

Nutzung offener kommunaler Geodaten innerhalb einer Geodateninfrastruktur am
Beispiel einer Routing- und Navigationslösung für blinde und sehbehinderte
Menschen in Berlin

Dipl.-Geoinf. Henry Michels
IVU Traffic Technologies AG
Bundesallee 88
12161 Berlin
henry.michels@ivu.de

1 EINLEITUNG

Das Angebot an offenen Geodaten hat sich im letzten Jahrzehnt rasant entwickelt. Projekte wie OpenStreetMap (OSM) oder die ortsabhängigen Artikel von Wikipedia haben im Rahmen des Web 2.0 einen großen Beitrag zu dieser Entwicklung geleistet. Aber auch der öffentliche Sektor hat mit der Einführung und Umsetzung des Geodatenzugangsgesetzes¹ vom 10. Februar 2009 einen Anteil an dem großen Pool von freien Geodaten, die heute für eine Weiterverwendung zur Verfügung stehen. So werden in Projekten mit räumlichen Fragestellungen die Basis- und Fachdaten der Kommunen und Länder über, den Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) entsprechende, Web-Dienste (Doyle & Reed, 2001) als Planungsgrundlage oder als Hintergrundkarte für räumliche Analysen eingesetzt. Daten zur aktuellen Verkehrslage, insbesondere Verkehrsbehinderungen, lassen sich standardisiert, in Rohform oder schon verarbeitet, über das MDM-Portal² beziehen und können meist kostenfrei für die Verkehrsplanung und -lenkung eingesetzt werden.

Im Sinne dieser Entwicklung setzt das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte Forschungsprojekt m4guide³ auf die Nutzung großer und freier Geodaten. Das Projekt befasst sich mit der Entwicklung und praktischen Erprobung eines Tür-zu-Tür Reiseinformationssystems für blinde und sehbehinderte Menschen. Pilotgebiete sind Berlin Mitte sowie Stadt- und Landkreis Soest. Das Projekt ist in vier Arbeitsbereiche eingeteilt, deren Ergebnisse ineinander greifen und in Synergie ein integriertes Kommunikations- und Navigationssystem für Jedermann ergeben. Um dieses Ziel zu erreichen, muss im ersten Schritt eine Datenbasis für die Kontexte Indoor, Outdoor und Öffentlicher Verkehr (ÖV) geschaffen werden. Eine multimodale Routing-Anwendung errechnet auf Basis dieser Daten und unter Einsatz von individuellen Routing-Diensten für die genannten Kontexte eine Gesamtverbindung von Tür zu Tür. Das final vom Nutzer verwendete Reiseassistenzsystem bedient sich dieser Route inklusive aller Wegedetails, um mithilfe hochgenauer Ortungsverfahren realitätsnah Wegeanweisungen zu generieren, die den Nutzer sicher an sein Ziel führen (m4guide Projektkonsortium, 2012).

Dieser Beitrag konzentriert sich ausschließlich auf die Outdoor-Lösungen im Bereich Routing und Navigation für Fußgänger im Raum Berlin. Die beiden folgenden Kapitel führen allgemein in das Thema blinden- und sehbehindertengerechte Reiseassistenz ein und geben einen Überblick über die konkreten Anforderungen, die daraus entwickelten Ziele und die Ausgangssituation als Grundlage für die ab Kapitel vier vorgestellte Lösung. Im ersten Teil der Lösungsbeschreibung gehen wir auf die Konsumierung der unverschnittenen Originaldaten ein. Wir erläutern wie daraus ein einheitliches Modell für eine Routing- und Navigations-Anwendung generiert werden kann. Weiterführend wird anhand unseres Anwendungsbeispiels gezeigt, wie asynchrone Prozesse und intelligente Datenanfragen den Austausch und die Verarbeitung von offenen und großen Geodaten effizient und ressourcenschonend gestalten. Im zweiten Teil wird berichtet, wie eine große Menge an heterogenen kommunalen Daten genutzt werden kann, um ein höchst individuelles Routing für blinde und sehbehinderte Menschen sowie eine auf persönliche Bedürfnisse angepasste Fußgängernavigation bereitzustellen. Da sich das m4guide-Projekt derzeit noch in der Umsetzungsphase befindet, schließt die Arbeit mit einer Zwischenbilanz. Wir betrachten die Nutzung kommunaler Daten und evaluieren Hand in Hand die entsprechenden Lösungen der IVU. Unter Verwendung von Beispielen und

¹ <http://www.gesetze-im-internet.de/geozg/> (9. April 2015)

² <http://www.mdm-portal.de>

³ Weitere Informationen unter <http://www.m4guide.de>

Szenarien aus dem Projekt wird erläutert, wie viel Mehrwert eine aufwendige und komplexe Datenaufbereitung für eine Anwendung haben kann.

2 BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENGERECHTE REISEASSISTENZ

Für blinde und sehbehinderte Menschen ist es Tag für Tag eine besondere Herausforderung, sich in unbekanntem öffentlichen Räumen zurechtzufinden. Dabei spielt insbesondere der Aspekt der Sicherheit eine große Rolle. Gängige Reiseauskunftssysteme und Routenplaner helfen hier bedingt bis gar nicht weiter, denn entgegen der Eindeutigkeit einer kürzesten Route, ist die sichere Route stark abhängig vom persönlichen Sicherheitsempfinden des Nutzers und daher höchst individuell. Allgemein wird Sicherheit als ein „Zustand des Sicherseins, Geschütztseins vor Gefahr oder Schaden; höchstmögliches Freisein von Gefährdungen“ (Duden, 2015) definiert. Das hat maßgebliche Auswirkungen auf die Konzeption und Umsetzung eines blinden- und sehbehindertengerechten Fußwege-Routings. Berechnete Routen sollen zwar weiterhin kurz und/oder zeitsparend sein, müssen aber auch sicherheits- und mobilitätsrelevante Anforderungen eines Nutzers berücksichtigen.

Neben der Wegeplanung gehört auch eine Echtzeit-Anweisungseinheit zu einem Reiseassistenzsystem. Die Herausforderung besteht darin, Blinde und Sehbehinderte mit relevanten Informationen über den zu absolvierenden Weg inklusive aller Gefahrenstellen zu versorgen. Dies erfordert auf der Datenseite eine möglichst vollständige und realitätsnahe Abbildung der Umgebung des Reisenden. Technisch gesehen müssen Methoden zum Einsatz kommen, die entscheiden, welche der Informationen zu welchem Zeitpunkt relevant sind, und diese dann ohne Zuhilfenahme eines visuellen Mediums, wie der Karte, dem Nutzer vermitteln.

Eines der grundlegenden Ziele in m4guide ist daher eine tragfähige und nachhaltige Datengrundlage als Basis für die Routing- und Navigationsanwendung bereitzustellen. Dies umfasst die Entwicklung eines Datenmodells und eine auf dieses Modell abgestimmte Datenerfassung. Der Erfassungsprozess hat den Anspruch, durch Wiederverwendung von Standards keine Insellösung zu sein. Die Verwendung der erfassten Daten in anderen Verwaltungsbereichen wie dem Tiefbauamt oder dem Straßenverkehrsamt Berlin ist eine Mindestanforderung an das Datenmodell.

3 OHNE DATEN KEINE DIENSTE

Um die speziellen Anforderungen an ein blinden- und sehbehindertengerechtes Routing sowie eine barrierefreie Navigation erfüllen zu können, musste eine tragfähige und nachhaltige Datengrundlage geschaffen werden. Ausgangspunkt war das zu diesem Zeitpunkt bestehende Detailnetz der Stadt Berlin. Dabei handelt es sich um ein routing-fähiges Knoten-Kanten-Modell, welches das gesamte Straßennetz von Berlin samt Fachinformationen zum Straßenraum widerspiegelt (Jaunich & m4guide, 2013). Für die in m4guide gesteckten Ziele sind die Daten jedoch unzureichend. Bürgersteige mit all ihren Eigenschaften, Querungen von Straßen oder Parkwege fehlen in den auf den motorisierten Individualverkehr (mIV) zugeschnittenen Daten. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Datengrundlage wurde im Rahmen von m4guide das bestehende Straßennetz um ein vollständiges Fußwegenetz für Berlin Mitte erweitert. Anschließend wurden beide Detailnetze miteinander verknüpft (m4guide Projektkonsortium, 2012).



Abbildung 1 – Blick auf die Kreuzung Rosa-Luxemburg-Straße/Memhardstraße
Image capture: Jul 2008, © 2015 Google

Im ersten Schritt der Datenerfassung entwickelte die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt⁴ (SenStadtUm) einen Objektabbildungskatalog. Die Objekte und Attribute orientieren sich sowohl an den bereits existierenden Daten als auch an den Auskunftsansprüchen blinder und sehbehinderter Menschen. In den Katalog wurden Verkehrsflächen (Fußgängerzone, Gehweg, Grünfläche etc.), Straßenmöblierung (Poller, Geländer, Haltestellenmast, Fahrradständer etc.), Sondernutzungen (Ladesäulen für Elektroautos, Säulen/Werbefläche, Telefonzellen etc.) sowie Verkehrszeichen und Ampeln aufgenommen. Auf Basis dieses Katalogs hat das Unternehmen eagle eye technologies⁵ (eet) mittels Stereobildbefahrung⁶ die Datenerfassung für den Bezirk Berlin Mitte durchgeführt. Erfasst wurde der gesamte Straßenraum entlang 400 km innerstädtischer Straßen inklusive aller Nebenanlagen. Abbildung 1 zeigt exemplarisch eine typische Situation des Straßenraums in Berlin Mitte. Die aus dem Verfahren resultierenden Daten setzen sich aus den im Objektkatalog definierten Elementen zusammen. Diese können, je nach Ausprägung in der Realität, die Gestalt von Punkten, Linien oder Flächen annehmen. Im Nachgang der Datenerfassung wurde ein Knoten-Kanten-Modell, welches das Fußwegenetz widerspiegelt, auf Basis aller erfassten Objekte und Verkehrsflächen erstellt (Paede & m4guide Projektkonsortium, 2014). Das Ergebnis ist mithilfe des Geoinformationssystems (GIS) IVU.locate⁷ in Abbildung 2 visualisiert. Es handelt sich hierbei um eine noch nicht vollständige, digitale Repräsentation des in Abbildung 1 vorgestellten Ausschnitts eines Straßenraums in Berlin Mitte. Die schwarze Markierung am unteren Bildrand kennzeichnet die Position des Betrachters. Die hellgrünen Flächen symbolisieren Gehwegflächen, meistens unterteilt in Gehbahn, Unterstreifen und Oberstreifen. Diese sind oft durch Ein- und Ausfahrten unterbrochen, welche in dieser Darstellung gelbgrün hervorgehoben sind. Die Fahrbahn ist grau markiert und wird von türkisenen Überquerungsstellen überlagert. Das Knoten-Kanten-Modell, auf welchem die Routen berechnet werden, ist rot hinterlegt.

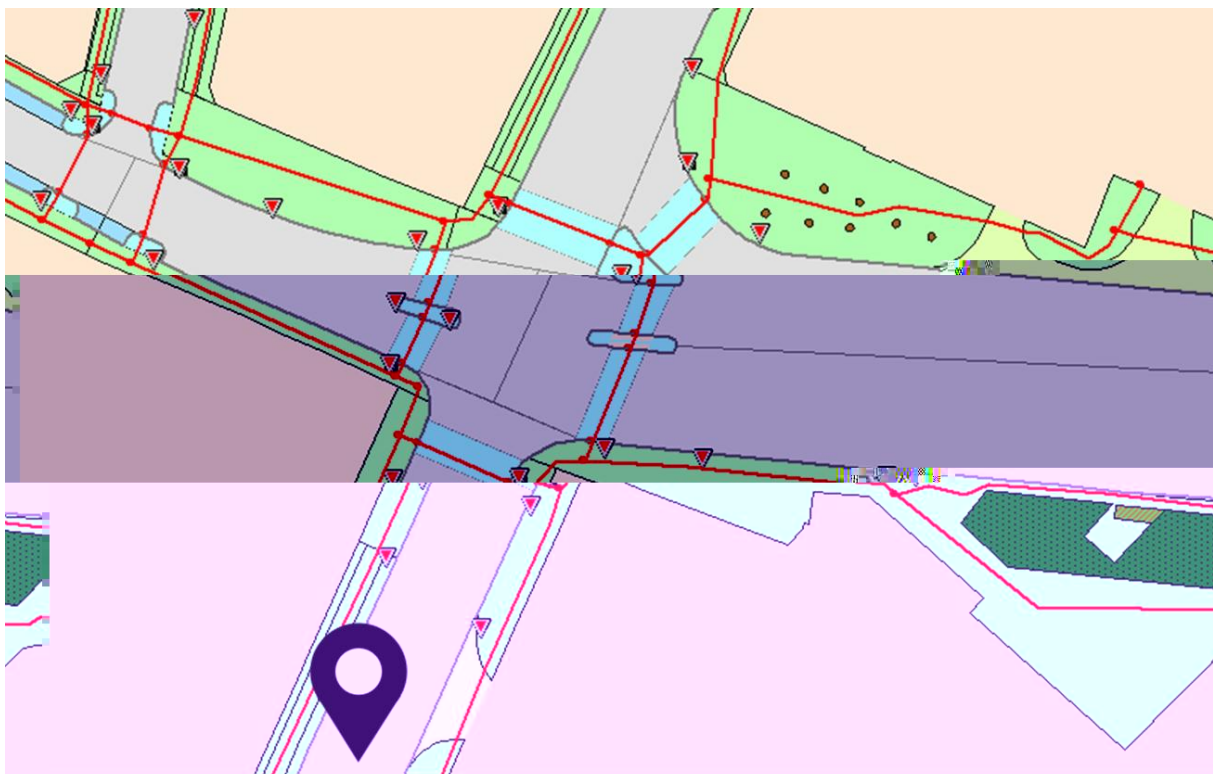


Abbildung 2 – Darstellung der Kreuzung Rosa-Luxemburg-Straße/Memhardstraße auf Basis der eet-Daten unter Zuhilfenahme des Geoinformationssystems IVU.locate

⁴ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/>

⁵ <http://ee-t.de/>

⁶ Weitere Informationen zu diesem Aufnahmeverfahren sind unter http://www.ee-t.de/fileadmin/user_upload/Newsletter/2009/street_info_02-09.pdf zu finden.

⁷ Weitere Informationen zu IVU.locate sind unter <http://www.ivu.de/produkte-loesungen/ivulocate.html> erhältlich.

Die Daten wurden mittels einer Erweiterung der bestehenden Systemlandschaft der Senatsverwaltung bereitgestellt. Zu dieser gehört unter anderem das Verkehrsinformationssystem Straße (VISS), welches Komponenten zur Datenpflege und zum Datenaustausch beinhaltet. Die neu erfassten Daten zum Straßenraum sowie das Detailnetz zu den Fußwegen wurden in diesem System hinterlegt und mit den schon bestehenden Daten und Modulen verknüpft. Über ein fachübergreifendes Informationssystem, den FIS-Broker⁸, können die Daten des VISS veröffentlicht werden. Neben der Publikation als Web-Browser-fähigen Kartendienst werden die Geodaten über OGC-konforme Dienste bereitgestellt und sind somit Teil der Geodateninfrastruktur Berlins. Die Bereitstellung der im Rahmen von m4guide erfassten Daten erfolgt via Web Feature Service (WFS) (Open Geospatial Consortium, 2014). Das gewährleistet zum einen die nahtlose Integration der neuen Datenangebote in die bestehende Datenlandschaft der Senatsverwaltung sowie den Zugriff über das Berliner Geoportal⁹. Zum anderen sichert die Senatsverwaltung damit in Zukunft den standardisierten Zugriff auf ihre räumlichen Daten durch Dritte.

4 ANWENDUNGSORIENTIERTE DATENVERARBEITUNG

Bevor die im Kapitel 3 beschriebenen Daten aus dem m4guide-Projekt der Routing-Anwendung zur Verfügung stehen, müssen sie entsprechend der technischen Anforderungen des Dienstes sowie der fachlichen Anforderungen der Zielsetzung aufbereitet werden. Die Herausforderung bei der Nutzung offener Daten liegt in der Vielzahl unterschiedlicher Datenmodelle und -formate. Im Rohformat eignen sie sich nur bedingt für den Einsatz in Routing- und Navigations-Lösungen. Zunächst müssen die Daten syntaktisch in das vom Routing-Dienst vorgeschriebene Format konvertiert werden. Dieser Schritt ist aus zwei Gründen notwendig. Zum einen arbeitet der in m4guide eingesetzte Routing-Dienst aus Gründen der Effizienz mit einem proprietärem Datenmodell. Zum anderen soll er Daten aus unterschiedlichen Quellen in verschiedenen Formaten verarbeiten können. Dies gelingt nur, wenn eine Möglichkeit zur eindeutigen Interpretation der Daten gegeben ist, sprich: ein harmonisiertes Datenmodell vorliegt. Um die Daten interpretierbar zu machen und sinnvolle, anwendungsspezifische Ergebnisse zu produzieren, ist darüber hinaus eine semantische Transformation notwendig. Nur gemeinsam ermöglichen diese Maßnahmen eine Migration vieler heterogener Informationen in ein homogenes, routing- und navigationsfähiges Modell und ebnet somit den Weg für ein effizientes und stabiles blinden- und sehbehindertengerechtes Reiseassistenzsystem auf Basis der Daten der Senatsverwaltung.

⁸ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/> (9. April 2015)

⁹ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/> (9. April 2015)

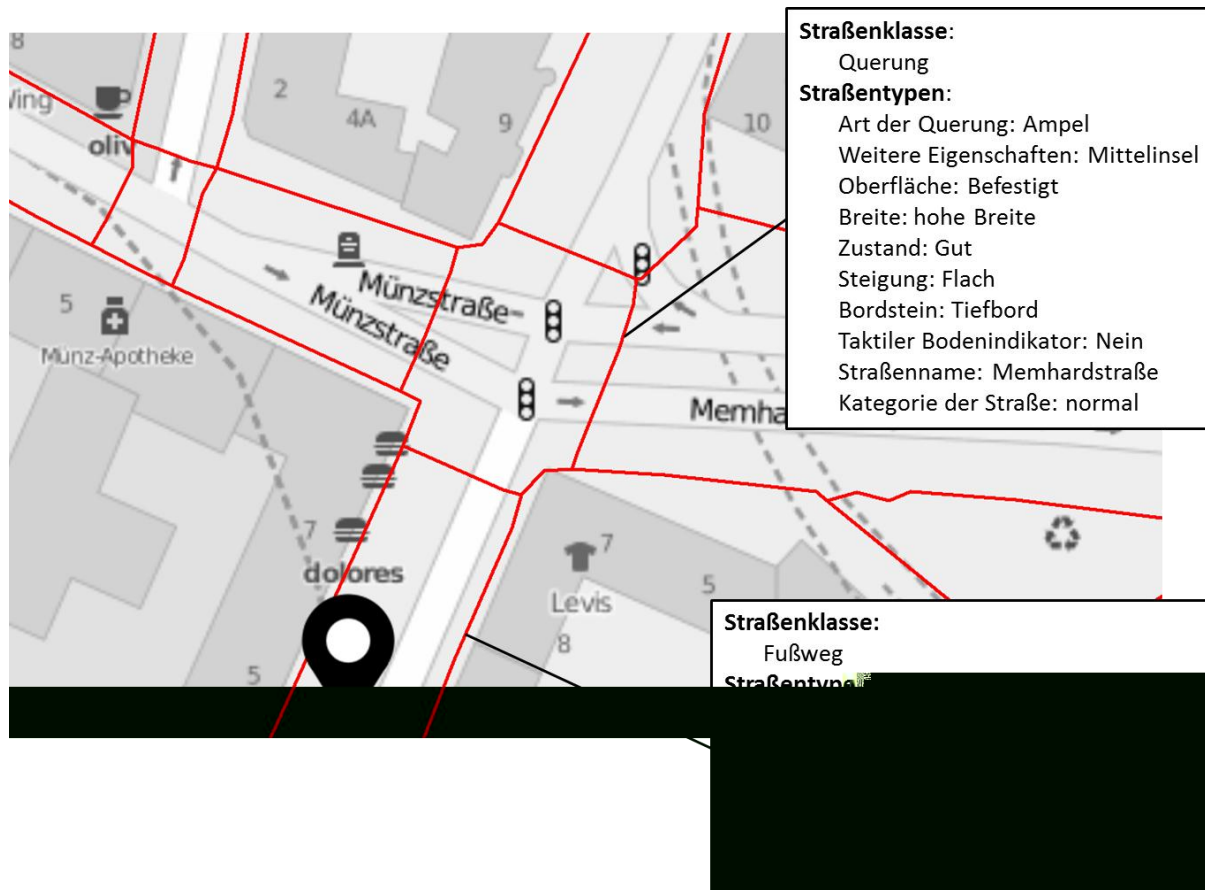


Abbildung 3 – Visualisierung des finalen Fußwegenetzes inklusive annotierten Straßenklassen und -typen

© OpenStreetMap-Mitwirkende¹⁰

Neben den technischen muss das zu entwickelnde Zieldatenmodell auch fachliche Anforderungen erfüllen. Dazu zählt insbesondere das in m4guide aufgestellte Ziel, das Routing im Sinne der Design4All Initiative¹¹ zu konzipieren. Hierbei sind speziell blinden- und sehbehindertenrelevante Parameter zu berücksichtigen. Um dem gerecht zu werden, wurde in Zusammenarbeit mit Blinden- und Sehbehindertenvereinen ein Sicherheitsprofil entwickelt, das aus sicherheitsrelevanten Routing-Attributen besteht. Gleichzeitig dürfen aber nicht die Interessen anderer Nutzergruppen wie z.B. mobilitätseingeschränkter Personen vergessen werden. Deren Anforderungen sowie Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt namo¹² fließen daher ebenfalls in das Modell mit ein. Das Zielmodell, auf welchem die Routen berechnet werden, ist ein Knoten-Kanten-Modell, wobei die Kanten mehrere „Blöcke“ von Eigenschaften besitzen. Diese setzen sich aus Basiseigenschaften, nicht routing-relevanten Eigenschaften, Straßenklassen und Straßentypen zusammen. Folgend konzentrieren wir uns auf die Straßenklassen und Straßentypen. Straßenklassen sind einzigartige, sich ausschließende Eigenschaften. Dementsprechend ist jede Kante durch genau eine Straßenklasse beschrieben. Kanten, die keine Straßenklasse besitzen, können vom Routing nicht berücksichtigt werden. Straßentypen hingegen sind Mehrfacheigenschaften, dabei kann eine Kante beliebig viele Straßentypen besitzen. Abbildung 3 greift abermals die in Kapitel 3 vorgestellte Straßenraumsituation auf und stellt beispielhaft das finale Knoten-Kanten-Modell dar. Alle aufgeführten Straßentypen sind über topologische und geometrische Operationen aus den Geobjekten ermittelt worden, die den Straßenraum abbilden. Auf diese Art werden unter anderem den Querungen Ampeln zugeordnet, die Gehwegbreite ermittelt, angrenzende Radwege identifiziert und Hindernisse erkannt. Insgesamt besteht das Zielmodell aus acht Straßenklassen und 45 Straßentypen. In den Profilen sowie in jeder

¹⁰ openstreetmap.org

¹¹ [http://en.wikipedia.org/wiki/Design_for_All_\(in_ICT\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Design_for_All_(in_ICT)) (9. April 2015)

¹² Weitere Informationen zu namo unter <http://www.nahtlosmobil.eu/>

Routing-Anfrage können Straßenklassen und -typen unterschiedlich gewichtet werden,

Der Aufbereitungsprozess (illustriert in Abbildung 4), um aus den Rohdaten einen Routing-Graphen zu generieren, erfolgt unabhängig von Routing-Anfragen sobald sich Änderungen im Ausgangsdatenbestand im Netzgraph widerspiegeln sollen. Quelldaten durchlaufen insgesamt drei Schritte bis zur Generierung des Binärgraphen, der die Grundlage für den Routing-Dienst bildet. In Schritt 1 wird eine Auswahl der Daten anhand ihrer Thematik vorgenommen. Für die Berücksichtigung der aktuellsten Ausgangsdaten wurde ein Client entwickelt, der die von der Senatsverwaltung vorgegebenen Schnittstellen (WFS) implementiert. Er ruft die Daten standardkonform ab, und schreibt sie anschließend unverändert in eine interne Datenbank, die Rohdatenbank. Sie kann in ihren Funktionen mit einem Produktionslager¹⁴, bekannt aus der Logistikbranche, verglichen werden und ermöglicht es, die extrem aufwendigen Prozesse der Datenaufbereitung möglichst effizient zu gestalten. Im weiteren Sinne dient sie auch dazu, das Datenaustauschvolumen zwischen den Systemen der Senatsverwaltung und der IVU zu reduzieren, da viele der Daten in mehreren Prozessen der Datenaufbereitung Verwendung finden und somit zu jederzeit verfügbar sein müssen. Schritt 2, die Datenaufbereitung, beinhaltet notwendige Korrekturen und das Extrahieren von Informationen mithilfe von geometrischen und topologischen Operationen. So müssen etwa Kanten entsprechend der darunter liegenden Flächen geteilt werden oder Hindernisse auf Gehwegen sich in der Breite des Gehweges widerspiegeln. Die Ergebnisse werden in die Zieldatenbank geschrieben, die ähnlich wie die Rohdatenbank als Zwischen- und Produktionslager dient und den Ausgangspunkt für die Graphaufbereitung in Schritt 3 bildet.

5 IVU.NAVIGATION – EINE PERSONALISIERBARE ROUTING- UND NAVIGATIONSLÖSUNG

Ausgangsbasis für die Bereitstellung eines Routings, das die Anforderungen von Sehbehinderten und Blinden berücksichtigt, war die Software IVU.routing der IVU, die an die Anforderungen von m4guide angepasst wurde, insbesondere die Abbildung der unterschiedlichen Barrieregruppen, welche in differenzierten Routen resultieren (siehe Abbildung 5), sowie eine bessere Abbildung fußgängerspezifischer Anforderungen (z.B. Wartezeiten an Ampeln).

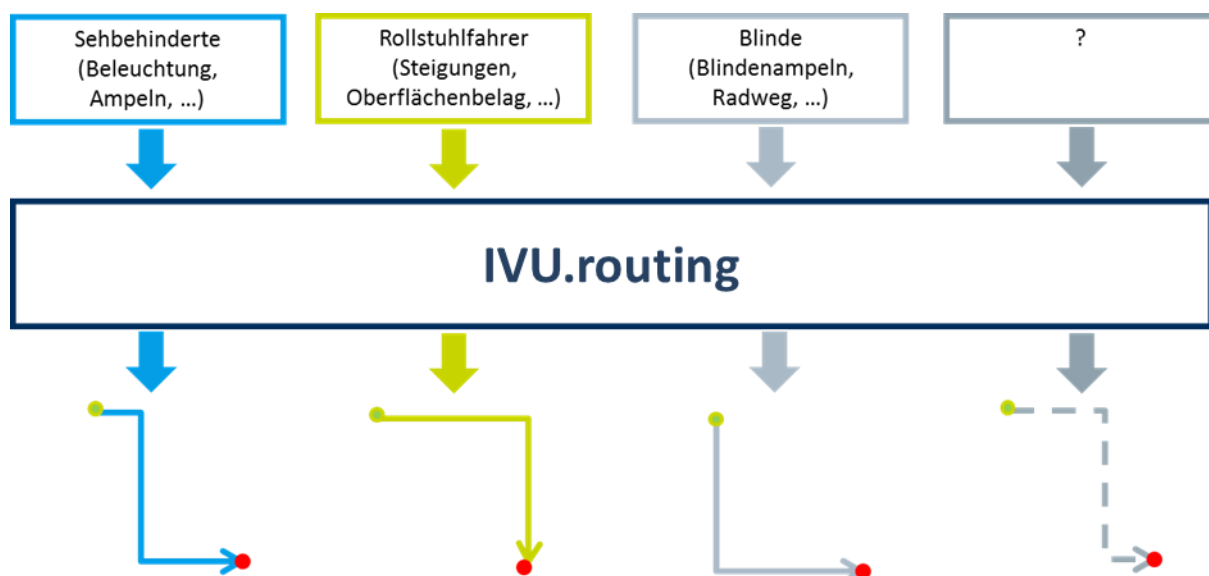


Abbildung 5 - Individuelle Routenermittlung für verschiedene Nutzergruppen mit IVU.routing

Die Berechnung von individuell sicheren Routen stellt verschiedene Anforderungen an einen Routing-Dienst. Einige der Sicherheitsfaktoren beschreiben messbare Risiken wie das Queren von stark befahrenen Straßen oder physische Barrieren und sind dadurch im Routing abbildbar. Komplizierter gestaltet sich die Integration subjektiver Sicherheitsaspekte. Sie sind nicht messbar und müssen daher aus räumlichen Gegebenheiten abgeleitet werden. In mehreren Arbeitstreffen mit Vertretern des Deutschen sowie Allgemeinen Blinden- und Sehbehindertenvereins bzw. -verbands (DBSV und

¹⁴ http://www.wikilogistics.ch/begriffe_az_1de.php?begriff_url=Produktionslager (9. April 2015)

ABSV) wurden Straßenraumsituationen identifiziert und anhand des Gefährdungspotentials und ihrer Schwierigkeit bzw. unterstützenden Funktion bewertet. Wichtig sind z.B. taktile Begrenzungen, damit sichergestellt ist, dass eine blinde Person nicht vom Gehweg abweicht. Radwege neben Gehwegen sind wiederum als schwierig einzustufen, gerade wenn es keine taktile Begrenzung gibt. Kombinierte Wege (Rad- und Gehweg) sind als sehr schwierig einzustufen und sollten vermieden werden. Andere Merkmale wie etwa die Breite des Gehwegs variieren indes in Ihrer Bewertung unter den Blinden und Sehbehinderten. Ist eine Person mit einem Blindenhund unterwegs, sind schmale Gehwege nur schwer passierbar, einem Alleinreisenden mit Blindenstock bereitet dies weniger Schwierigkeiten.

Um die Individualität in der Routenberechnung sicherzustellen aber gleichzeitig die Komplexität in der Endanwendung für den Nutzer gering zu halten, können die in der Datenaufbereitung ermittelten Wegeigenschaften für den Nutzer folgende Ausprägungen annehmen:

- deutlich/spürbar bevorzugen
- bevorzugen
- neutral
- meiden
- deutlich/spürbar meiden
- ausschließen

Der Wert „ausschließen“ ist ein „hartes“ Kriterium und führt zum Ausschluss bestimmter Wege oder Wegabschnitte. „Bevorzugen“, „meiden“ und deren Superlative werden als „weiche“ Kriterien bezeichnet. Sie bewirken, dass der Routing-Dienst nicht mehr die kürzeste/schnellste Route berechnet, sondern ganz individuelle, den Kriterien entsprechende Routen. Hinter diesen Ausprägungen verbergen sich numerische Gewichtungsfaktoren, die Einfluss auf das Kantengewicht nehmen. Abbildung 6 zeigt exemplarisch zwei von IVU.routing berechnete Routen auf Basis unterschiedlicher Gewichtungen der Wegeigenschaften. Die Herausforderung in der Integration weicher Kriterien liegt in der richtigen Balance, da eine individuell sichere Route nicht übermäßig länger sein darf als die kürzeste oder schnellste Route. Bekommt beispielsweise das Attribut „Angrenzender Radweg“ den Gewichtungsfaktor 2 zugeordnet, werden Wege mit dieser Eigenschaft umgangen, solange der Alternativweg maximal doppelt so lang ist. Um eine sinnvolle Gewichtung mit weichen Kriterien zu erreichen, bedarf es daher eines erhöhten Aufwands in der fachlichen und technischen Entwicklung der Gewichtungsfunktion durch stetiges Kalibrieren. Die Ergebnisse können als Profile zusammengefasst und im Routing-Dienst gespeichert werden.



Abbildung 6 - Zwei unterschiedliche Routen mit demselben Start- und Zielpunkt. Die Ausgangsdaten stammen von OpenStreetMap. Das Zielmodell entspricht exakt dem in m4guide eingesetzten Modell © OpenStreetMap-Mitwirkende¹⁵

Ist erst einmal eine Route berechnet, hat der Nutzer des m4guide Reiseassistenzsystems die Möglichkeit, sich entlang des ermittelten Weges navigieren zu lassen. Im Unterschied zu Standardnavigationsanwendungen für Sehende benötigen blinde und sehbehinderte Menschen sehr viel mehr Detailinformation während der Navigation. Für die Distribution der Mehrinformationen stehen jedoch weniger Übertragungskkanäle zur Verfügung (Weckmann, 2008). Das Ziel ist also, die richtige Dosis an Informationen zu bestimmen, um den Nutzer weder alleine zu lassen noch zu überfordern. Dabei geht es längst nicht nur um aktuelle Navigationshinweise, sondern um eine sinnvolle Beschreibung der Umgebung und des noch zu gehenden Weges (Steyvers & Kooijman, 2008). Aus diesem Grund steht dem Nutzer schon vor Antritt seiner Reise eine ausführliche Vorschau zu seinem Weg zur Verfügung. Bei Auswahl der entsprechenden Funktion werden die Informationen für die

¹⁵ openstreetmap.org

einzelnen Abschnitte des Weges akustisch wiedergegeben. Hier werden sämtliche Informationen angeboten, die auch während der Zielführung zur Verfügung stehen. Dazu gehören Abbiegehinweise, Eigenschaften der Strecke, Gefahrenhinweise oder Warnungen vor Wegeabschnitten, die vom Routing eigentlich vermieden werden sollten. Generiert werden die Texte auf Basis der in der Route enthaltenen Informationen, die entsprechend auch während der Navigation verwendet werden, um den Nutzer bedarfsorientiert und rechtzeitig über seine Umgebung und seinen Weg zu informieren. Neben Standardfunktionen wie der räumlichen Abweichungserkennung inklusive Re-Routing oder der kontinuierlichen Berechnung der Ankunftszeit wurden in m4guide weitere Funktionen implementiert, die es blinden und sehbehinderten Menschen ermöglichen, die in einer Navigationsanwendung produzierten Informationen zu nutzen. Das System teilt ihnen beispielsweise regelmäßig sprachlich, akustisch oder haptisch mit, in welche Richtung sie sich bewegen sollten, was gerade auf freien Flächen oder sehr breiten Bürgersteigen hilfreich ist. Über besondere Wegeigenschaften bzw. das Wechseln von Wegeigenschaften wird der Nutzer genauso informiert wie über bevorstehende physikalische Hindernisse oder schwierig zu bewältigende Wegpassagen. Und wenn dann doch einmal die Orientierung verloren geht, hilft die sogenannte „Wo bin ich“-Funktion diese wiederzuerlangen. Die Auskunft über Straßennamen, Hausnummern, die nächsten Querstraßen sowie in der Nähe befindliche Points of Interest (POI) relativ zur Blickrichtung sollen ihnen helfen, sich jederzeit, auch außerhalb einer aktiven Navigation, barrierefrei zu orientieren.

6 ZWISCHENBILANZ

Die Datenaufbereitung befindet sich derzeit noch in der Entwicklung. So müssen beispielsweise Hindernisse identifiziert und den Kanten zugeordnet werden, damit der Nutzer während der Navigation den Hinweis erhält, dass in 10 Metern auf der rechten Seite, einen Meter entfernt vom Fußweg, ein Stromkasten steht. Abgeschlossen hingegen sind die Erweiterungen an der Routing-Anwendung. Alle neuen Funktionalitäten wurden unter Nutzung von OSM-Daten erfolgreich evaluiert. Das Zielmodell in diesen Tests entsprach exakt dem Modell, welches in m4guide eingesetzt wird. Ebenfalls noch in der Entwicklung befindet sich die Navigationslösung. Diese wird als reine Programmbibliothek ohne eigene Oberfläche für das m4guide-Projekt zur Verfügung gestellt, um in das Gesamtsystem integriert werden zu können. Die Testphase für das Gesamtsystem beginnt im Mai und endet im Oktober dieses Jahres. Erste Tests zeigen jedoch jetzt schon, dass die Routenberechnung eine ungeahnte Flexibilität bietet und für jeden Nutzer individuelle Wege, ganz nach den persönlichen Belangen und Erfahrungen, vorgeschlagen werden. Mit derzeit acht Straßenklassen und 45 Straßentypen ist eine Detailtiefe entstanden, die im Sinne des Design4All unterschiedlichsten Nutzergruppen perfekt auf die Bedürfnisse zugeschnittene Routenlösungen bietet, jedoch noch längst nicht erschöpft ist. Die Fülle und Vielseitigkeit der erfassten Daten bietet Raum für das Extrahieren weiterer Informationen, die im Kontext des blinden- und sehbehindertengerechten Routings nicht in Erwägung gezogen wurden. So lassen sich z.B. touristisch attraktive Routen, die mit dem Fahrrad oder Segway zurückgelegt werden sollen, mit diesen Daten ermitteln. Die dafür benötigten Straßenklassen und Straßentypen können in diesem Szenario ohne Anpassungen am Routing-Dienst berücksichtigt werden. Dass die Daten nicht nur die Routing-Anwendung bereichern, beweisen erste interne Tests der Navigation. Die Vorschaufunktion bietet in ihrer Wegbeschreibung mehr Details, als man in einer Karte darstellen könnte, ohne sie zu überladen. Aber auch die tatsächliche Navigation reagiert sowohl auf schwer passierbare Wegpassagen als auch auf Hindernisse, die im Prozess der Datenaufbereitung als solche identifiziert werden.

Wie nützlich die ermittelten Routen und die Navigation tatsächlich sind, wird sich endgültig erst in der Testphase des Projektes zeigen. Dabei sind wir insbesondere gespannt, ob die errechneten Routen dem persönlichen Sicherheitsempfinden der Nutzer wirklich entsprechen und die Navigationsanweisungen für die Blinden und Sehbehinderten einen Mehrwert bei der Bewältigung ihres Fußweges generieren und damit dazu beitragen, dass sich das allgemeine Sicherheitsempfinden während der Reise erhöht.

Mit Bestimmtheit lässt sich jetzt schon sagen, dass die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse gegeben ist. Dies gilt für die Daten, das Routing und die Navigation. Die beiden zuletzt genannten werden Bestandteil der existierenden FahrInfo-Informationssysteme¹⁶ des Verkehrsverbundes Berlin –

¹⁶ <http://fahrinfo.bvg.de/Fahrinfo/> und <http://fahrinfo.vbb.de/bin> (9. April 2015)

Brandenburg¹⁷ (VBB) und der Berliner Verkehrsbetriebe¹⁸ (BVG), die es sowohl als browserbasierte Weblösung als auch als mobile Lösung für das Smartphone gibt. Die Daten wurden in die bestehende Systemlandschaft der Senatsverwaltung integriert und werden dort auch nach Projektende gepflegt und aktualisiert. Des Weiteren führt die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt eine berlinweite vermessungstechnische Straßenbefahrung durch. "Ziel der Vermessung ist, einen einheitlichen und aktuellen Datenbestand des Berliner Straßenlandes aufzubauen... Des Weiteren wird auf Grundlage der erfassten Daten das routingfähige Fußgängernetz (Knoten-Kanten-Modell) berlinweit erweitert." (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2014). Die neu erfassten Daten können anschließend nahtlos übernommen und für das Routing aufbereitet werden. Allerdings beschränkt sich aufgrund zu hoher Komplexität und derzeit noch fehlender Anfrage-Optionen das halbautomatische Aktualisieren der Daten auf einen einfachen Ersetzungs-Prozess. Die Daten werden in diesem Fall komplett aus der Rohdatenbank gelöscht und durch einen vollständig neuen Datensatz ersetzt. Mithilfe intelligent gesteuerten Anfragen, die einen Zeitstempel enthalten, soll in Zukunft aber auch diese Hürde überwunden werden.

7 ANERKENNUNG

Diese Arbeit wurde durch das BMWi Forschungsprojekt m4guide gefördert.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- Doyle, A., & Reed, C. (2001). *Introduction to OGC Web Services*. White Paper, Open Geospatial Consortium.
- Duden. (2015). (B. I. GmbH, Hrsg.)
- Jaunich, P., & m. P. (2013). *m4guide – Ist-Stand der Technik*. Projektbericht.
- m4guide Projektkonsortium. (2012). *m4guide - mobile multi-modal mobility guide*. Vorhabensbeschreibung.
- Open Geospatial Consortium. (2014). *OGC® Web Feature Service 2.0 Interface Standard – With Corrigendum*. OpenGIS® 09-025r2.
- Paede, J., & m4guide Projektkonsortium. (Juli 2014). *m4guide-mobile multi-modal mobility guide. Smartphone – Navigation für Blinde und Sehbehinderte Menschen*. (M. d., & S. f., Hrsg.) *Geoinformationen verbinden*, S. 69-72.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. (08. 09 2014). *Berlinweite vermessungstechnische Straßenbefahrung startet im September*. Abgerufen am 09. 04 2015 von http://www.stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/pressebox/archiv_volltext.shtml?arch_1409/nachricht5349.html
- Steyvers, F., & Kooijman, A. (2008). *Using Route and Survey Information to Generate Cognitive Maps: Differences Between Normally Sighted and Visually Impaired Individuals*. (W. InterScience, Hrsg.) *Applied Cognitive Psychology*.
- Weckmann, S. (2008). *Maps and Geographic Information for Visually Impaired People*. Helsinki University of Technology, Laboratory of Geoinformation and Positioning Technology, Department of Surveying, Faculty of Engineering and Architecture.

¹⁷ <http://www.vbb.de/de/index.html>

¹⁸ <http://www.bvg.de/de/>