

## **Nutzungspotentiale und Herausforderungen von „Volunteered Geography“**

Zur Kombination von GDI-Technologie und nutzergenerierten Geomassendaten

Prof. Dr. Alexander Zipf [zipf@uni-heidelberg.de](mailto:zipf@uni-heidelberg.de) - <http://giscience.uni-hd.de>

### **Zusammenfassung**

Von Benutzern freiwillig beigesteuerte Inhalte sind der Grundpfeiler erfolgreicher Anwendungen im Web 2.0. (vgl. Wikipedia, YouTube, Flickr etc.). Im Bereich Geodaten bietet OpenStreetMap (OSM) einen rasant wachsenden freien Datensatz mit unterschiedlichsten Informationen weltweit. Es stellt sich die Frage welche Anwendungen damit möglich sind und welche <noch> nicht? Stellt dieser Typ von Datensammlungen gar eine Alternative zu Geodateninfrastrukturen dar, oder wie können beide Ansätze voneinander profitieren? Hierzu werden Qualitätsuntersuchungen an-, sowie erste Anwendungen vorgestellt.

Dabei werden einerseits Daten von OSM über eine Reihe von OGC Diensten zur Verfügung gestellt (WMS, WFS, OpenLS Utility Service (Geocoder / Reverse Geocoder), OpenLS Route Service, OpenLS Directory Service, Web Processing Service (WPS)), durch Nutzung weiterer OGC Dienste wie dem Sensor Observation Service (SOS) mit dynamischen Sensordaten kombiniert sowie über die Integration der freien SRTM Geländedaten sogar als deutschlandweites 3D Stadt- und Landschaftsmodell per Web 3D Service (W3DS) visualisiert. Durch die Einbeziehung von GIS-Analysefunktionen mittels spezifischer Web Processing Services entstehen so zahlreiche Nutzungsoptionen für geographische Analysen im Web.

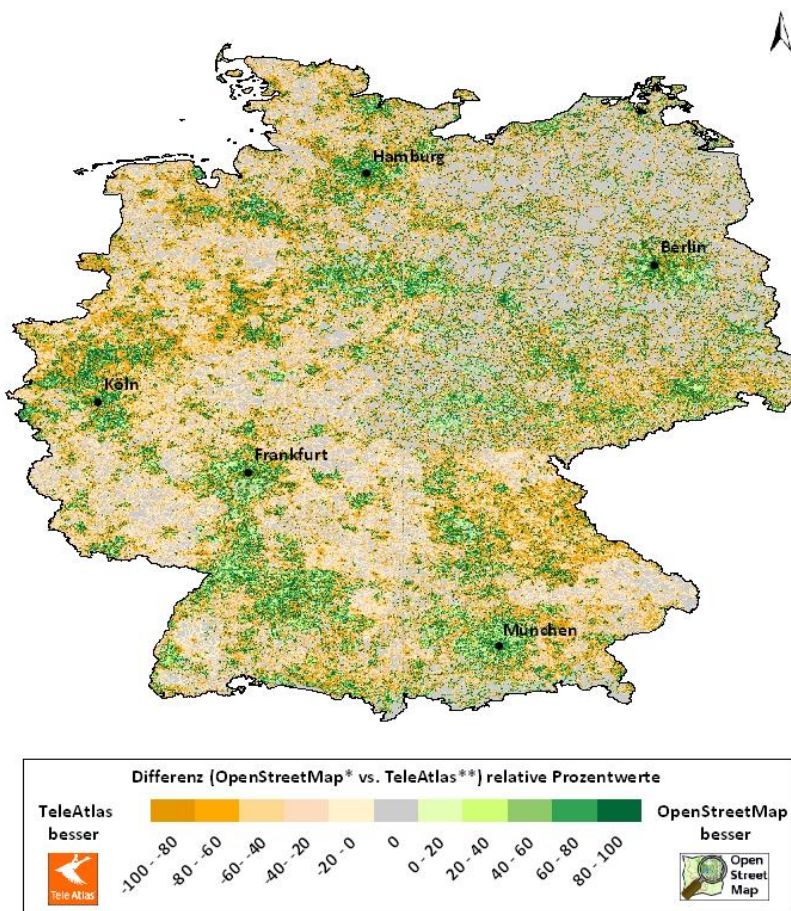
### **Geodatenerfassung von Hobbyisten? Das Beispiel OpenStreetMap**

Beispiele wie Wikipedia, YouTube oder Flickr verdeutlichen seit geraumer Zeit die Bedeutung von von Nutzern zur Verfügung gestellten Inhalten im WWW. In Bezug auf Geodaten finden sich ähnliche Beispiele. Das bisher erfolgreichste und bekannteste ist die Wiki-Weltkarte OpenStreetMap (OSM). Diese wurde 2004 gegründet (Coast 2007), wächst aber seit etwa Mitte 2007 in so beeindruckender Geschwindigkeit, dass zumindest in den europäischen Ballungsgebieten eine sehr gute Abdeckung gewährleistet ist. Somit kann über ernsthafte Nutzungsmöglichkeiten nachgedacht werden. Das Grundprinzip dieser Projekte ist, dass Freiwillige Geodaten zur Verfügung stellen (z.B. über selbst aufgenommene GPS-Tracks oder durch Digitalisieren von freigegebenen Luftbildern) und so die Datenbank vor allem durch das lokale Wissen der einzelnen Mitglieder dieser virtuellen Gemeinschaft (Community) stetig verbessert wird (vgl. Ramm & Tof 2008). Dies wird auch als CrowdSourcing bezeichnet.

Dass derartige Ansätze trotz großer Probleme bzgl. Heterogenität, Vollständigkeit und Qualitätsmanagement langfristig durchaus brauchbare Ergebnisse erzielen zeigt das Beispiel Wikipedia. Wesentlich für den Erfolg ist dabei sicher auch die Größe der Community, denn je mehr Mitglieder die Geodaten betrachten, desto eher fallen Fehler auf und werden bereinigt. Goodchild hat derartige Ansätze 2007 mit „Volunteered Geography“ bzw. Volunteered Geographic Information bezeichnet und sieht hierfür ein großes Zukunftspotential. Dies gilt sicherlich für neuartige Web-basierte Anwendungen des GeoWeb-2.0, die ohne eine freie Geodatenbasis kaum entstanden wären.

## Quantitative Untersuchung der Datenqualität von OpenStreetMap

Noch schwankt die Vollständigkeit und Qualität der Daten beträchtlich. In dicht besiedelten Gebieten Deutschland ist diese schon jetzt beeindruckend. Die Entwicklung der freien Weltkarte erfolgt rasant und die Anzahl der Daten hat sich im letzten Jahr mehr als verdoppelt. In mehreren laufenden Diplomarbeiten werden erste quantitative Untersuchungen durchgeführt, die diese von Freiwilligen erhobenen Geodaten mit denen von professionellen Anbietern vergleichen. Ein erstes Ergebnis konnte Zielstra und Zipf (2009) in Anlehnung an die Arbeit von Hacklay (2008) mit einem Vergleich des Straßennetzes von OSM mit Teleatlas vorstellen. Folgearbeiten untersuchen andere Objektkategorien, wie z.B. Points of Interest (POIs)(Strunk 2009 in Arbeit) oder die Daten von Navteq (Ludwig 2009 in Arbeit).



**Abbildung:** Quantitativer Vergleich der Streckenlänge von OSM mit Teleatlas; Differenz des gesamten Wegenetzes zwischen OpenStreetMap und TeleAtlas pro km<sup>2</sup> in Prozent. Daten: Geofabrik OpenStreetMap Stand 14.04.2009. TeleAtlas Multinet Deutschland Stand 2009/1. Berechnung und Kartographie: Dennis Zielstra. Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Erschwert wurde die Nutzung und Verarbeitung der OSM-Daten dadurch, dass es keine „standardisierten“ Eingaberichtlinien im OSM Projekt gibt. Jeder kann seine Daten eingeben wie er möchte. Es gibt lediglich „Vorschläge“ welche semantischen Attribute (Tags) genutzt werden sollten, damit sie von den Standard-Kartenrenderern wie Mapnik eingezeichnet werden können. Es existiert aber kein strikter Objektartenkatalog wie bei ATKIS o.ä. Dies bereitet teilweise bei der Filterung und Konvertierung der OSM Daten zusätzliche Aufwände, die mit entsprechender Erfahrung jedoch weitestgehend beherrscht werden können. Zudem konvergieren die unterschiedlichen Vorschläge

und Tagging-Varianten der Aktiven bei OpenStreetMap nach einer Weile in der Regel doch, so dass mit geeignetem Datenpreprocessing eine für viele Fälle ausreichend gute Datengrundlage erzeugt werden kann. Fehler sind hierbei nie auszuschließen und die Abdeckung der OSM Daten kann regional äußerst unterschiedlich sein. Zwar sind insbesondere in Deutschland und UK viele Städte und Ballungsräume im OSM Projekt sehr umfassend erfasst und umfassen einen reichhaltigen Datenschatz - im Gegensatz zu den meisten kommerziellen Kartenanbietern werden v.a. Fußgängerwege oder Radwege aufgenommen, aber in ländlichen Gebieten kann es dagegen hin und wieder vorkommen, dass eine ganze Ortschaft, mit Ausnahme der Hauptstraße, nicht in den OSM Daten vorhanden ist. Allerdings deutet die beeindruckende Wachstumskurve darauf hin, dass auch hier bald eine für viele Zwecke ausreichende Datenqualität erreicht sein dürfte.

### **Geodateninfrastrukturen im Web 2.0 = GDI 2.0?**

Da die Bedeutung offener Standards und web-basierter Kommunikation auch im Bereich Geoinformation auf breiter Front erkannt wurde, werden auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene Geodateninfrastrukturen (GDI) aufgebaut. Diese bilden das Rückgrat einer modernen Geoinformationswirtschaft und Basis für eine Vielzahl raumbezogener Mehrwertdienste. Es stellen sich u.a. die folgenden Fragen: Wie entwickeln sich diese GDIs weiter und in welcher Beziehung stehen sie zu den oben erwähnten Ansätzen des Mitmach-Web?

Bisherige GDI konzentrieren sich auf die verfügbaren 2D-Geodaten, jedoch werden in vielen Kommunen 3D Daten zunehmend erfasst. Insbesondere 3D-Stadtmodelle können durch bessere Technologie immer kostengünstiger erstellt werden. Damit stellt sich die Frage, wie derartige Daten in GDI auf interoperable Weise verwaltet und vor allem Web-basiert analysiert und visualisiert werden können. An diesen Themen wird im Projekt GDI-3D.de gearbeitet und es konnten schon verschiedene Ergebnisse erzielt werden ([www.gdi-3d.de](http://www.gdi-3d.de), [www.osm-3d.org](http://www.osm-3d.org)). Insbesondere konnten eine Reihe standardisierter OGC Web-Dienste, in einer 3D-GDI nutzbar gemacht werden. Hierzu zählen u.a. der OpenLS Route Service, OpenLS Directory Service, OpenLS Utility Service (Reverse/Geocoder), oder auch der Web Processing Service (WPS) und Sensor Observation Service (SOS). Zur Visualisierung kommt ein sogenannter Web 3D Service (W3DS) zum Einsatz, der zurzeit in einer internen Arbeitsgruppe der Geospatial Consortiums (OGC) zu „3D Portrayal Services“ zu einem Standard weiterentwickelt wird.

Die Vielzahl der genannten OGC Services zeigt einen weiteren Trend für Geodateninfrastrukturen der nächsten Generation: Es geht nicht mehr nur um die Verwaltung und Visualisierung der Geodaten mittels der bekannten OpenGIS Dienste für Geodatenverwaltung (WFS, WCS, CS\_W) und Visualisierung (WMS), sondern es kommen nun analytische und funktionale Komponenten zur Verarbeitung (Prozessierung) und Analyse der Daten hinzu. GDI-3D zeigt dies durch die Vielzahl der integrierten Komponenten eindrucklich. Außerdem fließen nicht nur statische Daten ein, sondern es werden auch dynamische Sensordaten quasi in Echtzeit über die Technologien des „Sensor Web“ eingebunden. Letzteres beinhaltet z.Zt. Sensordaten für Luftschadstoffe (Ozon, Feinstaub, Wetter (Windrichtung, Stärke, NS, Luftdruck, Wolkenbedeckung etc. insgesamt ca. 20 Parameter), Pegelstände der Flüsse, Gebäudeüberwachung (Rauchmelder), Video-Feeds (Webcam) etc (Mayer, Zipf 2009).

In der modernen Geoinformationswirtschaft stellen die Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) eine wesentliche Basis für innovative Anwendungen auf Basis webbasierter Dienste dar. Diese werden von Projekten wie OpenStreetMap weitestgehend ignoriert. Gründe liegen einerseits im Bestreben die gesamte Infrastruktur und Nutzungsmöglichkeiten möglichst einfach zu halten (und da wird die Einhaltung von Standards als unnötige Verkomplizierung angesehen) und andererseits dem Ablehnen sämtlicher „von oben“ durch Gremien definierter Spezifikationen. Das Wiki-Prinzip von OSM sieht vielmehr einen bottom-up Ansatz vor, bei dem jeder nach eigenem Gutdünken Geodaten beitragen und diese beliebig klassifizieren kann. Gleichzeitig muss anerkannt werden, dass OpenStreetMap eine zunehmend interessante Geodatenbasis darstellt, für die es aus Sicht der GIS-Anwender wünschenswert wäre, wenn sie auf ähnliche Weise zugänglich wäre wie sonstige mittels Geodateninfrastrukturen verfügbar gemachte Geodaten. Die im folgenden vorgestellten Beispiele unserer Arbeiten verknüpfen jeweils diese von Nutzern generierten freien Geodaten mit den standardisierten Web-Services des OGC und generieren so Mehrwert, da diese Daten nun auch für diejenigen Nutzer in Verwaltung, Organisationen und Privatwirtschaft zur Verfügung stehen, die die anerkannten Standards des OGC intensiv nutzen, da sie die Vorteile interoperabler Lösungen (z.B. das leichtere Überscheiden von administrativen oder institutionellen Grenzen) schätzen oder benötigen.

Damit können bisherige Geodateninfrastrukturen und GDI 2.0 wie folgt in vereinfachter Form miteinander verglichen werden.

	<b>GDI 1.0</b>	<b>geoWeb 2.0</b>	<b>GDI 2.0</b>
<b>Technologie</b>	OGC WebServices für Verwaltung und Visualisierung	Proprietäre APIs von OSM und GI-Neulingen wie Google, Microsoft etc. , REST-Technologie, „Mashups“	Neue Formen von Standards? Z.B. vereinfachte REST-Versionen der OGC Standards?? Auch freie Geodaten des GeoWeb2.0 über OGC Interfaces nutzbar  Analyse und Prozessierung der Geodaten über OGC WPS-Profile
<b>Daten</b>	Statische 2D amtliche Geobasisdaten, typisiert nach amtl. Objektartenkatalogen  z.T. Fachdaten untersch. Organisationen	2D Geodaten, Kategorisierung auf Basis freier Folksonomien  z.T. dynamische Daten über proprietäre Schnittstellen	Integration amtlicher und freier Daten  Reichhaltige 2D und 3D Geodaten  Dynamische Sensordaten über Standards

Zwei realisierte Beispielszenarien aus dem Bereich Katastrophenmanagement (Bombenfund und Ausbreitung Rauchwolke) zeigen, dass GDI heute mehr ist als Management und Visualisierung amtl. 2D Geodaten, sondern, dass auf Basis offener Standards des OGC unter Einbindung fortgeschrittener 3D-GIS Funktionen und dynamischer Sensordaten interoperable Anwendungen möglich sind. So kann über einen OGC Web Processing Service der Rauchaustritt an gegebener Stelle in Abhängigkeit von Gastyp, Windrichtung und Windstärke ein 3D-Ausbreitungsobjekt berechnen und an den 3D Client

übergeben (vgl. Walenciak et al. 2009). Im Bereich Standardisierung sind hier weitergehende Arbeiten sinnvoll, die spezifische 3D-GIS Operationen über entsprechende WPS-Profile zur Verfügung stellen (vgl. Göbel & Zipf 2008)).

### **Beispiele zur Kombination von GDI-Technologien und VGI am Beispiel OpenStreetMap**

Um das Nutzungspotential zu verdeutlichen, sollen einige Beispiele aus laufenden Arbeiten vorgestellt werden, die diese Daten und darauf basierenden OGC-Dienste nutzen oder erweitern:

#### **LBS 2.0 mit OpenRouteService**

Lange gab es kaum Berührungspunkte zwischen den kollaborativen Projekten des Web.2.0 einerseits und den OGC Standards des andererseits. OpenRouteService stellt ein erstes Beispiel dar, wie diese Trennung aufgehoben werden kann. OpenRouteService.org ist ein mittlerweile europaweiter Routenplaner, der einerseits komplett auf den offenen Standards des OGC basiert und zudem als Datenbasis die freien Geodaten von OpenStreetMap - der freien Wiki-Weltkarte - nutzt. Damit war OpenRouteService z.B. noch vor Google o.ä. der erste überregionale Fahrrad- und Fußgängerrouutenplaner – und das noch auf Basis offener Standards und unter Nutzung einer von in zunehmendem Maße oftmals „besseren“ Datenbasis (gerade bzgl. Rad- und Fußgängerwegen). ORS bietet aber weit mehr als ein einfacher Routenplaner, da er mehrere Dienste der OpenGIS Location Services (OpenLS) Initiative beinhaltet, die Funktionen wie Gelbe-Seiten-Dienst (Umgebungssuche), Geocoding u. Reverse Geocoding Adressuche etc.) bieten und diese in einem Portal bündelt. Diese Dienste greifen ebenfalls länderübergreifend auf die speziell aufbereiteten Daten von OpenStreetMap zu. Als standardisierte Dienste können sie zudem auch einzeln genutzt oder in andere Anwendungen integriert werden. Dies ist in vielen Fällen in Kooperationen mit diversen Projekten oder Universitäten schon realisiert worden. Beispiele umfassen Stadt- und Tourismusportale (u.a. ISAAC Projekt, Heidelberg mobil Interantional), LBS im Auto (VW) in einem Projekt zu Car2Car-Kommunikation, Mitfahrportale, der Einbindung in NASA Worldwind oder für Navigationslösungen für Smartphones (z.B. AndNav2 [www.andnav.org](http://www.andnav.org)). Weitere Anwendungen betreffen z.B. Flottenmanagement oder Notfallrouting (z.B. für das United Nations Logistics Cluster mit Anwendungen für Haiti (nach Hurricane Ike) oder für ganz Afrika. Einige eigene ausgewählte Folgeaktivitäten werden kurz skizziert:

#### **Evakuierungssimulation**

In einem Arbeitspaket des Projektes GDI-GRID werden Möglichkeiten der Optimierung von Evakuierungsmaßnahmen untersucht und mittels GRID und GDI-Technologien (WPS) auf Basis von OSM umgesetzt. Die Optimierung zielt auf eine Verbesserung der Simulation und Unterstützung von Evakuierungsmaßnahmen. Die zu untersuchenden Fragestellungen lauten beispielsweise: welcher Bevölkerungsanteil kann in einer gegebenen Zeit noch aus einem zu sperrenden Gebiet evakuiert werden? Welcher Zeitraum ist zur Evakuierung notwendig? Oder: Mit welcher Vorlaufzeit ist für eine Evakuierungsmaßnahme zu rechnen?

#### **Rollstuhlrouting**

Der bestehende OpenRouteService wird exemplarisch für die Anwendergruppe „Rollstuhlfahrer“ erweitert. Das Routing für Rollstuhlfahrer wird Teil eines eigenen Routing-Portals für Menschen mit Handicap sein. Auf der unter <http://www.rollstuhlrouting.de> angebotenen Karte wird u.a. der Schwierigkeitsgrad der Wege kenntlich gemacht. Gefahrenstellen oder schwierige Passagen werden

mit Symbolen markiert. Zusätzlich wird die Steigung angegeben. Das Routing basiert dann auf "rollstuhlgeeigneten" Wegen, die individuell einzustellende spezielle Anforderungen erfüllen. Hierzu werden – zunächst für Bonn - beispielsweise Daten über Treppen, Bodenrillen, Bordsteinhöhen, Rampenneigung etc. in OSM eingebracht.

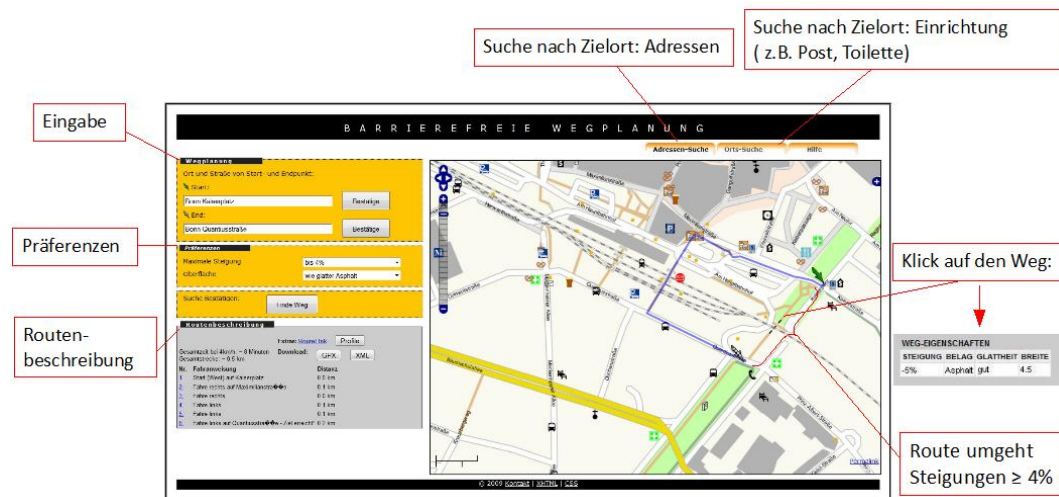


Abbildung: Vorab-Screenshot von [www.Rollstuhlrouting.de](http://www.Rollstuhlrouting.de) (Vgl. Müller et al 2009).

## Logistik in der Landwirtschaft

Mit dem zunehmendem Einsatz fremder Dienstleister in landwirtschaftlichen Unternehmen und der immer größer werdenden Betriebe steigt auch das Optimierungspotential im Bereich landwirtschaftlicher Logistik. Ein Beispiel ist die Zu- und Abfuhr von Rohstoffen bzw. Reststoffen einer Biogas-Anlage. Da die Erhebung der im öffentlichen Verkehr wenig genutzten Feldwege für kommerzielle Kartenanbieter unattraktiv ist, besteht der Bedarf, diese Daten kostengünstig für eine Kartengrundlage zu erheben. In der Arbeit von Lauer & Zipf (2009) wird dabei untersucht, wie aus vorhandenen GPS-Logger-Daten aus einem Telematik-System für landwirtschaftliche Maschinen, routingfähige Straßendaten erzeugt werden können. Diese werden anschließend zur Erweiterung der bestehenden Datengrundlage in OpenStreetMap eingespeist und das Routing auf Basis von ORS realisiert.

## Ortsbezogene Umgebungssuche

Der OpenLS Directory Service bietet eine Umgebungssuche nach bestimmten Kategorien, also eine ortsbezogene "Gelbe Seiten"-Suche. Diese Umkreissuche nach Restaurants, Geschäften, Hotels, Parkplätzen auf Basis der POIs von OSM wurde sowohl auf dem ORS-Portal, als auch in GDI-3D, sowie externen Anwendungen (mobile Guides) genutzt.

## Geocoder / Reverse Geocoder (Fahrzeug-Tracking – Flottenmanagement)

Ähnliches gilt für den OpenLS Location Utility Service. Dieser bietet Funktionalität für Geocoding & Reverse Geocoding, d.h. Konvertierung von Adressen oder anderen Ortsbezügen in Koordinaten oder Geometrien und umgekehrt und wird in vielen Projekten als Basisdienst genutzt. In einer zusätzlichen Masterarbeit (Amelunxen 2009) werden auf Hypothesen basierende Interpolationsverfahren genutzt, um die Treffergüte auch bei - wie für OSM typischen - unvollständigem Adressdatenbestand deutlich zu verbessern.

## Dienst zur Berechnung von Erreichbarkeitspolygonen (Isochronen, Einzugsbereichen)

Ein spezieller Dienst namens "Accessibility Analysis Service (AAS)" bietet die Berechnung eines von einer gewählten Position aus in einer vorzugebenden Zeit erreichbares Gebiet als Polygon. Die Berechnung basiert auf dem OSM-Straßennetz. Intern werden weitere Optionen, wie die Rückgabe der in diesem Gebiet liegenden Orte unterstützt (vgl. Neis et al. 2007).

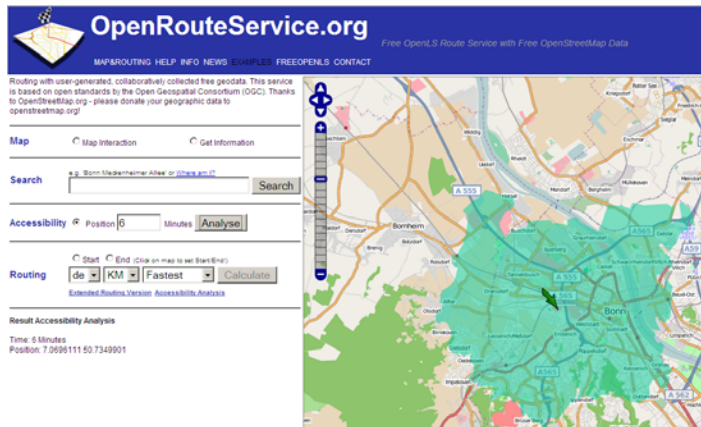


Abbildung: Auf Straßennetz berechnetes Erreichbarkeitsgebiet

## Eigene Kartendienste: OSM-WMS.de

Ein wesentlicher Unterschied von OSM zu anderen „quasi-freien“ Kartenanbietern wie Google Maps, Bing Maps etc. besteht darin, dass auch die Basisdaten frei heruntergeladen werden können. Aus diesen können wiederum eigene Kartendienste (z.B. als WMS) realisiert werden. OSM nutzt selbst spezielle, nicht WMS-konforme Renderer (Mapnik, OSMarender etc.). Mit diesen können schon eigene Kartenstile realisiert werden (vgl. CycleMap etc.). ORS bot den ersten überregionalen WMS (zunächst für Deutschland) mit eigenem Styling auf Basis der OGC Styled Layer Specification (SLD) an. Dieser wurde mittlerweile verfeinert und erweitert und steht nun unter [www.OSM-WMS.de](http://www.OSM-WMS.de) für ganz Europa zur Verfügung. Zudem wurde ein weiterer freier Layer für ganz Europa auf Basis der SRTM Daten erstellt. Die Idee war hierbei, dass beliebige (auch externe) Online-Karten kartographisch aufgewertet werden sollen, indem Geländemerkmale zur plastischeren Darstellung als Geländeschummerung mit einbezogen werden. Daher wurde ein Verfahren entwickelt um aus SRTM-Höhendaten ein spezielle Schummerungskartenlayer herzustellen. Dieses soll für eine teiltransparente Überlagerung über andere Basiskarten optimiert sein. Zudem soll ein hoher Grad an Reliefplastizität erreicht werden unter der Randbedingung, dass Farbgestaltung der überlagerten Basiskarte möglichst wenig beeinflusst wird. Daher muss die Überlagerung auch bei hoher Transparenz (80%) noch ausreichend Schattierungskontraste aufweisen (Auer et al. 2009).

## Die Standard-konforme OSM Geodatenbank im Web: OSM-WFS

Wie erwähnt ist ein wesentlicher Vorteil von OSM gegenüber reinen Kartenanbietern wie Google Maps et al., dass die Geodaten selbst heruntergeladen und für eigene GIS-Anwendungen genutzt werden können. Bei OSM gibt es hierfür spezielle eigene Schnittstellen, um über das Web auf die zentrale OSM-Geodatenbank zugreifen zu können. Viele Anwendungen in der Geoinformationswirtschaft nutzen dagegen die Schnittstellen des OpenGIS Web Feature Service (OGC WFS). In unseren Projekten wie ORS bzw. OSM-WMS wird intern solch ein OGC WFS verwendet. In diesen werden die Daten von OpenStreetMap für Europa thematisch aufbereitet und

liegen strukturiert vor– also nicht nur im einfachen OSM-Datenmodell. Somit könnten die Daten von OSM auch per GML (Geography Markup Language) ausgeliefert und somit in eigene GI-Anwendungen integriert werden.

### 3D-Geodateninfrastrukturen mit OSM: OSM-3D.org

Wie erwähnt findet wegen der zunehmenden Verfügbarkeit von 3D-Geodaten ein Wandel von GDI mit 2D Geodaten zu GDI-3D statt. 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle bieten ein großes Potential für vielfältige Anwendungen im Bereich Stadt- und Regionalplanung, Tourismus, Katastrophenmanagement etc. Nun stellt sich die Frage inwiefern auch OSM für diese Anwendungsbereiche genutzt in 3D-GDI integriert werden kann. Daher wurden im Umfeld des Projektes 'GDI-3D' die Daten von OSM und Höhendaten von SRTM als Grundlage zum Aufbau einer 3D-Geodateninfrastruktur (GDI-3D) für ganz Deutschland genutzt (Over et al 2009). Für das 3D Landschaftsmodell von ganz Deutschland wurde OSM sowohl für die Darstellung von Straßen, als auch von allen zusätzlich enthaltenen Informationsebenen herangezogen. Dazu zählen Landnutzungsflächen (Bewaldung, Gewässer etc.), Points of Interest (Landmarken, Geschäfte, Verkehrsinfrastruktur, Tourismus etc.), Gebäude sowie die Beschriftungen von Ortschaften, Gebieten und Straßen. Die POIs werden als Punktdaten in mehrere Informationsebenen (Layer) mit einer entsprechenden Symbolik und Bezeichnung vom W3DS an den Client geliefert. Soweit Gebäudegrundrisse in den OSM Daten vorhanden waren, wurden diese anhand der Höhenwerte bzw. auf Basis der Anzahl der Stockwerke abgeleiteten Gebäudehöhe in 3D Klötzchenmodelle überführt und in die 3D-Datenbank integriert.

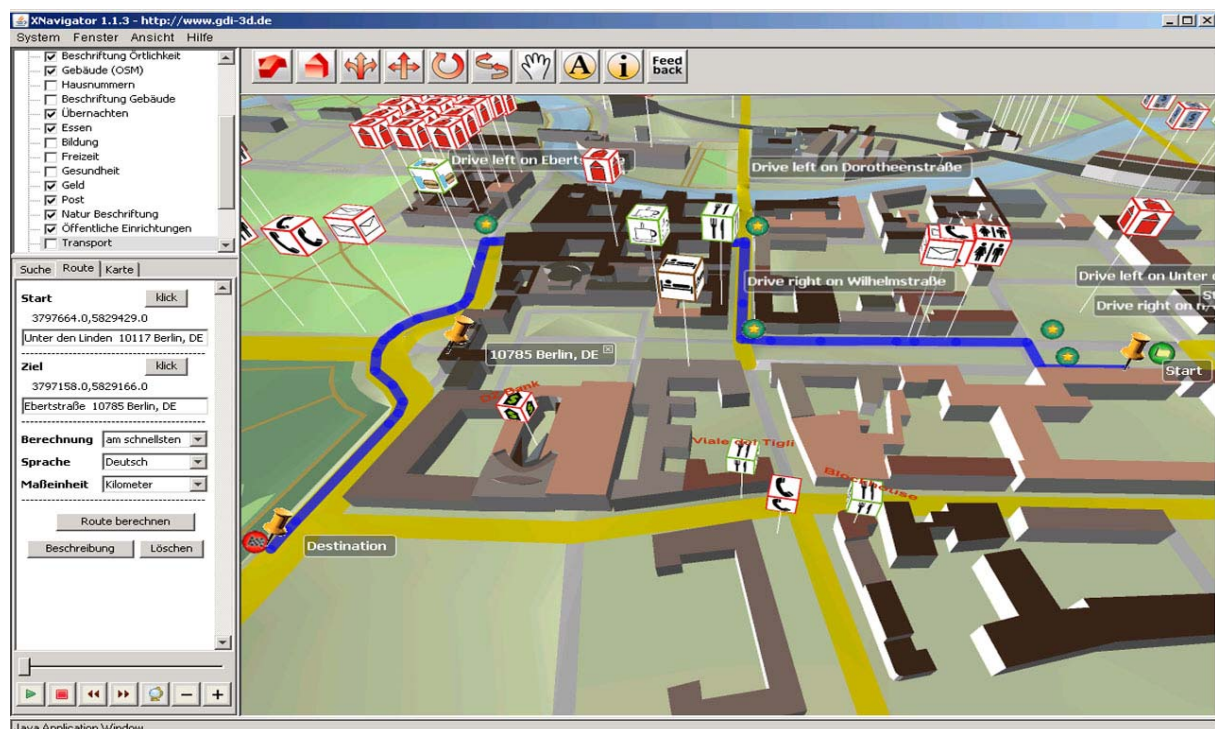


Abbildung: OpenStreetMap-3D mit 3D-Routing und POIs im XNavigator ([www.osm-3d.org](http://www.osm-3d.org))

### Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass schon eine Vielzahl von OGC-konformen Anwendungen mit von freiwilligen erfassten Geodaten von OSM realisiert werden konnten und diese auch mit

dynamischen Sensordaten und mit komplexeren Prozessierungs- und Analyseoperationen kombiniert werden können. Somit sind erste Prototypen einer GDI\_2.0 schon heute greifbar. Die von Goodchild als „Humans as Sensors“ dargestellte Idee wird durch diese Kombination humanoider und technischer Sensoren vorangetrieben. Wesentlich ist dabei, dass auf diese Weise die freien Daten von OSM in verschiedener Form für Anwender zur Verfügung stehen, die auf die Nutzung der etablierten GDI-Technologien (also OGC-Webdienste) angewiesen sind. Natürlich können die OSM-Daten auch auf andere Weise erfolgreich genutzt werden, aber durch die zunehmende Verfügbarkeit von Analyse und Prozessierungsfunktionen in GDI 2.0 (vgl. [www.opengeoprocessing.org](http://www.opengeoprocessing.org)) sind zunehmend „interoperable Mashups“ durch die intelligente Verkettung verschiedener Standard-Dienste möglich. Inwiefern die Datenqualität für die jeweilige Anwendung ausreicht muss im Einzelfall jeder für sich entscheiden. In Bälde ist mit weiteren empirischen Ergebnissen der entsprechenden Qualitätsuntersuchungen zu rechnen, die diesbezüglich ein differenzierteres Bild erlauben. Sicherlich gibt es schon jetzt zahlreiche (z.T. regionale) Nutzungsmöglichkeiten für die die OSM-Daten schon ausreichend gut sind. Umgekehrt können nur amtliche Daten der Vermessungsämter die für bestimmte Anwendungen benötigte Rechtsicherheit bieten. Daher ist zu erwarten, dass die unterschiedlichen Daten koexistieren und aus jeweils spezifischen Gründen (Qualität, Aktualität, Preis, Rechtsicherheit, etc.) in jeweils eigenen Anwendungsbereichen genutzt werden. Aber sicherlich war es in Europa nie so einfach wie heute einen ersten Basissatz an Geodaten zu erhalten. Entsprechend steigt die Zahl kreativer Lösungen, die dies ausnutzen. Dieses Innovationspotential intelligent zu nutzen, ist eine der Herausforderungen für die Geoinformationswirtschaft.

## Literatur

- Amelunxen, C. (2009): AN APPROACH TO GEOCODING BASED ON VOLUNTEERED SPATIAL DATA. Master Thesis. UniGIS. Salzburg. unpublished.
- Auer, M., Fees, M., Neubauer, S., Over, M. (2009): A Workflow for Processing a Hillshade WMS-Layer for entire Europe based on SRTM - the case of [www.osm-wms.de](http://www.osm-wms.de). POSTER at AGIT 2009. Symposium für Angewandte Geoinformatik. Salzburg. Austria.
- Coast S. (2007). OpenStreetMap. Workshop on Volunteered Geographic Information, December 13-14, 2007 <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/>
- Goodchild, M.F. (2007): Citizens as sensors: the world of volunteered geography, In: GeoJournal, Vol. 69. Issue 4, pp. 211-221
- Göbel, R., Zipf, A. (2008): [How to define 3D Geoprocessing Operations for the OGC Web Processing Service. \(WPS\)? Towards a Classification of 3D Operations](#). International Workshop on Computational Geoinformatics. (CompGeo 2008). The 2008 International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2008). Perugia. Italy.
- Haklay, M. (2008): How good is OpenStreetMap information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets for London and the rest of England, Submitted to Environment and Planning B.
- Lauer, J. und Zipf, A. (2009): Verbesserung der Datengrundlage für die Routenplanung im Bereich landwirtschaftlicher Logistik auf Basis offener Geodaten. AGIT 2009. Symposium für Angewandte Geoinformatik. Salzburg. Austria.
- Ludwig, I. (2009 in Arbeit): Abbildung von Straßendaten für Qualitätsuntersuchungen - Ein Vergleich von OpenStreetMap mit Navteq. Diplomarbeit. Nicht publiziert.
- Müller, A., Neis, P., Zipf, A. (2009): Barrierefreie Wegplanung - Ein interoperables Routingportal für Rollstuhlfahrer auf der Basis von OSM-Daten. POSTER at AGIT 2009. Symposium für Angewandte Geoinformatik. Salzburg. Austria.

- Neis, P., A. Zipf, R. Helsper, Kehl, A. (2007): [Webbasierte Erreichbarkeitsanalyse - Vorschläge zur Definition eines Accessibility Analysis Service \(AAS\) auf Basis des OpenLS Route Service](#). REAL CORP 2007. Wien, Austria.
- Neis P. and A. Zipf (2008): LBS\_2.0 - Realisierung von Location Based Services mit user-generated, collaborative erhobenen freien Geodata *In: J. Roth (Hrsg.): 5. GI/ITG KuVS Fachgespräch Ortsbezogene Anwendungen und Dienste*, Nürnberg. Sonderdruck Schriftenreihe der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg Nr. 42.
- OPENLS: OGC Open Location Services Version 1.1 <http://www.opengeospatial.org/standards/ols>
- Over, M., A. Schilling, S. Neubauer, S. Lanig, A. Zipf (2009): Virtuelle 3D Stadt- und Landschaftsmodelle auf Basis freier Geodaten. AGIT 2009. Symp. für Angewandte Geoinformatik. Salzburg. Austria.
- Ramm F., Topf J. (2008), OpenStreetMap, Die freie Weltkarte nutzen und mitgestalten. Lehmanns Media.
- Strunck, A. (2009 in Arbeit): Raumzeitliche Qualitätsuntersuchung von OpenStreetMap. Diplomarbeit. Nicht publiziert.
- 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 International Conference on Advanced Geographic Information Systems & Web Services (GEOWS 2009). Cancun. Mexico
- Zielstra, D. & Zipf, A. (2009): Datenqualität von OpenStreetMap - Erste Ergebnisse empirischer Untersuchungen. POSTER at AGIT 2009. Symposium für Angewandte Informatik. Salzburg. Austria.