

Schlussbericht
zum Verbundvorhaben

**„MoNa 3D“
Mobile Navigation 3D –
3D-Stadtmodelle für mobile Navigationssysteme**

Förderkennzeichen: 17 74 A 07
Laufzeit: 01.03.2007 bis 28.02.2010

Förderung durch das
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bericht der
Fachhochschule Mainz

Heidelberg, 03.02.2011



Prof. Dr. Alexander Zipf

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	4
2	Voraussetzungen.....	5
3	Planung und Ablauf.....	7
4	Stand der Forschung/Technik.....	8
4.1	Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte	8
4.2	Fachliteratur sowie Informations- und Dokumentationsdienste.....	8
4.3	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	9
5	Erzielte Ergebnisse	11
5.1	Spezifikation des Gesamtsystems.....	11
5.1.1	Projektmanagement	11
5.1.2	Anforderungsanalyse.....	12
5.1.3	Spezifikation Gesamtsystem	13
5.1.4	Szenarienauswahl	15
5.1.5	Spezifikation Daten und Software.....	16
5.2	Realisierung.....	16
5.2.1	Projektmanagement	16
5.2.2	Landmarken.....	17
5.2.3	Synthetische Fassadentexturen.....	27
5.2.4	Landmarken zur Wegbeschreibung.....	18
5.2.5	3D Visualisierungsdienst W3DS.....	25
5.2.6	3D Symbology Encoding / 3D Styled Layer Descriptor (3D SE/3D LSD)	26
5.2.7	Präsentation auf dem mobilen Endgerät.....	27
5.2.8	Qualitätssicherung	29
5.2.9	Evaluierung des Gesamtsystems	30
5.2.10	Abschlussbericht, Dokumentation und wissenschaftliche Publikationen	30
6	Voraussichtliche Nutzung, insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse und der Erfahrung	31
7	Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordene Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen	32
8	Erfolgte und geplante Publikationen der Ergebnisse.....	34

1 Aufgabenstellung

MoNa 3D ist die Kurzform von "3D-Stadtmodelle für mobile Navigationssysteme" und ist der Name für ein mit dieser Zielsetzung vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben, welches in Kooperation der Hochschule für Technik Stuttgart und der Fachhochschule Mainz mit den international tätigen Industriepartnern GTA Geoinformatik GmbH, Heidelberg Mobil International GmbH, Navigon AG sowie der Tele Atlas Deutschland GmbH bearbeitet wurde.

Die Navigation der Zukunft beschränkt sich nicht nur auf Fahrzeuge, sondern wird mit Hilfe von mobilen Endgeräten den Nutzer in jeder Situation begleiten. Virtuelle Stadtmodelle sind dabei insbesondere für ein mobiles Fußgängernavigationssystem hilfreich, da eine realitätsnahe 3D-Darstellung der Umgebung die visuelle Orientierung des Nutzers unterstützt. Zusätzlich bieten kognitiv adäquate Routenbeschreibungen durch die Berücksichtigung von Landmarken weitere Orientierungsmöglichkeiten, unabhängig davon, ob die Wegbeschreibung durch eine 3D-Karte oder mit Hilfe von gesprochenen Navigationsanweisungen erfolgt. Aber auch Fahrzeugnavigationssysteme profitieren von der Nutzung dreidimensionaler Stadtmodelle, bei denen Tunnel, Brücken und Unterführungen bekannt sind.

Ziel von MoNa 3D war die Entwicklung eines mobilen Navigationssystems der nächsten Generation. Dieses unterstützt die "letzte Meile" bei der Navigation im urbanen Raum durch eine Routenbeschreibung mit Hilfe von Landmarken und einer realitätsnahen 3D-Darstellung.

Die Aufgaben der Fachhochschule Mainz lagen dabei im Besonderen in den folgenden Bereichen:

- Routing u. Routenbeschreibungen
- Landmarken sowie
- interoperable 3D-Visualisierung
- Geodateninfrastruktur (GDI)

2 Voraussetzungen

Die Technik der Fahrzeugnavigation war bereits vor MoNa 3D weitestgehend ausgereift und stabil, entsprechende Systeme funktionieren in der Regel reibungslos. Die Navigation von Fußgängern war hingegen nicht soweit. In den letzten Jahren wurden zwar einige interessante Systeme entwickelt, die aber noch nicht das komplette Spektrum der mobilen Fußgängernavigation abdecken können. Insbesondere werden bei der Fußgängernavigation noch nicht 3D-Stadtmodelle eingesetzt.

Während der Laufzeit von MoNa 3D wurden bereits produktive Navigationssysteme/-software im Themenkomplex 3D-Darstellung mit Gebäuden in bestimmten Städten (unter anderem Navigon 8410, NavGear Multimedia-Navisystem GT-505-3D und iGO My way) vorgestellt (vor Projektstart handelte es sich bei 3D-Ansichten häufig nur um eine vertikal gesenkt dargestellte 2D-Karte). Diese decken die letzte Meile der Navigation nicht geeignet ab (siehe oben). Zudem würde der Einsatz von synthetischen Texturen und von geeigneten Kompressionsalgorithmen (in MoNa 3D wurde hier auf ein zuvor entwickeltes Verfahren zur Kompression von Dreiecksnetzen durch die Prediktion der Topologie von Prof. Volker Coors zurückgegriffen, welches im Projekt weiter entwickelt wurde) dazu führen, dass komplexere Gebäudemodelle sowie realistischere und navigationsunterstützende Texturen in größeren Gebieten (unter anderem durch die Reduktion des Speicherbedarfs) verwendet werden könnten. Dies würde die visuelle Orientierung des Nutzers eines Navigationssystems erleichtern.

Die benutzer- und kontextabhängige (also situative) Bedeutsamkeit der in der räumlichen Datengrundlage existierenden Geoobjekte kann darüber hinaus dazu genutzt werden, die Darstellung, die Symbolik oder ein anderes Maß für die Wichtigkeit der fraglichen Geoobjekte auf der Karte zu beeinflussen. Werden hierbei inhaltliche und räumliche Kriterien berücksichtigt, um den Fokus des Nutzers schnellstmöglich auf den oder die aktuell wichtigen Bereiche der Karten zu lenken, sprechen wir von Fokuskarten (Zipf und Richter 2002). Durch die Einbeziehung sich potentiell dynamisch verändernder Parameter wird ein dies berücksichtigender 3D-Visualisierungsdienst zu einem adaptiven Dienst, der den Nutzer bei der Navigation unterstützt. Im Rahmen des Projektes wurde dieses Konzept der Fokuskarten auf die Dritte Di-

mension erweitert und für mobile Navigationszwecke mit 3D-Stadtmodellen gerade unter Berücksichtigung von Landmarken angepasst (vgl. Neis & Zipf 2008).

Neben der Nutzung realistischer Texturen für die Gebäudemodelle (vgl. Arbeiten Hft Stuttgart), ist aber auch die Kombination der Verfahren mit einer Wegbeschreibung, die visuelle Landmarken berücksichtigt Entscheidend (z.B. „Beim Parkhaus rechts abbiegen“). Dies führt zu intuitiveren Wegbeschreibungen für die Nutzer. Unter anderem hatten Elias und Sester (2002) Daten des amtlichen topographisch-kartographischen Informationssystems (ATKIS) sowie der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) verwendet, um visuelle Landmarken entlang einer gegebenen Route zu identifizieren. Eine direkte Überprüfung der Sichtbarkeit erfolgte nicht. Die Art von landmarkenbasierten Anweisungen wird in kommerziellen Systemen auch heute so noch nicht unterstützt. Die Einbindung von Landmarken in Routenanweisungen konnte erfolgreich demonstriert werden (Neis & Zipf 2008).

3 Planung und Ablauf

Die Zeit- und Meilensteinplanung aus dem Antrag wurde direkt übernommen. Bei technischen Meetings und Telefonkonferenzen wurden unter anderem die Schnittstellen zwischen den Komponenten und die Abläufe spezifiziert und festgelegt. Die DV-technische Dokumentation erfolgte dabei in einem Wiki-System. Erste Ideen konnten hier gemeinsam gesammelt und anschließend gemeinsam konkretisiert werden. Zudem wurden Änderungen zentral dokumentiert.

Bei der Softwareentwicklung wurde auf agile Softwareentwicklungsprozesse Wert gelegt. Die iterative und inkrementelle Weiterentwicklung von Prototypen ermöglichte frühe Tests, die entsprechenden Einfluss auf die Weiterentwicklungen hatten. Weitere Funktionalitäten wurden anschließend ergänzt. Das Vorgehen spiegelte sich bereits bei der Meilensteinplanung im Projektantrag wieder.

Neben den bilateralen technischen Meetings mit involvierten Partnern (zu denen jeweils alle Partner eingeladen wurden) fanden zweimal im Jahr Konsortialmeetings mit allen Projektbeteiligten statt, bei denen auch Lösungen diskutiert wurden, aber auch administrative Belange adressiert wurden.

Für einen reibungslosen Ablauf der Kommunikation stand - neben dem Wiki-System - ein Email-Verteiler zur internen Kommunikation zur Verfügung. Dokumente, Prototypen usw. wurden über den internen Bereich der gemeinsam aktualisierten und gestalteten MoNa 3D-Homepage (<http://www.MoNa3D.de>) allen Partnern bereit gestellt.

4 Stand der Forschung/Technik

4.1 Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte

Im Bereich der mobilen Visualisierung gibt es den Java Specification Requests 297, der die ursprüngliche Version von M3G erweitert und die dortige Nutzung von Shadern ermöglicht. Der Einsatz dieses Standards auf mobilen Endgeräten hätte die direkte plattformunabhängige Nutzung von Shadern in Java ermöglicht. Dem MoNa 3D-Team war es leider nicht möglich – trotz Gesprächen mit Hardwareherstellern - auf ein mobiles Vorserienmodell mit dieser Java-Version zurückzugreifen.

Die Firma Navteq hat zudem ein Patent zum Thema „Method of collecting information for a geographic database for use with a navigation system“ (Pub. No.: US 2008/0319646 A1) eingereicht. Die Konzepte von MoNa 3D und deren DV-technische Umsetzung sind nicht direkt betroffen.

Dem MoNa 3D-Team sind keine weiteren Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte bekannt, die Einfluss auf die Konzepte und DV-technischen Umsetzungen in MoNa 3D hatten.

4.2 Fachliteratur sowie Informations- und Dokumentationsdienste

Im Rahmen der mobilen Navigation gab es eine Veröffentlichung von Antti Nurminen auf der Web3D 2007 zum Thema „Mobile, Hardware-accelerated urban 3D maps in 3G networks“. Der Einsatz von u. a. synthetischen Texturen, geeigneter Kompression sowie landmarken-gestützter Routenbeschreibung ist hier jedoch nicht berücksichtigt. In „Embodied interaction with 3D vs. 2D mobile map“ gab es eine Untersuchung zur Interaktion mit 2D- und 3D-Karten. Antti Nurminen hat in „Mobile 3D City Maps“ einen Ansatz für lebende mobile 3D-Städte vorgestellt. Zudem haben Elias und Paelke zu diesem Themenkomplex in „User-centred design of landmark visualizations“ verschiedene Darstellungsformen von Landmarken in mobilen Karten untersucht. Die Autoren beleuchteten in ihren Arbeiten einige interessante Aspekte, die aber keinen direkten Einfluss auf die Konzepte und DV-technischen Umsetzungen im Projekt MoNa 3D hatten.

Matthias Trapp und Jürgen Döllner haben in „Automated Combination of Real-Time Shader Programs“ ein Verfahren zur Kombination von Shader-Programmen vorgestellt. Zukünftige mobile Endgeräte werden voraussichtlich über eine Hardwarebeschleunigung mit entsprechender Shader-Unterstützung verfügen. Neben einer reinen softwaretechnischen Lösung wurde in MoNa 3D auch sehr früh an einer entsprechenden Lösung auf der Basis von Shadern gearbeitet. Eine direkte Auswirkung auf die Konzepte und DV-technische Umsetzungen im Bereich Shader war in MoNa 3D nicht gegeben.

Tassilo Glander und Jürgen Döllner haben in „Techniques for Generalizing Building Geometry of Complex Virtual 3D City Models“ ein Generalisierungsverfahren für 3D-Stadtmodelle vorgestellt. In MoNa 3D wird ein Verfahren zur Kompression der Topologie in Hinblick auf eine kompakte Datenhaltung und Transmission von Daten verwendet. Eine Kompression der Geometrie kann zur Vorverarbeitung von Modellen für den mobilen Einsatz angewandt werden (Vermeidung der Verarbeitung zu detaillierter Modelle). Die Konzepte von MoNa 3D sind jedoch nicht direkt betroffen.

In MoNa 3D sind nach Meinung der Projektpartner sehr innovative Konzepte zusammengewachsen. Rückmeldungen bei Projektpräsentationen unter anderem bei den Round Tables 3D-Navigation des InGeoForums in Darmstadt und vielen weiteren Veranstaltungen haben uns in dieser Ansicht bestärkt. Dem MoNa 3D-Team sind keine Ergebnisse aus der Fachliteratur sowie Informations- und Dokumentationsdienste bekannt geworden, welche direkten Einfluss auf die Konzepte von MoNa 3D hatten.

4.3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In MoNa 3D gab es im Besonderen eine enge Zusammenarbeit mit dem Verbundpartner. So wurden unter anderem Informationen ausgetauscht, Schnittstellen und Datenflüsse zwischen den Komponenten sowie Abläufe und das Systemverhalten gemeinsam im Rahmen von technischen Meetings spezifiziert, getestet und dokumentiert (unter anderem in einem gemeinsamen Wiki-System) und von den Industriepartnern aus Sicht der Praxis bewertet und kommentiert.

Das InGeoForum, welches sich als Informations- und Kommunikationsplattform der Aufgabe Anbieter und Nutzer von Geodaten zusammenzubringen widmet, hat dem MoNa 3D-Team die Möglichkeit gegeben, MoNa 3D unter anderem bei zwei Round Tables zum Thema Navigation zu präsentieren und mit weiteren Experten über das Thema zu diskutieren.

An dieser Stelle möchten wir uns für die Rückmeldungen der Teilnehmer bei den verschiedenen Veranstaltungen, den Test- und Umfrageteilnehmern sowie dem Stadtmessungsamt Stuttgart für die Bereitstellung von Stuttgart-Daten für MoNa 3D-Tests bedanken.

5 Erzielte Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse gliedern sich in die Spezifikation des Gesamtsystems von MoNa 3D sowie die entsprechende DV-technische Realisierung, die an dieser Stelle aus dem Projektantrag übernommen wurde.

5.1 Spezifikation des Gesamtsystems

In diesem Abschnitt wird die Spezifikation des Gesamtsystems thematisiert. Das Projektmanagement, die Anforderungsanalyse, die Spezifikation des Gesamtsystems, die Szenarienauswahl sowie die Spezifikation der Daten und Software werden nun betrachtet.

5.1.1 Projektmanagement

In dieser Phase galt es einen detaillierten Projektplan festzulegen. Als Projektsteuerungswerkzeug wurde dabei zunächst Microsoft Project eingesetzt. Im Verlauf des Projektes wurden dabei jedoch vor allem nur noch die groben Arbeitspakete aus dem Projektantrag verfolgt. Die Detailplanung erfolgte in einem Wiki-System (Mediawiki), welches zwar nicht direkt für das Projektmanagement ausgelegt ist, aber im besonderen die agile Programmierung unterstützte.

Ein Projektsteuerungsausschuss wurde eingesetzt, der aus den Vertretern aller beteiligten Institutionen bestand. Zentraler Ansprechpartner und Projektkoordinator war dabei die Hochschule für Technik Stuttgart.

Eine gemeinsam aktualisierte Projektseite steht im Internet (zur Projektlaufzeit <http://www.MoNa3D.de>, aktuell noch über <http://mona3d.hft-stuttgart.de> erreichbar) zur Verfügung. Projektbegleitende Aktivitäten fanden statt. Hierzu zählen gemeinsam veröffentlichte Paper, gemeinsame Projektvorstellung beim Round Table Navigation des InGeo Forums sowie Workshops und Konsortialmeetings mit allen Teilnehmern des Verbundvorhabens (zwei mal im Jahr, unter anderem zum Projektstart).

5.1.2 Anforderungsanalyse

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die Benutzeranforderungen an die Funktionalität eines mobilen Navigationssystems analysiert. Bei einem Workshop zum Projektstart wurde das Anwendungsszenario (vgl. Abschnitt 5.1.4) festgelegt, welches zur Validierung der Anforderungen genutzt wurde. Für die Modellierung wurden UML-Diagramme verwendet.

Im Kontext der Anforderungsanalyse wurden auch die Komponenten, Abläufe und Datenflüsse spezifiziert und sukzessive weiter konkretisiert. In Abbildung 1 wird der grobe Ablauf einer Navigationsanfrage eines Nutzers dargestellt. Die Komponenten werden im nächsten Abschnitt beschrieben.

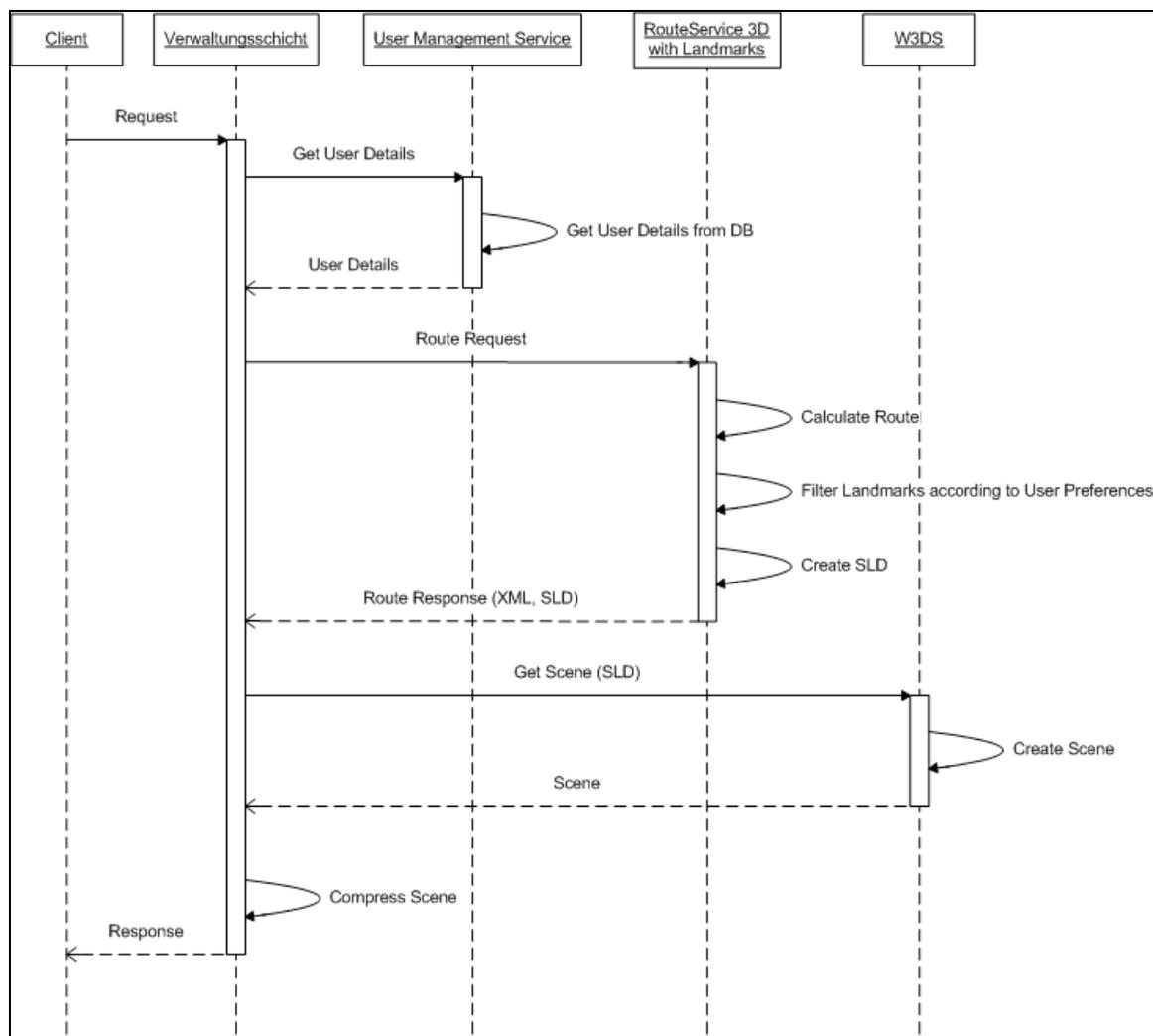


Abbildung 1: MoNa 3D-Ablauf (Überblick)

5.1.3 Spezifikation Gesamtsystem

Stadtmodelle inklusive Landmarken werden mit Hilfe von Web 3D Services (W3DS) bereitgestellt. Die Dienste sind in einem Catalogue Service for Web (CS-W) verzeichnet. Anhand der Position des Benutzers kann somit bestimmt werden auf welche Services zugegriffen werden kann. Texturen können über einen Textur-Service (Texturkatalogdienst) bereitgestellt werden. Das Gesamtsystem von MoNa 3D wird in Abbildung 2 dargestellt.

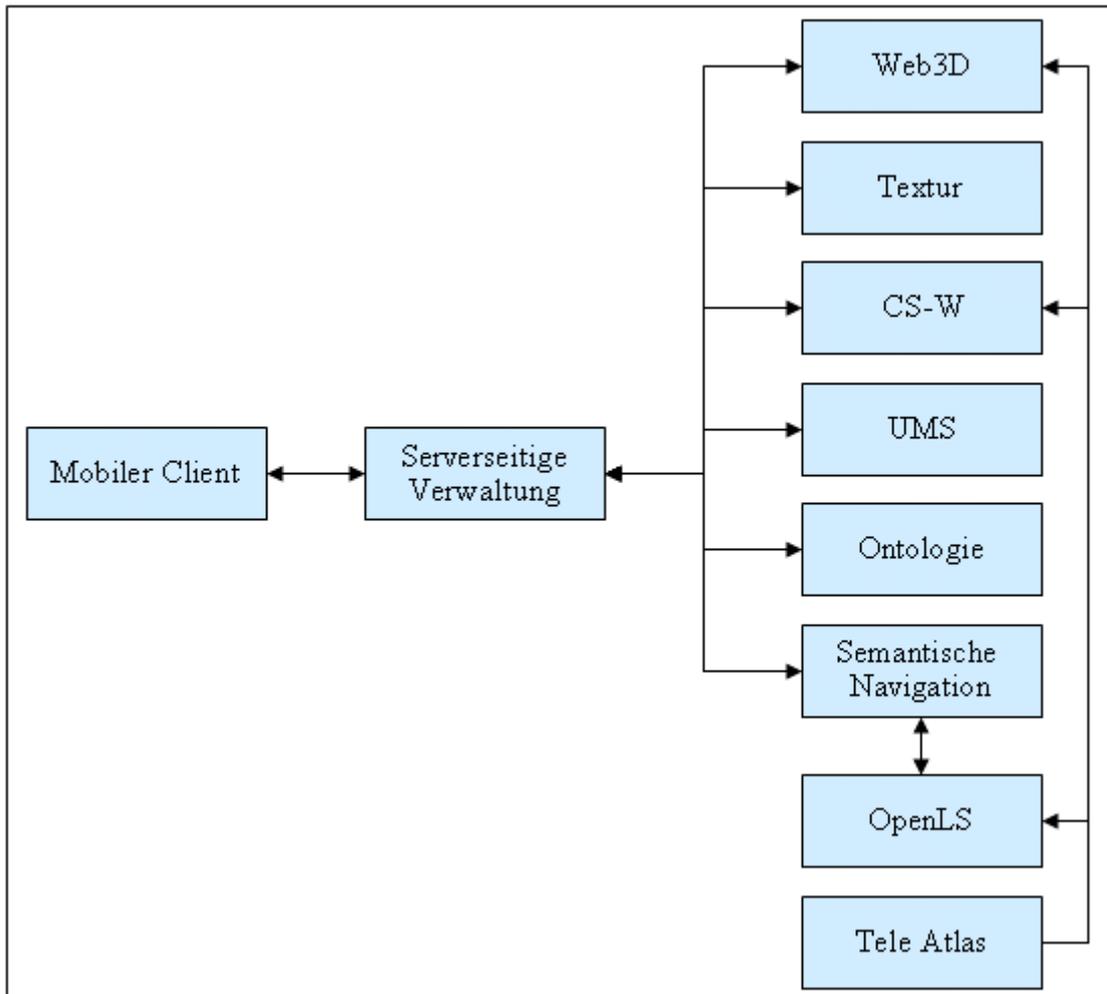


Abbildung 2: Gesamtsystem von MoNa 3D

Kontextinformationen bezüglich Anwendung, Benutzer, Situation und Hardware werden über einen Context-Service (UMS) verwaltet, die unter anderem für den Semantic Routing Service erforderlich sind. OGC-Dienste berücksichtigen keine Semantik. Unterschiedlich benannte Daten in den W3DS-Diensten werden über eine Ontologie (einfache Realisierung als Katalog in MoNa 3D) adressiert. Die Navigationsdaten werden über eine Art Semantic Routing Ser-

vice (Semantische Navigation) zur Verfügung gestellt, der auf einem OpenLS-Dienst basiert bzw. auf ihn zurückgreift.

Es wird ein schlanker Mobiler Client benötigt (Bytecode- und Ressourcenlimitierung bei mobilen Endgeräten). Der Präsentationsmanager aus dem Antrag wurde daher zweigeteilt (client- und serverseitig) realisiert. Die serverseitige Verwaltung modifiziert die Daten clientgerecht und bietet eine On-the-fly-Kompression. Der mobile Client greift lediglich auf die serverseitige Verwaltung zu und ermöglicht die Interaktion mit MoNa 3D-System. Abweichungen von der Route werden anhand der Position des Nutzers von der serverseitigen Verwaltung erkannt und ggf. neue Routenabfragen anhand der aktuellen Position mit altem Zielpunkt gestellt.

Die serverseitige Verwaltung kann traditionell auf die Dienste zugreifen. Die Rückmeldungen werden geparkt und weiter verarbeitet. Die Position des Benutzers wird mit einer Location-API am Client bestimmt und für Anfragen von der serverseitigen Verwaltung genutzt. Die einzelnen Objekte in MoNa 3D sollten bei der serverseitigen Verwaltung eindeutig identifizierbar sein (z.B. Datenbank-IDs auch im Service zur Verfügung stehen). Eine mehrfache Verarbeitung von Objekten kann auf diese Weise vermieden werden. Bei VRML-Dateien wird der DEF-Knoten zur Spezifikation verwendet.

Die Open Location Service (OpenLS)-Spezifikationen beschreiben Dienste und Schnittstellen für verschiedene Location Based Services (LBS). Die OpenLS-Hauptdienste (OpenLS Core Services) umfassen Directory Service, Gateway Service, Location Utility Services (Geocode / Reverse Geocode), Presentation Services und Route Service.

Für MoNa 3D liegen, abgesehen vom Gateway Service, eigene Implementierungen der AG Zipf dieser Dienste vor. Insbesondere der Route Service wurde zur Verwendung von Landmarken sowie einer Darstellung in 3D adaptiert. Dieser unterstützt die Schnittstellen eines unmodifizierten OpenLS Route Service und kann somit standardkonform angesprochen werden. In der XML-Rückmeldung sind lediglich die Routeninformationen mit Landmarken angereichert sowie ein Verweis auf eine Styled Layer Descriptor (SLD)-Beschreibung zur Weitergabe an Web 3D Services enthalten.

Noch nicht als Standard verabschiedet ist der Web 3D Service (W3DS). Derzeit als Discussion Paper beim OGC vorliegend, bietet er eine ausgezeichnete Möglichkeit um 3D- Stadtmodelle flüssig, dienstbasiert anzubieten. Ein Web 3D Service greift, ggf. über einen WFS, auf eine Datenbank zu, kann eine SLD verarbeiten und liefert die aufbereiteten Daten als 3D-Szenengraph. Im Gegensatz zu von Serverseitig gerenderten Bilddaten (wie bei typischen Web Map Services oder einem Web Perspective View Service), ist mit den gestreamten Daten eine volle Interaktion und freie Navigation möglich.

Die Routinginformationen werden der serverseitigen Verwaltung mit Hilfe des Semantic Routing Services bereitgestellt. Der Zugriff erfolgt gemäß Standard. Rückmeldung ist eine SLD-Datei, die Anweisungen für die Web3D-Services, die geometrische Beschreibung der Route, Anweisungen zur Darstellung von Informationen (z.B. Links zu Sounddateien mit Anweisung, wann diese abzuspielen sind – insgesamt als Konkretisierungen von Metasprachanweisungen) bereitstellt.

Die Web3D-Services stellen die 3D-Geometriedaten zur Verfügung. Die Beschreibung der synthetischen Texturen wird bei der Datenintegration erzeugt und im Datenbestand mit abgelegt. Die geometrische Routenbeschreibung ist Bestandteil der Rückmeldung. Kontextinformationen und geometrische Routenbeschreibung sind Bestandteil einer SLD-Datei (Bestimmung mit Hilfe des Semantic Routing Services), die an die Services bei einer Anfrage übergeben werden.

5.1.4 Szenarienauswahl

Im gewählten Szenario möchte der Nutzer von MoNa 3D von Heidelberg nach Stuttgart reisen. Er besteigt dort sein Auto, zu dem er geführt wird. 3D-Modelle und Landmarken stehen ihm neben den traditionellen Methoden zur Verfügung, um sein Auto und einen geeigneten Weg auf die Autobahn zu finden.

Auch in Stuttgart stehen die neuen Möglichkeiten zur Verfügung. Er stellt sein Auto am Parkplatz ab, zu dem er geleitet wird und steigt aus. Dank seines mobilen Endgeräts wird er

weiter zu seinem Ziel geführt. Er hat eine Besprechung an der Hft Stuttgart. Die Navigation findet auch im Inneren der Gebäude der HfT Stuttgart statt.

5.1.5 Spezifikation Daten und Software

In MoNa 3D werden zur vollen Nutzung der Funktionalitäten navigationsfähige Straßen- und Fußgängerwege, 3D- und Indoor-Modelle sowie Bildmaterial inklusive geeigneten Metadaten für die Texturierung der Modelle benötigt. Weitere Daten, z.B. für Sprachausgaben, werden generiert.

Für das Anwendungsszenario werden somit die folgenden Daten benötigt:

- navigationsfähige Straßendaten für das Gebiet Heidelberg/Stuttgart
- navigationsfähige Fußgängerwege von Heidelberg und Stuttgart
- 3D-Modell + Bildmaterial und Metadaten für relevante Stellen in Heidelberg
- 3D-Modell + Bildmaterial und Metadaten für relevante Stellen in Stuttgart

Da im Projekt ein für ein mobiles Endgerät geeignetes Modell der Stadt München von der Firma Tele Atlas bereit stand, wurden auch viele Tests mit Hilfe dieses Modells durchgeführt.

5.2 Realisierung

In diesem Abschnitt werden die Themenkomplexe Projektmanagement, Landmarken, synthetische Texturen, Landmarken zur Wegbeschreibung, Geodatenserver, Präsentation auf dem mobilen Endgerät, Qualitätssicherung, Evaluierung des Gesamtsystems sowie Abschlussbericht, Dokumentation und Publikationen thematisiert.

5.2.1 Projektmanagement

Zu den Aufgaben des Projektmanagements in der zweiten Phase gehört die Projektsteuerung, die Koordination der Öffentlichkeitsarbeit und die Projektnachverfolgung.

Neben den technischen Meetings gab es halbjährlich Sitzungen des Projektsteeringausschusses mit Teilnehmern aus allen an MoNa 3D beteiligten Institutionen.

5.2.2 Landmarken

In beiden Arbeitsgruppen wurde je eine Methodik zur automatischen Extraktion von Landmarken aus vorhandenen Geodatenbeständen entwickelt. Dabei wurden semantische sowie visuelle Attribute zur Identifikation von lokalen und globalen Landmarken verwendet. Das Verfahren variiert nur minimal v.a. bzgl. der Gewichtung der semantischen Attribute. Diese ist schwer zu quantifizieren, so dass hier Potential für Folgearbeiten besteht, die diesen Aspekt wissenschaftlich untersucht. Für eine pragmatische Nutzung reichen die entwickelten Verfahren jedoch aus und sind leicht parametrisierbar.

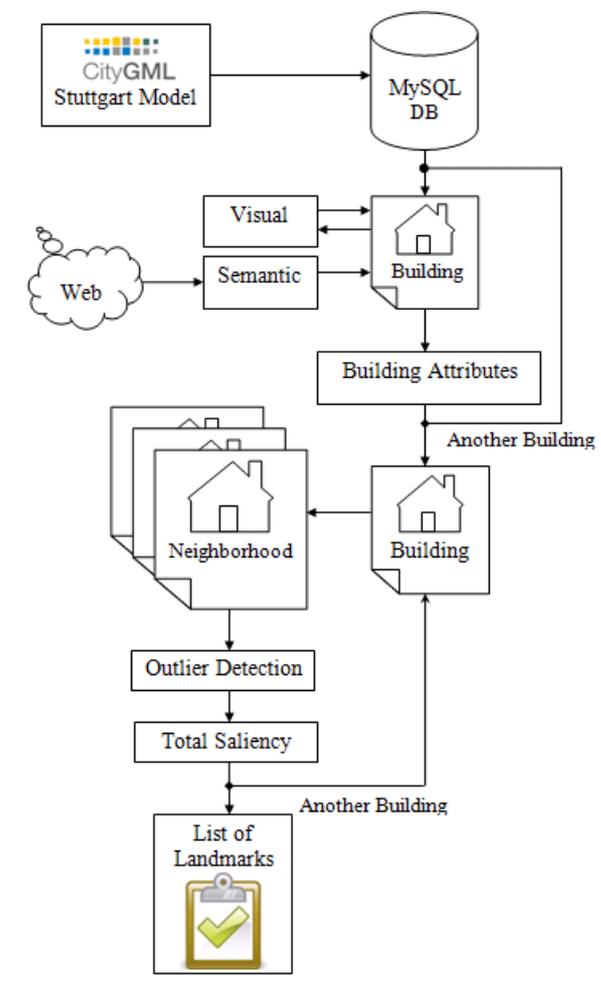


Abbildung 3: Identifikation von Landmarken

Die Gebäude werden im Kontext benachbarter Häuser betrachtet. Die Landmarken werden dabei zunächst unabhängig von einer gegebenen Route bestimmt. Das Verfahren wurde zu Testzwecken konzipiert, DV-technisch umgesetzt und bewertet.

Die Verfahren der FH Mainz wurden in das MoNa 3D-Framework integriert.

5.2.3 Landmarken zur Wegbeschreibung

Die Verwendung von Orientierungspunkten / Landmarken ist ein grundlegendes Konzept menschlicher Orientierung und Wegfindung. Die Bedeutung von Landmarken für die Navigation und Orientierung ist unbestritten und findet zunehmend Eingang in Geoinformationssysteme. Ein Navigationssystem, das seine Nutzer bestmöglich unterstützen will, sollte dieser Entwicklung Rechnung tragen. Essentiell ist ein Datensatz mit Landmarken für die Navigation. Hierzu gibt es zwei unterschiedliche Ansätze:

Points of Interest sind (in der Regel) manuell ausgewählte Objekte mit einer hohen Salienz (große Bedeutung als Orientierungspunkte). Diese Vorgehensweise ist vor allem aus dem Tourismusbereich bekannt, wo Karten mit hervorgehobenen Sehenswürdigkeiten lange Standard sind. Der Nachteil dieser Methode für den Einsatz außerhalb des Tourismussektors besteht darin, dass in Regionen, in denen keine Points of Interest festgelegt wurden, ein derartiges Routing nicht möglich ist.

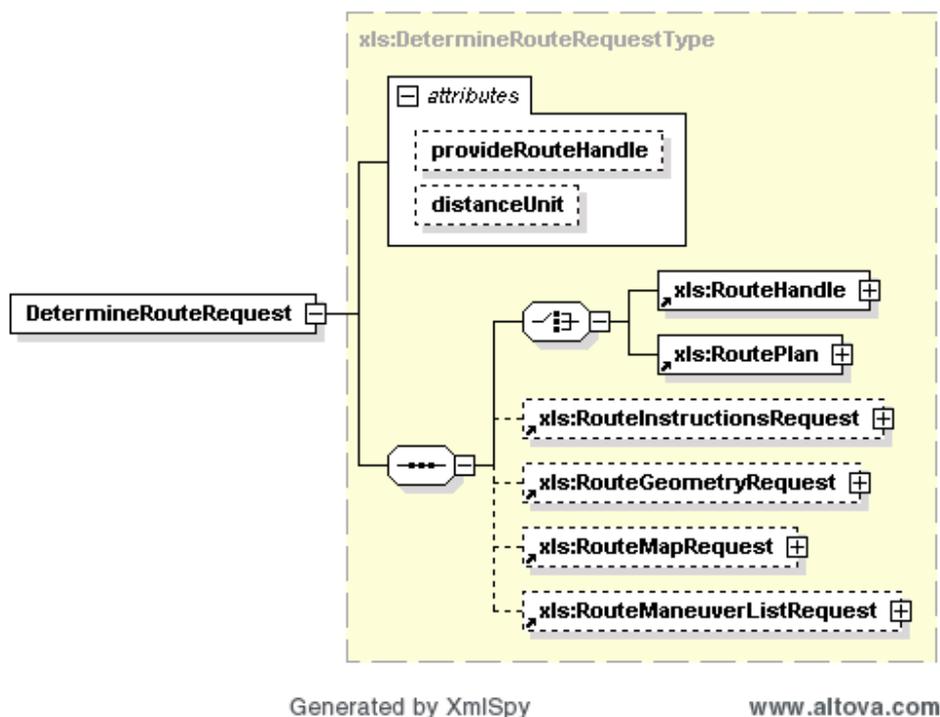
Dynamische Landmarken hingegen zeichnen sich dadurch aus, dass jedes beliebige Objekt eine potentielle Landmarke darstellt. Aufgrund eines Bewertungsschemas wird jedes Objekt hinsichtlich seiner Eignung als Orientierungspunkt überprüft und mit einem entsprechenden Wert versehen. Bei der Erstellung der Route sowie der Navigationsanweisungen werden dann an Entscheidungspunkten jeweils die Objekte mit der besten Bewertung ausgewählt und verwendet.

Für MoNa 3D wurde letzterer Ansatz ausgewählt, da der Vorteil der flächendeckenden Einsetzbarkeit den Nachteil der nicht immer einfachen Bewertung überwiegt. Daher wurde ein Tool implementiert, das - angelehnt an das von Raubal und Winter vorgeschlagene Bewertungsverfahren - allen Gebäuden eines Gebietes eine „Landmarkness“ zuweist.

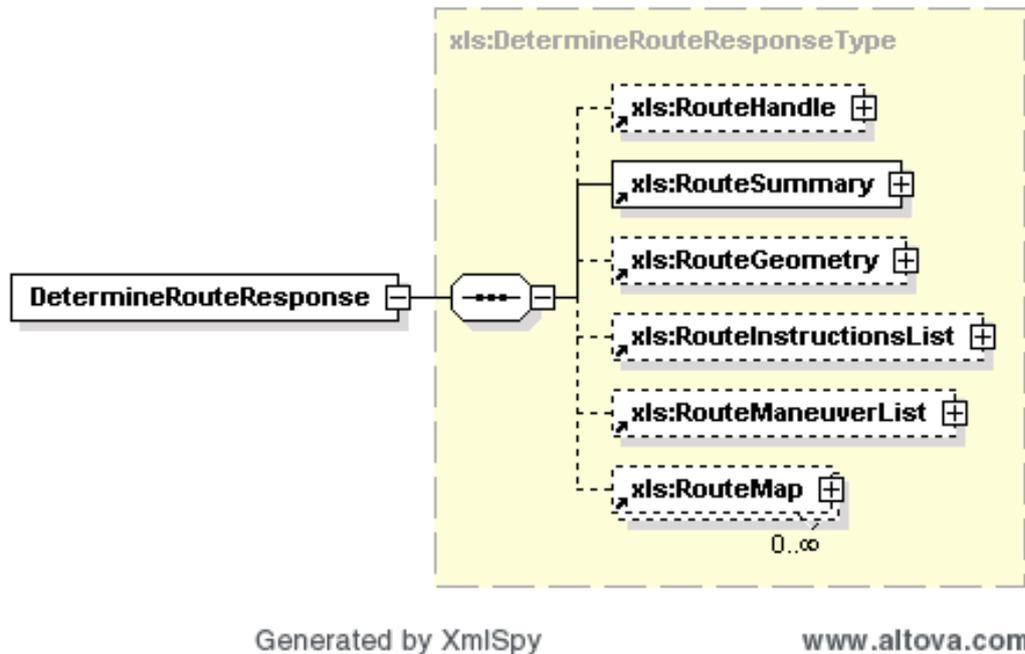
5.2.3.1 Konzeption Komponente Wegbeschreibung

Der Nutzer wird die Routenanfrage mit Hilfe des mobilen Clients spezifizieren. Die serverseitige Verwaltung wird anschließend die Routing-Komponente entsprechend abfragen. Zur Darstellung der Streckeninformationen werden in MoNa 3D formalisierte Informationen zur Route benötigt. Hierzu wurde in unserem Konzept die OpenLS Spezifikation wie im Folgenden erläutert erweitert.

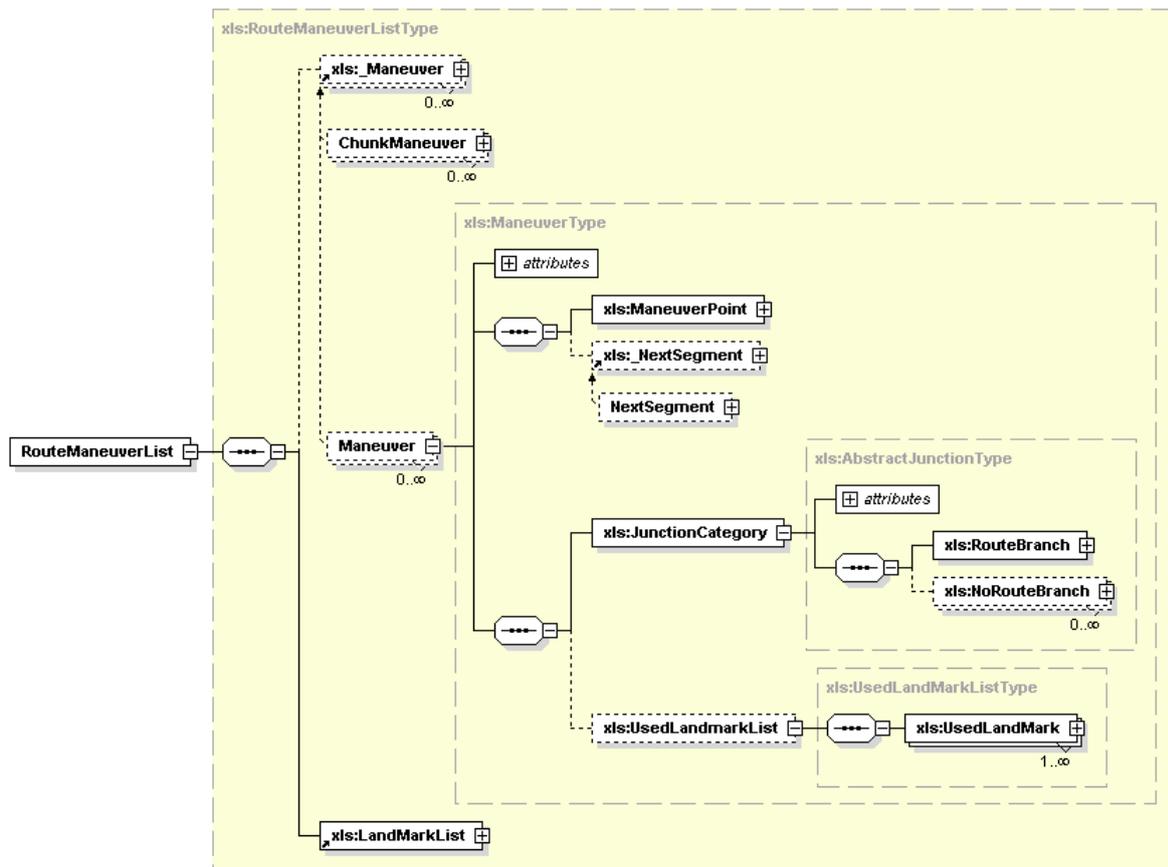
Bei einer Anfrage an den Route Service können gemäß der OGC OpenLS Spezifikation verschiedene Parameter bei einem Request angegeben werden. Neben den erforderlichen Parameter wie Start-/Zielpunkt und Fortbewegungsart, die im RoutePlan-Element enthalten sein müssen (siehe Abbildung 1), können im DeterminRouteRequest-Element optional angegeben werden ob Fahrhinweise (RouteInstructionsRequest), die Geometrie der Route (RouteGeometryRequest) und Karten mit der eingezeichneten Route (RouteMapRequest) mit zurückgegeben werden sollen. Neu wurde das optionale RouteManeuverListRequest-Element eingefügt. Über dieses Element kann gesteuert werden, ob für die berechnete Route auch weitere Informationen wie Landmarken und Informationen zu Kreuzungspunkten in der Antwort vom Route Service enthalten sind.



Laut der Spezifikation ist die Antwort des Route Service wie in obiger Abbildung zu sehen aufgebaut. Dabei sind, je nachdem ob sie angefordert wurden, die Fahrhinweise, Geometrie der Route usw. je in einem Element enthalten. Neu hinzugekommen ist das RouteManeuverList-Element.



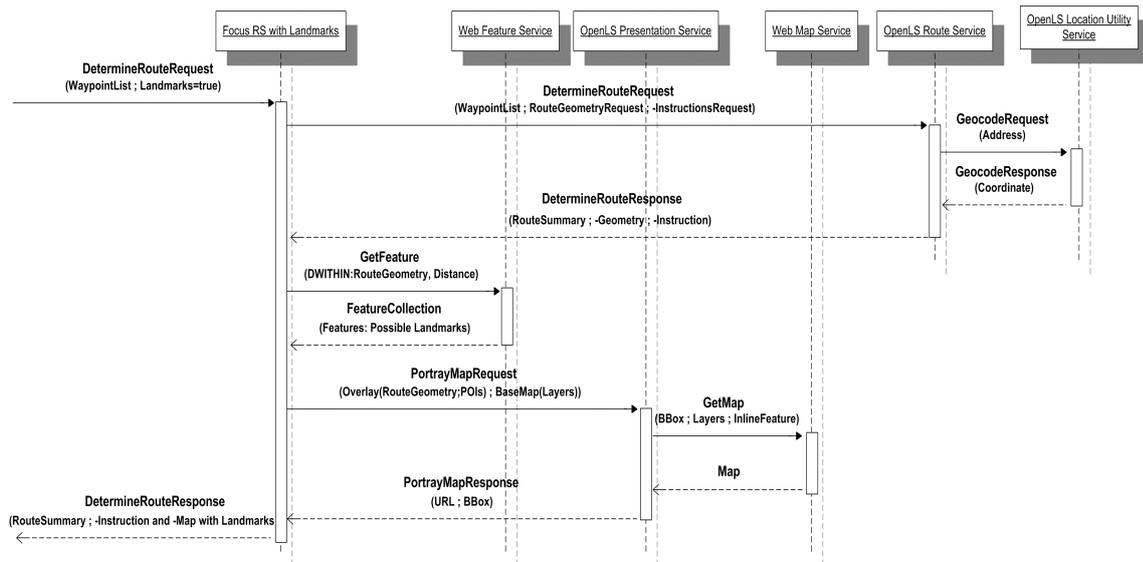
Im `RouteManeuverList`-Element sind dann die neuen Elemente mit den Informationen enthalten. Dazu zählen, wie in der dritten Abbildung zu sehen, die Maneuverliste (Element `Maneuver`) und die Landmarkenliste (Element `LandmarkList`). Die Besonderheit in der Maneuverliste ist, dass in jedem Manöver zum Einen das Kreuzungselement (Element `JunctionCategory`) und zum Anderen die entsprechenden Landmarken (Element `UsedLandmarkList`) enthalten sind.



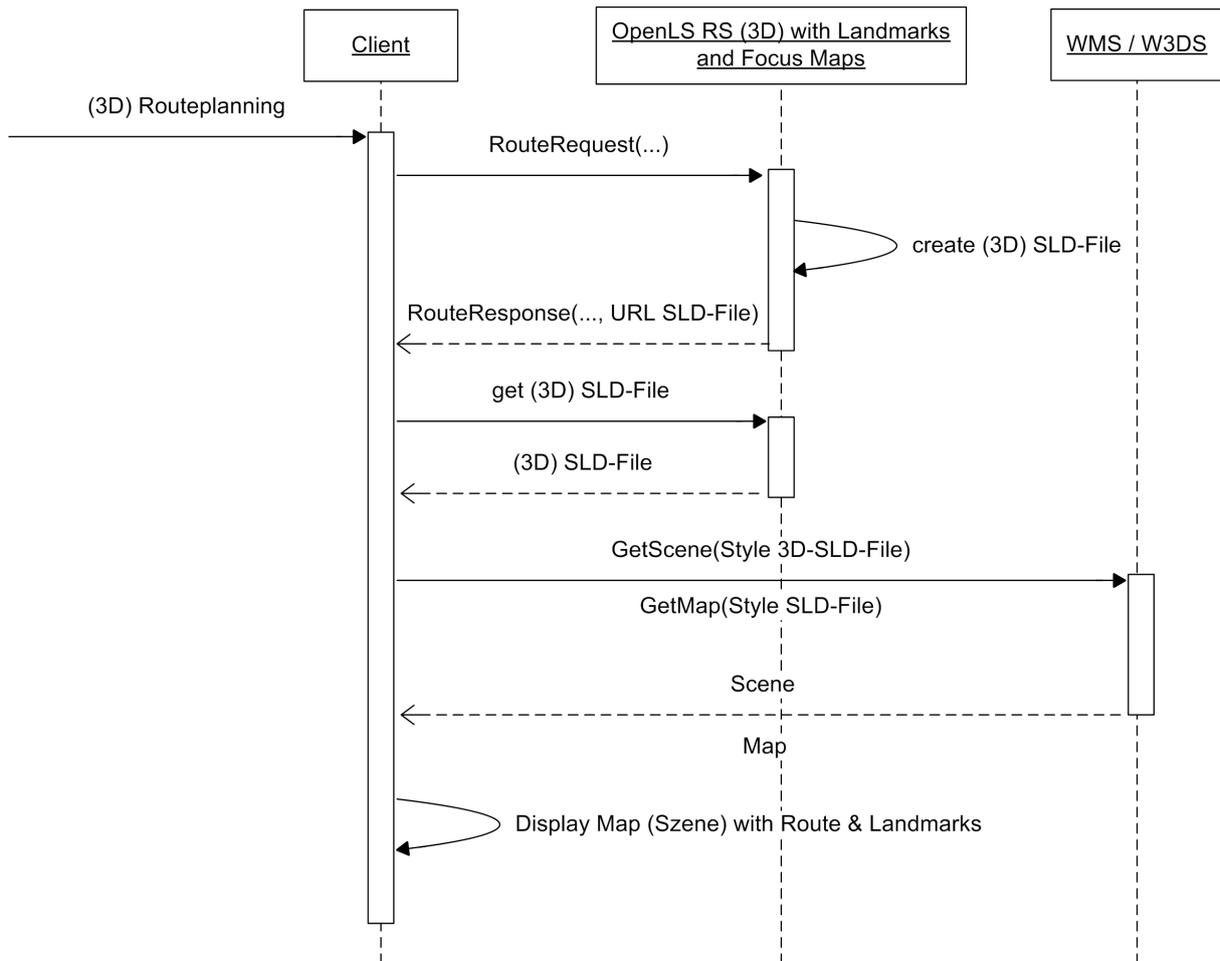
Wie in den UML-Diagrammen zu sehen, wird jeweils nur ein optionales Element in das Request- oder Response-Element der Route Service Spezifikation hinzugefügt. Die eigentliche Funktionalität des Service ändert sich dabei also nicht. Der Hauptvorteil von unseren Erweiterungen liegt darin, dass andere Programme oder Anwendungen ihre eigenen Fahrmanöver generieren können ohne sich dabei um die eigentliche Routenplanung kümmern zu müssen.

Die Angabe von Manövern und Landmarken erfolgt derart, dass aus den vom Route Service übermittelten Informationen nicht nur Sprache, sondern auch geometrische Repräsentationen (Pfeile, Symbole) generiert werden können. Dadurch kann nicht nur die sprachliche und/oder textliche Ausgabe der Routenanweisungen aufgewertet werden, sondern auch visuelle Hilfen angeboten werden.

Der Ablauf der Einbindung von Landmarken in den Route Service und v.a. von für die mobile Nutzung optimierte Fokussierung auf das Gebiet entlang der Strecke wird im folgenden UML Sequenzdiagramm dargestellt.



Dabei wird das Beispiel zunächst noch auf die 2D Übersichtskarte bezogen, kann aber wie folgende Abbildung zeigt einfach in das 3D Szenario eingebettet werden (die interne Funktionsweise des OpenLS RS 3D mit Landmarken und Fokussierung wird der Übersichtlichkeit wegen nicht nochmals dargestellt).



Mit der vorgelegten Lösung konnten wird die mangelhafte Unterstützung bzgl. Landmarken der OpenLS Spezifikation in weiten Teilen ausräumen konnten. Durch die Hinzunahme der optionalen Elemente wird die Basisfunktionalität nicht beeinträchtigt, aber dennoch die Möglichkeit einer umfassenderen und flexibleren Handhabung der Routenanweisungen auf eine interoperable Weise ermöglicht.

5.2.3.2 Entwicklung Komponente Wegbeschreibung

Das in Punkt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben Konzept wurde DV-technisch umgesetzt, sowie die Komponenten der FH Mainz und der HFT Stuttgart miteinander integriert.

Bei einer Routenanfrage eines Nutzers werden Ort, Straßennamen und Hausnummern mit Hilfe einen Geocoders in Koordinatenwerte umgewandelt. Mehrdeutigkeiten werden durch

Rückfragen aufgelöst. Die Koordinatenwerte werden für die Abfrage des Open Location Services (Geocoder) verwendet. Dieser liefert eine standardkonforme Rückmeldung, bei der anstelle der traditionellen Anweisungen landmarkenbasierte Informationen enthalten sind.

```

1 .....
2 <xls:RouteInstructionsList xls:lang="en">
3   <xls:RouteInstruction duration="PT0S" description="Action No. 1">
4     <xls:Instruction>You start on Rheiner Landstrasse</xls:Instruction>
5     <xls:distance value="0" uom="KM"/>
6   </xls:RouteInstruction>
7   <xls:RouteInstruction duration="PT25S" description="Action No. 2">
8     <xls:Instruction>
9       Drive straightforward on: Rheiner Landstrasse for 0.4 KM - approx ~1 minute(s)
10    </xls:Instruction>
11    <xls:distance value="0.4" uom="KM"/>
12  </xls:RouteInstruction>
13  <xls:RouteInstruction duration="PT49S" description="Action No. 3">
14    <xls:Instruction>
15      Drive right at the stop sign on: Augustenburger Strasse for 0.7 KM - approx ~1 minute(s)
16    </xls:Instruction>
17    <xls:distance value="0.7" uom="KM"/>
18  </xls:RouteInstruction>
19  <xls:RouteInstruction duration="PT0S" description="Action No. 4">
20    <xls:Instruction>You arrived at destination</xls:Instruction>
21    <xls:distance value="0" uom="KM"/>
22  </xls:RouteInstruction>
23 </xls:RouteInstructionsList>
24 .....
```

Beispiel einer OpenLS konformen Rückgabe der Wegbeschreibung inklusive Landmarke.

5.2.3.3 Evaluation

Die DV-technischen Umsetzungen wurden evaluiert. Die AG Zipf testete die eigenen Entwicklungen im Bereich der Landmarken (vgl. Abbildung 4) am Beispiel Heidelberg.

Zur Bewertung werden geometrische Eigenschaften (Maximalwerte und Abweichungen vom Mittelwert) der Gebäude wie Grundfläche, Höhe und Volumen, die semantische Bedeutung des Objekts basierend auf der Gebäudenutzung sowie die strukturelle Lage in Relation zum Straßennetzwerk herangezogen. Ein Beispiel wird in Abbildung 13 gezeigt. Grüne Gebäude sind dabei besser als Landmarke geeignet als orangefarbene.



Abbildung 4: Graduelle Bewertung der Gebäude bzgl. Ihrer Eignung als Landmarke im Innenstadtbereich von Heidelberg

5.2.4 3D Visualisierungsdienst W3DS

Das Ziel des OGC Web 3D Service (W3DS) besteht darin interaktive 3D-Web-Anwendungen wie virtuelle Überflüge, virtuelle Globen und Informationssysteme im Internet, die 3D-Landschafts- und Stadtmodelle verarbeiten, zu ermöglichen. Die eingesetzten Formate ermöglichen realistische Szenendarstellungen durch die Anwendung von Texturen, Materialien, Animationen, Detailstufen (LODs), Licht, Sound, und anderen visuellen Effekte. Die Inhalte können mit der von virtuellen Globen gewohnten Interaktivität in existierende Anwendungen integriert werden. Sie können vor allem auch mit lokalen Daten kombiniert werden, um echte GIS-Analysen und komplexe Anwendungs-Workflows im Intra- und Internet zu ermöglichen. Beispielsweise kann ein geplantes Gebäude in eine Szene platziert werden, die von einem W3DS geliefert wird, der von einer Kommune gepflegt wird. Dynamisch können dabei Dienste mehrere Anbieter kombiniert werden. Auf die Sachdaten kann zugegriffen werden.

Der W3DS kann auf zwei Arten verwendet werden. Eine Möglichkeit ist, für ein bestimmtes Gebiet eine komplette 3D-Karte zu generieren. Diese Karte lässt sich in einem Browser oder anderen üblichen 3D-Viewer Programmen darstellen und lässt sich auch einfach mit Web-Portalen verlinken, da die 3D-Karte durch einen einzigen Hyperlink definiert werden kann. Vordefinierte Kamerapositionen und Navigationsmodi erleichtern die Benutzung. Die zweite Möglichkeit besteht darin, den W3DS als Streaming-Server zu verwenden (ähnlich zu Google Earth, aber auf nicht-proprietäre Weise) und die benötigten Geodaten Kachel für Kachel und Ebene für Ebene zu laden. Derzeit unterstützt der prototypische W3DS-Client Xnavigator dieses Streaming-Schema. Durch die laufende Steigerung der Rechenleistung der Clients und der Bandbreite können auch die zukünftig komplexeren 3D-Modelle derart angeboten werden. Weitere Features des W3DS beinhalten explizite Unterstützung mehrere Detailstufen (LODs) und der unten erläuterten vom Nutzer definierbaren Visualisierungsoptionen sowie Zugriff auf historische Modelle über eine temporale Komponente.

Der in der AG Zipf realisierte W3DS Server dient als Referenzimplementierung der W3DS Serverschnittstelle zum Austausch von 3D Geodaten. Der W3DS (Web 3D Service) hat das Ziel, die Basistechnologien für eine offene 3D Geodaten-Infrastruktur zu schaffen. Die Offenlegung und Verbreitung von Standards in diesem Bereich ist wichtig, um Anwendern und Datenanbietern in Zukunft ohne größeren Implementierungsaufwand zu ermöglichen, sich in eine solche Infrastruktur einzuklinken.

5.2.5 3D Symbology Encoding / 3D Styled Layer Descriptor (3D SE/3D LSD)

Hierbei handelt es sich nicht um einen Web-Dienst, sondern um ein in der AG Zipf entwickeltes ergänzendes Profil auf Basis des OGC Symbology Encoding. 3D SE basiert auf dem bisherigen OGC Symbology Encoding (SE) bzw. Styled Layer Descriptor (SLD) und bietet somit alle dort spezifizierten Optionen zur Darstellung von Punkt-, Linien- und Flächenobjekten, Schrift, inklusive der Selektionsmechanismen (thematisch, geometrisch, topologisch) des vom WFS bekannten OGC Filter Encoding. Neben direkt vom W3DS angebotenen Stilvarianten (Server Styles) ist es vor allem möglich, dass der Nutzer (bzw. Client) selbst on the fly eigene Stile definiert (UserStyles) und die entsprechenden Layer in einem gewünschten Styling anfordert. Beispielsweise ermöglicht dies analog zum WMS in einer 3D-Szene Daten von ver-

schiedenen W3DS-Diensten zu integrieren und per 3D SE einheitlich darzustellen. Auch Klassifikationen gemäß der Ausprägung von Attributdaten können realisiert werden. Zusätzliche Erweiterungen betreffen z.B. die Platzierung, Transformation und Rotation von Objekten für alle drei Koordinatenachsen, Symbolizer zum analytischen Styling von Geländemodellen, das Einbinden von externen 3D-Objekten in die Szene, sowie die Beschreibung von komplexen Oberflächenmaterialien inklusive Reflexionseigenschaften und weiteren Optionen. Diese Technologie wird in MoNa 3D eingesetzt, um die Visualisierungsdarstellung in 3D für den W3DS zu spezifizieren.

5.2.6 Synthetische Fassadentexturen

In diesem Arbeitspaket wurde ein Verfahren zur Generierung synthetischer Fassadentexturen entwickelt. Eine kostengünstige und effiziente Methode zur Erzeugung realitätsnaher Gebäudemodelle, die kompakt beschrieben und übertragen werden können, steht somit zur Verfügung. Hauptaugenmerk galt dabei der Modellierung von Gebäuden, bei denen es sich nicht um Landmarken handelt, aber auch bei denen können die Verfahren unter anderem zur Speichereduktion eingesetzt werden. Dieses Verfahren wird in gemeinsamen Publikationen und dem Endbericht der HfT Stuttgart genauer beschrieben.

5.2.7 Präsentation auf dem mobilen Endgerät

Auf dem mobilen Endgerät erfolgt neben der Darstellung der verbalen Routenbeschreibung (Navigationsanweisungen) eine 3D-Darstellung der Route in der Szene. Die 3D-Karten der Szene können sich dabei auf einem zentralen Navigationsserver, der alle notwendigen Informationen dem mobilen Endgerät zur Verfügung stellt, oder lokal auf dem mobilen Endgerät befinden. Bei einem Online-Zugriff kann eine komprimierte Datenübertragung auf der Basis eines Delphi-Algorithmus zur progressiven Datenübertragung verwendet werden.

5.2.7.1 Präsentationsmanager

Der Präsentationsmanager bereitet die Daten für das mobile Endgerät auf. Hierzu zählt die ausgabenspezifische Darstellung der Navigationsanweisungen und der 3D-Daten.

Bei einer lokalen Datenhaltung der Szenendaten übernimmt der Client bei den prototypischen Umsetzungen die Aufgaben des Präsentationsmanagers. Die Daten liegen dann bereits passend gekachelt zur Darstellung vor (jeweils 6 Kacheln werden bei den DV-technischen Umsetzungen in Abhängigkeit von der Position des Benutzers und dessen Sichtrichtung bestimmt) und ein direkter Zugriff auf den OpenLS-Service erfolgt (URL muss in diesem Fall bekannt sein, der Kommunikationsaufwand wurde hier entsprechend reduziert), dessen Rückmeldung wird geparkt und entsprechend genutzt. In diesem Fall berechnet der Client auch direkt die 3D-Repräsentation der Strecke (die entsprechend gekachelt und zur Visualisierung genutzt wird). Der Präsentationsmanager wird in diesem Dokument auch als serverseitige Verwaltung bezeichnet. Er greift bei einem Online-Zugriff auf die Dienste zu.

5.2.7.2 Navigationsserver

Die Aufgabe des Navigationsservers war die Bereitstellung der inkrementellen Wegbeschreibungselemente zur Navigation für das mobile Endgerät. Bei einer lokalen Datenhaltung der Szenenbeschreibung wird lediglich die Routenbeschreibung benötigt, die bereits komplett dem Client übertragen werden kann. Eine inkrementelle Bereitstellung der Daten ist nicht erforderlich. Bei einer Online-Datenhaltung wird die Routenbeschreibung vom Präsentationsmanager komplett abgerufen. Die entsprechende SLD wird an den Web 3D Service mit entsprechender Szenenauswahl übergeben. Die Daten der entsprechenden Kacheln enthalten bereits eine 3D-Repräsentation der (Teil-)Route, die anschließend mit den Szenendaten aufbereitet und dem Client vom Präsentationsmanager zur Verfügung gestellt werden können.

5.2.7.3 Komprimierte Datenübertragung

Um die zur Verfügung stehende Kommunikationsbandbreite zwischen Endgerät des Nutzers und den MoNa 3D-Diensten möglichst optimal ausnutzen und den Speicherbedarf insgesamt in einem MoNa 3D-System reduzieren zu können, kann ein Delphi- Kompressionsverfahren eingesetzt werden (vgl. Bericht HfT Stuttgart).

5.2.7.4 Mobiles Endgerät

Auf dem mobilen Endgerät erfolgt eine Darstellung der Routenbeschreibung sowie einer 3D-Repäsentation des Weges. In MoNa 3D wurden hier zwei Ansätze verfolgt. Zum einen wurden Clients in Java Micro Edition realisiert und zum anderen eine Lösung mit Hilfe von Shadern auf der Basis von OpenGL ES realisiert. Eine direkte Nutzung mit Shadern in Java ME war in MoNa 3D aufgrund fehlender Unterstützung bei Hardware und Emulatoren nicht möglich.

Der Java ME-Client wurde von den Partner der Hochschule Stuttgart entwickelt und von diesen auf dem Nokia E71 sowie einem Emulator auf dem PC getestet. Er ermöglicht die Darstellung beliebig großflächiger Szenen (jeweilige Darstellung von sechs Kacheln in der Nähe und Sicht des Nutzers), die Spezifikation einer Streckenanfrage durch den Nutzer (Mehrdeutigkeiten bei Anfragen werden durch einen Geocoder entdeckt) sowie die Darstellung der Route und Anweisungen.

5.2.8 Qualitätssicherung

Neben der Überprüfung der Konzepte wurden auch ausführliche Software-Tests durchgeführt. Es wurde ein Testumfeld mit adäquaten Datenbeständen für die ausgewählten Szenarien und auch für ein Gebiet von München aufgebaut (inklusive Installation entsprechender Datenbanken und Softwarekomponenten als auch das Beschaffen, Konvertieren und Integrieren der benötigten Datenbestände). Dieses wurde zur Validierung der Prototypen in Laborumgebungen als auch zu Demonstrationen der Szenarien genutzt.

Bereits bei der Konzeption der Schnittstellen und Komponenten wurde auf eine einfache Erweiterbarkeit geachtet, um im Laufe des Projekts auftretende neue Anforderungen (unter anderem als Ergebnis von Evaluierungen) berücksichtigen zu können.

Die Tests der Softwarekomponenten fanden aufgrund des Softwareentwicklungsprozess XP parallel zur Programmierung statt. Team-Mitglieder waren bei Meetings des OGCs, um die Erkenntnisse aus MoNa 3D in die Standardisierungsprozesse einbringen zu können.

5.2.9 Evaluierung des Gesamtsystems

Die Konzepte und Implementierungen wurden in dem im Abschnitt Szenarienauswahl spezifizierten Szenario getestet. Bei Präsentationen von MoNa 3D zeigte sich, dass die Dienste von MoNa 3D auch in anderen Bereichen von Interesse sein könnten. So kann die Landmarkenbestimmung auch zur Identifizierung wesentlicher Gebäude genutzt werden, die bei der Abnahme von Datenmodellen mit besonders großer Aufmerksamkeit betrachtet werden können.

5.2.10 Abschlussbericht, Dokumentation und wissenschaftliche Publikationen

Die Dokumentationen wurden abgeschlossen. Es fand ein Abschluss-Workshop mit den Teilnehmern des Verbundvorhabens statt. Eine Dokumentation (unter anderem auch bezüglich der Erweiterungs- und Konfigurationsmöglichkeiten) wurde im gemeinsam aktualisierten Wiki-System erfasst. Die wissenschaftlichen Publikationen werden in Kapitel 8 sowie in Anhang 4 als Bestandteil des Abschlussberichts aufgelistet.

6 Voraussichtliche Nutzung, insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse und der Erfahrung

Die Ergebnisse von MoNa 3D werden aktuell in der Lehre eingesetzt. Die DV-technischen Umsetzungen dienen der Demonstration von Verfahren. Kleine Prototypen illustrieren die Themengebiete, z. B. die Generierung von Navigationsanweisungen, die Hauptumsetzung hingegen, wie diese Komponenten im größeren Kontext praxisnah eingesetzt werden können. MoNa 3D wird darüber hinaus im Rahmen von unter anderem Studienarbeiten noch weiter ausgebaut werden.

Wesentliche Ergebnisse von MoNa 3D sind im Rahmen von Papern veröffentlicht worden. Ein direkter Verkauf der Software ist nicht vorgesehen. Das aufgebaute Wissen und die Umsetzungen werden jedoch helfen weitere Projekte zu akquirieren.

Die Komponenten von MoNa 3D sind aber nicht nur Kernpunkte zur Entwicklung von Navigationssystemen der nächsten Generation. Sie können auch zur Optimierung weiterer Prozesse eingesetzt werden. So wird aktuell mit der Firma Tele Atlas über den Einsatz der Landmarkenerkennung zur Abnahmeunterstützung von Datenerfassungsaufträgen diskutiert.

Während der Laufzeit von MoNa 3D wurde ein 3D-Stadtmodell der Stadt Stuttgart vom Stadtmessungsamt Stuttgart dem MoNa 3D-Team zur Verfügung gestellt. Drittmittel wurden ansonsten keine eingeworben.

Wir sind überzeugt, dass in MoNa 3D sehr innovative Konzepte erstellt worden sind, die zusammen und auch separat eine Verwertung in der Lehre sowie in zukünftigen Projekten, im Besonderen im Hinblick auf deren Akquise, ermöglichen werden.

7 Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordene Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit von MoNa 3D gab es einige Fortschritte in verschiedensten Themengebieten von MoNa 3D. In den Bereichen 2 und 4.2 wurde bereits auf Entwicklungen und Veröffentlichungen verwiesen. Diese werden hier zusammenfassend noch einmal betrachtet.

Nurminen hat auf der Web3D 2007 „Mobile, Hardware-accelerated urban 3D maps in 3G networks“ vorgestellt sowie in „Mobile 3D City Maps“ einen Ansatz für lebende mobile 3D-Städte präsentiert. Elias und Paelke haben verschiedene Darstellungsformen von Landmarken in mobilen Karten in „User-centred design of landmark visualizations“ untersucht. Zudem gab es in „Embodied interaction with 3D vs. 2D mobile map“ eine Untersuchung zur Interaktion mit 2D- und 3D-Karten.

Glander und Döllner haben in „Techniques for Generalizing Building Geometry of Complex Virtual 3D City Models“ ein Generalisierungsverfahren für 3D-Stadtmodelle vorgestellt.

Matthias Trapp und Jürgen Döllner haben in „Automated Combination of Real-Time Shader Programs“ ein Verfahren zur Kombination von Shader-Programmen vorgestellt. Im Java Specification Requests 297 wird die ursprüngliche Version von M3G erweitert und die Nutzung von Shadern ermöglicht.

Die Firma Navteq hat ein Patent zum Thema „Method of collecting information for a geographic database for use with a navigation system“ (Pub. No.: US 2008/0319646 A1) eingereicht.

Elias und Paelke sowie Peters und Richter haben in „User-Centred Design of Landmark Visualizations“ bzw. in „Enhancing Wayfinding Abilities in a Large-Scale Virtual City by Schematization“ Aspekte bezüglich der Anwendung von Landmarken für die Wegfindung sowie deren Darstellung und Einbindung in Fahrhinweisen untersucht.

Weiterhin sind die ersten Navigationssysteme mit 3D-Darstellungen von Stadtbereichen auf dem Markt erschienen. Hierzu zählt das Navigon 8410.

Die Fortschritte hatten keinen direkten Einfluss auf die Ergebnisse von MoNa 3D.

8 Erfolgte und geplante Publikationen der Ergebnisse

Die Publikationen sind detailliert im Anhang 4 dieses Schlussberichtes aufgeführt. Hier eine Kurzaufzählung:

- Schulz, T.; Coors V.; Neis, P.; Bauer M.; Zipf, A. (2009): Mobile Navigation mit 3D-Stadtmodellen. Fachgespräch „Ortsbezogene Anwendungen und Dienste“. GI-Fachgruppe KuVS. Bonn
- Bauer, M.; Coors, V.; Schulz, T.; Zipf, A.(2008): Zur Nutzung von 3D-Stadtmodellen für mobile Navigationssysteme. GI Days 2008. Interoperability and spatial processing in GI applications, Münster
- Coors, V. (2008): Synthetic Textures for 3D Urban Models in Pedestrian Navigation. Branki et al.: Techniques and Applications for mobile Commerce, Proceedings of TAMoCo 2008, IOS Press, 46-53
- Coors, V.; Zipf, A. (2007): MoNa 3D --- Mobile Navigation using 3D City Models. LBS and Telecartography 2007. Hongkong
- Neis, P. and Zipf, A. (2008): Generating 3D Focus Maps for the (mobile) Web - an interoperable approach. In: International Journal of Location Based Services (JLBS). Vol. 2, Issue 2.
- 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.
- Neis, P., Weber, C., Zipf, A. (2007): Using Landmarks for OpenLS Route Services. A technical architecture based on OGC Web Services (OWS). GeoInformatics-Forum Salzburg. Geospatial Crossroads. Salzburg. Austria.

- Bauer, M., P. Neis, C. Weber, A. Zipf (2007): Kontextabhängige Landmarken für mobile 3D Navigationsanwendungen. In: 4. Fachgespräch: Ortsbezogene Anwendungen und Dienste. LMU München.
- Neis, P. and Zipf, A. (2007): Realizing Focus Maps with Landmarks using OpenLS Services. 4th International Symposium on LBS and Telecartography 2007. Hongkong.

Anlage 1 zum Schlussbericht: Kurzfassung des Schlussberichts

Die Projektinformationen dienen als Grundlage für mögliche Publikationen mit dem Ziel Interessantes für den wissenschaftlichen Fortschritt und anschauliche Ergebnisse zur Lösung von Problemen in kurzer Form allgemein verständlich darzustellen, um somit die positive Wirkung der BMBF-Förderung zu zeigen.

Titel des Forschungsvorhabens: 3D-Stadtmodelle für mobile Navigationssysteme (MoNa 3D)	
Förderkennzeichen: 17 74 A 07	Zuwendungsempfänger: Fachhochschule Mainz
Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Zipf, Fachhochschule Mainz	
Kontakt (Anschrift, Telefon, Fax, eMail): Prof. Dr. Alexander Zipf, Seit 10/2009: Universität Heidelberg Geographisches Institut Telefon: 06221 54 5533 Fax: 06221 54 3996 Email: zipf@uni-heidelberg.de	
Ausgangssituation bei Projektbeginn / praxisrelevante Problemstellung: Wegbeschreibungen damaliger Navigationssysteme enthielten zumeist lediglich Richtungs- und Entfernungsangaben sowie als visuelle Unterstützung eine 2D-Karte. Aktivierbare 3D-Ansichten lieferten keine echte 3D-Darstellung sondern üblicherweise eine 2D-Karte, die vertikal gesenkt dargestellt wurde. Entscheidend ist aber nicht nur eine 3D-Visualisierung zur besseren Orientierung des Nutzers, sondern die Kombination mit einer intuitiveren Wegbeschreibung, die visuelle Landmarken berücksichtigt. Dies war und ist bis heute in kommerziellen Systemen nicht verfügbar. Zudem wurden offene Schnittstellen des OGCs kaum berücksichtigt.	
Konkrete Ergebnisse des Forschungsprojektes: Von der FH Mainz wurden OGC-konforme Routenplaner und Geocoder entwickelt, die sowohl auf amtliche Geodaten, als auch von Web 2.0 Communities erzeugte Geodaten verarbeiten, für das Routing aufbereiten und mit erweiterten textuellen Routinganweisungen versehen als XMI-Dokument ausgeben können. Diese wurde um 3D erweitert, so dass sie auch mit der im Projekt von der FH Mainz aufgebauten OGC-konformen GDI, insbesondere dem neu konzipierten und erweiterten „Web 3D Service“ (W3DS) zusammenarbeiten können, um auf offenen Standards basierende 3D-Routenanweisungen zu erzeugen (sprachlich und graphisch). Hierbei werden v.a. automatisch identifizierte Landmarken in die 3D Wegbeschreibung integriert, so dass ein deutlicher Mehrwert gegenüber herkömmlichen Systemen entsteht. Die verschiedenen Verfahren wurden in einem Framework integriert und evaluiert.	
Innovationsgrad der Ergebnisse / Vorteil gegenüber Konkurrenz: Erstmals wird in MoNa 3D eine effiziente 3D-Visualisierung und eine landmarkenbasierte Wegbeschreibung kombiniert, aber auch die Einzelkomponenten von MoNa 3D bieten Vorteile. Die Landmarkenidentifikation bietet einen sehr praxisnahen Ansatz. Die landmarkenbasierte Routenbeschreibung ist für den Nutzer besonders intuitiv. Insbesondere die erstmals in einem solchen System implementierte, evaluierte und weiterentwickelte OpenGIS Location Services (OpenLS) Spezifikation bietet Vorteile bzgl. Flexibilität, Modularisierung, Wiederverwertbarkeit und Austauschbarkeit. Des Weiteren sind die effizienten Visualisierungstechniken bezüglich der Gebietsausdehnung nicht beschränkt, was in Folgearbeiten wie OSM-3D.org in einem Web-Kontext gut gezeigt werden konnte.	
Konkrete praktische Anwendungsmöglichkeiten der Vorhabensergebnisse: Mit MoNa 3D wird die Navigation des Nutzers auch auf der letzten Meile, zum Beispiel vom Parkplatz zum eigentlichen Ziel als Fußgänger, unterstützt. Eine realitätsnahe 3D-Darstellung der Umgebung auf der Basis virtueller Stadtmodelle unterstützt dabei die Orientierung des Nutzers. Darüber hinaus bieten kognitiv adäquate Routenbeschreibungen unter Berücksichtigung von Landmarken weitere Orientierungsmöglichkeiten. Auch Fahrzeugnavigationssysteme profitieren von dreidimensionalen Stadtmodellen, bei denen unter anderem Tunnel, Brücken und Unterführungen bekannt sind. Die Einzelkomponenten können auch in anderen Anwendungsgebieten (z.B. Katastrophenmanagement, ...) genutzt werden.	
Kooperationspartner: Hochschule für Technik Stuttgart, Tele Atlas Deutschland GmbH, Navigon AG, GTA Geoinformatik, Heidelberg mobil GmbH, HFT Stuttgart	
Kooperierende Ämter und Verbände: InGeoForum e.V., Stadtmessungsamt Stuttgart	
Patente/Schutzrechanmeldungen aus dem Forschungsvorhaben: Für die in MoNa 3D entwickelten Konzepte, Verfahren und Komponenten wurden keine Patente und Schutzrechte beantragt.	
Zur Veröffentlichung der Informationen bezüglich des o.a. Forschungsvorhaben erklären wir hiermit unser Einverständnis. 	
Heidelberg, 02.02.2011	
Ort, Datum	Unterschrift

Anlage 4 zum Schlussbericht: Berichtsblatt für Publikationen

1. ISBN oder ISSN /	2. Berichtsart Veröffentlichung
3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Mobile Navigation mit 3D-Stadtmodellen	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens September 2009
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Schulz, Thorsten; Bauer, Michael; Coors, Volker; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum September 2009
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 166 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 8
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 6
	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 8
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Ortsbezogene Anwendungen und Dienste, Fachgespräch der GI-Fachgruppe KuVS 2009, Bonn, 10. September 2009	
18. Kurzfassung Eine klassische Form der Darstellung und Beschreibung von Routen mittels 2D-Karten mit Richtungs- und Entfernungsangaben ist im urbanen Raum nicht optimal. Im Besonderen auf der letzten Meile des Nutzers kann ein 3D-Stadtmodell auf einem mobilen Endgerät die visuelle Orientierung unterstützen, die Berücksichtigung von dreidimensionalen Gegebenheiten (Unterführungen, Tunnel, etc.) ermöglichen und zu intuitiveren Wegbeschreibungen führen. Um 3D-Stadtmodelle derartig nutzen zu können sind aufgrund der Ressourcenlimitierung Speicheroptimierungen (im Besonderen im Bereich Texturen) zu berücksichtigen, 3D-Landmarken für optimierte Wegbeschreibungen zu identifizieren und zu verwenden, die 3D-Daten zu visualisieren sowie der Datenaustausch bei einer verteilten Lösung in einer Dateninfrastruktur festzulegen. Die Autoren haben daher in diesem Paper integrierte Verfahren für synthetische Texturen, ein landmarkenbasiertes Routing und eine mögliche 3D-Visualisierung im Kontext einer OGC-konformen Geodateninfrastruktur vorgeschlagen, wie sie im Projekt „Mobile Navigation 3D“ eingesetzt werden. Zudem wurde ein Ausblick gegeben.	
19. Schlagwörter mobile Navigation, 3D-Stadtmodelle, Landmarken, synthetische Texturen, Geodateninfrastrukturen, mobile 3D-Visualisierung	
20. Verlag /	21. Preis /

*) Auf das Förderkennzeichen und die Förderung durch das BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

1. ISBN oder ISSN /	2. Berichtsart Veröffentlichung
3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Zur Nutzung von 3D-Stadtmodellen für mobile Navigationssysteme	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Juni 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Bauer, Michael; Coors, Volker; Schulz, Thorsten; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum Juni 2008
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 166 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 23
	12. Literaturangaben 42
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 8
	16. Zusätzliche Angaben /
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) GI Days 2008: Interoperability and spatical processing in GI applications, Münster, 2008	
18. Kurzfassung Mit Hilfe von Wegbeschreibungen mittels Landmarken (für intuitivere Anweisungen) und synthetischen Texturen (Kosten- und Speicherreduktion) im Kontext von 3D-Stadtmodellen können Probleme, die aktuelle mobile Navigationslösungen bei der Wegfindung auf der „letzten Meile“ noch haben, adressiert werden. In diesem Paper wurden entsprechende Konzepte und Umsetzungen aus MoNa 3D zur Verwirklichung von landmarkenbasiertem Routing in einer GD1 und Methoden zur effizienten Erfassung, Beschreibung und Nutzung von synthetischen Texturen vorgestellt.	
19. Schlagwörter Landmarken, synthetische Texturen	
20. Verlag /	21. Preis /

1. ISBN oder ISSN 1586038265	2. Berichtsart Veröffentlichung
3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Synthetic Textures for 3D Urban Models in Pedestrian Navigation In: Techniques and Applications for Mobile Commerce: Proceedings of TAMoCo 2008 - Volume 169 Frontiers in Artificial Intelligence and Applications (S. 46 – 53)	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Januar 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Coors, Volker	6. Veröffentlichungsdatum Januar 2008
	7. Form der Publikation Tagungsband
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 8
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 14
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 3
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) TAMoCo Conference 2008, Glasgow, 14. Januar 2008	
18. Kurzfassung In dem Paper wurden die Ziele und ersten Ergebnisse von MoNA 3D vorgestellt. Die Unterstützung von Landmarken und die 3D-Visualisierung in mobilen Navigationssystemen für Fußgänger sowie die letzte Meile bei der Autonavigation (unter anderem der Weg vom Parkplatz zum eigentlich Ziel) wurden thematisiert. Die Zielsetzungen koginiv adäquate und auf landmarkenbasierende Routenbeschreibungen sowie synthetische Texturen im Kontext geeigneter Kompressionsverfahren für eine effiziente Speicherung, Übertragung und Darstellung von 3D-Stadtmodellen wurde angesprochen. Die Themenkomplexe synthetische Texturen und Kompression wurden näher betrachtet.	
19. Schlagwörter Mobile Navigation, synthetische Texturen, 3D-Stadtmodelle	
20. Verlag IOS Press	21. Preis 126,00\$

1. ISBN oder ISSN /	2. Berichtsart Veröffentlichung
3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation MoNa 3D - Mobile Navigation using 3D City Models	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens November 2007
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Coors, Volker; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum November 2007
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 10
	12. Literaturangaben 28
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 7
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) LBS and Telecartography 2007, Hongkong, 9. November 2007	
18. Kurzfassung In diesem Paper wurden das Projekt MoNa 3D sowie erste im Projekt erzielte Ergebnisse vorgestellt. Themenschwerpunkte waren Kompression und synthetische Texturen im mobilen Umfeld sowie die Leitung des Nutzers unter Berücksichtigung offener Standards (unter anderem Open Location Service) in einer 3D-Geodateninfrastruktur - welche auf offenen Webdiensten des Open Geospatial Consortiums basiert - und die Routenpräsentation zur Unterstützung der Navigation von Fußgängern und Autofahrern. Ein spezieller Fokus lag bei 3D-Landmarken in 2D-, 2,5D- und 3D-Szenen auf mobilen Endgeräten sowie der Personalisierung und der Kontextberücksichtigung, welche für aufkommende Geoinformatik-Informationendienste wichtige Aspekte sind.	
19. Schlagwörter Kompression, synthetische Texturen, Landmarken, Geodateninfrastruktur	
20. Verlag /	21. Preis /
1. ISBN oder ISSN /	2. Berichtsart Veröffentlichung

3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Generating 3D Focus Maps for the (mobile) Web - an interoperable approach	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Februar 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Neis, Pascal; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum November 2008
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 21
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 60
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 7
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) International Journal of Location Based Services (JLBS). Vol. 2, Issue 2.	
18. Kurzfassung In diesem Paper wurden Möglichkeiten wie mit Hilfe der in MoNa3D verwendeten offenen Web-Service Spezifikationen des OGC, nämlich OpenLS und W3DS mit SLD (Styled Layer Descriptor) für mobile Navigationszwecke besonders geeignete 3D Visualisierungsformen inkl. Fokus-Effekt und Landmarken auf interoperable Weise erzeugt werden können.	
19. Schlagwörter Kompression, synthetische Texturen, Landmarken, Geodateninfrastruktur	
20. Verlag /	21. Preis /

3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Realizing Focus Maps with Landmarks using OpenLS Services	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Februar 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Neis, Pascal; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum Juli 2008
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 9
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 25
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 3
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) 4th International Symposium on LBS and Telecartography 2007. Hongkong	
18. Kurzfassung In diesem Paper wurden Möglichkeiten wie mit Hilfe offenen Web-Service Spezifikationen des OGC, nämlich OpenLS und SLD (Styled Layer Descriptor) für mobile Navigationszwecke besonders geeignete Visualisierungsformen inkl. Fokus-Effekt und Landmarken auf interoperable Weise erzeugt werden können.	
19. Schlagwörter OpenLS, REST, Routing, Navigation, OGC, LBS, Interoperability	
20. Verlag /	21. Preis /

3a. Titel des Berichts /	
3b. Titel der Publikation Proposal to define common resources for OpenGIS Location Services.	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Februar 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Schmitz, Stefan; Neis, Pascal; Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum Juli 2008
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 9
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 25
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 3
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) 5th International Symposium on LBS & TeleCartography. Salzburg. Austria.	
18. Kurzfassung In diesem Paper wurden Möglichkeiten diskutiert, wie die OpenLS Spezifikationen durch einfachere Technologien wie REST ersetzt werden können und was hier die Vor- und Nachteile sind.	
19. Schlagwörter OpenLS, REST, Routing, Navigation, OGC, LBS, Interoperability	
20. Verlag /	21. Preis /

3b. Titel der Publikation Kontextabhängige Landmarken für mobile 3D Navigationsanwendungen.	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Februar 2008
	6. Veröffentlichungsdatum Juli 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Schmitz, Stefan; Neis, Pascal; Zipf, Alexander	7. Form der Publikation Paper
	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 6
	12. Literaturangaben 11
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 4
	16. Zusätzliche Angaben /
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) 4. Fachgespräch: Ortsbezogene Anwendungen und Dienste. LMU München.	
18. Kurzfassung In diesem Paper wurden Möglichkeiten diskutiert, wie Landmarken durch zusätzliche Parameter kontextabhängig ausgewählt und in 3D Navigationsanwendungen genutzt werden können.	
19. Schlagwörter Landmarken, 3D, Navigationsanwendung, LBS, Kontextadaptivität	
20. Verlag /	21. Preis /

3b. Titel der Publikation Using Landmarks for OpenLS Route Services. A technical architecture based on OGC Web Services (OWS).	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) /	5. Abschlußdatum des Vorhabens Februar 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Bauer, Michael; Neis, Pascal; Weber Christian, Zipf, Alexander	6. Veröffentlichungsdatum Juli 2007
	7. Form der Publikation Paper
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) FH Mainz und Universität Bonn Geographisches Institut Meckenheimer Alle 172 D-53115 B o n n Hochschule für Technik Stuttgart Fachbereich Vermessung, Informatik, Mathematik Schellingstr. 24 D-70174 Stuttgart	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution /
	10. Förderkennzeichen *) 17 74 A 07
	11a. Seitenzahl Bericht /
	11b. Seitenzahl Publikation 6
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 11
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 4
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) GeoInformatics-Forum Salzburg. Geospatial Crossroads. Salzburg. Austria.	
18. Kurzfassung In diesem Paper wird die Architektur zur Umsetzung von Landmarken mittels OpenLS Diensten diskutiert	
19. Schlagwörter Landmarken, OGC, Interoperabilität, Systemarchitektur, Navigationsanwendung, LBS,	
20. Verlag /	21. Preis /