

München: 3D-Modell zum Anfassen

München hat als erste Stadt Deutschlands seit kurzem einen interaktiven 3D-Stadtplan. Der bietet Potenzial, um kommunale Geodatenbestände effektiv zu nutzen.

Seit wenigen Wochen existiert der erste interaktive dreidimensionale Stadtplan für eine deutsche Großstadt. „München3D“ macht die vielfältigen Geobasis- und Geofachdaten einer Kommune mithilfe eines dreidimensionalen virtuellen Stadtmodells einer breiten Nutzergruppe zugänglich.

Effektive Kommunikation

Umfassende Geodatenbestände befinden sich in den Kommunen und werden dort meist systematisch entwickelt und fortgeführt. Es handelt sich dabei sowohl um Geobasisdaten wie Geländemodelle,

Gebäudemodelle oder topographische Karten, als auch um eine wachsende Zahl georeferenzierter Fachdaten wie Bodenrichtwerte, Lärmemissionen oder Landnutzungen. Die so prinzipiell verfügbaren Geoinformationen bekommen immer größere Bedeutung für die Optimierung privater und wirtschaftlicher Entscheidungen und Prozesse.

Kommunale Geoinformationen sind jedoch in den meisten Fällen weder integriert verfügbar noch für potenzielle Endkunden leicht auffindbar und zugreifbar – aus technischen, organisatorischen und rechtlichen Gründen. Eine effektive



Virtuell: die Landeshauptstadt München mit Alpenpanorama.

Kommunikation zu unterschiedlichen Nutzergruppen fehlt. Web-Services und Geodateninfrastrukturen repräsentieren in diesem Kontext zwar wichtige technische Bausteine, lösen jedoch nicht das Problem einer medial aufbereiteten, einfachen Kommunikation integrierter Geoinformationen zu den „Endverbrauchern“.

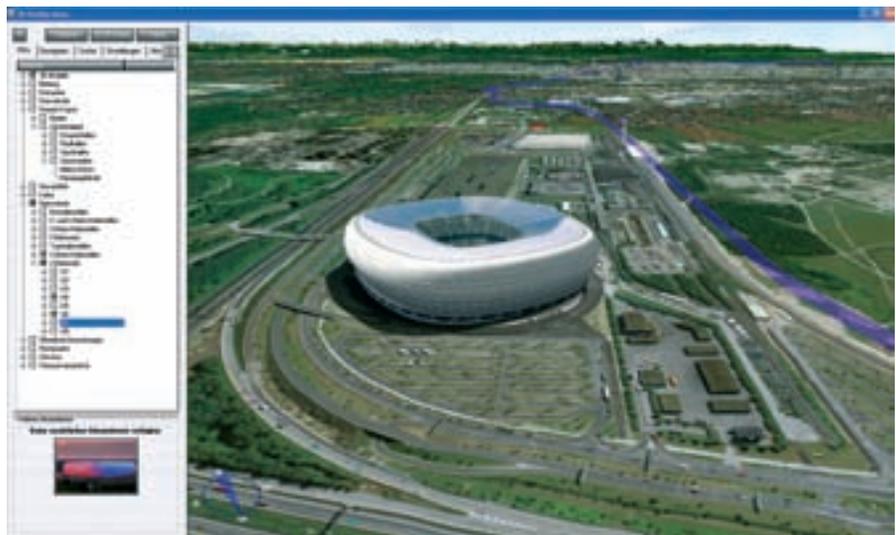
Der hier vorgestellte Ansatz am Beispiel München zeigt eine konzeptionelle und technische Lösung auf: Komplexe Geoinformationen werden über ein virtuelles 3D-Stadtmodell integriert, interaktiv zugänglich und zusammen mit einem innovativen Anwendungssystem auf DVD ausgeliefert.

Luftbild und 3D-Stadtplan

Der interaktive Luftbildstadtplan Münchens besteht aus verschiedenen Datensätzen, die in ihrer Gesamtheit ein realistisches Abbild der Landeshauptstadt schaffen. Ein hochaufgelöstes True-Ortho-Luftbild-Mosaik der High Resolution Stereo Camera – HRSC-AX – mit einer räumlichen Auflösung von 25 Zentimeter dient der Visualisierung innerhalb der Stadtgrenzen, während das Umland durch ein Satellitenbild repräsentiert wird. Als Zeilenscanner mit langer Brennweite besitzt die HRSC, die ursprünglich am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin-Adlershof zur Kartierung des Mars entwickelt wurde, den Vorteil, dass die berechneten Farbluftbilder, so genannte True-Orthobilder, Gebäude und andere dreidimensionale Objekte in hoher räumlicher Auflösung mit lediglich geringen Verkipplungs- und Abschattungseffekten darstellen. Letzteres ist insbesondere für die Generierung und Darstellung des virtuellen 3D-Stadtmodells von entscheidender Bedeutung.

Innerhalb des Mittleren Rings wurden über 50.000 Gebäude mit photogrammetrisch ermittelten Höheninformationen extrudiert und anschließend mit realistischen Fassaden texturiert. Zur besseren Orientierung im 3D-Stadtmodell kann ein traditioneller 2D-Stadtplan eingeblendet werden, in dem Position und Blickrichtung entsprechend markiert sind.

Durch die Integration weiterer Datenebenen, wie kommunale Informationen und U- sowie S-Bahnlinien, wird aus der zunächst rein visuell ausgerichteten 3D-Anwendung ein umfassendes, vielseitig einsetzbares Stadtinformationssystem.



Die Allianzarena ist Schauplatz des Auftaktspiels der Weltmeisterschaft 2006. Auch als 3D-Modell eine Augenweide.

Zu den Zielen des 3D-Stadtplans für München gehört nicht nur die Darstellung zahlreicher Details, sondern auch die Umsetzung einer ansprechenden Stadtansicht: Zur Landeshauptstadt München gehört selbstverständlich das Alpenpanorama. Durch die Kombination aus Aufnahmen des Landsat-Satelliten mit entsprechenden Höheninformationen der SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) konnte das gesamte südlich von München gelegene Alpenvorland in die interaktive Welt integriert werden.

Aufbereitung der Geodaten

Auf Basis innovativer Prozessierungsverfahren, die im Institut für Planetenforschung und im Institut für Robotik und Mechatronik des DLR entwickelt wurden, lassen sich aus den HRSC-Oberflächenmodellen detaillierte 3D-Gebäudestrukturen ableiten, wobei für die Generierung eines großflächigen, interaktiven 3D-Stadtmodells allerdings noch zahlreiche weitere Prozessschritte und zusätzliche Datenquellen notwendig sind. Eine wesentliche Grundlage stellt die mittlerweile nahezu flächendeckend digital verfügbare Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) dar. Sie ermöglicht in Verbindung mit dem digitalen Oberflächenmodell die semi-automatische Erstellung von Gebäudemodellen unterschiedlicher Detaillierungsgrade. Zur Vermeidung nachfolgender Unstimmigkeiten, resultierend aus chronologischen Differenzen der Datenaufnahme zum Beispiel bei Neu-

bauten oder aus örtlichen Gegebenheiten zum Beispiel durch Gebäude unter Bäumen ist eine Überarbeitung der ALK-Gebäudeumrisse unumgänglich.

Zur Texturierung des Stadtmodells wurden die Fassaden von mehr als 3.000 stadtbildprägenden Gebäuden mit geometrisch entzerrten Fototexturen belegt, welche im Rahmen einer umfangreichen Erhebung vor Ort erfasst wurden. Alle weiteren etwa 50.000 Gebäude erhielten über einen Klassifikationsschlüssel basierend auf Gebäudealter, Stockwerkszahl und Gebäudenutzung eine generalisierte Fototextur. Generell haben Fototexturen gegenüber generischen Texturen den Vorteil, dass eine Wiedererkennung durch den Betrachter unterstützt wird und, dass Stadtmodell und abgeleitete Applikationen eine dementsprechend höhere Akzeptanz erfahren.

Komplexe Gebäudestrukturen können allerdings nicht ausschließlich über Fassadenfotos wiedergegeben werden. Hier bietet sich die Einbindung detailgetreuer CAD-Modelle an, um die Realitätsnähe der Anwendung zu erhöhen. Für die Landeshauptstadt München wurden insgesamt mehr als 60 CAD-Modelle in das 3D-Stadtmodell integriert, darunter die Frauenkirche, die Residenz und das neue Rathaus.

Auf eine flächendeckende Dachrekonstruktion wurde bislang verzichtet, da sich zahlreiche Dachformen noch nicht automatisiert erfassen und rekonstruieren lassen. Aufgrund der hohen Detail- ▶

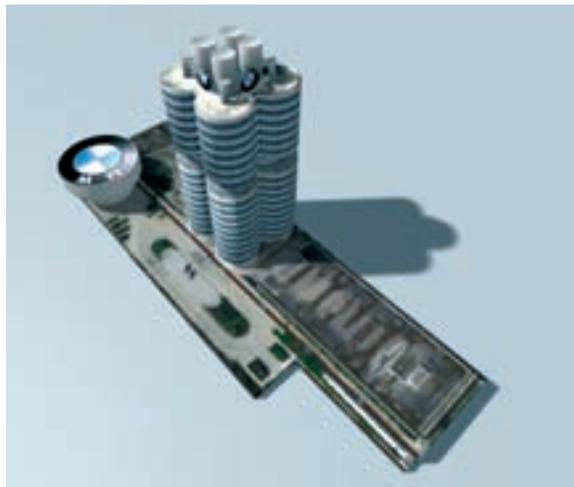
genauigkeit und farblichen Brillanz der HRSC-Daten ist die Dachrekonstruktion bei einer auf 200 Meter begrenzten Flugtiefe nicht erforderlich, um einen plastischen dreidimensionalen Eindruck vom 3D-Stadtmodell zu erlangen.

Wesentlicher Bestandteil des interaktiven 3D-Stadtplans von München sind die zahlreichen vektorbasierten Geoinformationen, die aus unterschiedlichen und zum Teil lediglich analog vorliegenden Quellen in einer Datenbank erfasst, aggregiert, katalogisiert und geokodiert wurden. In diesem Arbeitsschritt werden zugleich die späteren Darstellungsformen, wie beispielsweise Schriftart, Piktogramm und Objektplatzierung, festgelegt.

Geotainment-Technologie

Ein virtuelles 3D-Stadtmodellsystem wie für den interaktiven 3D-Stadtplan München unterliegt einer Reihe von technischen Anforderungen, die als stellvertretend für geodatenbasierte Endkunden-Produkte gelten:

- Stadtmodell-Objektverwaltung für digitale Geländemodelle, Gebäudemodelle, Fassadenmodelle und Vegetationsmodelle sowie für georeferenzierte Fachdaten
- Management großer Geodatenmengen in Echtzeit, insbesondere Texturdaten für Luftbilder und Fassadentexturen
- assistierende 3D-Interaktion, insbesondere für die Navigation durch die geovirtuelle Umgebung



Auch CAD-Modelle wie das des BMW-Verwaltungsgebäudes sind in den 3D-Stadtplan integriert.

■ Digital Rights Management (DRM), insbesondere durch Kompression und Verschlüsselung von enthaltenen Geodaten. Im vorgestellten Projekt wurde das LandXplorer-Xpress System eingesetzt, das sich auf sogenannte Geotainment-Anwendungen konzentriert, das heißt auf „Black-Box“-Anwendungen, in denen Geodaten eingebettet und zur unmittelbaren Nutzung durch Endkunden enthalten sind.

Die Verwaltung der projektrelevanten Geobasisdaten erfolgt auf Seiten des Herstellers zum einen über klassische GIS sowie über das Autorensystem LandXplorer Studio. Die Daten werden von dort ausgespielt und über ein Preprocessing in die interne, optimierte Kodierung übertragen, die vom LandXplorer-Xpress System verarbeitet wird. Als besonderes Leistungsmerkmal ermöglicht es das System, zu ei-

nem virtuellen 3D-Stadtmodell ein großflächiges Umlandmodell mit digitalem Geländemodell (DGM) und Luftbild zu definieren.

Das Management großer Geodatenmengen beruht darauf, ein vorliegendes digitales Geländemodell in einem Preprocessing-Schritt für das Level-of-Detail-Rendering aufzubereiten.

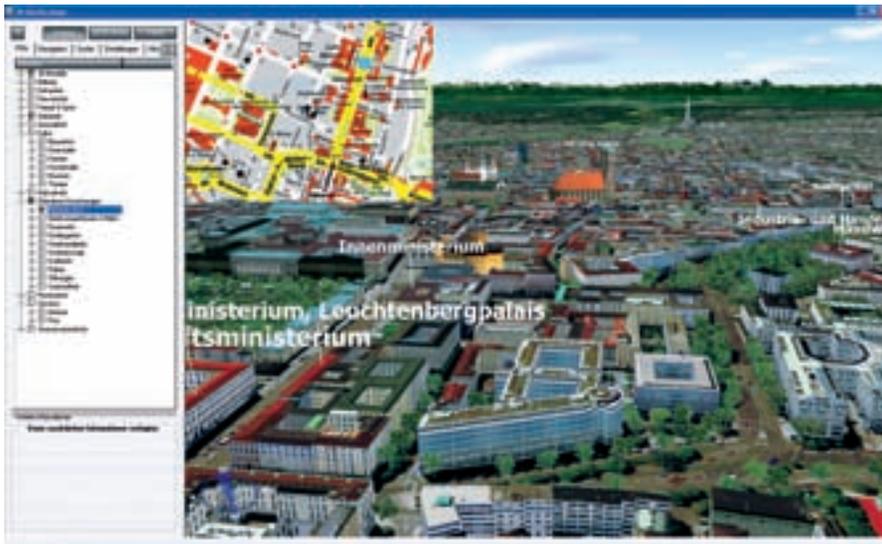
Weiter werden im Preprocessing sämtliche Geländetexturen und Fassadentexturen komprimiert und in einer Level-of-Detail-Hierarchie organisiert. Zum Einsatz kommen in LandXplorer Xpress so genannte „Out-of-Core“-Visualisierungsalgorithmen, die dafür optimiert sind, die benötigten Daten während des Renderings auf externen Medien zu beziehen.

In der Benutzungsschnittstelle finden sich verschiedene assistierende 3D-Interaktionswerkzeuge. Zum einen kann sich ein Nutzer zweidimensional über das Stadtgebiet bewegen – mit Zooming und Panning-Werkzeugen – zum anderen kann stets zum dreidimensionalen Modus umgeschaltet werden. In diesem Fall hat der Nutzer die Auswahl zwischen folgenden Modi:

- Flug-Modus mit freier Steuerung und steter Vorwärtsbewegung
- Helikopter-Modus mit freier Steuerung und Bewegung
- Zoom-Focus-Modus mit virtuellem Trackball um die 3D-Stelle im Bildmittelpunkt
- Game-Modus mit freier Bewegung über Tastatur



3D-Darstellung mit eingeblendeten Geodaten: Blick über die Innenstadt von München (rechts) und Frauenkirche mit Fußgängerzone und umliegenden Museen (links).



Oberfläche mit Stadtplan und 3D-Modell. Points of Interest werden hervorgehoben.

Weiter besitzen die in den Fachdaten vorliegenden Points-of-Interest eine 3D-Position, die aus der aktuellen Sichteinstellung jederzeit virtuell angefliegen werden kann. In allen Modi kommt ein physikalischbasiertes Kameramodell zum Einsatz, das die Kamerakontrolle von dem einzelnen Eingabeereignis entkoppelt und zur Glättung und Fehlerprävention der Nutzerbewegungen beiträgt.

Mit im System definierten Einschränkungen wird darüber hinaus sichergestellt, dass „Out-of-World“ und „Getting-Lost“-Situation des Nutzers durch Eingriff des Systems vermieden werden.

Das Digital Rights Management – kurz – DRM in LandXplorer-Xpress stützt sich auf die Kompression und auf die Verschlüsselung enthaltener Geodaten ab. Insofern sind die Originaldaten im DVD-Produkt nicht mehr enthalten, sondern nur ihre computergraphischen, in Level-of-Detail-Hierarchien strukturierten Derivate. Das DRM wird ergänzt durch eine Registrierung, wobei in jeder Installation zur CPU-Kennung ein ID generiert und per E-Mail an zentralen Registrierungsserver übermittelt wird, der einen korrespondierenden Freischalt-Code erzeugt.

Nutzerbeobachtungen

Die Veröffentlichung des 3D-Stadtplans von München hat ein großes Medienecho in Form einer Vielzahl regionaler und überregionaler Print-, Radio- und TV-Berichte erzeugt, die das große allgemei-

ne Interesse an einem solchen innovativen Konzept zur Nutzung kommunaler Geodaten unterstreichen.

Im Rahmen des geleisteten Produktsupports konnten diejenigen Faktoren identifiziert werden, die dem Nutzer maßgeblich Anlass zur Zustimmung und Kritik gaben. Obwohl sich der Produktsupport primär mit den technischen Problemen der Nutzer auseinandersetzt, erhielt die Anwendung hier umfassende Zustimmung – sowohl wegen der Produktinnovation an sich, wie auch wegen der herausragenden Bildqualität der digitalen HRSC-Luftbilder. In Bezug auf die Systemperformance waren an die Hardware des Nutzers hohe Anforderungen gestellt, die jedoch bei heutigen Multimedia-optimierten PCs überwiegend vorhanden waren.

In Bezug auf die Registrierungsfunktionalität und dem Digital Rights Management wurde festgestellt, dass eine weitere Automatisierung und damit Vereinfachung für den Anwender sinnvoll erschienen. Ebenso wurden Funktionen zum Drucken und Vermessen der interaktiven Sicht sowie die Aktualisierung der Geodatenbanken über Internet vermisst, die in Zukunft bereitgestellt werden. Unisono wird die einzigartige Möglichkeit hervorgehoben, die Stadt München auf diese Art und Weise einmal „ganz anders“ zu erleben.

Ausblick

Das Medium „Virtuelles 3D-Stadtmodell auf DVD“ erweist sich als leistungsstark

in der pragmatischen Kommunikation von kommunalen Geoinformationen, da es die notwendigen Geodaten integriert und kompakt bereitstellt, eine fokussierte, interaktive Vermittlung von Inhalten erlaubt sowie technische und rechtliche Hürden bei der Weitergabe von komplexen Geoinformationen überwindet. Im Gegensatz zu Web-Service-basierten Ansätzen vermag diese Lösung umfangreiche, hochaufgelöste Geodaten in Echtzeit bereitzustellen.

In diesem Jahr werden weitere interaktive 3D-Stadtpläne auf DVD für verschiedene deutsche Städte unter dem Label 3D RealityMaps erscheinen. Darüber hinaus wird derzeit ein leistungsstarkes Verfahren zur Annotation von Geobjekten in virtuellen 3D-Raummodellen umgesetzt, das zukünftig fach- und anwendungsspezifische Inhalte dynamisch einblendet. Weiter stehen eine verbesserte 3D-Vegetationsdarstellung auf der Agenda der Geotainment-Systementwickler. ■

PROJEKTINFORMATIONEN

München-3D

Remote Sensing Solution GmbH,
Prof. Dr. Florian Siebert
www.rssgmbh.de

Landeshauptstadt München
Kommunalreferat – Vermessungsamt
Geoinformationen
Jan Liebscher

DLR,
Institut für Planetenforschung,
Berlin-Adlershof
Dr. Frank Lehmann
www.dlr.de/hrsc-aa

LandXplorer Xpress
3D Geo GmbH
Marc Hildebrandt
www.3dgeo.de

Wissenschaftlicher Projektpartner und
Autor des Beitrags
Hasso-Plattner-Institut
Universität Potsdam
Prof. Dr. Jürgen Döllner
www.hpi.uni-potsdam.de/3d



www.reality-maps.de
www.geotainment.de
www.muenchen3d.de