

# Campus-Navigations-Applikation für Studierende mit Beeinträchtigungen

Robert Fruth, Henry Moews, David Silva Ribeaux,  
Tom Tschernack, Norbert Wall, Patrick Wolfien

Universität Potsdam  
Institut für Informatik und Computational Science  
August-Bebel-Straße 89, 14482 Potsdam

{fruth, kraepin, silvarib, tscherna, nowall, wolfien}@uni-potsdam.de

**Abstract:** Die Bewältigung des Studiums ist für Studierende mit Beeinträchtigungen noch immer mit zum Teil großen Hürden verbunden. Ein wesentlicher Faktor dabei ist die Mobilität auf dem Campus. Daher wurde in einem studentischen Projekt an der Universität Potsdam eine Applikation entwickelt, um die Orientierung auf dem Gelände der Hochschule zu erleichtern. Der vorliegende Beitrag dokumentiert die Hintergründe, das Konzept und die Umsetzung dieser Applikation.

## 1 Einleitung

Alle Menschen haben das Recht auf Bildung und Chancengleichheit. So sollen auch Studierende mit einer Beeinträchtigung ihrem Recht nachgehen können. Der Alltag ist für sie allerdings voller Barrieren und anspruchsvoller als für andere Studierende. Die Anforderungen, die daraus resultieren, werden unter dem Begriff Barrierefreiheit definiert. Dieser besagt im Allgemeinen, dass Barrieren entfernt werden müssen, um eine gesellschaftliche und wirtschaftliche Teilhabe bzw. Teilnahme zu ermöglichen. Die erste Hürde stellt schon der Weg zur Universität dar. Neben den sichtbaren Behinderungen, wie zum Beispiel der Seh- bzw. Gehbeeinträchtigung, gibt es auch solche, die kognitiver Natur sind. Die betroffenen Personen leiden zum Beispiel unter spezifischen Ängsten, wie der Platzangst. Diese Behinderungen werden oft außer Acht gelassen, stellen für die Betroffenen jedoch eine starke Barriere dar. Personen mit einer Sehbehinderung brauchen markante Orientierungshilfen wie die Beschaffenheit des Bodens oder die Abfolge von Türen, um den richtigen Raum zu finden. Diese Elemente müssen sich zuvor eingepägt werden, was eine große Gedächtnisleistung fordert. Auch Studierende mit einer Gehbeeinträchtigung haben mit einer Reihe von Barrieren zu kämpfen. Unter anderem sind schwere Türen, fehlende Fahrstühle bzw. Rampen oft große Hindernisse. Für die letzteren beiden Personengruppen sind vor allem wechselnde Begebenheiten problematisch. Für Menschen mit Sehbeeinträchtigung können Umbaumaßnahmen Orientierungslosigkeit bedeuten. Studierende mit Gehbeeinträchtigung werden mit defekten Fahrstühlen und Türöffnern meist vor eine

unüberwindbare Barriere gestellt. Bei kognitiven Behinderungen hingegen brauchen die Studierenden oftmals alternative Routen über den Campus, um ihren Ängsten bestmöglich aus dem Weg gehen zu können.

An der Universität Potsdam wurde dazu eine mobile Android-Applikation entwickelt, die Studierende mit Beeinträchtigungen den Alltag erleichtern und barrierefreier machen soll. Den Anstoß zur Entwicklung dieser Applikation gab der Kurs „Barrierefreiheit in der Lehre“, welcher im Wintersemester 2013/2014 vom Lehrstuhl für „Komplexe Multimediale Anwendungsarchitekturen“ der Universität Potsdam initiiert wurde. Die Zugänglichkeit der Wege und Gebäude auf dem Campus wird durch die Applikation abgebildet. Studierende können mithilfe der Applikation, den für sie optimalen Weg bestimmen und sich anhand einer Route von der Anwendung navigieren lassen. Der optimale Weg setzt sich aus möglichst wenig Hindernissen, sowie einer akzeptablen Weglänge zusammen. Die Applikation ist in der Lage sich an die Art der Beeinträchtigung anzupassen. Zum Beispiel gibt es für Studierende mit Sehbeeinträchtigung die Möglichkeit die Applikation inklusive der Navigation per Sprachsteuerung zu benutzen. Studierenden mit einer Rot-Grün-Blindheit ist es möglich, das Aussehen der Applikation ihren Bedürfnissen anzupassen.

## 2 Grundlagen

Das Ziel dieses Projektes ist es, Studenten mit Behinderungen das Studium / universitäre Leben mittels Navigationstechnologien zu erleichtern. Dabei soll mithilfe eines Smartphones die Navigation auf dem Campus unter der Berücksichtigung der jeweiligen Einschränkungen ermöglicht werden.

### 2.1 Barrierefreie Smartphone-Bedienung

Hierzu muss als Erstes auf mögliche Einschränkungen bei der Nutzung eines Smartphones eingegangen werden. Menschen mit physischen oder motorischen Einschränkungen haben mitunter Schwierigkeiten Gesten auszuführen oder eine punktgenaue Auswahl zu tätigen. Diesen Personen kann durch eine klare Anwendungsstruktur geholfen werden. Ebenso kann durch den Einsatz einer Sprachsteuerung das Problem weitgehend umgangen werden, die von Android<sup>1</sup> und iOS<sup>2</sup> ermöglicht wird. Gehörlose und schwerhörige Menschen können durch zusätzliche Beschriftungen in Applikationen sowie durch Untertitel bei visuellen Inhalten unterstützt werden. Weiterhin kann der Einsatz des Vibrationsalarms hilfreich sein. Der Fokus dieses Prototyps liegt jedoch auf blinden und sehbehinderten Personen, wobei Menschen mit Gehbehinderungen sowie Rollstuhlfahrer nicht außer Acht gelassen werden. Sowohl Android als auch iOS bieten mit der Funktion Talkback<sup>3</sup> bzw.

<sup>1</sup>Sprachsteuerung unter Android, <https://support.google.com/websearch/answer/2940021?hl=de>, abgerufen am 03.04.2014

<sup>2</sup>Siri, <https://www.apple.com/de/ios/siri/>, abgerufen am 03.04.2014

<sup>3</sup>TalkBack, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback>, abgerufen am 03.04.2014

VoiceOver<sup>4</sup> einen Mechanismus an, welcher den Bildschirminhalt akustisch wiedergeben kann. Zusätzlich zu den akustischen Ausgaben werden spezielle Gesten verwendet, die die Bedienung erleichtern. Hierzu zählen das Erkunden des Bildschirms mittels einfacher Berührung und der gleichzeitigen akustischen Ausgabe des Inhalts, das Durchblättern von Menüpunkten, Listen oder ähnlichem mittels einer Geste, sowie das Bestätigen einer Auswahl durch eine doppelte Berührung. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Eingabe von Inhalten. Es ist sowohl möglich über die normale Tastatur als auch über Diktierfunktionen Text einzugeben.

## 2.2 Campusspezifische Navigation

Eine Internetrecherche nach „NavigationsApp“ liefert für verschiedene Anwendungsfälle beispielsweise Auto-, Fahrrad- oder Fußgängernavigation umfassende Ergebnisse. Was jedoch fehlt, ist eine campusspezifische und auf persönliche Einschränkungen angepasste Navigation. Mithilfe dieser soll es möglich sein, sich auf dem Campus sowie in einzelnen Gebäuden orientieren zu können. Davon würden sowohl Blinde und Sehbehinderte als auch Menschen, die sich das erste Mal auf dem Campus befinden, profitieren. Auf drei Applikationen für sehbehinderte Personen wird näher eingegangen.

BlindSquare<sup>5</sup> ist eine Applikation, die Blinden und Menschen mit Sehbehinderungen helfen soll, den Alltag zu bewältigen. Dabei setzt die Applikation verstärkt auf so genannte Points of Interest (PoI). Mithilfe der GPS- und der Kompassfunktion des Smartphones können damit Informationen über die Umgebung akustisch (und visuell) ausgegeben werden: „Das Ziel befindet sich neunzig Meter auf zwei Uhr“.

Ariadne GPS<sup>6</sup> ist eine weitere Applikation zum Erkunden der näheren Umgebung. Es ist, wie auch bei BlindSquare, möglich PoI anzusteuern. Ariadne GPS bietet zusätzlich eine Funktionalität an, die kontinuierlich die aktuelle Position (z.B. die Straßen- und Hausnummer) akustisch ausgibt. Dies geschieht auf Grundlage von OpenStreetMap-Daten.

Eine weitere verfügbare Applikation ist Myway Classic<sup>7</sup>. Mit dieser Applikation ist es möglich Routen durch Punkte aufzuzeichnen und diese dann später mit Hilfe von Kompass und GPS abzulaufen. Je mehr Punkte in Myway Classic eingetragen werden, desto genauer kann die Navigation erfolgen.

Eine „echte“ von Start- zu Zielpunkt Navigation ist in keiner der Applikationen vorhanden<sup>8</sup>. Es kann zumeist nur ausgegeben werden, in welcher Richtung das Ziel liegt.

---

<sup>4</sup>VoiceOver, <https://www.apple.com/de/accessibility/ios/#vision>, abgerufen am 04.03.2014

<sup>5</sup>BlindSquare, <http://blindsquare.com>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>6</sup>Ariadne GPS, <http://www.ariadnegps.eu>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>7</sup>MyWay Classic, <https://itunes.apple.com/ch/app/myway-classic/id494282724?mt=8>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>8</sup>Ran et al. nutzen zusätzliche Hardware zur Navigation [Ran04].

## 2.3 Kartengrundlage und Barrierefreiheitsinformationen

Um eine Route zwischen zwei Punkten berechnen zu können, wird eine Kartengrundlage benötigt. Aufgrund der freien Verwendbarkeit von OpenStreetMap(OSM)-Kartenmaterial bietet sich dessen Verwendung an. Es umfasst eine detaillierte Abbildung der Außenwelt Potsdams einschließlich der drei Universitätscampusse. Die Innenansicht von Gebäuden muss hinzugefügt werden, wobei es keinen OpenStreetMap-Standard für diese Art der Modellierung gibt. Es existiert jedoch ein Vorschlag<sup>9</sup>, der die dreidimensionalen Gebäudedaten einschließlich der Etagen, Räume, Türen, Treppenhäuser und Fahrstühle abdeckt. Dieser Vorschlag [Goe12] wurde inzwischen von der OSM-Gemeinschaft für etwa 20 Gebäude weltweit adaptiert<sup>10</sup>.

Neben den allgemeinen Kartendaten werden für eine benutzerspezifische Routenführung auch Barrierefreiheitsinformationen benötigt. Für die Gebäude der Universität Potsdam wurden diese am Lehrstuhl für Technologie und berufliche Orientierung mit Fokus auf Rollstuhlfahrende erstellt<sup>11</sup> und in eine MySQL-Datenbank überführt [Bar14]. Die Aufstellung dieser Daten orientiert sich an der DIN 18040-1 [DIN10]. Anhand der dort aufgeführten Kriterien wurden die vorhandenen Gebäude untersucht und alle Gebäudeeinheiten auf ihre Zugänglichkeit hin klassifiziert. Weiterhin wurden Konzepte der taktilen Umsetzung von OSM-Karten und Routen auf einer Stiftplatte für blinde Anwender von [Iva14] diskutiert.

## 3 Konzeption

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Android-Applikation, welche eine Navigation auf dem Campus ermöglicht und Lagepläne der Campusse der Universität Potsdam sowie der einzelnen Gebäude bereitstellt. Die Applikation geht dabei speziell auf die Bedürfnisse von seh- und gehbehinderten Menschen bei der Routenplanung ein (siehe Abschnitt 2). Die Wahl für die prototypische Umsetzung fiel auf die Android-Plattform, da dort der App-Store leicht zugänglich ist. Weiterhin sind Testgeräte günstiger als vergleichbare Apple-Produkte. Eine Portierung auf die iOS-Plattform jedoch ist geplant. Die Umsetzung des Projekts in Form einer Client-Server-Architektur wird als notwendig angesehen, da die Routenberechnung auch auf relativ kleinen Flächen bereits sehr aufwändig ist und viele Ressourcen verbraucht. Deshalb ist es nicht möglich, die Berechnung allein auf den mobilen Endgeräten auszuführen. Auch die Kartendaten sollten über einen Zugriff vom Server geladen werden, da auf diesem Wege auch aktuelle Veränderungen auf dem Campus mit in die Berechnung und in die Anzeige einbezogen werden können (z.B. aufgrund von durch Bauarbeiten blockierte Wege).

---

<sup>9</sup>IndoorOSM, <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/IndoorOSM>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>10</sup>IndoorMapping, [http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Indoor\\_Mapping#Places](http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Indoor_Mapping#Places), abgerufen am 29.03.2014

<sup>11</sup>Projekt Barrierefreiheit, <http://www.uni-potsdam.de/projekt-barrierefreiheit>, abgerufen am 29.03.2014

### 3.1 Karten

Die Kartendaten bestehen wie beschrieben aus drei Teilen: Karten für die Außenwelt, Karten für die Innenwelt von Universitätsgebäuden sowie Barrierefreiheitsinformationen. Während Außenweltkarten bereits zur Verfügung standen und unverändert von OpenStreetMap verwendet werden konnten, mussten jene für die Gebäude erst erstellt werden. Bei der Speicherung ergibt sich das Problem, dass es der Arbeitsgruppe nicht gestattet ist, die Gebäudedaten öffentlich zur Verfügung zu stellen, was das Speichern auf den offiziellen OpenStreetMap-Servern verbietet. Stattdessen musste ein separater Karten-Server installiert werden. Dieser hat zwar den Nachteil, dass eigentlich vorhandene Funktionalitäten erneut implementiert werden mussten, führte aber dazu, dass genau die gewünschten Ausgaben erreicht werden konnten. Beispielsweise ist die Smartphone-Anwendung darauf angewiesen Kartenmaterial (also Bilder) verbal wiedergeben zu können. Hierzu bot sich das SVG-Grafikformat an, das mit beliebigen relevanten Informationen angereichert werden kann. Neben den Grafiken für die Smartphone-Anwendung muss das OSM-XML-Format für die Berechnung der Routen angeboten werden.

Die Barrierefreiheitsinformationen liegen in einer separaten Datenbank vor und werden gesondert gewartet. Bei der Erstellung orientiert man sich an den offiziellen Raumbezeichnungen. Falls diese fehlen oder aufgrund veränderter baulicher Eigenschaften veraltet sind, werden eigene Bezeichnungen gewählt. Um die Gebäudekarten und Barrierefreiheitsinformationen zweifelsfrei zusammenführen zu können, muss eine gemeinsame Eigenschaft in beiden Datensammlungen vorhanden sein. Es wird darauf verzichtet, die bereits vorhandenen frei gewählten Bezeichnungen manuell zu übernehmen. Stattdessen wird ein Ansatz der Ortung über Geokoordinaten, wie es in OpenStreetMap üblich ist, genutzt. Infolgedessen wurde eine Möglichkeit geschaffen, die Geokoordinaten für alle fraglichen Räume und andere Elemente wie Rampen und Fahrstühle zu berechnen und in die Datenbank einzutragen.

### 3.2 Benutzerschnittstelle

Um eine Navigation für die Benutzer zu ermöglichen, wird eine Route ermittelt, die durch Punkte und Teilwege, die auf dem Weg liegen, sowie deren Eigenschaften beschrieben ist. Eine solche Route sollte einerseits, entsprechend der speziellen Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers, möglichst wenig Hindernisse enthalten und gleichzeitig möglichst kurz sein. Zur Berechnung einer Route werden ein Start- und ein Zielpunkt als Eingabe und für die Indoor-Navigation zudem gegebenenfalls die Information über die jeweiligen Etagen und den Campus benötigt. Die Berechnung der Route erfolgt auf Basis von OSM-Außen- und -Innenweltkarten und den angegebenen Ansprüchen des Nutzers über die gewünschte Route.

### 3.3 Applikation

Die Applikation bietet dem Nutzer Karten der drei verschiedenen Campusse der Universität Potsdam. Die Gebäude auf einem Campus werden dabei entsprechend des Grades ihrer Barrierefreiheit in einem Ampel-Farbschema angezeigt. Weiterhin sind Indoor-Karten von Gebäuden verfügbar. Diese bieten Informationen über die Barrierefreiheit einzelner Räume, beispielsweise die Türbreite, über Gänge die eventuell durch Treppen oder Schwellen unzugänglich sind sowie über die Erreichbarkeit einzelner Etagen mithilfe von Fahrstühlen oder Treppen. Außerdem werden behindertengerechte Toiletten speziell gekennzeichnet. Es wird weiterhin ein Benutzerprofil angeboten, in dem die Art der Einschränkung festgehalten wird. Weiterhin können hier Fahrstühle oder Treppen von der Routenplanung ausgeschlossen werden und es kann definiert werden, in welchem Farbschema die Karten angezeigt werden. Dies kann beispielsweise für Benutzer mit Farbschwäche hilfreich sein. Das Profil wird dezentral auf dem Smartphone des Nutzers im XML-Format gespeichert. Die im Profil gespeicherten Einschränkungen werden dann bei der Navigation berücksichtigt. Der Nutzer kann sich mithilfe der Applikation über den Campus navigieren lassen. Dafür muss er Start- und Endpunkt der Route festlegen. Als Standorte sind sowohl Räume innerhalb von Gebäuden als auch Gebäudeeingänge möglich. Die Applikation bietet außerdem einen Sehbehinderten-Modus. Hier wird für die Eingabe von Routen und die Navigation durch die Menüs auf Android-Talkback und Gesten gesetzt. Es kommen Einfach- sowie Doppelklicks und Wischgesten in verschiedene Richtungen zum Einsatz. Bei der Ausgabe der Route und der Menüs wird mit Audioausgaben gearbeitet.

## 4 Implementierung des Prototypen

### 4.1 Architektur

Die umgesetzte Architektur besteht aus den drei Komponenten: Applikation, Routenplanung und Kartendaten. Im Folgenden werden die einzelnen Schnittstellen näher erläutert (siehe Abbildung 1), um die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen der Applikation, dem Kartenserver sowie der Routenplanung zu beschreiben. Die Applikation dient lediglich der Darstellung der Lagepläne und Ausgabe der Routen. Um Lagepläne zu erhalten, werden REST-Anfragen<sup>12</sup> an den Server gerichtet. Der Lageplan wird dabei als Vektorgrafik im SVG-Format zurückgegeben.

Eine weitere Schnittstelle bildet die Kommunikation mit der Routenplanungskomponente. Sie liefert die Routendaten beziehungsweise Wegbeschreibungen an die Applikation zurück. Hierzu werden von der Applikation Positionsdaten (z.B. GPS-Koordinaten) und Inhalte des Benutzerprofils als REST-Anfragen übertragen. Die Inhalte des Benutzerprofils werden dabei zur Anpassung der Route an die Bedürfnisse des Benutzer genutzt. Ebenfalls besteht eine Verbindung zwischen den Lageplänen und der Routenplanung. Hier werden

---

<sup>12</sup>Representational State Transfer, ein Programmierparadigma für Webanwendungen

die Karten als OSM-Dateien für die Routenplanung zur Verfügung gestellt. Zur Kommunikation werden auch hier REST-Anfragen genutzt. In den nachfolgenden Abschnitten werden nun die einzelnen Komponenten und deren Funktionalität näher beschrieben.

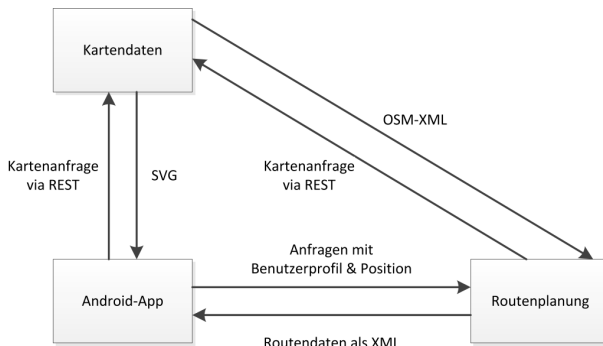


Abbildung 1: Interaktion der Komponenten

## 4.2 Routen

Die Routing-Anwendung ist in Java umgesetzt. Für die Implementierung der RESTful-Web-Service-Schnittstellen wurde die Bibliothek Jersey 2.0<sup>13</sup> verwendet. Der Webservice läuft damit auf einem Apache Tomcat 7.0<sup>14</sup> oder GlassFish Server 4.0<sup>15</sup>.

Wie beschrieben, ist die Aufgabe dieser Komponente in der Gesamtarchitektur die Ermittlung einer möglichst idealen Route für den Benutzer und die Weitergabe der Routeninformation an die Applikation. Damit die Ausgabe möglichst universell auch für andere Tools außerhalb dieses Projekts nutzbar ist, werden neben den Knoten-IDs, die direkt den OSM-Daten entnommen werden, auch die Welt-Koordinaten mit ausgegeben.

Für die Routenberechnung werden die Start- und Zielkoordinaten in Längen- und Breitengrad und – für die Routenplanung in Gebäuden über mehrere Ebenen – zusätzlich die Etageninformationen angegeben. Die Anforderung an die Route werden durch eine Profil-ID bestimmt. Bei Angabe des Zugriffsorts der Kartendaten besteht auch die Möglichkeit, OSM-Kartenmaterial aus anderen Quellen zu nutzen. Da bei bereits vorhandenen Algorithmen bzw. Bibliotheken zur Routenberechnung<sup>16</sup> auf Basis von OSM-Daten häufig die Möglichkeit zur Festlegung von bestimmten Eigenschaften der Wunschrouten fehlt, wird im Rahmen dieser Arbeit ein eigener Algorithmus auf der Basis von Dijkstra genutzt.

Die Anforderungen der Nutzer an ihre optimale Route können in einer Datei gespeichert

<sup>13</sup>Jersey - RESTful Web Services in Java. <https://jersey.java.net/>, abgerufen am 08.04.2014.

<sup>14</sup>The Apache Software Foundation: Apache Tomcat. <http://tomcat.apache.org/>, abgerufen am: 15.04.2014

<sup>15</sup>Oracle Corporation: GlassFish - World's first Java EE 7 Application Server. <https://glassfish.java.net/>, abgerufen am: 15.04.2014

<sup>16</sup>Graphhopper, <http://graphhopper.com>, abgerufen am 08.04.2014

werden. Dazu wird ein eigens für dieses Projekt entwickeltes XML-Schema genutzt. In dem Profil werden Eigenschaften möglicher Wege, so wie sie auch für die OSM-Karten definiert sind, aufgelistet und durch Zahlenwerte bewertet. Auf Basis dieser Daten werden Wege, welche solche Eigenschaften enthalten, für die Routenfindung gewichtet.

Nach der Berechnung wird die Route als Antwort der REST-Anfrage an die Applikation übergeben. Zur Repräsentation der Routendaten wird dafür ein selbst entwickeltes XML-Schema genutzt, welches sehr einfach und stark an das OSM-XML-Format angelehnt ist. Der Grund dafür ist, dass vorhandene Ausgabeformate, wie das GPS-Exchange-Format<sup>17</sup> (GPX), häufig überdimensioniert sind und keine direkte Einbindung der OSM-Tags oder OSM-IDs bieten. Bei dem hier genutzten Schema stehen die Knoten- und Weg-IDs als Referenz auf die OSM-Karte im Vordergrund. Über die Route sind die wichtigsten Informationen als Attribute hinterlegt, z.B. die Weglänge, die Knotenpunkte, die auf dem Weg liegen, sowie seine Eigenschaften, die direkt von den Kartendaten übernommen werden. Die Ausgabe der Route erfolgt im XML-Format. Aufgrund des hohen Datenoverheads und dem großen Aufwand beim Parsen von XML-Daten auf dem mobilen Gerät sollte in Zukunft ein alternatives Format, wie JSON genutzt werden.

### 4.3 Karten

Kartendaten müssen sowohl im OSM-XML- als auch im SVG-Format erstellt werden. Zunächst wurde der Ansatz verfolgt, eine Datenbank als Grundlage für beide Formate zu verwenden. Dies stellte sich jedoch als inpraktikabel heraus, da bestehende Datenbankschemata entweder für grafische Ausgaben optimiert sind (z.B. Schema von osm2pgsql<sup>18</sup>) und keinen OSM-XML-Export erlauben oder einen OSM-XML-Export ermöglichen und keine grafischen Ausgaben unterstützen (Schema von Osmosis<sup>19</sup>). In diesem Projekt wurde es jedoch vermieden zwei Datenbanken aufzusetzen, indem die Generierung der OSM-XML-Dateien dateibasiert gestaltet wurde.

Zur grafischen Generierung wurde Kartograph<sup>20</sup> benutzt. Dieses Programm verfügt über sehr umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten und erlaubt die Ausgabe von annotierten SVG-Grafiken. Über das Setzen von Bedingungen ist es möglich, Außenwelt- und Innenweltkarten getrennt zu erstellen. Alle Etagen eines Hauses werden in einer gemeinsamen Datei gespeichert und können mittels CSS-Eigenschaften ein- und ausgeblendet werden. Für die schnelle Beantwortung von Anfragen, werden die Außenweltkarten der Campusse und Innenweltkarten der einzelnen Gebäude in beiden Formaten vorgeneriert. Abbildung 2 stellt schematisch den Generierungsprozess dar. Karten mit personalisierten Kartengrenzen können unter Inkaufnahme einer erhöhten Antwortzeit angefragt und generiert werden.

Zunächst gestaltete sich die Verbindung von Außenwelt- und Innenweltkarten schwierig, da Hauseingänge auf beiden Karten nicht identisch positioniert sind und somit Sackgassen

---

<sup>17</sup>GPX: GPS Exchange Format, <http://www.topografix.com/gpx.asp>, abgerufen am 08.04.2014

<sup>18</sup>Osm2pgsql, <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osm2pgsql>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>19</sup>Osmosis, <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osmosis>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>20</sup>Kartograph, <http://kartograph.org>, abgerufen am 29.03.2014



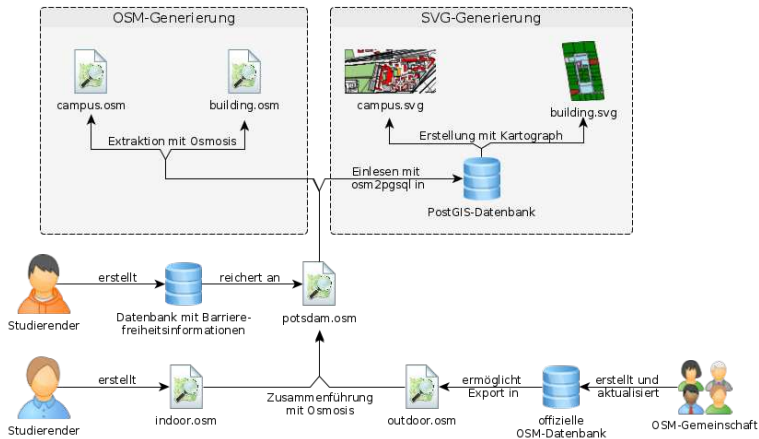


Abbildung 2: Erstellungsprozess der OSM- und SVG-Dateien

entstehen. Zur Verbindung wurden Wege zwischen zwei eigentlich identischen Punkten erstellt, die mit dem Tag `highway=virtual` gekennzeichnet werden. Die Routenberechnung findet somit eine Verbindung vor, die mit der Länge null betrachtet wird, weshalb diese in der Routenbeschreibung für den Benutzer nicht berücksichtigt wird.

#### 4.4 Applikation

Die Aufgabe der Android-Applikation ist die Kommunikation mit dem Benutzer. Die Architektur ist in fünf Schichten gegliedert (siehe Abbildung 3). Ausgehend vom Core, der die Standardverwaltung der Applikation darstellen soll, gibt es hier die Kartenverwaltung. Die Kartenverwaltung ist an einen Service angebunden, welcher die Lagepläne für die einzelnen Campusse liefert. Um die Karten wie gewünscht je nach Benutzer anzuzeigen, werden Informationen aus dem Benutzerprofil benötigt. Diese sind in der Datenschicht in Form von XML-Dateien zu finden. Außerdem müssen die Kartendaten, welche als SVG zuvor heruntergeladen wurden, für die korrekte Darstellung der Route unter Nutzung eines eigens entwickelten Werkzeuges geparkt werden.

Zur Darstellung der Route auf der Karte gibt es in der Logikschicht die Navigationseinheit. Sie ist wie auch die Kartenverwaltung mit einem externen Service verbunden. Neben der Hardwareschicht, die aufgrund der unterschiedlichen Struktur der einzelnen Smartphones nicht weiter beschrieben wird, existiert die Benutzerschnittstelle.

Beim Start der Applikation wird zunächst von einem sehbehinderten Nutzer ausgegangen. Dieser wird durch Audioausgaben begrüßt. Falls der Nutzer seine Sehbehinderung bestätigt, wird dies im Profil vermerkt. Handelt es sich um einen sehenden Nutzer wird mit der normalen Menüführung fortgefahren. Im Anschluss hat der Nutzer die Möglichkeit, sein Profil zu bearbeiten und die Karte einzusehen. Für Nutzer mit Sehbeeinträchtigung entfällt die Darstellung der Karten und es gibt direkt die Möglichkeit, eine Route zu

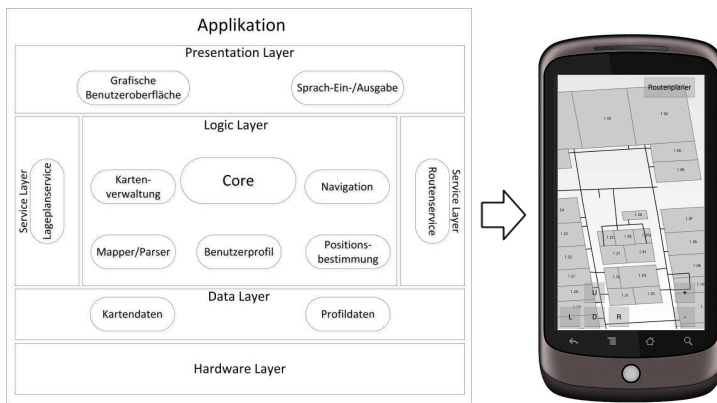


Abbildung 3: Schichtendiagramm und Screenshot einer Indoor-Kartenansicht

planen. Die Ausgabe der Route erfolgt für sehbehinderte Nutzer in Teilstücken und mit Audio-Anweisungen. Dabei wird dem Nutzer jeweils eine Anweisung vorgelesen, beispielsweise: „Drehe dich um 90 Grad nach rechts und gehe 50 Meter“. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die jeweils vorherige Anweisung erneut auszugeben. Mithilfe einer Wischgeste oder dem von Android-Talkback bekannten Doppelklick auf den Bildschirm kann der Nutzer der Applikation mitteilen, dass er den Wegpunkt erreicht hat. Ihm wird dann die nächste Teilroute beschrieben, solange bis er das Ziel erreicht hat.

Das Layout der einzelnen Menüs zeichnet sich durch eine einfache und übersichtliche Struktur aus. Eine Benutzer-Eingabe ist auf verschiedenen Wegen möglich. Neben Buttons werden insbesondere für sehbehinderte Nutzer Touchgesten angeboten. So werden beispielsweise Wischgesten mit verbalem Feedback zur Auswahl von Gebäuden und Räumen während der Routenplanung eingesetzt. Die Ausgabe der Applikation erfolgt – wie für Sehende üblich – meist in Text- und Grafikform. Für Nutzer mit Sehbeeinträchtigung wird verstärkt auf Audioausgaben gesetzt.

## 5 Benutzertest

Im Rahmen des Benutzertests soll die qualitative Fragestellung „Ist die Navigationsapplikation für das vorgesehene Einsatzgebiet und die unterschiedlichen, angedachten Benutzergruppen nutzbar?“ untersucht werden. Benutzergruppen sind hierbei vorrangig die Personengruppen „uneingeschränkt Sehende“ und „sehbeeinträchtigte Personen“. Personen mit akustischen Einschränkungen werden zum jetzigen Zeitpunkt nicht betrachtet, da eine für sie nutzbare Benutzeroberfläche im engen Verbund zur Nutzeroberfläche für „uneingeschränkt Sehende“ steht; lediglich die Audioausgabe scheint an dem Punkt obsolet, da alle Informationen sowohl auditiv, als auch visuell verfügbar sind. Zur Evaluation des entwickelten Prototyps wurde ein Pilottest mit einer blinden Probandin gemeinsam mit den Entwicklern durchgeführt.

Der Pilottest kann generell in drei Phasen eingeteilt werden: Vorgespräch, Praxistest und Nachgespräch. Dabei werden der Probandin in der Anfangsphase allgemeine Informationen über Ziel, Inhalt und Aufbau des Tests zugänglich gemacht. Weiterhin werden allgemeine Informationen über die Testperson abgefragt. Während der gesamten Zeit der Testphase werden alle Handlungen der Testperson beobachtet und dokumentiert. In der Nachbereitungsphase wird eine abschließende Befragung der Probandin durchgeführt, um Schwächen der Applikation aufzuzeigen sowie zur Erkennung möglicher weiterer Funktionen.

Vor dem Test wurde neben allgemeinen Thematiken (Vorerfahrung mit dem Smartphone) nach den am stärksten störenden Wegeigenschaften gefragt. Der Probandin zufolge sind dies für sehbeeinträchtigte Studierende vor allem große Plätze ohne markante Wegstrukturen. Als Lösung hält die Probandin einen in die Applikation eingebauten Kompass für sinnvoll, welcher ihr hilft, sich neu zu orientieren. Eine aktive Routenführung, die automatisch den korrekten Abzweig von einem großen Platz erkennt, wurde ebenfalls gewünscht. Es wurde deutlich, dass die Probandin zum Zeitpunkt des Tests aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit bzw. Reife anderer Applikationen noch keine Vorerfahrungen mit Routing-Applikationen hatte. Während des Tests wurde festgestellt, dass die Probandin beim ersten Start der Applikation eine Hilfestellung für deren Bedienung durch die durchführenden Tester benötigte. Zurückzuführen ist dies neben zum Teil fehlenden Handlungsanweisungen in der Applikation auf die Bedienung des für die Probandin unbekanntesten Test-Smartphones. Hinzu kommt, dass einige Sprachausgaben mithilfe der Android Text-To-Speech-Engine falsch ausgesprochen wurden. Dies führte insbesondere bei Schlüsselworten zu Verwirrung bei der Probandin. Letztlich erfolgte auch die Bedienung der Applikation, während Talkback im Hintergrund assistierte, nicht immer, wie von der Probandin erwartet. Im Anschluss an den praktischen Test folgte ein Abschlussgespräch mit der Probandin. In diesem betonte sie einige noch offene Punkte, welche sie sich in einem vollständigen Produkt wünschen würde: Neben einer aktiven Routenführung mit Erkennung von Hindernissen und Neuausrichtung bei Verlust der Orientierung wünscht sich die Probandin Anhaltspunkte über die Beschaffenheit des Untergrunds beziehungsweise dessen Wechsel sowie Aufschluss über Bordsteinkanten, Gehwege, Treppen und Türen. Einige dieser Wünsche sollen in weiteren studentischen Arbeiten umgesetzt werden. Abschließend lässt sich sagen, dass aufgrund des prototypischen Zustands der Applikation noch keine abschließende Antwort auf die eingangs gestellte Frage gegeben werden kann.

## **6 Diskussion und Fazit**

Ein gravierendes Problem stellt die ungenaue GPS-Ortung auf dem Campus Griebnitzsee der Universität Potsdam dar. Diese Daten sind kaum verwertbar und müssen stark normalisiert werden. Weiterhin war die Verknüpfung der Daten von Indoor- und Outdoor-Karten sowie den Barrierefreiheitsinformationen zu einzelnen Gebäuden, Räumen und Fluren problematisch. Zur Lösung dieses Problems wurden alle Informationen innerhalb einer OSM-Datei zusammengefasst. Das Bedienkonzept der Applikation mit Wischgesten und Doppelclicks wurde von der blinden Probandin positiv aufgenommen, war für sie intuitiv.

tiv und entsprach weitestgehend der gewohnten Bedienung eines Android-Smartphones mit Talkback. Es werden sowohl bei den Karten- als auch bei den Routenanfragen REST-Services genutzt, um eine universelle Verwendbarkeit zu gewährleisten. Da die Karten als SVG-Datei zurückgegeben werden und die Routen auf GPS-Koordinaten basieren, ist ihre Nutzung in einem anderen Kontext ebenfalls möglich. Bei der Routenplanung werden die Wünsche und Einschränkungen des Nutzers berücksichtigt. Die Anfragen sind dabei einfach aufgebaut. Es müssen nur die Start- und Endkoordinaten sowie die relevanten Informationen aus dem Nutzerprofil übermittelt werden.

Die beschriebene Konzeption und Implementierung einer Campus-Navigations-Applikation für Studierende mit Beeinträchtigungen wurde positiv evaluiert, und es wurden einige Verbesserungsmöglichkeiten im Detail aufzeigt. Eine mögliche Erweiterung wäre eine umfassende Integration in die Hochschulinfrastruktur. Ein denkbares Beispiel wäre hier die Anbindung an das Vorlesungsverzeichnis, um sich direkt zu Räumen aktuell stattfindender Veranstaltungen navigieren zu lassen. Eine bereits geplante Erweiterung für blinde Nutzer ist die Ausrichtung mittels des im Smartphone vorhandenen Kompasses, um so das Finden des nächsten Checkpoints zu erleichtern. Außerdem wird an einem Ampelsystem für die Barrierefreiheitsinformationen sowohl für Indoor- als auch für Campus-Karten gearbeitet<sup>21</sup>. Hierbei werden dann Gänge, Räume und Gebäude je nach ihrer Barrierefreiheit eingestuft. Um eine Ortung und somit eine adaptive Navigation innerhalb von Gebäuden zu ermöglichen wäre der Einsatz eines WLAN-Triangulationsverfahrens<sup>22</sup> denkbar. Zudem ist die Erweiterung des Benutzerprofils um weitere Wünsche des Nutzers geplant. Ein weiteres denkbares Beispiel wäre es, bei der Routenplanung den Wunsch nach Türen mit Türöffnern anzugeben.

## Literatur

- [Bar14] Bartsch, Stefan. Wie barrierefrei kann man an der Universität Potsdam studieren? - Auswertung eines langjährigen Projekts der Lehrinheit WAT am Beispiel mobilitätseingeschränkter Studierender. Masterarbeit (in Arbeit), Universität Potsdam, 2014.
- [DIN10] DIN 18040-1 / 2010: Barrierefreies Bauen Planungsgrundlagen Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude, Beuth-Verlag Berlin, Oktober 2010.
- [Goe12] Goetz, M. und Zipf, A. Extending OpenStreetMap to Indoor Environments : Bringing Volunteered Geographic Information to the Next Level. 2012.
- [Iva14] Ivanchev, Mihail und Zinke, Francis und Lucke, Ulrike. Pre-journey Visualization of Travel Routes for the Blind on Refreshable Interactive Tactile Displays. In *14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs*, 2014. (im Druck).
- [Ran04] Ran, Lisa und Helal, Sumi und Moore, Steve. Drishti: An Integrated Indoor/Outdoor Blind Navigation System and Service. In *Proceedings of the Second IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom'04)*, PERCOM '04, Washington, DC, USA, 2004. IEEE Computer Society.

---

<sup>21</sup> Ähnlich dem Projekt Barrierefreiheit der Universität Potsdam, siehe <http://www.uni-potsdam.de/projekt-barrierefreiheit>, abgerufen am 29.03.2014

<sup>22</sup> An der Universität Potsdam ist aktuell ein Projekt zu diesem Thema in Bearbeitung.