



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojekt **m4guide** wird ein neuartiges Navigationssystem entwickelt, mit dem sich auch blinde und sehbehinderte Menschen sicher von Tür zu Tür in einer ihnen unbekanntem städtischen Umgebung (Pilotgebiete Berlin Mitte, Soest) zu Fuß und mit öffentlichen Verkehrsmitteln bewegen können.

Einführung und Zielstellung

Für viele Menschen ist es oftmals schwierig, sich in unbekanntem öffentlichen Räumen zurechtzufinden. Für blinde und sehbehinderte Menschen ist das Tag für Tag eine besondere Herausforderung.

Zielsetzung des Projektes **m4guide** ist die Entwicklung und praktische Erprobung eines personalisierten, durchgängigen Reiseinformations- und Zielführungssystems auf Basis eines handelsüblichen Smartphones. U.a. soll es auch blinden und sehbehinderten Menschen erlauben, sich einfach, selbständig und sicher zu Fuß im öffentlichen Raum mit der Nutzung des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) bewegen zu können.

Dies verlangt auch die im Jahr 2009 von Deutschland ratifizierte UN-Behindertenrechtskonvention, die darauf abzielt, dass alle Menschen die gleiche individuelle Möglichkeit auf soziale Teilhabe in allen Lebensbereichen haben. Voraussetzungen sind u. a. gleiche Mobilitätschancen mit barrierefreiem Zugang zum ÖPNV für blinde und sehbehinderte Menschen. So stellen auch aktuelle technische Standards zur barrierefreien Zugänglichkeit öffentlicher Gebäude und die Produktentwicklung im „Design for all“ neue

Anforderungen dar, die in Zukunft umzusetzen sind. Dazu will das Projekt **m4guide** einen Beitrag leisten. Bei erfolgreicher Realisierung kann der **m4guide** als Maßnahme zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention (insbesondere Art. 9 und 30) in den Aktionsplan der Bundesregierung bzw. in den Staatenbericht aufgenommen werden.

In Deutschland leben ca. 145 000 blinde und 1 200 000 sehbehinderte Menschen. Die Zahl der sehbehinderten Betroffenen zeigt eine deutlich steigende Entwicklungstendenz. Um ihre Fahrziele erreichen zu können, sind sie oftmals auf den ÖPNV angewiesen. Ein durchgängiges und verkehrsmittelübergreifendes Reise- und Zielführungssystem mit nahtloser Navigation im öffentlichen Straßenraum einschließlich der Nutzung des ÖPNV und der Wegeführung in Gebäuden gibt es bisher für diese Nutzergruppe nicht. Bei der Entwicklung des **m4guide** werden deshalb die Bedürfnisse von blinden und sehbehinderten Menschen zugrunde gelegt. Sie haben die höchsten Anforderungen an die Positionsgenauigkeit, die Zielführung und die begleitenden (Echtzeit-)Informationen.

Lösungen für diese Personengruppe sind auf alle anderen Personengruppen übertragbar. Ergebnis des **m4guide** ist ein Produkt für „Jedermann“. Er kann durch akustische, optische und haptische Bedienelemente auch für ältere Menschen oder Touristen, die sich in unbekanntem Stadträumen bewegen, eine wichtige Mobilitätshilfe sein.

Forschungsziele

Im Vorhaben werden bestehende Informationstechnologien zusammengeführt und weiterentwickelt. Die Entwicklung erfolgt im Verbund von Partnern aus Forschung, IT-Unternehmen, Verkehrsunternehmen, Betroffenenverbänden und Trägern öffentlicher Belange, die über spezifische Problemlösungskompetenzen in diesem Umfeld verfügen (Abb.1).

Grundlagenermittlung

Um technische Lösungen als Basis für die Arbeiten im Forschungsprojekt **m4guide** entwickeln zu können, wurden zunächst verschiedene Analysen zur Erfassung der Ausgangssituation und der Anforderungen durchgeführt. Im ersten Jahr des Projektes musste der aktuelle Stand der verfügbaren technischen Systeme und Services sowie der Datenbestände analysiert werden. Zweitens war eine Befragung potenzieller Nutzer (vornehmliche Zielgruppe: blinde und sehbehinderte Menschen) durchzuführen, um deren



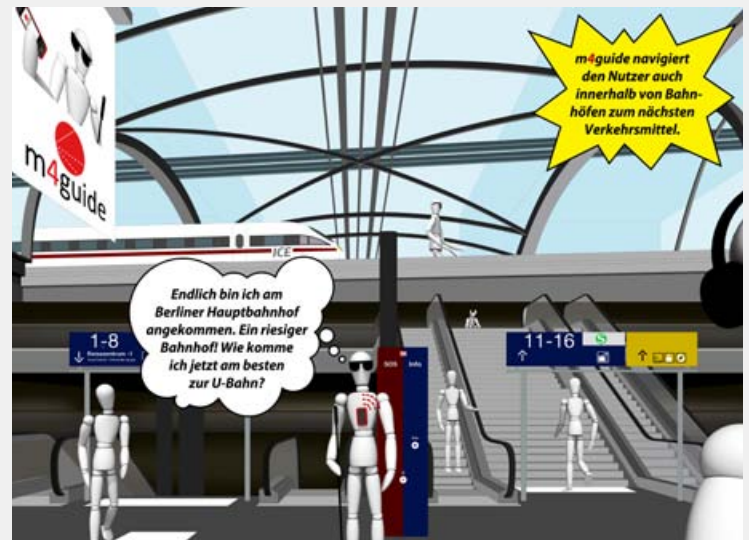
- multimodale Routenermittlung vor Antritt und während eines Weges



- Berücksichtigung statischer und dynamischer Informationen im Straßenraum



- nahtlose Ortung und Nutzung verbesserter Satellitenortungsmöglichkeiten
- Bereitstellung von Echtzeit-Verkehrsinformationen im ÖPNV-Fahrzeug



- Entwicklung eines einheitlichen und routingfähigen Datenmodells für die Zielführung zu Fuß, sowohl im Straßenraum als auch innerhalb von Gebäuden

- Generierung „routingfähiger Indoor-Karten“ aus Gebäudegrundrissen
- Feldtests mit unterschiedlichen Nutzergruppen zur Erprobung der entwickelten Lösungen

Abb 1: Forschungsschwerpunkte

Gewohnheiten und Mobilitätsverhalten ohne **m4guide**-System zu erfassen.

Datenbasis

Um eine einheitliche Datenbasis als Grundlage für das Routing- und Zielführungssystem **m4guide** sicher zu stellen, wurde im Pilotgebiet Berlin Mitte (im Outdoor-Bereich) eine vermessungstechnische Straßenbefahrung unter Berücksichtigung stati-

scher Straßenobjekte durchgeführt. Eine einheitliche Datenbasis ist die Grundvoraussetzung für das Routen und genaue Orten von Fußgängern. Damit die **m4guide** Anwendung auch außerhalb der Testgebiete funktionsfähig bleibt, wurde entschieden, in diesen Fällen auf freie Geodaten des Projektes OpenStreetMap (OSM) zurückzugreifen. Zu Beginn des Datenerfassungsprozesses wurde von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

(SenStadtUm) ein bereits existierender Grunddatenbestand des Landes Berlin zusammengetragen. Anschließend wurde anhand der bereits existierenden Daten und unter Berücksichtigung der Ansprüche blinder und sehbehinderter Menschen ein Objekt- und Attributkatalog erarbeitet, in dem Verkehrsflächen (Fahrbahn, Gehweg, Brücken etc.), Straßenmöblierung (Mast, Hydrant, Baumscheiben, Poller etc.), Sondernutzungen (Ladesäulen für Elektroautos, Säulen/Werbefläche, Telefonzellen etc.) und Verkehrszeichen aufgenommen wurden.

Die Befahrung hat im Bezirk Berlin Mitte stattgefunden und ist in 2013 abgeschlossen worden. Das Pilotgebiet wurde mit ca. 400 km innerstädtischen Stadtstraßen, inklusive aller Nebenanlagen mit einer innovativen berührungslosen mobilen Messmethode erfasst (photogrammetrische Datenerfassung).

Anhand der erfassten Flächen der Gehwege und Fahrbahnen wurde ein Knoten- und Kantenmodell digitalisiert (Abb. 2), um ein Fußgängerouting im Outdoor-Bereich aufbauen zu können. Das Knoten- und Kantenmodell ermöglicht die Visualisierung des Fußgängernetzes und dient somit als Grundlage für ein unabhängiges Ordnungssystem in einer Kommune. Für Berlin existiert bereits ein Straßennetz (Detailnetz) auf Basis eines Knoten- und Kantenmodells. Im Rahmen des Forschungsprojektes **m4guide** wird das Detailnetz um ein Fußgängernetz erweitert.

Eine Herausforderung für das Forschungsprojekt ist es, das Konzept für die Berechnung der Gesamtroute zu entwickeln und die Ergebnisse in einem multimodalen Routing zusammenzufassen. Bei der multimodalen Routenplanung kann auf dem vorhandenen Routenplanungssystem Fahrinfo aufgesetzt werden, das sowohl bei den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) als auch beim Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) als Fahrplanauskunft dem Kunden zur Verfügung steht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das System mit Echtzeitinformationen gespeist wird und über eine Fahrzeugerkennungsfunktion verfügt.

Weiterhin muss gewährleistet werden, dass der Nutzer während einer Fahrt mit dem ÖPNV stetige Informationen über Standort und „Fahrplanlage“ in Beziehung zur gewählten Route abrufen kann. Entsprechende Informationen werden aufbereitet und über online fähige Kommunikationswege (Mehrwege-Prinzip) zur Verfügung gestellt.

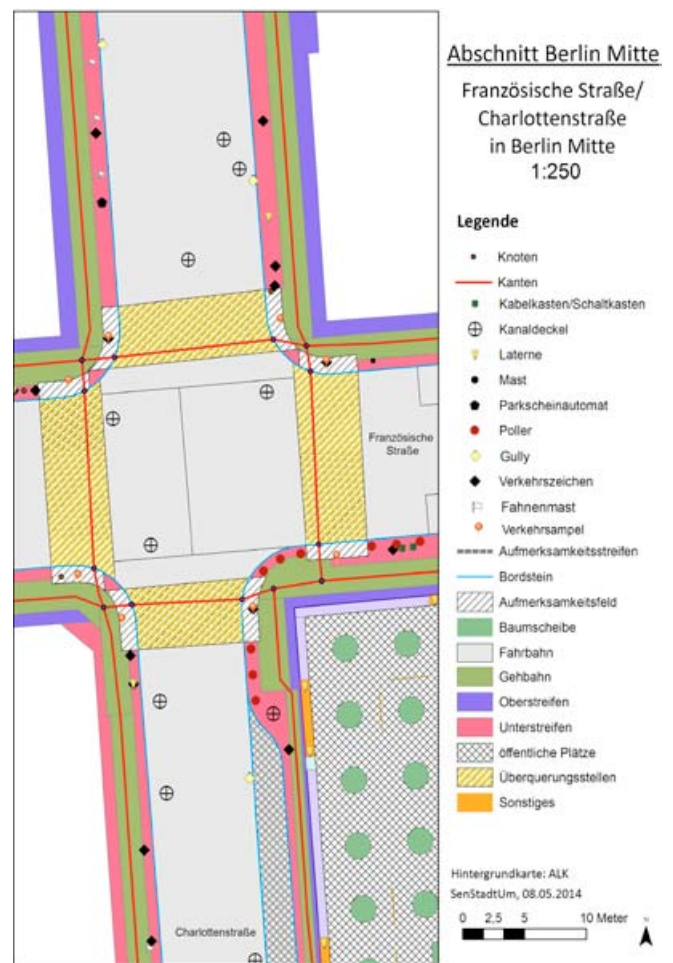


Abb. 2: Digitalisierte Straßendaten mit Fußgängernetz im Pilotgebiet Berlin Mitte

Forschungsziel – Fallbeispiel „Outdoor-Ortung“

Ziel des Forschungsprojektes ist es, ein durchgängiges hochgenaues Ortungssignal (im Indoor-, Outdoor- und ÖPNV-Bereich) als Startpunkt des Routing und für die ununterbrochene Zielführung zu erhalten.

Im Bereich der Outdoor-Ortung ist eine hochgenaue Positionsbestimmung auf Fußwegen außerhalb von Gebäuden bzw. Bahnhöfen Bedingung. Die Outdoor-Ortungsinformation besteht aus den Komponenten: 3D-Geokoordinaten (WGS84), Geschwindigkeit, Richtung und Ortungsgenauigkeit.

Für die Outdoor-Ortung (Abb. 3) soll ein GNSS-Empfänger mit unterschiedlichen Satellitensystemen (GPS/GLONASS später auch: Galileo) verwendet werden, der zusätzlich auch Korrekturdaten (DGNSS) des deutschlandweit verfügbaren SAPOS®-Dienstes empfangen kann. Um die Positionsbestimmung zu verbessern, wird im Rahmen des Forschungsprojektes ein Zusatzgerät entwickelt, welches zusätzlich mit

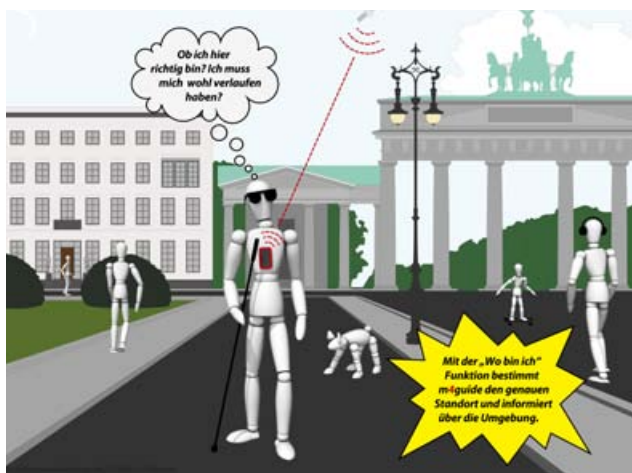


Abb. 3: Fallbeispiel Outdoor-Ortung

GNSS-Empfänger und Inertialsensorik ausgestattet wird.

Für eine optimale Positionierungsgenauigkeit benötigt ein GNSS-Empfänger möglichst freie Sicht zu den Satelliten und saubere, nicht reflektierte Messsignale. Mit zunehmenden Bewuchs bzw. Bebauung sind diese optimalen Bedingungen nicht mehr gegeben. Während im ländlichen Bereich (z. B. Einfamilienhausbebauung) die Bürgersteige im Abstand von 4–5 m von der Hauswand (1–2 stöckig) entfernt sind, so liegen die Gehwege im Innenstadtbereich (z. B. Berlin) direkt an mehrstöckigen Mehrfamilien-, Büro- oder Fabrikgebäuden. Eine beidseitige Straßenbebauung und hohe Bäume im Gehwegbereich erschweren weiterhin die GNSS-Positionierung. Kommen noch stark reflektierende Flächen hinzu, so kann es leicht zu Positionsungenauigkeiten von 5–10 m und mehr kommen.

Zur Verbesserung der Ortungsgenauigkeit in Innenstadtbereichen müssen darüber hinaus Richtungsdaten aus einem Inertialsystem und unter Zuhilfenahme eines im Empfänger integrierten Kompasses abgeleitet werden, um eine durchgehend verlässliche Ortung von +/- 1 m zu gewährleisten. Alle Daten müssen dazu in Echtzeit synchronisiert und berechnet werden. Diese können aus kinematischen Positionsdaten bestimmt werden. Ferner müssen Qualitätsaussagen zur Genauigkeit und Zuverlässigkeit erstellt werden. Mithilfe eines mathematisch statistischen Schätzverfahrens (Kalmanfilterung) lässt sich dann die Position und Orientierung zur Ortung bestimmen.

Im Projekt **m4guide** soll in 2014 eine Kombination der beschriebenen Verfahren entwickelt werden. Hierbei sollen bei der Ortung zusätzliche Sensoren berücksichtigt werden, die Informationen über die Geh-Rich-

tungen, Richtungsänderungen und zurückgelegte Strecken liefern.

Um eine hohe Ortungsgenauigkeit in Bahnhöfen und Gebäuden später sicherstellen zu können, werden in der Indoor-Ortung Lösungsansätze formuliert, die es möglich machen ein geschlossenes Routing- und Zielführungssystem umzusetzen.

Fazit

Ende 2015 soll die Entwicklung und praktische Erprobung eines durchgängigen personalisierten Reiseinformations- und Zielführungssystems, das auch von blinden und sehbehinderten Menschen in Städten genutzt werden kann, abgeschlossen sein. Der **m4guide** soll zusammen mit den bestehenden Informationssystemen FahrInfo des Verkehrsverbundes Berlin – Brandenburg (VBB) und der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) sowie des entsprechenden Soester Systems City Guide funktionieren.

Der **m4guide** steht für eine Applikation die mit einem handelsüblichen Smartphone als integriertes Kommunikations- und Navigationssystem, bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und auf Fußwegen einsetzbar ist. Damit kann die Mobilität von Personen in einer unbekanntenen städtischen Umgebung deutlich erhöht werden. U. a. soll das durch eine hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ortung und Zielführung in öffentlichen Verkehrsmitteln als auch auf Fußwegen sowohl außerhalb als auch innerhalb von Gebäuden (z. B. Bahnhöfen) erreicht werden.

Das Projektkonsortium hat in diesem Bereich national und international wesentliche Vorarbeiten geleistet. Durch **m4guide** soll erstmalig eine lückenlose, verkehrsmittelübergreifende Zielführung von Tür zu Tür ermöglicht werden.

Josephine Paede und das Projektkonsortium **m4guide**
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Am Köllnischen Park 3, 10179 Berlin
Tel.: +49 30 9025-1401
josephine.paede@senstadtum.berlin.de