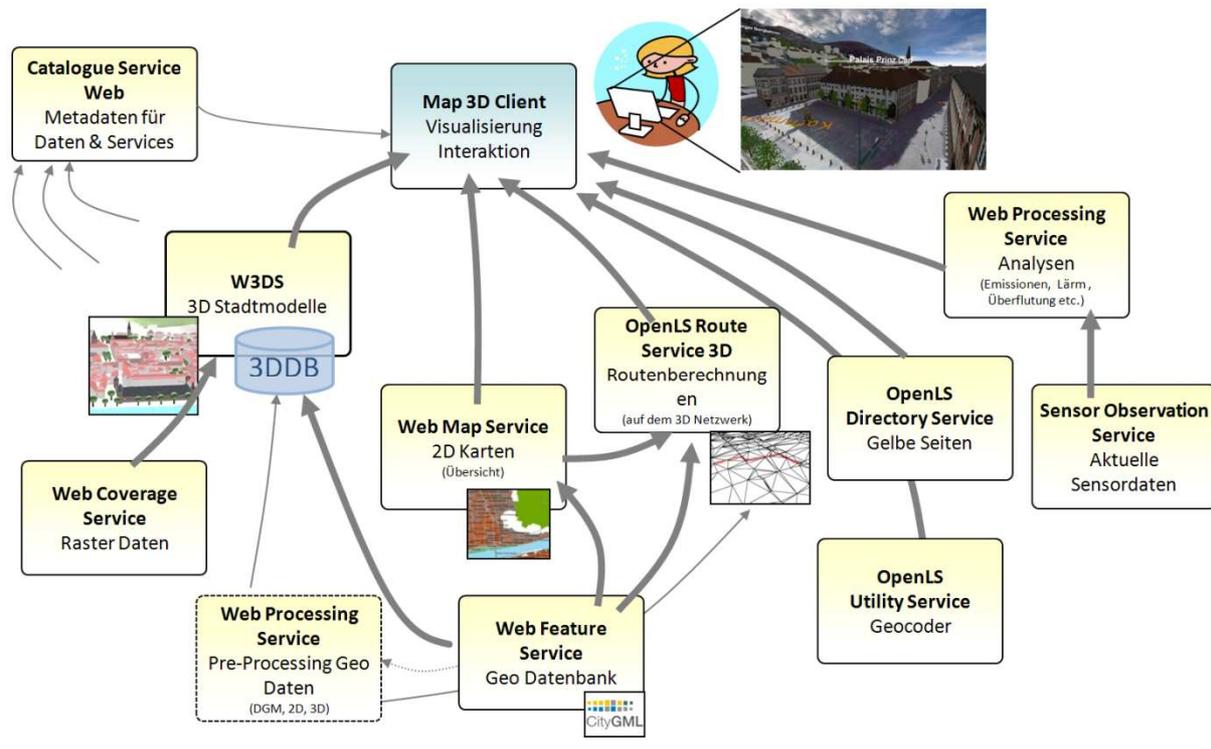


## **Geodateninfrastruktur-3D: ein interaktives 3D Stadtinformationssystem für Heidelberg im Internet – komplett auf Basis offener Standards**

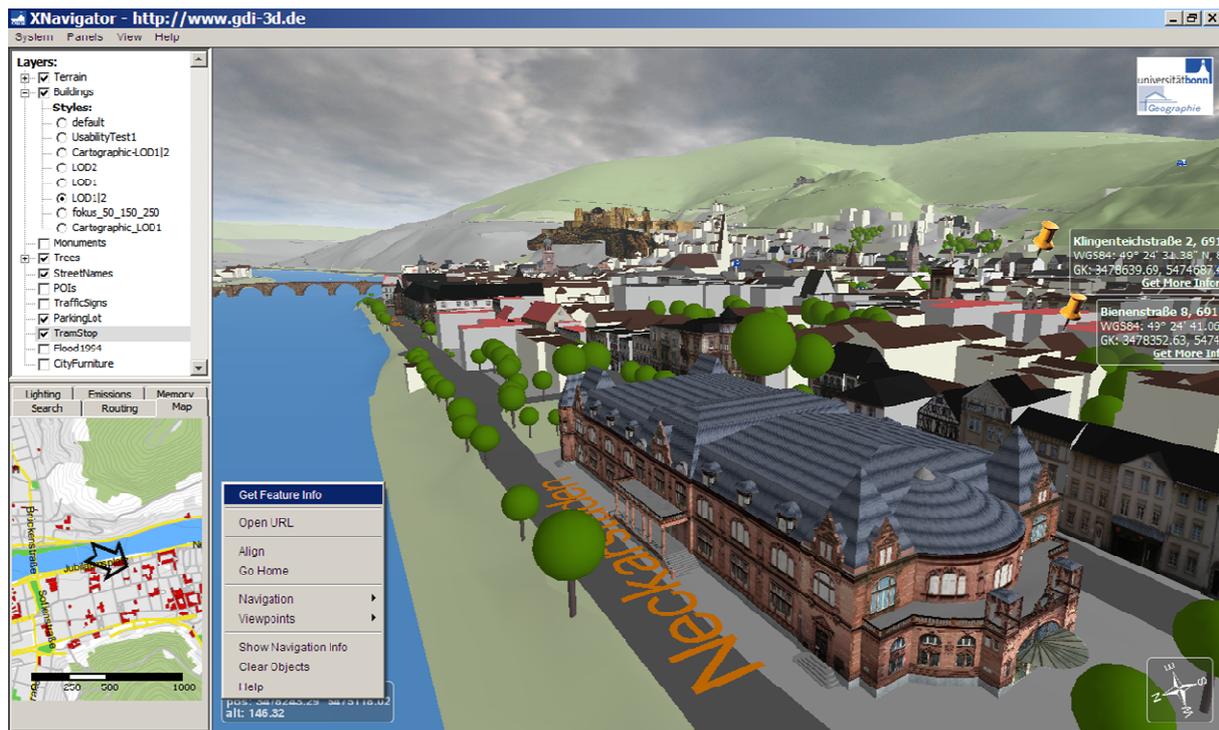
*Alexander Zipf, Arne Schilling, Steffen Neubauer* [www.geographie.uni-bonn.de/karto](http://www.geographie.uni-bonn.de/karto)

Vor kurzem wurde eine frei nutzbare erste Version des interaktiven 3D-Stadtinformationssystems Heidelberg-3D online gestellt. Das System wurde am Lehrstuhl Kartographie der Universität Bonn entwickelt und basiert vollständig auf standardisierten Web-Diensten. Die Architektur orientiert sich damit an den aktuellen Bestrebungen zum Aufbau verteilter, web-basierter und standardisierter Geodateninfrastrukturen (GDI) und entwickelt diese weiter in Richtung 3D-Geodaten. Mit der Kombination mehrerer Web-Dienste des Open Geospatial Consortiums (OGC) werden mehrere Nutzungsszenarien für 3D-Stadtmodelle auf Basis einer Service-orientierten Architektur (SOA) realisiert. Damit zieht dieses Architekturmodell auch in den Bereich 3D-GIS ein und die Praktikabilität wird an konkreten Beispielen live verdeutlicht. Wesentliche Vorteile entstehen durch die lockerere Kopplung der Komponenten, so dass eine hohe Flexibilität für sehr dynamisch konfigurierbare Anwendungen und Workflows erreicht werden kann – und dies mittlerweile über eine beeindruckende Palette an GI-Funktionalitäten. Ziel des von der Heidelberger Klaus-Tschira-Stiftung geförderten Projektes ist es neue Technologien und Standards für die Verarbeitung, Bereitstellung, Darstellung und Analyse von 3D Stadt- und Landschaftsmodellen zu erarbeiten und umzusetzen und dabei die Standardisierungsbemühungen im OGC voranzubringen. Dort werden derzeit einige Neuerungen hinsichtlich 3D Portrayal Diensten diskutiert, die das Konzept des bekannten Web Map Service (WMS) auf verschiedene Weise in die dritte Dimension erweitern. Zudem werden Ergänzungen für eine flexible und dynamische Beeinflussung der Darstellung diskutiert. Diese lehnen sich an die ebenfalls vom WMS bekannten Standards Styled Layer Descriptor bzw. Symbology Encoding an und erweitern diese um in 3D notwendige Konzepte (SLD-3D). Dies ermöglicht es das Aussehen der 3D-Szene vom Clienten aus zu steuern – auch wenn die Daten von unterschiedlichen Services stammen. Dabei lassen sich u.a. thematische Darstellungen auf Basis von Attributen oder nach Höhenschichten realisieren, aber auch räumliche Selektionen vornehmen oder 3D-Objekte dynamisch einbetten.



*Architektur der 3D-Geodateninfrastruktur. Durch die Kombination der OGC Dienste lassen sich komplexe Anwendungen realisieren.*

Wenn 3D-Stadtmodelle der Öffentlichkeit über das Internet interaktiv zur Verfügung gestellt werden sollen, so war man bisher vor allem auf proprietäre digitale Globen oder Speziallösungen weniger Hersteller angewiesen. Wünschenswerter ist aber die Bereitstellung über standardisierte Dienste. Die einzelnen Dienste übernehmen dabei unterschiedliche Aufgaben wie die Bereitstellung von 3D-Geodaten, Metadaten, Karten, Routing, Suche nach Adressen, u.v.m. und können dabei auch räumlich verteilt auf Rechnern im Netzwerk installiert sein und von unterschiedlichen Herstellern stammen. Die eigentliche Anwendung entsteht durch die Kombination der Dienste. Derartige Service-orientierte Architekturen (SOA) gewinnen in der Geoinformationswirtschaft zunehmend an Bedeutung weil sie die Wiederverwertbarkeit von Komponenten in einer existierenden Infrastruktur stark vereinfachen und die Abhängigkeit von proprietären Systemen verringern. Beispielsweise können eigene hochgenaue Gebäudemodelle und das eigene Sensornetzwerk mit schon existierenden Geländedaten verknüpft werden. Andererseits können neue Funktionen durch das Einbringen weiterer Services leicht hinzugefügt werden, ohne dass sich Auswirkungen auf die bestehenden Komponenten ergeben.



*XNavigator stellt eine Szene des W3DS mit dem Heidelberger Stadtmodell dar.*

Mit Heidelberg-3D wurde am Lehrstuhl Kartographie des Geographischen Instituts der Universität Bonn erstmals gezeigt, dass nicht-triviale Anwendungen auf Basis interoperabler Dienste-basierter Geodateninfrastrukturen für 3D Geoinformationen erfolgreich realisiert werden können. Dabei wurde eine ganze Palette derartiger OGC Dienste implementiert und miteinander zu einer umfangreichen web-basierten Anwendung verbunden. Der Zugang zum System erfolgt über einen Web-Client namens „XNavigator“ der als Java WebStart-Anwendung öffentlich zugänglich ist und automatisch installiert wird. Er bündelt die angebotenen Dienste und ermöglicht es die vom Web 3D Service (W3DS) gestreamten 3D Stadt- und Landschaftsmodelle zu erforschen und zu analysieren. Der Anwender benötigt dabei keinerlei Wissen über technische Schnittstellen der Dienste.

Alle zum Einsatz kommenden Dienste basieren auf offenen OGC Standards. Dazu zählen:

- a) **Web 3D Service (W3DS):** Der Kern des Systems bildet einer der ersten implementierten OGC Web3D Services für die Bereitstellung des 3D Stadt- und Landschaftsmodells. Er ist als Portrayal Dienst ausgelegt, d.h. er liefert alle Daten in weit verbreiteten und kompakten Internetformaten die effizient übertragen und schnell dargestellt werden können. Um die heterogenen Rohdaten für die Darstellung zu optimieren, werden verschiedene Verfahren angewandt und verschiedene Import-Optionen geboten. Seitens der Kommunen werden solche Daten zunehmend in CityGML bereitgehalten. Der Import-Adapter für den W3DS bereitet CityGML für die effiziente Visualisierung auf, indem er verschiedene Elemente zusammenfasst und einzelnen Ebenen zuweist. Das Gelände wird in verschiedener Weise modifiziert, trianguliert und in Kacheln aufgeteilt, die somit sehr schnell an den Client gesendet werden können. Durch diese Aufbereitung wird ein Echtzeit Durchflug erst möglich. Während der W3DS eine effiziente Sicht auf die Daten liefert, dient CityGML zum Semantik-erhaltenden Austausch der kommunalen Daten.
- b) **Geocoder des OpenLS Utility Service** für die Suche nach Adressen oder umgekehrt für die Zuweisung von Adressen zu ausgesuchten Koordinaten (**Reverse-Geocoder**). Der Geocoder ist ein

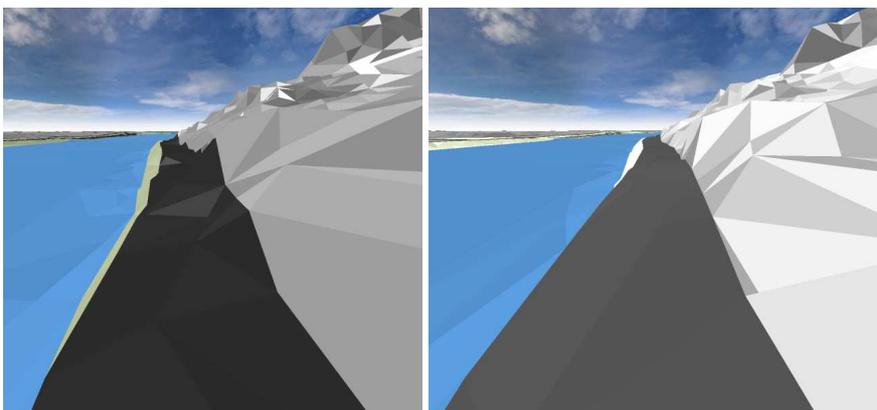
unverzichtbarer Bestandteil kommunaler Informationssysteme und füllt das Stadtmodell mit Leben, indem er weitere Gebäudeinformationen zugänglich macht. Der Zugang zu weiteren Informationen wird dadurch vom graphischen Modell entkoppelt.

- c) **OpenLS Route Service** (3D-Routenberechnung mit Höhenprofil). Er basiert auf einem vorberechneten 3D Graphen für das Straßen-, Radwege- und Fußgängernetzwerk. Im Wesentlichen entspricht die Schnittstelle des Route Service der normalen OGC Spezifikation, jedoch werden als Routengeometrie 3D Linien zurückgegeben, die genau auf das Gelände passen ohne Unterschneidungen oder Ähnlichem. Dies erleichtert die Nutzung in beliebigen 3D Anwendungen, da diese keine aufwändigen Berechnungen mehr anstellen müssen. Durch die spezielle Vorbereitung funktioniert auch das Routing über Brücken und durch Tunnel. Neben Routeninstruktionen, der lagerichtigen Routengeometrie und einer Übersichtskarte bietet der Dienst auch ein Höhenprofil an.
  
- d) **OpenLS Directory Service** für die Suche nach Einrichtungen, Geschäften oder sonstigen POIs etc. Dieser Basisdienst für ortsbezogene Dienste (LBS) ermöglicht damit Umgebungssuchen ähnlich wie bei Gelben Seiten. Es können eigene Daten eingepflegt werden, aber als freier Basisbestand dienen die vielfältigen bei OpenStreetMap in zunehmendem Maße erfassten Objekten. Damit bietet dieser Dienst eine flächendeckende Umgebungssuche an.
- e) **Web Processing Service (WPS)**. Er übernimmt verschiedene komplexere Aufgaben. Der WPS wird sowohl für das Preprocessing der Geodaten, als auch beispielhaft für spezielle interaktive Analysefunktionen eingesetzt. Als Beispiel für ein Szenario, das bereits komplexere Prozessketten beinhaltet, wurde die Berechnung von stark vereinfachten 3D-Emissionswolken anhand der aktuellen Wetterbedingungen umgesetzt. Die Wetterdaten (Windrichtung/-Stärke) stammen dabei von einem
  
- f) **Sensor Observation Service (SOS)**, der mit einer Online Wetterstation gekoppelt wurde. Der WPS berechnet ausgehend von einem bestimmten Emissionsort die Rauch bzw. Partikeldichte im Umkreis und stellt sie vereinfacht als Wolke dar. Das Ergebnis soll noch keine realistische Simulation darstellen, sondern das Potential derartiger Standard-basierter Dienstketten verdeutlichen. Weitere Szenarien betreffen die Berechnung von Gefährdungsgebieten in Katastrophen- oder Unglücksfällen.
- g) Die üblichen Basiskomponenten für Geodateninfrastrukturen, wie **Web Map Service (WMS)**, **Web Feature Service (WFS)** und ein **Katalogdienst (CS-W)**, für die Metadaten zu den Geodaten und vor allem den verwendeten Diensten.
- h) Als weitere Besonderheit kann die Art der 3D-Darstellung über die **OGC Symbology Encoding (SE)** Spezifikation gesteuert werden. Ähnlich zu dem vom WMS bekannten **Styled Layer Descriptor (SLD)** wird dadurch thematische Kartographie in 3D ermöglicht. Der W3DS bietet bereits für mehrere Layer unterschiedliche Visualisierungsstile zur Auswahl an. Beispielsweis für eine verschiedenfarbige Darstellung der Gebäude nach Nutzungstyp, für unterschiedlich komplexe Baumdarstellungen von abstrakt bis realistisch oder für die Einfärbung von Höhenschichten im Gelände. Die Regeln für Darstellungen können über einen 3D-SLD Editor auch durch den Nutzer selbst definiert werden, um das vom Server berechnete Erscheinungsbild per Request den eigenen Vorstellungen anzupassen. Die Symbology Encoding Spezifikation wurde für eine bessere Unterstützung für 3D Objekte um Materialdefinitionen, verschiedene Render-Methoden, 3D Icons und andere Elemente erweitert. Sowohl W3DS-Client als auch W3DS-Server unterstützen diese Spezifikation – inklusive des **OGC Filter Encoding**.



*Per SLD-3D und Filter-Encoding dynamisch erzeugte thematische Ansicht von Heidelberg-3D im Client: Gebäude eingefärbt nach Nutzungsart (öffentlich, gemischt, privat), kombiniert mit 10cm Luftbild auf 5Meter DGM und kombiniert mit weiteren Informationen.*

Die Erstellung des 3D-Modells erfolgt in sehr enger Kooperation mit dem Vermessungsamt Heidelberg. Zudem wurden Inhalte weiterer Partner integriert, sowie selbst im Projekt erfasst und aus Basisinformationen automatisiert abgeleitet. Das System enthält zur Zeit den vollständigen Gebäudebestand Heidelbergs mit ca. 40.000 Gebäuden, ein nachprozessiertes 5 Meter-Geländemodell, Landnutzung, Luftbilder, Straßennamen, Haltestellen, Parkplätze, Hochwasser, teilweise Verkehrsschilder und Laternen oder andere Straßenumöbel und eine durch Laserscanning hochgenau erfasste Marienstatue. Außerdem wurden viele wichtige Gebäude und Brücken ausmodelliert und mit Texturen für die Gebäudefassaden versehen. Alle Daten werden in Vorverarbeitungsschritten aufbereitet und in einer Geodatenbank verwaltet. Dachformen werden mittlerweile systematisch für Neubauprojekte erfasst und der Bestand ebenfalls nach und nach erfasst und vom System automatisch trianguliert.



## *Straßenverlauf vor (links) und nach (rechts) Anpassung der Straßenoberfläche im DGM-Preprocessing*

Die Ergebnisse von Heidelberg-3D zeigen, dass sich Geodateninfrastrukturen nicht nur zum bloßen Verteilen und Visualisieren von Daten, sondern zum Aufbau komplexerer Dienstketten eignen, die interaktive und durch Einbindung von Sensordaten auch hochaktuelle Anwendungen auch auf Basis von 3D Stadt- und Landschaftmodellen ermöglichen. Das System und seine Komponenten werden laufend weiterentwickelt und schon mit Modellen anderer Städte erfolgreich getestet.

Weitere Informationen und der Link zum Start des Online Systems unter

[www.gdi-3d.de](http://www.gdi-3d.de)

