadtmodellen auf der Basis von GML3

Für die Nutzung von 3D-Stadtmodellen in den Bereichen Facility Management, Städtebau und Architektur, Katastrophenmanagement, Immobilienbereich und 3D-Simulation ist ein schneller und einheitlicher Austausch von 3D-Daten zwischen verschiedenen Ämtern und Institutionen notwendig, basierend auf einem 3D-GIS/3D-Kataster. Dazu muss eine einheitliche, standardisierte Beschreibung der 3D-Objekte vorliegen, mit welcher die 3D-Objekte ausgetauscht werden können. Dies ermöglicht die 3D-Modellierung der SIG 3D der GDI NRW mittels der gemeinsamen Sprache GML3.

## 3 Technische Realisierung

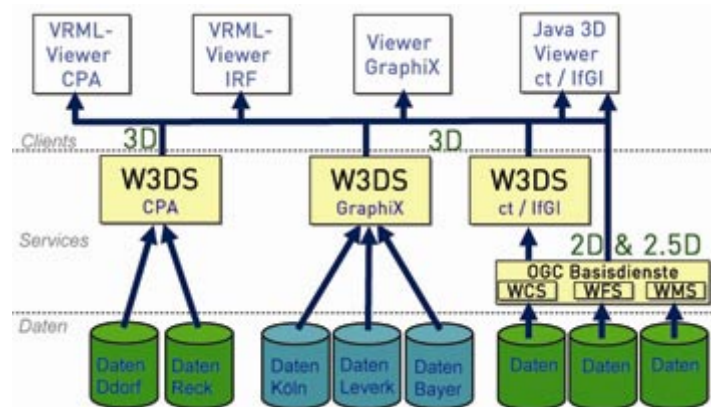
### 3.1 3D-Visualisierung

Um eine dynamische 3D-Visualisierung der o.g. Beispiele mit verteilten 3D-Daten und interoperablem On-demand-Zugriff zu ermöglichen, reichen der derzeit bestehende OGC Web Map Service (2D) und der OGC Web Terrain Services (WTS, 2,5D) nicht mehr alleine aus (KOLBE 2003). Der WTS generiert bisher nur die Darstellung von statischen Bildern/Ansichten eines DGM. Eine Überlagerung von mehreren WTS mit verschiedenen 3D-Geoobjekten unterschiedlicher Anbieter, Orte und Formate in einem Client/Viewer und deren dynamische Visualisierung sind jedoch nicht möglich. Genau dieser Aspekt verhilft

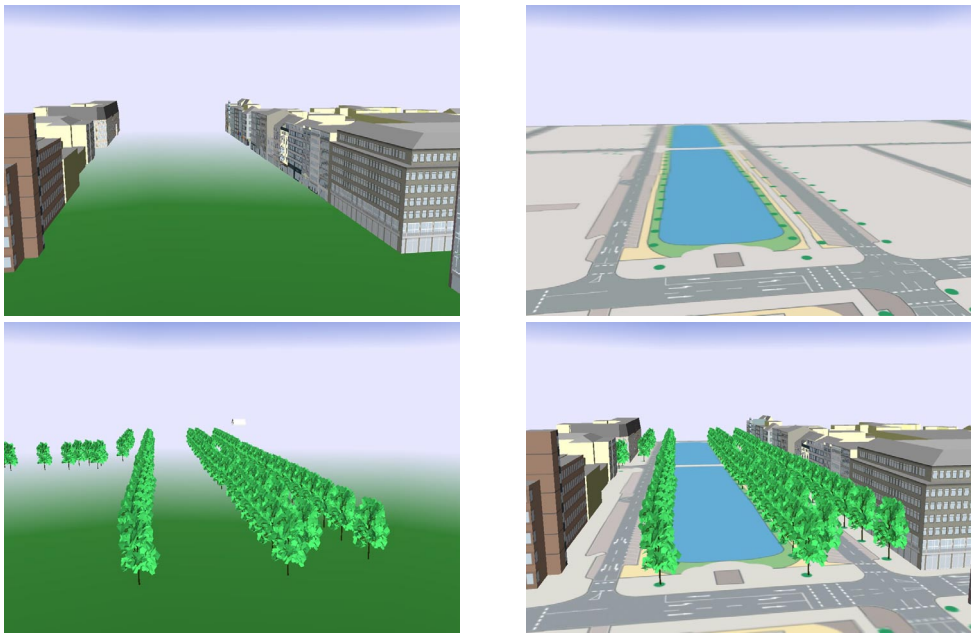
jedoch dem Web Map Service zu ständig wachsender Akzeptanz und Verwendung im Internet (ALTMAYER & KOLBE 2003).

Um diese Standardisierungslücke zu überbrücken, wurde im 3D-Piloten der SIG 3D der GDI NRW ein neuer spezifischer 3D-Visualisierungsdienst, der Web 3D Service (W3DS), entwickelt. Der W3DS baut auf der Spezifikation des WTS auf, erweitert diesen aber u.a. um die Ausgabe von 3D-Grafikelementen. Das bedeutet, dass 3D-Grafikelemente unterschiedlicher W3DS in einem Client zusammengeführt und gemeinsam dargestellt werden können (vgl. Abb.3 und 4).

Als obligatorisches Ausgabeformat wird VRML97 verwendet (VRML97 1997); GeoVRML und X3D können als optionale bzw. zukünftige Formate ebenfalls angeboten werden. VRML97 wird deshalb favorisiert, weil es das am weitesten verbreitete standardisierte 3D-Grafikformat ist, bereits in zahlreichen 3D-Web-GIS-Entwicklungen erfolgreich eingesetzt wird, zahlreiche (größtenteils kostenlosen) 3D-Browser und Webbrowser-Plug-Ins dafür erhältlich sind und die meisten kommerziellen GIS, 3D-CAD- und 3D-Visualisierungsprogramme eine VRML-Exportschnittstelle besitzen (ALTMAYER & KOLBE 2003). Durch Erweiterung der GIS-/CAD-Systeme mit verhältnismäßig wenig Aufwand um spezielle W3DS-Adapter wird auf der Ebene der Grafikelemente die Interoperabilität zwischen den Systemen hergestellt, ohne dass die verwendeten Systeme auf der Ebene der Geodaten kompatibel sein müssten.



**Abb. 3:** In der Struktur des 3D-Piloten der GDI NRW greifen die einzelnen Viewer aller drei Teilprojekte auf alle 3D-Datenquellen mittels des W3DS als gemeinsame Verständigungssprache zur Abfrage der 3D-Daten zu.



**Abb. 4:** Ein Viewer greift mit Hilfe des W3DS gleichzeitig auf 3D-Gebäude des Servers A, Texturen des Servers B sowie Vegetationsobjekte des Servers C zu und visualisiert diese gemeinsam (Quelle: Stadt Düsseldorf, CPA Geoinformation).

### 3.2 3D-Modellierung


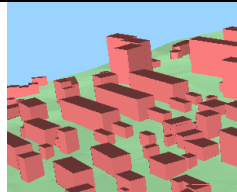
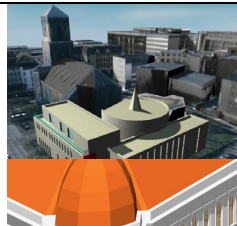
Um die o.g. Herausforderung des Austausches von 3D-Geoobjekten mittels einer gemeinsamen Modellierung zu ermöglichen, hat die SIG 3D der GDI NRW sowohl eine disziplinübergreifende Definition der Begriffe 3D-Stadt- und Regionalmodell erarbeitet als auch davon ausgehend eine spezifische Modellierung der entsprechenden 3D-Geoobjekte entwickelt. Dabei muss sichergestellt werden, dass sowohl bestehende 3D-Stadtmodelle auf dieses Modell abgebildet werden können (Sicherung von Investitionen), als auch ein möglichst hoher Grad an Verbindlichkeit erreicht wird, damit Anwendungsprogramme künftig tatsächlich anbieter- und organisationsübergreifend auf homogen strukturierte 3D-Geodaten zurückgreifen können (GRÖGER & KOLBE 2003). Die 3D-Modellierung findet sowohl in Anlehnung an ALKIS und die Bauordnung NRW bzw. des Bundes als auch in Abstimmung mit der IAI International Alliance for Interoperability, die den Standard IFC im Bauwesen spezifiziert, statt (IAI 2002, ADV 2002, LVERMA NRW 2002).


Um die Interoperabilität des 3D-Modells sicher zu stellen, basiert es auf internationalen Standards, insbesondere auf dem Geometriestandard ISO 19107 „Spatial Schema“, und ist kompatibel zum Austauschstandard GML3 des OGC. Das 3D-Stadtmodell gliedert sich in das Basismodell und das Anwendungsmodell (KOLBE & GRÖGER 2003). Das Basismodell besteht aus Primitiven für 0 - 3-dimensionale Geometrieobjekte (Knoten, Kante, Masche, Volumenkörper), die zu Aggregaten der entsprechenden Dimension zusammengesetzt

werden können. Diese Aggregate bilden die Bausteine für die Definition von Anwendungsobjekten, die im Anwendungsmodell erfolgt. Jedes Anwendungsobjekt kann - durch Vererbung von der gemeinsamen Oberklasse Geoobjekt - über Relationen mit dem entsprechenden Objekt in einem Fachdateninformationssystem (ALKIS, ATKIS, GDF, etc.) verknüpft sein, wodurch weitere fachspezifische Informationen zur Verfügung gestellt werden können.

Jedes Anwendungsobjekt kann in verschiedenen Detaillierungsgraden (Level of Detail, LoD) repräsentiert sein. Es werden fünf LoD unterschieden (vgl Tab.1): LoD0 (Regionalmodell, 2,5D), LoD1 (Klötzchenmodell), LoD2 (detaillierteres Modell mit differenzierten Dachformen und optionalen Texturen), LoD3 (geometrisch fein ausdifferenziertes Architekturmodell) und LoD4 (Innenraummodell).

**Tab. 1:** Die fünf unterschiedenen Detaillierungsstufen (LoD) (GRÖGER & KOLBE 2003)

	<p><b>LOD 0 – Regionalmodell</b></p> <p>bis auf 3D-Landmarks nur 2,5D DGM</p> <p>Erfassungsgeneralisierung: <i>maximal; Klassifizierung nach Flächennutzung</i></p> <p>Dachform/-struktur: <i>keine</i></p> <p>Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>&gt;5m / &gt;5m</i></p>
	<p><b>LOD 1 – Stadt- / Standortmodell</b></p> <p>„Klötzchenmodell“ ohne Dachstrukturen</p> <p>Erfassungsgeneralisierung: <i>Objektblöcke in generalisierter Form &gt; 6m*6m Grundfläche</i></p> <p>Dachform/-struktur: <i>ebene Flächen</i></p> <p>Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>5m / 5m</i></p>
	<p><b>LOD 2 – Stadt- / Standortmodell</b></p> <p>Texturierte Modelle; differenzierte Dachstrukturen; Vegetationsmerkmale (z.B. Bäume)</p> <p>Erfassungsgeneralisierung: <i>Objektblöcke in generalisierter Form &gt; 4m*4m Grundfläche</i></p> <p>Dachform/-struktur: <i>Dachtyp und Ausrichtung</i></p> <p>Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>2m / 1m</i></p>
	<p><b>LOD 3 – Stadt- / Standortmodell</b></p> <p>Geometrisch fein ausdifferenzierte Architektur-modelle; Vegetation; Straßenmöbel</p> <p>Erfassungsgeneralisierung: <i>Objekte in realer Form; &gt; 2m*2m Grundfläche</i></p> <p>Dachform/-struktur: <i>reale Form</i></p> <p>Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>0,5m / 0,5m</i></p>

	<p><b>LOD 4 – Innenraummodell</b></p> <p>„Begehbare“ Architekturmodelle</p> <p>Erfassungsgeneralisierung: <i>reale Form; Abbildung konstruktiver Elemente und Öffnungen</i></p> <p>Dachform/-struktur: <i>reale Form</i></p> <p>Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): <i>0,2m / 0,2m</i></p>
---	--

Im 3D-Anwendungsmodell werden neben der Modellierung des DGMs die Objektarten Verkehrsobjekt, Möblierung, Vegetationsobjekt, Gewässer, Anlage (darin Gebäude, Brücke, Tunnel) modelliert. Da das Gebäude eine besondere Rolle im 3D-Stadtmodell spielt, liegt hierzu eine detaillierte Modellierung vor. Die Modellierung von weiteren Objekten bzw. Phänomenen, wie unterirdische Objekte und Brücken, bewegliche Objekte (z.B. Schwenkbrücken, Pontons), Innenräume (LoD4, in Zusammenarbeit mit der IAI) sowie Historienverwaltung befindet sich derzeit in Erarbeitung.

Die 3D-Modellierung basiert auf offenen, herstellerunabhängigen Standards, die im GIS-Bereich sowohl vom OGC als auch der ISO bereitgestellt werden. Mit der Geography Markup Language (GML3) des OGC steht seit Anfang 2003 erstmals ein geeigneter offener Standard für die Repräsentation und den Austausch von dreidimensionalen, vektororientierten Geodaten zur Verfügung. Syntaktisch basiert er auf der Sprache XML (Extensible Markup Language), dem wichtigsten Standard für den Datenaustausch im WWW. Inhaltlich umfasst GML3 die Modellierung von Geodaten mit deren geometrisch-topologischen Eigenschaften, Zeitbezügen und Darstellungsvorschriften. Die Modellierung des Raumbezugs von GML3 beruht auf dem Standard ISO 19107 Spatial Schema, der gemeinsam von der ISO und dem OGC erarbeitet wurde (GRÖGER & KOLBE 2003).

## 4 Ausblick

Der Beitrag hat gezeigt, dass 3D-Stadtmodelle zunehmend Einsatz in den unterschiedlichsten Fachbereichen finden und dass die Interoperabilität von Geoinformationssystemen im 3D mit Hilfe des neuen W3DS und der 3D-Modellierung zu Mehrfachnutzung und Mehrwertsteigerung von 3D-Geodaten beiträgt. Ziel ist es, proprietäre 3D-Software- und GIS-Systeme mittels der neuen Standardisierung interoperabel zu integrieren und dadurch ihre jeweiligen Vorzüge weiterhin nutzen zu können. Die beiden Standardisierungsentwürfe W3DS und 3D-Modellierung sollen zukünftig in die internationalen Standardisierungsgremien, z.B. das OGC, eingebracht werden.

Da in weiteren Themengebieten Institutionen und Firmen Interesse an der Nutzung der neuen Standardisierung gezeigt haben, wird in einer Stufe 2 des 3D-Piloten der GDI NRW sowohl die 3D-Modellierung in GML3 zur kommunalen Nutzung in einem 3D-GIS umgesetzt werden als auch der W3DS einen breiteren Einsatz in neuen Anwendungsfeldern finden.

## 5 Danksagung

Die gezeigten Ergebnisse wurden im Rahmen der SIG 3D der Initiative Geodateninfrastruktur GDI NRW erarbeitet. Ich danke allen Mitwirkenden, insbes. der AG Modellierung und Visualisierung sowie den Teilnehmern des 3D-Piloten.

## 6 Literatur

- Adv (2002): *Dokum. zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok)*. <http://www.adv-online.de>.
- Altmaier, A. & M. Müller (2002): *Geodateninfrastrukturen in der Praxis*. In: DVAG (Hrsg): Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie, H.3/2002, Jg. 26, Bonn.
- Altmaier, A. & T.H. Kolbe (2003): *Applications and Solutions for Interoperable 3d Geo-Visualization*. In: Tagungsband Photogrammetrische Woche 2003, Stuttgart, S. 253-267.
- GDI NRW (2004): Initiative Geodateninfrastruktur Nordrhein-Westfalen. <http://www.gdi-nrw.org>.
- Gröger, G., T.H. Kolbe (2003): *Interoperabilität in einer 3D-Geodateninfrastruktur*. In: Tagungsband Münsteraner GI-Tage 2003, Münster, S. 325-343
- IAI (2002): *Industry Foundation Classes IFC 2.X Model Implementation Guide, Version 1.4*. International Alliance for Interoperability <http://www.iai-international.org>
- ISO (2004): International Standardization Organisation, Technical Committee 211. <http://www.isotc211.org>.
- Kolbe, T.H. & Gröger, G. (2003): *Towards Unified 3D City Models*. In: Tagungsband ISPRS Comm. IV Workshop "Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II" (CD-Rom), Stuttgart.
- Kolbe, T.H. (2003): *Interoperable Modelle – Die dritte Dimension in der Geodateninfrastruktur Nordrhein-Westfalen*. GeoBIT 5/2003, Wichmann Verlag.
- VRML97 (1997): *Information technology – Computer graphics and image processing – The Virtual Reality Modeling Language (VRML) – Part 1: Functional specification and UTF-8 encoding*. Part 1 of ISO/IEC Standard 14772-1:1997, VRML97.
- LVermA NRW (2002): *GeoBasis.NRW – Umsetzung des ALKIS/ ATKIS/ AFIS-Standards in NRW*. <http://www.lverma.nrw.de>.
- OGC (2004): OpenGIS Consortium. <http://www.opengis.org>.