

# Virtuelle 3D Stadt- und Landschaftsmodelle auf Basis freier Geodaten

Martin OVER, Arne SCHILLING, Steffen NEUBAUER, Sandra LANIG, Alexander ZIPF

## Zusammenfassung

Ziel des OpenStreetMap (OSM) Projektes ist es weltweit auf freiwilliger Basis ganz nach dem Prosumer-Gedanken Daten zu sammeln, welche kartographisch für das Internet aufbereitet werden und jedem Bürger frei zugänglich sind. Im Rahmen des Forschungsprojektes Geodateninfrastruktur 3D (GDI-3D, ZIPF et al. 2007) wurden OSM Daten als Grundlage zum Aufbau eines Web 3D Service (W3DS, OGC 2005) genutzt. Die Visualisierung der OSM Daten in „echt“ 3D erfolgt in einem Web Viewer (XNavigator) der speziell für die Darstellung der vom W3DS gelieferten Daten entwickelt wurde (vgl. Abb. 1). Der W3DS beruht auf einem Standardentwurf des Open Geospatial Consortiums (OGC). Über die standardisierten Schnittstellen kann direkt auf den Dienst zugegriffen werden. Der Service ist über die Internetadresse [www.osm-3d.org](http://www.osm-3d.org) erreichbar.

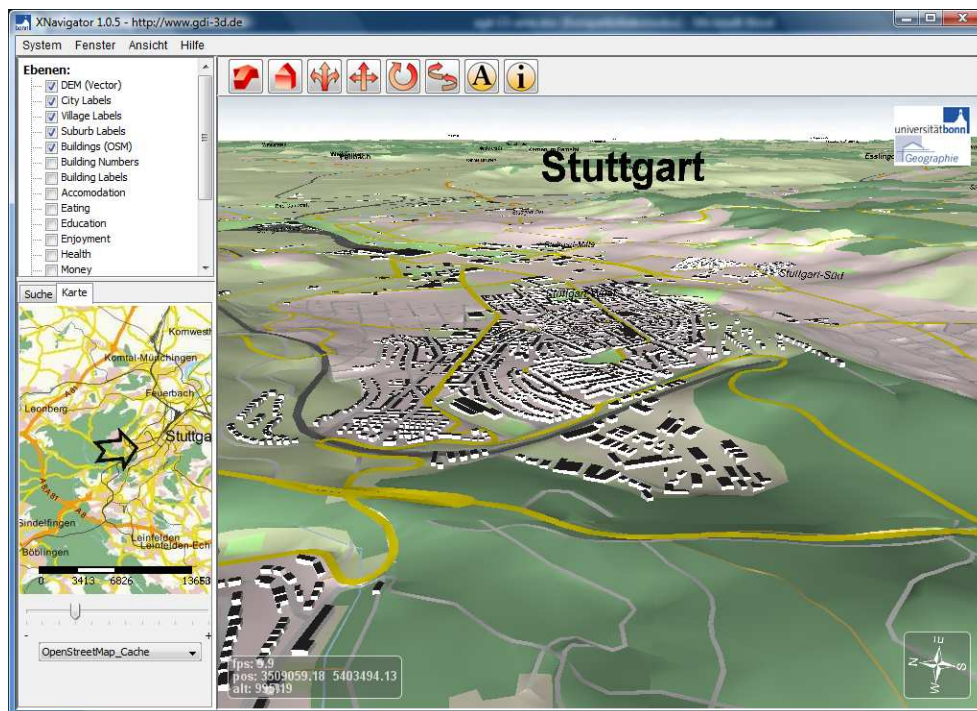


Abb. 1: Screenshot: 3D Darstellung der OSM Daten durch den XNavigator.

## Einleitung

Im Rahmen des OpenStreetMap (OSM) Projektes sammeln weltweit Freiwillige geographische Informationen, die visuell aufbereitet über das World Wide Web zur Verfügung gestellt werden. GOODCHILD (2007) prägte dafür den Begriff „Volunteered Geographic Information“. In Anlehnung an den Begriff „Web 2.0“, mit dem interaktive und kollaborative Elemente im Internet beschrieben werden, bezeichnet man diesen entsprechend im Bezug auf räumliche Informationen auch als „geoWeb 2.0“. Erste Erfahrungen mit dem Aufbau von 3D Stadt- und Landschaftsmodellen wurden bereits im Forschungsprojekt Geodateninfrastruktur 3D (GDI3D – Zipf et al. 2007) gesammelt. Die Kernkomponente der GDI3D bildet ein Web 3D Service (W3DS). Ein W3DS stellt keine statischen Kartenbilder wie ein Web Map Service (WMS) in 2D oder ein Web Terrain Service (WTS) in 3D (Perspektivansicht) dar, sondern liefert die Daten in einem 3D–Szenengrafen. Der Nutzer kann die Szene interaktiv frei in 3D erkunden. Der W3DS ist auf dem Weg, ein Standard des Open Geospatial Consortiums (OGC) zu werden und besitzt aktuell den Status eines „OGC Discussion Papers“ (OGC 2005). Durch die Standardisierung wird ein hohes Maß an Interoperabilität auf Dauer ermöglicht. Auf eine GetScene Anfrage erhält der Nutzer einen 3D Szenengrafen z.B. im VRML 2.0 Format. Die vom W3DS bereit gestellten Daten werden vom Web Client in Echtzeit gerendert. Der für Desktop PCs entwickelte Client basiert auf modernster Java Technologie (J2SE, Java Webstart, Java3D, Java Topology Suite, Xbean), wodurch eine weitgehende Plattformunabhängigkeit erreicht wird. Eine optimale Performance wird durch ein Streaming Schema gewährleistet bei dem ganze Blöcke/Kacheln der angeforderten Detailstufe übertragen werden. Die Unterstützung der gesamten Bandbreite von OGC Standard Diensten wurde in den Web Client integriert (OpenLS Route Service, Geocoder - OpenLS Utility Service, Web Processing Service, Sensor Observation Service, OpenLS Directory Service, Web Map Service, Catalogue Service). Web Clients für mobile Endgeräte wie PDAs oder Smartphones sollen in Zukunft folgen.

Ziel ist eine Umsetzung der bestehen Struktur auf bundesweiter Ebene mit frei erhältlichen Geodaten. Ein besonderer Aspekt ist die Konsistenz der OSM Daten da bei der kollektiven Geodatenerhebungen im Web keine übergeordneten Kontrollmechanismen existierten. Im folgendem wird zunächst auf die verwendeten Geodaten und dann auf die Umsetzung der Geodateninfrastruktur (GDI) eingegangen.

## 1 OpenStreetMap als Kartenbasis

Das erklärte Ziel des OpenStreetMap (OSM) Projektes ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)) ist es, geographische Daten der Öffentlichkeit frei zur Verfügung zu stellen. Im Allgemeinen sind Geodaten aus technischen und rechtlichen Gründen nur eingeschränkt nutzbar. Im Unterschied zu kommerziellen Anbietern erfolgt die Aufnahme des Kartenmaterials durch freiwillige Akteure, äquivalent zum Ansatz von Wikipedia und Co. Die Entwicklung der registrierten Nutzer in der OSM Gemeinschaft erfolgt ebenso rasant wie der Zuwachs an Daten. Die Qualität und Konsistenz der erhobenen Daten wird durch die OSM Gemeinschaft eigenständig überwacht. Alle OSM Daten stehen unter der Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Lizenz (CC-BY-SA-Lizenz) und werden unentgeltlich bereitgestellt. Eine gewerbliche Nutzung ist ebenfalls zulässig, solange daraus abgeleitete Daten ebenfalls

unter derselben Lizenz stehen. Die Abdeckung für Europa und Nordamerika ist bereits sehr gut und durchaus für fächendeckende Kartenwerke geeignet. Die Datenqualität entspricht vereinzelt sogar der von offiziellen Stellen angebotenen Kartenmaterials. Beispielsweise ergab ein Abgleich des OSM Straßennetzes mit dem des Hamburger Straßen- und Gebietsverzeichnis des Statistik-Amtes Nord eine Übereinstimmung von 99,8 % (OSM 2009). Allen Herausforderungen wie z. B. wissentlich oder unwissentlich eingefügte Falschinformationen und fehlende zentrale Überwachungsstellen zum Trotz, verfügen die kollaborativen Internetprojekte über eine hohe Selbstregulation und übertreffen mittlerweile sogar ihre kommerziellen Pendanten. Obwohl nicht ursprünglich für solche Zwecke ausgelegt, liegen bereits erste Implementierungen von Location Based Services (LBS) wie Adresssuche, Umkreissuche oder Routenplanung auf Basis von OSM vor (NEIS & ZIPF, 2008).

Für das hier vorgestellte 3D Landschaftsmodell von Deutschland wurde OSM als Datengrundlage sowohl für die Darstellung von Straßen, als auch von allen zusätzlich enthaltenen Geodaten und Informationen herangezogen. Dazu zählen Landnutzungsflächen (Bewaldung, Gewässer etc.), Points of Interest (Landmarken, Geschäfte, Verkehrsinfrastruktur, Tourismus etc.), Gebäude, Beschriftungen von Ortschaften und Straßen, sowie Adressen. Teilweise sind sogar Attribute enthalten, die für die 3D Darstellung relevant sind. So sind für Straßen beispielsweise Informationen über die relative Lage zum Gelände (Ebene über oder unter der Erdoberfläche) und ob es sich um Brücken oder Tunnel handelt vorhanden. Gebäude können prinzipiell auch mit Höhen versehen werden. Jedoch sind solche Daten aufgrund der bisher fehlenden Anwendung kaum erfasst worden. Für das Stadtgebiet Bonn wurden einige Gebäudegrundrisse inklusive der Anzahl der Stockwerke aufgenommen und in OSM eingepflegt.

Natürlich ist OSM als Basis für 3D Karten bzw. virtuelle Landschaftsmodelle allein nicht ausreichend. Für das eigentliche Gelände werden Höhendaten benötigt die in OSM nicht enthalten sind. Als Quelle hierfür kommen föderale oder kommerzielle Anbieter in Frage. Deutsche Vermessungsämter nehmen Oberflächenmodelle teilweise in sehr hoher Qualität auf. Diese sind jedoch oftmals sehr heterogen. Daher wurde auf die Fernerkundungsdaten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) zurückgegriffen, welche global verfügbar und homogen sind. Obwohl die Auflösung und Qualität zu wünschen übrig lässt, passt das Konzept von SRTM aufgrund der nichtkommerziellen und freien Lizenz gut zur OSM Philosophie.

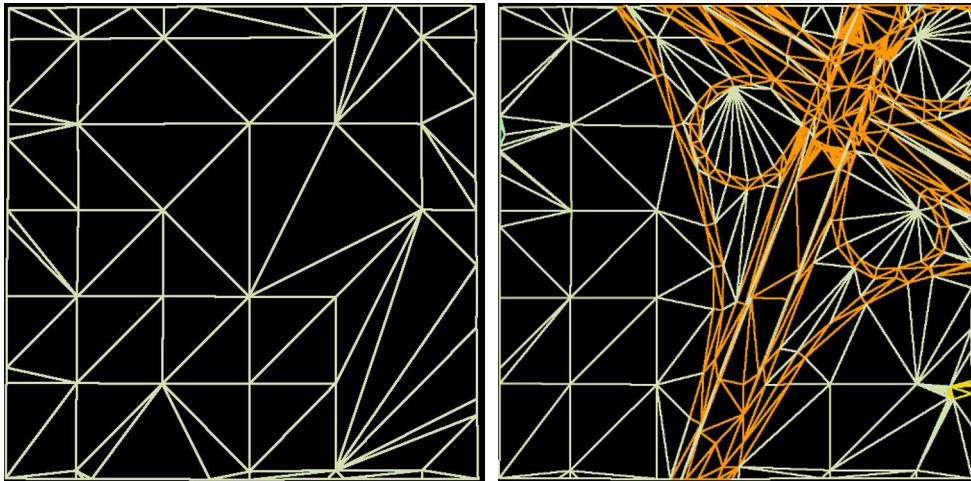
## 2 Globale Höhendaten

Ziel der 2000 erfolgten Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) war eine einheitliche Neuvermessung der Erde. Nahezu global wurden dabei durch ein Radarverfahren Höhendaten der Oberflächenstruktur der Erde erfasst. Das resultierende Digitale Höhenmodell (DHM) beinhaltet die komplette Erdoberfläche samt Bebauung und Bewuchs. Für nichtkommerzielle Anwendungen stehen die Höhendaten dem Anwender kostenlos ohne Urheberrechte zur Verfügung (Public Domain). Die räumliche Auflösung beträgt 3 Bogensekunden, was ungefähr 90 Metern entspricht. Nach Untersuchungen von CZEGKA et al. (2004) beträgt die absolute vertikale Genauigkeit je nach Oberflächendynamik der Region für Deutschland zwischen +/-2 bis +/- 7 Metern. Aufgrund der Aufnahmetechnik durch den Seitensichtradars kommt es zu geometrischen Verzerrungen und Radarschatten. Es entste-

hen Radarschatten, wenn die von der Radarwellenfront abgewandten Gelände­flächen stärker geneigt sind als die Radarwellenfront. Die fehlenden Höhen­informationen können entweder durch Interpolationsverfahren gewonnen werden oder es muss auf bestehende Höhenmodelle zurückgegriffen werden. Letzteres Verfahren ist wesentlich besser geeignet um realistische Höhenmodelle zu erstellen. Der hier verwendete Datensatz wurde vom CGIAR-Consortium of Spatial Information (CGIAR-CSI 2009) erstellt. Ergänzend wurden für diesen Datensatz in Version 4 zahlreiche zum Teil hoch auflösende digitale Höhenmodelle verwendet.

### 3 Darstellungsmethoden für 2D Geodaten in 3D

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten OSM Daten für 3D Landschaftsmodelle aufzubereiten. Erstens können die Daten direkt auf das Digitale Höhenmodell als Texturen gelegt werden oder zweitens die Daten fließen bei der Erzeugung des Höhenmodells direkt in die Berechnung mit ein. Die erstgenannte Methode ist das Standardverfahren für die Darstellung von 2D Vektordaten zusammen mit Digitalen Geländemodellen (DGMs) oder virtuellen Globen. Die Vektorkarten werden gerastert und in Form von Pixelgraphiken auf das Gelände gelegt. Dies hat den großen Vorteil, dass das DGM, das sich naturgemäß selten ändert, nur ein einziges Mal erstellt werden muss. Eine Aktualisierung der Vektordaten und Texturen ist entsprechend schnell und einfach zu bewerkstelligen.



**Abb. 2:** Integration von Straßen in das Digitale Geländemodell. Die Straßen, die in OSM als Linien vorliegen wurden je nach Typ mit einer Durchschnittsbreite versehen und in das TIN eingerechnet.

Gerade OSM ist sehr dynamisch und unterliegt einer ständigen Überarbeitung, so dass daraus abgeleitete Produkte schnell überholt sind. Andererseits hat die Verwendung von Texturen den Nachteil, dass die Anforderungen an die Ressourcen auf der Seite des Clients

recht hoch sind (Datenübertragung, Speicherverbrauch) und es im Nahbereich durch Verzerrungen und Pixeleffekte zu unbefriedigenden Ergebnissen kommt. Die hier angewandte Methode der Integration in die Vermaschung des DGMs und entsprechende Klassifizierung in Landnutzungsflächen zeichnet sich hingegen durch eine deutliche Performanceverbesserung bei der Bereitstellung und Client-seitigen Verarbeitung aus. Gleichzeitig nimmt der Prozessierungsaufwand zu.

Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, gehen die Koordinaten des Polygons als neue Punkte mit in die Triangulation durch eine neue Dreiecksvermaschung ein. Die resultierenden Dreiecke innerhalb des Polygons erhalten die Attribute des Polygons und können zur besseren Visualisierung eingefärbt werden. Um eine optimierte Performance bei der Datenübertragung vom Server zum Client zu erreichen, wurden verschiedene Detailstufen für das integrierte Triangulated Irregular Network (TIN) berechnet. Die Anzahl der Dreiecke und somit das Datenvolumen wurde dabei in Abhängigkeit vom Maßstab so reduziert, dass die Darstellung nicht zu sehr beeinträchtigt wird. Die Detailstufen werden in Abhängigkeit vom Standort des Betrachters in der 3D Szene dargestellt.

## 4 Prozessierung der Daten

Die Landnutzungsflächen sind in OSM als flächenhafte Vektordaten vorhanden. Mit dem oben beschriebenen Verfahren werden sie direkt in das TIN gerechnet und entsprechend eingefärbt. Da solche Daten von Offiziellen zur Verfügung gestellt wurden und relativ rudimentär sind, wirken sie sich kaum auf die resultierenden Datenmengen für das Gelände aus. Die eigentliche Herausforderung ist die Verarbeitung des Verkehrsnetzes. Wege werden in OSM als Linien aufgenommen die mit Attributen (Tags) für die Nutzungsart und Bedeutung versehen sind. Mittlerweile sind auch zahlreiche Wege für Fußgänger, Fahrradfahrer, Wanderer, Feldwege, Waldwege, Treppen, u.v.m. erfasst, welche eine sehr detaillierte und aussagekräftige 3D Visualisierung auch für größere Maßstäbe erlauben. Straßen und Wege wurden durch eine Buffer-Funktion in Flächen umgewandelt. Als Größe der Buffer wurden für große Maßstäbe realistische Durchschnittswerte genommen, für kleinere Maßstäbe wurden die Werte schrittweise erhöht, um die Hauptverkehrswege noch erkennen zu können. Die Straßen, die in OSM als Linien vorliegen wurden je nach Typ mit einer Durchschnittsbreite versehen und in das TIN integriert.

Das DGM wurde als Menge von quadratischen Kacheln in mehreren Größen und Detailstufen erzeugt. Je nach Stufe wurden unterschiedliche Daten integriert und der Generalisierungsgrad angepasst. Insgesamt wurden 8 Stufen von 500 m bis 64 km Kacheln mit bis zu 105 verschiedenen OSM Ebenen bzw. Landnutzungstypen berechnet. Um die korrekte relative Lage der Wege zu berücksichtigen mussten für jeden Typ bis zu fünf Brückenlevel erstellt werden. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Konfiguration der Stufen. Diese Staffelung ist für eine effiziente 3D Visualisierung wichtig, um für jeden Maßstabsbereich geeignete Kacheln zur Verfügung stellen zu können. Für die Darstellung werden später je nach Entfernung zur virtuellen Kamera unterschiedliche Kachelgrößen dynamisch ausgewählt und miteinander kombiniert.

Die Geländekacheln wurden für das gesamte Bundesgebiet berechnet. Daraus ergibt sich eine Gesamtanzahl von über 3 Millionen Kacheln und eine Datenmenge von insgesamt 26 GB, die mittels einer Datenbank verwaltet werden.

Tabelle 1: Konfiguration für die Berechnung der DGM Stufen. Die Spaltennamen entsprechen den Attributen die in OSM vergeben wurden.

Kacheln/ OSM Daten	sea	water	river	canal	stream	forest	scrub	park	industrial	commercial	retail	residential	tertiary_link	secondary_link	primary_link	trunk_link	motorway_link	footway	cycleway	service	track	unclassified roads	living_street	pedestrian	residential	railway	tertiary	secondary	primary	trunk	motorway
500	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x
2000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x
4000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x	x	x	x	x	x
8000	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x									x			x	x	x
16000	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x													x	x
32000	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x													x	x
64000	x	x	x			x			x	x	x	x			x	x	x													x	x

Neben der Selektion der OSM Ebenen wird die Generalisierung jedoch hauptsächlich durch eine adaptive geometrische Vereinfachung erreicht. Das Verfahren wurde von GARLAND & HECKBERT (1997) abgeleitet und basiert auf der Kontraktion von Kanten des Dreiecksnetzes. Benachbarte Knoten werden zusammengefasst falls die daraus resultierenden Abweichungen einen bestimmten Schwellenwert unterschreiten. Dies resultiert in einer Verringerung der Punkte und Kanten des TINs und damit entsprechend einer Reduktion der Dateigröße. Dieser Vorgang wird iterativ solange fortgesetzt, bis der vorgegebene Fehlerwert erreicht ist. Dieser Fehlerwert entspricht der Summe der quadrierten Abstände des neu zu erstellenden Knotens zu den Ebenen der ehemals benachbarten Knoten.

Das Standardverfahren zerstört jedoch die Kanten, die durch die Integration des Wegenetzes und der Landnutzungsflächen entstehen. Die Kantenkontraktion basiert auf einer reinen geometrischen Fehlermetrik und lässt die Klassifikation in Teilflächen, also die Attributierung der Dreiecke, unberücksichtigt. Die Grenzen zwischen den Teilflächen verwischen daher relativ schnell. Um dem entgegenzuwirken wird für jede Kante, die sich an der Grenze zwischen Teilflächen unterschiedlicher Klassifikation befindet, ein Gewichtungsfaktor eingeführt. Normalerweise wird die Abweichung neu berechneter Knoten zur Geländeoberfläche gemessen. Zusätzlich dazu fließt der horizontale Abstand zur zu erhaltenden Kante ein, also die Distanz zur Ebene, die senkrecht durch die Kante verläuft. Dieser Abstand wird mit dem Gewichtungsfaktor multipliziert und fließt in die Abweichungsberechnung mit ein. Somit entstehen quasi-erhaltende Kanten, die flexibel sind, aber die Umrisse der eingerechneten Polygone weitgehend konservieren. Bei der Berechnung sehr großer Kacheln mit starker Vereinfachung wurden hiermit sehr gute Ergebnisse erzielt. Die Hauptverkehrswege und Wasserläufe sind gut zu erkennen.

Das Ergebnis der Prozessierung ist in Abbildung 3 am Beispiel eines Ausschnittes der Stadt Heidelberg für unterschiedliche Detailstufen dargestellt. Das Verkehrsnetz wurde mit abnehmender Detailstufe verbreitert. Die abnehmende Detailgenauigkeit ist deutlich zu erkennen. Einige Teilstücke der Autobahnabfahrten sind in Detailstufe 16 km nicht mehr richtig zu erkennen. Dies fällt in der Anwendung nicht mehr auf, da diese Detailstufe erst in größerer Entfernung vom Betrachter dargestellt wird und kleinere Details kaum noch visuell wahrnehmbar sind.



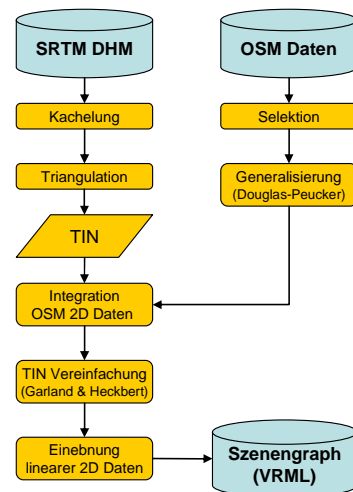
**Abb. 3:** Generalisierungsstufen des Geländes (Aufsicht). Links: 500 m, Mitte: 8 km, Rechts: 16 km Kacheln.



**Abb. 4:** Durch die Einebnung von Straßen wird die Qualität des Geländemodells verbessert.

Zusätzlich erfolgt die Einebnung der Straßen und Wasserläufe bei der Prozessierung (vgl. Schilling et al. 2008). Die Ungenauigkeit der SRTM Höhendaten führt sonst z.B. an den Hängen zu geneigten Straßenverläufen. Unter der Annahme dass solche Flächen ein mehr oder weniger horizontales Querprofil aufweisen, wird das TIN an diesen Stellen entsprechend geglättet. Obwohl hierbei teilweise von den Messpunkten der ursprünglichen Höhendaten abgewichen wird, führt es doch zu einer qualitativen Verbesserung insbesondere bei Nahaufnahmen (Abbildung 4).

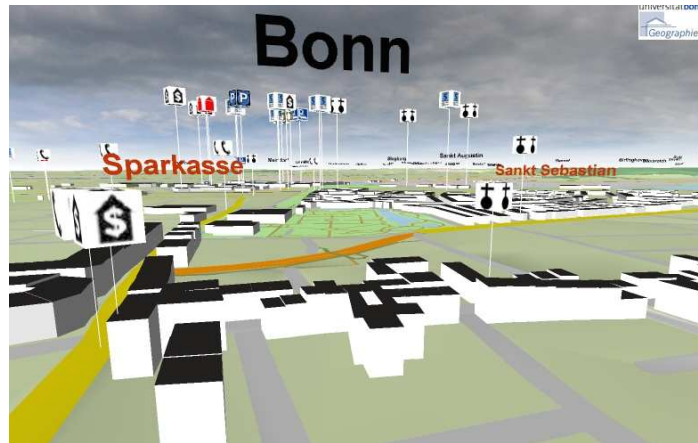
Abbildung 5 zeigt den Ablauf der Prozessierungskette. Für jede Kachel, Detailstufe und Landnutzung wurde eine VRML Datei erstellt. Dies bringt für den Nutzer den Vorteil, das Erscheinungsbild der 3D Daten über einen 3D Styled Layer Descriptor (3D-SLD – NEUBAUER & ZIPF 2007) an seine Bedürfnisse anzupassen. Die Prozessierung selbst mit ca. 6,7 Millionen Da-



**Abb. 5:** Prozessierungskette

teien und einer Dauer von über 1.300 CPU Stunden wurde auf einem Hochleistungsrechner durchgeführt.

Weitere OSM Daten wie z.B. zahlreiche Points of Interest (POIs) wie z.B. Banken, Kirchen etc., Ortsnamen sowie Gebäude samt Bezeichnung und Hausnummern wurden ebenfalls in den W3DS integriert (vgl. Abbildung 6). Da bisher kaum Gebäudehöhen erfasst worden sind, wurde eine Standardhöhe für alle nicht erfassten Gebäudehöhen gewählt. Die Höhe der in Abbildung 6 dargestellten Gebäude wurde über die Anzahl der Stockwerke abgeschätzt.



**Abb. 6:** Screenshot: Stadt Bonn mit Gebäuden und ausgewählten Points of Interest.

## 5 Einbindung in die Geodateninfrastruktur

Die erstellten Geländekacheln, Gebäude und POIs wurden in eine bereits existierende Geodateninfrastruktur (GDI) eingepflegt, um sie weiteren Anwendungen zugänglich zu machen. Die GDI ist für 3D Landschafts- und Stadtmodelle ausgelegt und umfasst mehrere Dienste die zu Standards und Spezifikationen des OGC konform sind. Für eine ausführliche Vorstellung dieser GDI3D siehe Zipf et al. (2007). Als wichtigster Dienst ist der Web3D Service (W3DS) zu nennen. Dieser verwaltet sämtliche Geodaten und stellt gleichzeitig eine offene Schnittstelle bereit. Im Unterschied zu herkömmlichen Kartendiensten (WMS) liefert der W3DS 3D Szenengraphen in Formaten, die für eine effiziente Übertragung und Darstellung geeignet sind, z.B. X3D oder KML. Somit stellt dieser Dienst die erste verfügbare Implementierung eines W3DS dar, der flächendeckend virtuelle Landschaftsmodelle basierend auf OSM Daten frei zugänglich bereitstellt. Weitere Dienste die mithilfe von OSM realisiert wurden sind die Location Based Services basierend auf der OGC OpenLS Schnittstelle. Dazu zählen der Geocoder, mit dem nach Adressen gesucht werden kann, der Directory Service, mit dem eine Umkreissuche nach Einrichtungen und POIs durchgeführt werden kann und last not least der Route Service, der die Routenplanung, in diesem Fall in Kombination mit einer 3D Darstellung, ermöglicht. Um den Zugang zu allen Diensten zu



erleichtern, wurde ein 3D Web Client entwickelt (Abb. 1), der automatisch Geländekacheln und weitere Daten je nach Position nachlädt und performant darstellt.

## 6 Fazit

Es wurde demonstriert, wie OSM Daten mittels eines Web 3D Service in 3D dargestellt werden können. Dabei wurden die OSM Daten direkt in das Geländemodell integriert um bei der Anwendung eine optimale Performance zu erreichen. Für jede Landnutzung, Detailstufe und Kachel wurde eine VRML Datei erzeugt. Das Erscheinungsbild der 3D Daten kann individuell mittels eines 3D Styled Layer Descriptor (3D-SLD – NEUBAUER & ZIPF 2007) angepasst werden. Eine Interoperabilität ist somit auch im Bereich der Darstellung garantiert. Insgesamt wurden ca. 6,7 Millionen VRML Dateien erstellt, mit einer Gesamtgröße von 26 GB in der Datenbank. Die Berechnungsdauer auf einem Hochleistungsrechner betrug über 1300 CPU Stunden. Die Masse der berechneten Dateien limitiert die Anzahl der parallel laufenden Prozessierungen, da der Fileserver des Hochleistungsrechners überlastet werden würde. Aufgrund dessen beansprucht ein komplettes Update der OSM Daten ca. 10 Tage. Die entwickelten Konzepte und Technologien aus dem GDI3D Projekt konnten für die BRD mit freien Geodaten umgesetzt werden. Eine Anwendung auf Basis von hoch auflösenden Geländemodellen ist durch das Konzept maßstabsgerechter Detailstufen ebenfalls möglich.

## 7 Ausblick

Immer mehr offizielle Stellen und auch Firmen stellen dem OSM Projekt Geodaten zur freien Verfügung. Straßendaten wurden unter anderem vom US Census Büro, dem französischen Katasteramt sowie dem Land Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellt. Die niederländische Firma Automotive Navigation Data (AND) stellte dem Projekt niederländische Straßendaten sowie die wichtigsten Straßennetze aus China und Indien bereit. Zusammen mit der rasanten Entwicklung des gesamten OSM Projektes dürfte zukünftig das Projekt zunehmend auch für Firmen, den Wissenschaftsbetrieb und offizielle Stellen interessant werden. Es bleibt zu hoffen, dass die internen Regulationsmechanismen ausreichen werden, um eine allgemeine Akzeptanz für diesen freien Geodatensatz zu entwickeln.

Noch sind die OSM Daten kaum im nennenswerten Umfang in 3D dargestellt worden und die Erfassung ist noch nicht auf 3D Attribute ausgerichtet. Die in Deutschland erfassten Gebäudehöhen sind marginal. Doch das könnte sich durch den OSM W3DS ändern. Da die Gebäude im Zusammenhang mit den Höhenattributen jetzt sinnvoll dargestellt werden können, dürfte dies auch die OSM Gemeinde interessieren. Im Rahmen des OSM Projektes werden bisher keine Texturen von Gebäuden erhoben. Auch dies könnte sich in Zukunft ändern. So könnten z.B. OSM 3D „Tags“ eingeführt werden, aus denen sich 3D Gebäude erzeugen lassen. Andererseits könnte auch auf bestehende Verfahren zurückgegriffen werden. Beispielsweise können mit der freien Version der 3D Design Software SketchUp auch von Laien texturierte Gebäudemodelle erstellt werden. Es sind bereits zahlreiche 3D Objekte von Freiwilligen modelliert worden, die in Google Earth visualisiert werden können. Die Modelle lassen sich direkt im KML Format exportieren. Der hier entwickelte W3DS unters-

tützt schon jetzt die OGC Standards CityGML und KML (bisher nur export). Was noch fehlt, ist eine systematische Erfassung und Modellierung der Gebäude, die durch die OSM Gemeinde verwirklicht werden könnte. Eine Navigation innerhalb der 3D Gebäude bzw. unterirdischer Bauten ist ebenso denkbar wie eine Visualisierung der unterirdischen Infrastruktur (MÉNDEZ et al. 2008).

## Literatur

- CGIAR-CSI (2009), Consultative Group on International Agricultural Research - Consortium of Spatial Information - Web: <http://srtm.csi.cgiar.org/> (11.1.2009).
- CZEGKA, W., BEHREND, 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.
- DOUGLAS, D. & PEUCKER T. (1973), Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitised line or its caricature, In: *The Canadian Cartographer*, Vol 10, pp. 112-122.
- GARLAND, M. & HECKBERT, P. (1997), Surface simplification using quadric error metrics, in: *Computer Graphics (SIGGRAPH '97) Proceedings*, pp. 209-216.
- GOODCHILD, M.F. (2007), Citizens as sensors: web 2.0 and the volunteering of geographic information, In: *GeoFocus (Editorial)*, no. 7, p. 8-10.
- MÉNDEZ, E., SCHALL, G., HAVEMANN, S., JUNGHANN, S., FELLNER, D. & SCHMALSTIEG, D. (2008), Generating Semantic 3D Models of Underground Infrastructure. Journal Paper. In: *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 28, no. 3, pp. 48-57.
- NEIS, P. & ZIPF, A. (2008), OpenRouteService.org is three times Open: Combining OpenSource, OpenLS and OpenStreetMaps, GIS Research UK (GISRUK 08), Manchester.
- 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.
- OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC) (2005), Web 3D Service, Discussion paper, Ref No. OGC 05-019.
- OPEN STREET MAP (OSM) (2009), Open Street Map Germany - Web: <http://www.openstreetmap.de/presse/2008-10-24-hamburg-stat.html> (11.1.2009).
- 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.
- 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.