

## **OpenStreetMap-3D Germany und Stadtmodell NRW-3D**

Erfahrungen bei der Realisierung landesweiter interoperabler 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle im Internet auf Basis amtlicher und Nutzer-generierter Geodaten

N. Neubauer, M. Over, A. Schilling, R. Kulawik, P. Neis, A. Zipf

<http://www.geographie.uni-bonn.de/karto/>

### **Einführung**

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse zweier Folgeaktivitäten aus dem Projekt GDI-3D (Geodateninfrastruktur für 3D Geodaten) vorgestellt. Während Geodateninfrastrukturen (GDI) für 2D Geobasisdaten zunehmend Wirklichkeit werden, wird im Projekt GDI-3D die Frage bearbeitet, wie 3D-Geodaten in GDI integriert werden können (Zipf et al. 2008). Erste Resultate konnte erfolgreich am Beispiel der 40.000 Gebäude und dem amtlichen 5 Meter DGM gezeigt werden. Daher stellte sich die Frage, ob die für GDI-3D erarbeiteten Konzepte und Softwarekomponenten auch für große Datenmengen, z.B. ganze Länder skalieren und für heterogene Daten geeignet sind. Glücklicherweise wurden sowohl weitere amtliche, als auch freie, von Nutzern generierter Geodaten gefunden, die zur Beantwortung dieser Frage herangezogen werden können. Der erste Datensatz betrifft alle - über 6 Millionen Gebäude von Nordrhein-Westfalen, die als Level of Detail 1 (LOD1) Klötzchenmodelle vorliegen und von geoBasis.nrw für das Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt wurden. Erste Screenshots und Videos von der Live-Interaktion eines Nutzers mit dem System finden sich unter [www.nrw-3d.de](http://www.nrw-3d.de). Der zweite Datensatz betrifft die freie Wiki-Weltkarte OpenStreetMap in Kombination mit den freien SRTM-Geländedaten. Hier wurde als Testgebiet ganz Deutschland bearbeitet und somit eine Deutschland-weite 3D-GDI unter Nutzung mehrere OGC-Services aufgebaut. Das System wird unter [www.osm-3d.org](http://www.osm-3d.org) zur Verfügung gestellt werden.

### **NRW-3D.de per CityGML im W3DS**

Vor kurzem wurde im Open Geospatial Consortium (OGC) CityGML (vgl. Gröer & Kolbe 2004) als Standardaustauschformat für 3D-Stadtmodelle definiert. Neben der Geometrie können hier auch Metadaten und Sachattribute integriert werden. Üblicherweise werden CityGML-Dokumente von Web Feature Service (OGC WFS) auf Anfrage abgegeben. Jedoch ist CityGML kein effizientes Grafikformat, sondern für den semantischen Datenaustausch in der Datenhaltungsschicht einer Geodateninfrastruktur konzipiert. Für die Darstellung werden weitere Visualisierungsdienste benötigt. In 2D übernimmt

dies der bekannte Web Map Service (WMS); in 3D werden Entwürfe für 3D Portrayal Dienste (Hagedorn et al. 2008) zu OGC Standards weiter entwickelt. Für Echtzeitinteraktion mit 3D Karten (Szenen) ist der sogenannte Web 3D Service (W3DS) gedacht. Dieser liefert einen Szenengraphen in einem der verfügbaren effizienten 3D-Grafikformate. Zugriff auf die zugehörigen Sachdaten erfolgt dann ebenfalls „per Request“.

## **Die 6 Mio Gebäude von NRW in OGC 3D Visualisierungsdienst**

Im Projekt [www.gdi-3d.de](http://www.gdi-3d.de) wurde dieser W3DS und ein entsprechender Client (XNavigator) umgesetzt und neben der Modellstadt Heidelberg mit Daten verschiedener Städte getestet. Durch die Fülle der dabei möglichen Datenformate waren hierbei meist spezielle Konvertierungen und neue Importschnittstellen zu realisieren. Dies soll mit CityGML der Vergangenheit angehören. Daher wurde ein Konverter für CityGML entwickelt, der die Daten für den W3DS aufbereitet und in diesen importiert.

Ein erster Praxistest konnte an einem der weltweit größten verfügbaren 3D-Gebäudedatensätze durchgeführt werden. Als Testdaten wurde vom Landesvermessungsamt NRW ein flächendeckender Gebäude-Datensatz über einen WFS im CityGML-Format zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um die in einem anderen Projekt (Czervinski et al. 2008) von den Vermessungsbehörden generierten über 6 Mio LOD1 Gebäude in NRW.

Die Daten wurden auf einem Rechencluster der RWTH Aachen und der Uni Bonn aufbereitet, so dass sie in den W3DS Germany eingeladen werden können. Damit ist nun ein Stadtmodell für ganz NRW in einem OGC 3D Visualisierungsdienst verfügbar.

Zum Beispiel wurde die Dateigröße durch die Aufbereitung auf ca. 18% reduziert, so dass nun auch für große Stadtgebiete mit hunderten von Gebäuden eine effiziente Übertragung ermöglicht wird. Während das Laden der Daten vom WFS ca. 3 Tage dauerte, kann nun in Echtzeit durch die vom W3DS gestreamten 3D-Städte geflogen werden. Beispiele dieser Live-Interaktion zeigen die Videos auf [www.nrw-3d.de](http://www.nrw-3d.de). Da aber immer noch sehr große Datenmengen übertragen werden, sollte mindestens ein 2Mbit DSL-Internetverbindung verfügbar sein, besser ist eine 6 MBit DSL Leitung. Besonders gut geeignet ist diese Lösung daher in gut ausgebauten Intranets, aber auch die übliche Anbindung der Wissenschaftsnetze ist schon heute ausreichend. Für einige Nutzer im privaten Bereich oder in nach außen abgeschotteten Behörden oder Unternehmen sind die Anforderungen heute vielleicht etwas zu aufwändig, aber die Bandbreite wächst beständig und so ist von einer ausreichenden Verfügbarkeit in absehbarer Zeit auszugehen. Ähnliches gilt für die Hardwareanforderungen auf Client-Seite. Da der Client die Daten selbst rendert, ist eine eigene aktuelle Grafikkarte (sowie gute CPU) sinnvoll. Hier

steigt die Leistung bei abnehmenden Kosten rasant, so dass dieses Problem mittelfristig eine untergeordnete Rolle spielen wird. Da aktuell die Java-WebStart-Technologie für den Client genutzt wird, hat dieser keinen Zugriff auf die Festplatte des Client und kann dort z.B. auch keine Daten cachen. Allerdings ist es leicht möglich auch eine richtige Anwendung (Java Application) anzubieten, die normal installiert wird, aber dafür mehr Zugriff auf das Client-System hat und damit einige Nachteile der für Selten-Nutzer bequemeren WebStart-Alternative umgeht. Bei der Installier-Variante muss die Aktualisierung per Hand durchgeführt werden.

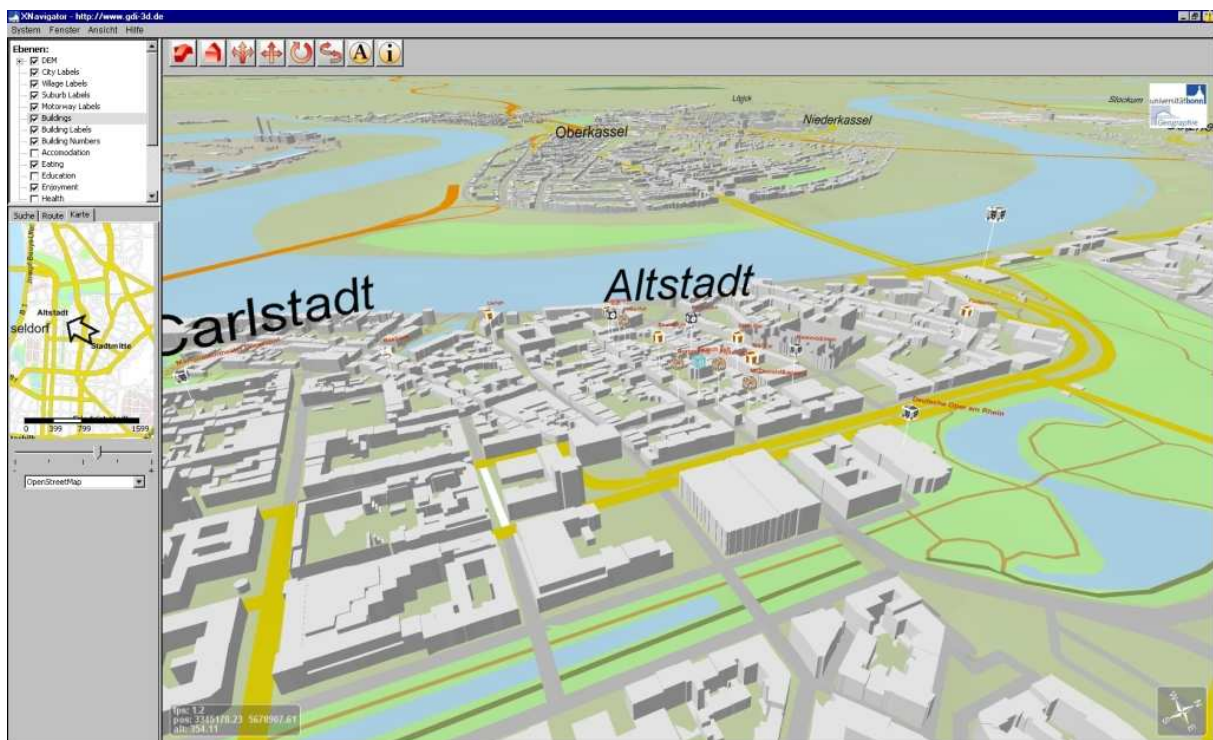


Abb. 1: Screenshot NRW3D – 3D Modell wird von W3DS an den 3D Client (XNavigator) gestreamed, Beispiel Düsseldorf

## OSM-3D.org: Deutschlandweiter Web 3D Service auf Basis freier Geodaten

Innerhalb kurzer Zeit konnte das Projekt OpenStreetMap zeigen, dass nutzergenerierte Inhalte auch in der Geoinformationsbranche große Impulse bewirken können. Goodchild (2007) bezeichnet dies als „Volunteered Geographic Information“ (VGI) und heute evaluieren immer mehr Anwender diese Daten auf ihre Tauglichkeit für ihre spezifischen Zwecke. Noch sind diese je nach Anwendung und Region sehr unterschiedlich, doch zeigt die Tendenz nach oben. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Frage der Datenqualität von OSM werden bei uns gerade durchgeführt (erste Vorabergebnisse Schmitz et al. 2008). Die meisten Anwendungen nutzen die Daten v.a. zur Visualisierung in 2D, außerdem gab es erste Anwendungen, die OGC-Dienste im Bereich LBS damit realisierten (wie den OpenLS Route Service, OpenLS Directory Service, OpenLS Utility Service, OGC WMS, OGC WFS etc. von

OpenRouteService.org. Dies war die erste Web-basierte Anwendung, die überregionale OSM-Daten mit OGC-Services kombinierte.

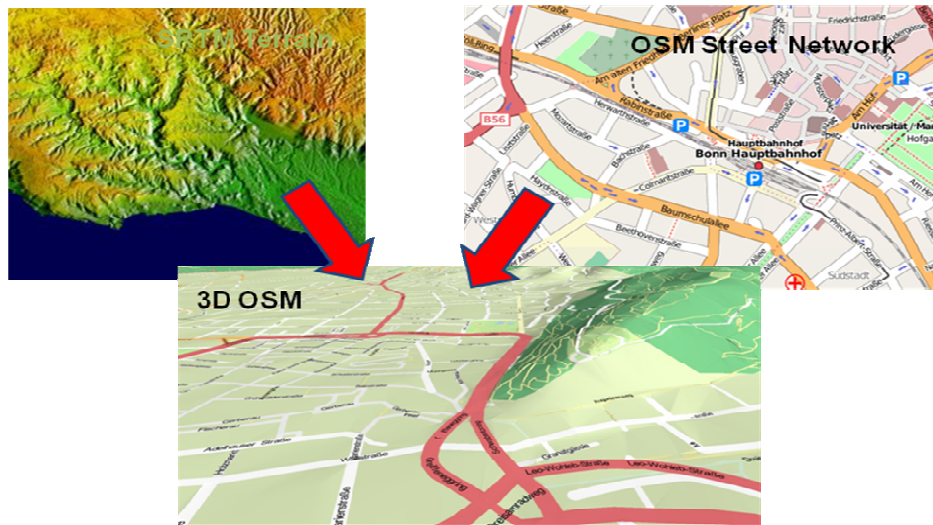


Abb. 2: Prinzipskizze Datenquellen für OSM-3D.org

So wurde der erste Deutschlandweiten Routenplaner für Fußgänger und Radfahrer realisiert, noch bevor z.B. Google derartiges anbot. Die Frage war nun, ob die Daten von OSM auch für eine Visualisierung in 3D genutzt werden können. Hierfür musste u.a. ein DGM gefunden werden. Daher wurde das Deutschlandweit vorliegende SRTM Geländemodell gemäß den in Schilling et al. (2007, 2008) beschriebenen Prinzipien aufbereitet (gekachelt, generalisiert, mehrere LOD-Stufen berechnet, Straßen eingeebnet) und vor allem mit den OSM-Daten vektorieLL verschnitten, so dass die Landnutzung von OSM nun direkt im DGM integriert ist. Dies eignet sich besonders für ein effizientes Streaming mit dem Web 3D Service (OGC W3DS).

Dieses Preprocessing ist sehr rechenintensiv und dauerte auf Rechenclustern mehrere Wochen (>1300 CPU-Stunden). Als Ergebnis liegt ein OSM-3D-DGM für ganz Deutschland vor, das über das Internet auf Basis des Web3DService gestreamed und z.B. mit dem W3DS-Client XNavigator voll interaktiv betrachtet werden kann. Da zudem die aus GDI-3D bekannten um 3D erweiterten OpenLS Dienste wie der Directory Service als Lieferant von POI-Daten, sowie dem Utility Service als Geocoder zur Orts- und Straßensuche kombiniert werden kann, bieten sich interessante Nutzungsmöglichkeiten. Auch erste Tests mit dem 3D Routing Service verliefen vielversprechend. Interessanterweise sind auch schon in OSM ca. 100.000 Gebäude verfügbar. Diese konnten ebenfalls ausgelesen und extrudiert werden – entweder um einen Defaultwert, teilweise lagen aber auch Geschosszahlen als Attribut vor, aus denen die Gebäudehöhe abgeschätzt werden konnte. Sie bieten damit einen ersten Ansatz für ein vollkommen nutzergeneriertes 3D Stadtmodell. Da vor allem zunächst die wichtigen Gebäude aufgenommen werden, bietet es zudem einen zwar nicht repräsentativen, aber doch anschaulichen ersten Eindruck der

relevanten Bereiche einer Stadt. Einen detaillierteren Überblick zum Arbeitsablauf der Datenaufbereitung zeigt Abbildung 3.

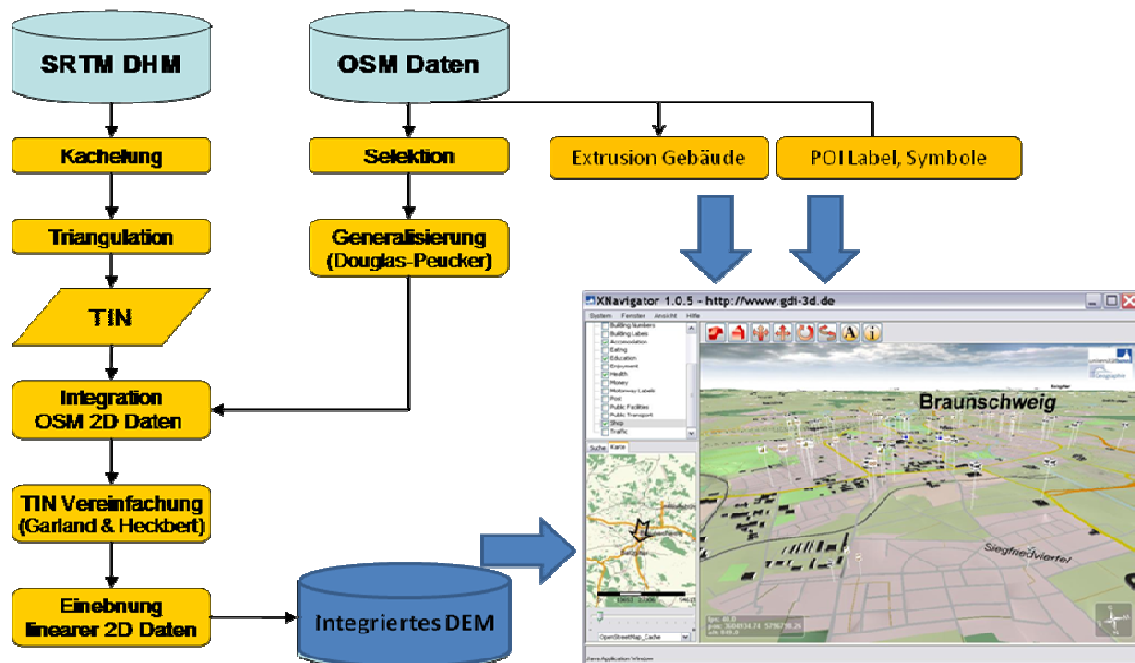


Abb. 3: Workflow der aufwändigen Vorverarbeitungsschritte zur Aufbereitung der Daten für OSM-3D.org auf Rechenclustern.

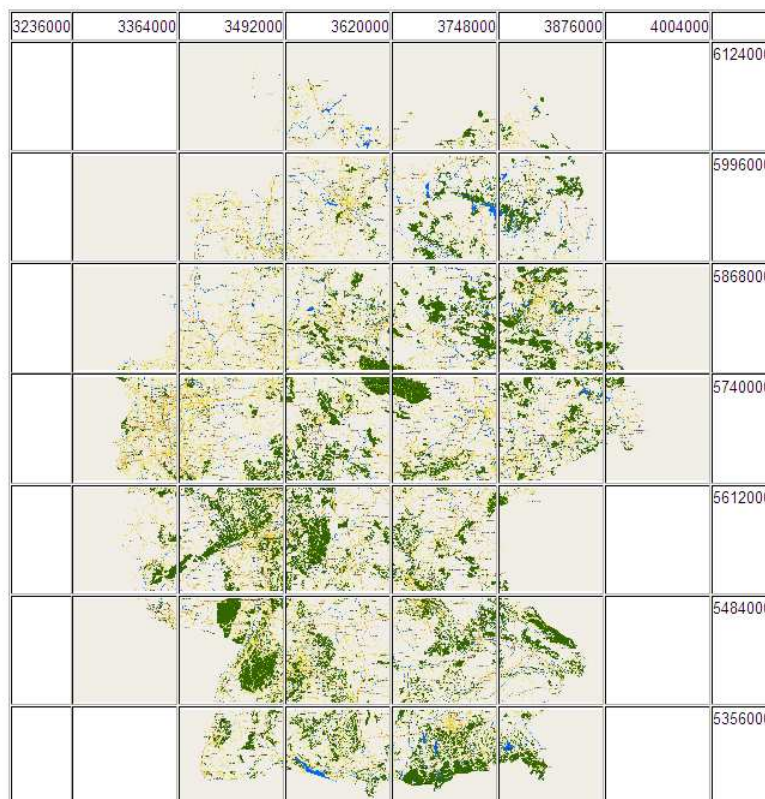


Abb.4: Kachelungsschema des W3DS Germany (von 500 Meter bis 128km)

Abbildung 4 zeigt das Kachelungsschema. Es werden Kacheln in den Größenstufen (Kachellänge in Meter) 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000,

32000, 64000 und 128000 mit jeweils angepasster Generalisierung und Fehlermaße für die Geländeausdünnung berechnet. Zurzeit werden zusätzlich die 256km Kacheln berechnet. Bei der Generierung der LOD-Stufen sind durch die vielfältigen Parameter bei der Generalisierung zahlreiche Varianten möglich. Zwar wurden im Verlauf der Arbeiten verschiedene Alternativen getestet, doch wird deutlich, dass hier noch weiterführende Untersuchungen notwendig sind, um die Varianten zu finden, die eine je nach Leistung des Clients bzw. der Internetbandbreite optimale Darstellung bieten, d.h. einerseits die visuelle Aussagekraft maximiert und die Datenmenge minimiert. Auch können die berechneten LOD-Kacheln in Abhängigkeit von unterschiedlichen Parametern und Randbedingungen angezeigt werden. Somit können per Konfiguration unterschiedlich Ressourcen-intensive Varianten erstellt werden. Diese sollen in Kürze als erste Prototypen zur freien Nutzung online gestellt werden. Über einen angegliederten Fragebogen sollen erste empirische Erkenntnisse über die Anforderungen an eine derartige Dienste-basierte 3D-Landschaftsvisualisierung erhoben werden.



Abb. 5: OSM-3D im XNavigator per W3DS der GDI-3D.de, Beispiel: Bonn

## Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden eine Reihe von erstmalig umgesetzten Ergebnissen vorgestellt. So wird gezeigt wie Volunteered Geographic Information (d.h. genauer von OpenStreetMap) mit innovativer GDI-Technologie genutzt werden kann. Es wurde zudem das Potential der Nutzung dieser ursprünglich für 2D erfassten Daten auch für die Erzeugung von 3D-Stadt- und Landschaftsmodellen dargelegt. Außerdem kann gezeigt werden, dass die für GDI-3D entwickelten, Konzepte, Technologien und Dienste-basierte Architektur, also insbesondere die

für 3D erweiterten oder wie im Fall des W3DS speziell dafür vorgesehenen OGC-Dienste auch für 3D auf sehr große Datenmengen skalieren und zudem sowohl für amtliche als auch nutzergenerierte Geodaten gut geeignet sind. Sie skalieren sowohl für große Menge an Gebäuden – wie am größten uns bekannten 3D-Stadtmodell mit über 6 Mio. Gebäuden demonstriert wurde und sie skalieren auch für sehr große Geländemodelle, wie am Beispiel eines über die Grenzen Deutschlands hinausgehenden Modells gezeigt werden kann. Damit wurde eine Basisplattform geschaffen, in der nun beliebig einzelne Gebiete (Kacheln) durch detailliertere Daten (z.B. amtliche DGMs mit ATKIS o.ä. als Landnutzung) ersetzt werden kann. Es konnte demonstriert werden, dass über die Aufbereitung von Daten aus OpenStreetMap eine reichhaltige Basis für Point-of-Interest (POI) Daten, nicht nur für die klassischen ortsbezogenen Dienste (LBS) und Navigationssysteme vorliegen, sondern diese auch zur Anreicherung von 3D-Stadtmodellen dienen können und so interessantere, inhaltsreichere 3D-Stadtmodelle jenseits der üblichen Gebäudekubaturen realisiert werden können. Durch die Unterstützung von CityGML als standardisiertes Importformat wird die Integration weiterer Stadtmodelle erleichtert, so dass außer den noch überschaubaren Gebäudedaten aus OSM auch quantitativ und qualitativ hochwertigere 3D-Stadtmodelle aus anderer Quelle integriert werden können. Im Gegensatz zu diversen proprietären Lösungen kann dabei auch das Geländemodell kachelweise ausgetauscht und aufgabenspezifisch angepasst werden. Insgesamt stellt OSM-3D damit ein großräumiges Beispiel für sowohl die Nutzung innovativer neuer OGC Dienste als auch neuer Arten von Geodaten vor. Dabei werden alle Maßstabsebenen von kleinräumigen innerstädtischen Vierteln bis hin zu ganzen Staaten abgedeckt. Das System ist bisher ein erster Prototyp als Proof-of-Concept und wird weiter entwickelt. Es sind vielfältige Verbesserungen möglich und offensichtlich notwendig. Als erstes Ziel sollte zunächst als Machbarkeitsstudie genau die Machbarkeit für einen ganzen Staat von der Größe der BRD zeigen. Dies war aufwändiger als zunächst gedacht und konnte nur unter Zuhilfenahme von mehreren Rechencluster und Rechenzeiten mit mehreren Wochen Dauer gelöst werden. Nachdem dies gelungen ist können auf dieser Basis weitergehende feinere Untersuchungen durchgeführt werden. Beispielsweise ist die Nutzung als Basis für empirische Untersuchungen zur 3D Kartographie und Map Usability geplant. Durch die in Arbeit befindliche Einbindung des 3D Routings (Neis et al 2007) auf Basis der um 3D erweiterten OpenRouteService, der ebenfalls freie OSM-Daten und offene OGC-Standards nutzt und im Rahmen des OGC OWS 6 Testbeds um 3D-Indoor-Routing erweitert wird, werden zudem interessante wissenschaftliche Fragestellungen im Umfeld 3D-Navigation und Landmarken mit realistischen Daten bearbeitbar. Als weiterer Ausblick kann einerseits die Überarbeitung und Weiterentwicklung der Möglichkeiten einer interoperablen, thematische 3D Kartographie über entsprechende Styling-Vorschriften (SLD-3D vgl. Neubauer & Zipf 2007) genannt werden, die Einbindung von dynamischen Sensordaten per Sensor Web Enablement (Mayer & Zipf 2009) oder gar von

GIS-Analysefunktionen auch in 3D per Web Processing Service (WPS) (Walenciak et al. 2009).

## Literatur

- CityGML: [www.citygml.org](http://www.citygml.org)
- CGIAR-CSI (2009), Consultative Group on International Agricultural Research - Consortium of Spatial Information - Web: <http://srtm.csi.cgiar.org/> (11.1.2009).
- Coast S. (2007). OpenStreetMap. Workshop on Volunteered Geographic Information, December 13-14, 2007 <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/>
- Czegka, W., Behrends, K. & Braune, S. (2004), Die Qualität der SRTM-90m Höhendaten und ihre Verwendbarkeit in GIS. 24. Wissenschaftlich-Technische Tagung der DGPF, 15.-17.9.2004 Halle.
- Czerwinski, Angela / Gröger, Gerhard / Dörschlag, Dirk / Stroh, Viktor / Kolbe, Thomas H. / Plümer, Lutz (2008): Nachhaltige Erweiterung der Geodateninfrastruktur für 3D-Geodaten auf Basis von CityGML- am Beispiel der EU-Umgebungslärmkartierung. In: Kartographische Schriften, 2007. Jg. 2007, Heft Band 14, S. 67-74.
- Goodchild, M.F. (2007), Citizens as sensors: web 2.0 and the volunteering of geographic information, In: GeoFocus (Editorial), no. 7, p. 8-10.
- Gröger, G. & Kolbe, T H. (2004): Normen und Standards für 3D-Geodaten. In: Zipf, Alexander / Coors, Volker (Hg.): 3D-Geoinformationssysteme: Grundlagen und Anwendungen. 2004.
- Hagedorn, B., Schilling, A., Neubauer, S., Zipf, A. (2008): 3D Portrayal Services - Use Cases. Open Geospatial Consortium Discussion Paper (pending). OGC DocNr. 08-140.
- Haist, J.; Coors, V. (2005): The W3DS-Interface of Cityserver3D. In: Kolbe, Gröger (Ed.); European Spatial Data Research (EuroSDR) u.a.: Next Generation 3D City Models. Workshop Papers : Participant's Edition. 2005, pp. 63-67
- Haklay, M. (2008): How good is OpenStreetMap information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets for London and the rest of England, in: Environment & Planning (under review)
- Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>
- Kolbe, Thomas H. (2004): Interoperable 3D-Visualisierung ("3D Web Map Server") In: Kartographische Schriften. Bonn 2004.
- Kolbe, T. H. / Gröger, G. (2004): 3D-Stadtmodellierung auf der Basis internationaler GI-Standards. In: Zipf, Alexander / Coors, Volker (Hg.): 3D-Geoinformationssysteme: Grundlagen und Anwendungen. 2004.
- Mayer, C. and Zipf, A. (2009): Integration and Visualization of dynamic Sensor Data into 3D Spatial Data Infrastructures in a standardized way. GeoViz 2009. Contribution of Geovisualization to the concept of the Digital City. Workshop. Hamburg. Germany.
- Neis, P., A. Schilling, A. Zipf (2007): 3D Emergency Route Service (3D-ERS) based on OpenLS Specifications. GI4DM 2007. 3rd Int. Symp. on Geoinformation for Disaster Management. Toronto, Canada.
- Neubauer, S., Zipf, A. (2007): Suggestions for Extending the OGC Styled Layer Descriptor (SLD) Specification into 3D – Towards Visualization Rules for 3D City Models, Urban Data Management Symposium. UDMS 2007. Stuttgart. Germany.
- OGC (2005), Web 3D Service, Discussion paper, Ref No. OGC 05-019.
- OGC, 2004 OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification v. 1.1 doc.nr. 04-094
- OGC, 2007: OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. v 3.2.1. doc.nr. 07-036.
- OpenLS (2005): OpenGIS Location Service (OpenLS) Impl. Spec.: Core Services: v.1.1, doc nr. 05-016 .
- Schilling, A., Basanow, J., Zipf, A. (2007): VECTOR BASED MAPPING OF POLYGONS ON IRREGULAR TERRAIN MESHES FOR WEB 3D MAP SERVICES. 3rd International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST). Barcelona, Spain. March 2007.
- Schilling, A., Lanig, S., Neis, P. & Zipf, A. (2008), Integrating Terrain Surface and Street Network for 3D Routing, 3D Geoinfo 08, 3rd International Workshop on 3D Geo-Information, Seoul, South Korea.
- Schmitz, S., Zipf, A. and Pascal Neis (2008): Proposal to define common resources for OpenGIS Location Services. 5th International Symposium on LBS & TeleCartography. Salzburg. Austria.
- Walenciak, G., Stollberg, B., Neubauer, S. and Zipf, A. (2009): Extending Spatial Data Infrastructures 3D by Geoprocessing Functionality -- 3D Simulations in Disaster Management and environmental Research. The Int. Conf. on Advanced Geographic Information Systems & Web Services (GEOWS2009). Cancun. Mexico.
- Zipf, A., Basanow, J., Neis, P., Neubauer, S. & Schilling, A. (2007), Towards 3D Spatial Data Infrastructures (3D-SDI) based on Open Standards - experiences, results and future issues, In: 3D GeoInfo07, ISPRS WG IV/8 International Workshop on 3D Geo-Information, Delft, Netherlands.