

# Benutzerzentriertes Design der nicht-visuellen Navigation in Gebäuden

Denise Prescher<sup>1</sup>, Martin Spindler<sup>1</sup>, Michael Weber<sup>2</sup>, Gerhard Weber<sup>1</sup>,  
George Ioannidis<sup>2</sup>

Professur für Mensch-Computer Interaktion, Technische Universität Dresden<sup>1</sup>  
IN2 search interfaces development Ltd, Bremen<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Zur Unterstützung der eigenständigen Navigation blinder und sehbehinderter Nutzer in öffentlichen Umsteigegebäuden wird eine Smartphone Anwendung im Projekt Mobility entwickelt. Die zukünftigen Nutzer wurden im Rahmen des Projektes in den Entwicklungsprozess durch formative Evaluation, u.a. im Rahmen einer Wizard-of-Oz Studie, einbezogen. Die in den verschiedenen Projektphasen durchgeführten Nutzerstudien helfen nicht nur dabei, die Bedienoberfläche zu verbessern, sondern liefern ebenso wichtige Erkenntnisse zum Laufverhalten, zur Interaktion mit der Anwendung im realen Nutzungskontext und zur erfolgreichen Bewältigung unbekannter Routen in Umsteigegebäuden.

## 1 Einleitung und verwandte Arbeiten

Gerade in fremden Gebäuden haben blinde und sehbehinderte Nutzer häufig Probleme bei der selbstständigen Orientierung. Oft werden Bekannte im Vorfeld oder Passanten vor Ort befragt, um die notwendigen Informationen zu erhalten<sup>1</sup>. Um die Unabhängigkeit bei der Erkundung und Wegfindung in öffentlichen Gebäuden zu erhöhen, wird im Rahmen des Mobility Projekts eine Smartphone Anwendung entwickelt, welche räumliche Informationen entlang einer Route verbalisiert. Anders als die knappen Anweisungen eines Navigationsgeräts für Autofahrer bei der Fortbewegung auf Straßen, können in unserer Anwendung einerseits geographische Überblicksinformationen zum aktuellen Standort, andererseits auch Routen - sowohl auf Anfrage als auch automatisch erzeugt - miteinander verknüpft werden.

Assistive Technologien zur Verbesserung der Mobilität blinder Menschen sind nicht mehr nur auf den Blindenlangstock zur Hinderniserkennung und die Verwendung des barrierefreien ÖPNV (ohne Fahrkartenkauf) zur Bewältigung größerer Strecken begrenzt. Grundlegende Arbeiten für die GPS-basierte Fußgängernavigation [MoBIC (Petrie, et al., 1996), Haptimap (Magnusson, et al., 2009)] zeigen, dass eine geeignete Routenfindung möglich ist. Mangels

---

<sup>1</sup> Ergebnis der Mobility-Nutzerstudien auf die Frage "Wie orientieren Sie sich in fremden Gebäuden?": 21 von 22 Probanden fragen bei Bedarf vor Ort nach; 20 fragen auch schon vorher nach; 18 probieren es erst einmal selbst

verfügbarer Karten sind Systeme zur Fußgängernavigation bisher jedoch nur entlang von Straßen sinnvoll einsetzbar.

Da nicht alle Straßen für Fußgänger begehbar sind, spielt der ÖPNV eine sehr zentrale Rolle. Unbekannte Wege können jedoch nur von wenigen blinden Menschen selbstständig bewältigt werden. Große Umsteigebauwerke wie überregionale Bahnhöfe und Flughäfen sind weder mittels einer GPS-basierten Navigation erschließbar, noch ist die Routenbildung darauf abgestimmt, mehrere Stockwerke einzubeziehen. Bisher sind blinde Menschen meist auf Begleitservices von Seiten des Gebäudebetreibers angewiesen. Eine geeignete Assistive Technologie muss die ungenaue Lokalisierung mittels W-LAN berücksichtigen. Die Navigation in Gebäuden verläuft dabei nur selten entlang von Fluren, sondern oft über freie Flächen, z.B. in Hallen. Für die Routenberechnung und die Beschreibung der Wege ist eine effiziente Methode zur Kartenerzeugung einzusetzen, die es ermöglicht, blindenspezifische Annotationen zur Generierung von Wegbeschreibungen zu verwenden.

## 2 Anforderungen an die Navigation in Gebäuden

Innerhalb dieser Arbeit ist vor allem die nutzerzentrierte Entwicklung ein wichtiger Bestandteil, um geeignete Anforderungen zu erheben und umzusetzen. Entsprechend der Vorgaben der ISO 9241-210 werden im gesamten Verlauf des Mobility Projekts repräsentative Benutzer aktiv in den Entwicklungsprozess mit einbezogen. Um schrittweise die Anforderungen der blinden Nutzer sowie die Bedienmöglichkeiten auf Touchscreen-Smartphones und den Funktionsumfang einer Anwendung zur Indoor-Navigation zu bestimmen, waren mehrere Iterationsphasen innerhalb des Projektes notwendig (vgl. Abbildung 1), die nachfolgend näher beschrieben werden.

Nutzerbefragungen während der Anforderungsanalyse (Miao, Spindler, & Weber, 2011) ergaben, dass sich blinde Fußgänger grundsätzlich Zugang zu taktilen Lageplänen für öffentliche Gebäude wünschen. In Experimenten wurden Aufgaben zur Orientierung und Wegfindung gestellt, die einerseits mit taktilen Karten, andererseits mit Wegbeschreibungen zu absolvieren waren. In der Praxis zeigte sich, dass es die Probanden viel Zeit kostet, Lagepläne zu erschließen und es ihnen teils schwerfiel, das mentale Modell der Karteninformationen mit der realen Welt abzugleichen. Taktile Lagepläne für Fußgänger existieren nur sehr selten, da ihre Erstellung und Aktualisierung zeitaufwändig ist. Daher erscheinen verbale Wegbeschreibungen und Ortsinformationen wesentlich geeigneter. Unter Einbezug von Vertretern der Nutzergruppe sowie eines Mobilitätstrainers (O&M-Trainer) wurden Anforderungen an Routenbeschreibungen und ihre Präsentation ermittelt (z.B. Wunsch nach Überblicksbeschreibungen, geeignete Beschreibung von Richtungswechseln). Außerdem wurden funktionale Anforderungen und Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit ermittelt, die Grundlage für die Entwicklung einer mobilen Smartphone-Anwendung waren.

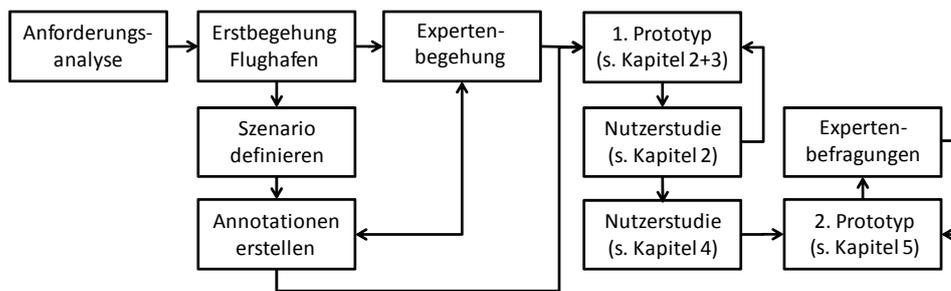


Abbildung 1: Iterativer Prozess im Projekt Mobility

In der Pilotphase wurde die App als eine Art mobiler DAISY<sup>2</sup>-Reader umgesetzt, der aber abhängig von der tatsächlichen Position im Gebäude Inhalte des Hörbuchs auswählen kann. Der Reader bedient sich der Text-to-Speech-Engine von Android und erlaubt die Steuerung über Gesten auf dem Touch-Display. Für erste Nutzerstudien wurde ein reales Szenario am Frankfurter Flughafen in Form eines Full-Text DAISY-DTBooks modelliert und mit Geo-Referenzen für flächige und punktuelle Elemente versehen, die von der App verarbeitet werden. Ortsbeschreibungen wurden zunächst als manuell erstellte Fließtexte hinterlegt. Eine Test-Route wird als Liste von vorgegebenen Landmarken mit manuell erstellten Weganweisungen definiert. Die Strecke umfasst mehrere Gebäude-Bereiche, darunter Bahnhofs-gleise und Terminalbereiche sowie Ebenenwechsel und zu findende Zwischenziele. Es kann dazu auf das frei verfügbare Google-Earth zurückgegriffen werden, um Objekte zu benennen, hierarchisch zu ordnen und zu beschreiben. Lagepläne des Gebäudebetreibers sowie fotografierte Flucht- und Rettungspläne werden mit Luftbildern abgeglichen, um zu modellierende Elemente im Gebäudeinneren geo-referenzieren zu können. Mithilfe von XSL-Verarbeitung wird das annotierte Modell aus dem Google KML<sup>3</sup>-Format nach DAISY DTBook (XML) überführt und eine Szenenbeschreibung zusammengestellt (Spindler, et al., 2012). Dieses Nutzungsszenario wurde zunächst mit Hilfe eines blinden Experten begutachtet. Darauf aufbauend wurden Struktur und Inhalt der Anweisungen überarbeitet.

Um die identifizierten Anforderungen auch im realen Nutzungskontext zu bestätigen bzw. weiter zu verfeinern, wurde eine Studie mit fünf blinden und einem hochgradig sehbehinder-ten Probanden durchgeführt. Alle Teilnehmer waren Langstock-Nutzer. Dieser erste Nutzer-test wurde mit Hilfe der Wizard-of-Oz Technik durchgeführt, da die Positionsbestimmung noch nicht integriert war. Das heißt, die Ausgaben werden nicht automatisch initiiert, sondern durch den Testleiter. Den Nutzern wurde also an bestimmten Punkten auf der Route eine Ortsbeschreibung sowie die Anweisung, wie der nächste Wegabschnitt erreicht werden kann, vorgespielt. Eine eigenständige Bedienung des Smartphones durch die Probanden war in diesem Test nicht vorgesehen, da hier das Augenmerk auf den Anweisungen selber lag. Es wurde deutlich, dass die Benutzer beim Gehen den Anweisungen folgen können, aber auch stehen bleiben, um sich die Ansagen vollständig anzuhören (Spindler, et al., 2012). Der in dieser Arbeit beschriebene Nutzertest (siehe Abschnitt 4) soll diesen Zusammenhang weiter-führend untersuchen.

<sup>2</sup> Digital Accessible Information System (Standard für zugängliche und navigierbare Dokumente mit Multime-dia-Inhalten), siehe <http://www.daisy.org/daisy-standard>

<sup>3</sup> formerly Keyhole Markup Language, siehe <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>

## 3 Bedienkonzept des mobilen Clients

Die erstellte App setzt auf der Android-Plattform auf. Mit Hilfe der Sprachausgabe des Screenreaders „TalkBack“ können blinde Menschen die Bedienelemente auf dem Touchscreen erkunden und aktivieren („Explore-by-Touch“).

### 3.1 Reader-Ansicht

Der in Abschnitt 2 beschriebene Stand des Prototypen in Form eines DAISY-Players unterstützt das Abspielen von vordefinierten Ortsbeschreibungen und Weganweisungen. Angezeigt wird dabei jeweils der aktuelle Gebäudeteil bzw. Unterbereich, in dem sich der Nutzer befindet, inklusive einer kurzen Beschreibung. Außerdem wird der zu laufende Weg beschrieben. Zur besseren Nachvollziehbarkeit für sehende Menschen wird der gerade vorgelesene Textteil optisch hervorgehoben (siehe Abbildung 2 - links). Zur Interaktion mit der Sprachwiedergabe der Inhalte unter Android 2.3 wurde eine eigene Gestensteuerung umgesetzt, mit deren Hilfe Ansagen mittels Klickgeste unterbrochen und am Anfang des letzten Satzes fortgesetzt werden können. Außerdem werden Strichgesten von oben nach unten bzw. umgekehrt dazu verwendet, um ein elementweises Springen auszulösen. Um den Nutzern die eigenständige Erkundung der Umgebung mit automatischer Positionsbestimmung zu ermöglichen, wurde die erste Version des mobilen Clients erweitert. Im Folgenden wird auf die Service-Architektur sowie besondere Funktionalitäten eingegangen.

### 3.2 Service-Architektur

Ein Hintergrund-Dienst („Service“) wird mit Start der App initiiert, der auch beim Verlassen der Bedienschnittstelle weiterläuft. Er hält den aktuellen Zustand und die Ansichtenübergreifenden Objekte der App. Der Hintergrunddienst bestimmt die geografische Position des Nutzers und kann abhängig davon Ereignisse auslösen (z.B. Sprachansagen). Innerhalb dieses Projektes wird anhand von WiFi-Signalen eine Positionsbestimmung vorgenommen, da innerhalb von Gebäuden meist nur schwache und unzureichende GPS-Signale empfangen werden können. WiFi-Zugangspunkte sind in Umsteigegebäuden bereits zahlreich zu finden. Zudem enthalten viele Smartphones standardmäßig WiFi-Empfänger. Das verwendete Verfahren nutzt zur Lokalisierung die Triangulation von Fingerprints. Fingerprints werden vor der Benutzung an möglichst vielen Orten eingelesen und ordnen eingelesene WiFi-Signale (Mac-Adresse und Signalstärke) Positionen zu. Zur Laufzeit werden aktuell gemessene WiFi-Signale eines mobilen Gerätes mit den bekannten Fingerprints verglichen und mögliche relevante Fingerprints für eine Triangulation ausgewählt.

### 3.3 Erweiterte Funktionalitäten

Da die automatische Ansage von Ortsbeschreibungen einerseits so kurz wie möglich sein sollte, andererseits zur Orientierung relevante Aspekte beinhalten kann, ist es wichtig, dem Nutzer jederzeit auch verschiedene Möglichkeiten der manuellen Interaktion bereitzustellen. Aus diesem Grund muss das Konzept des einfachen DAISY-Players erweitert werden. Die einfachste Möglichkeit, dem Nutzer wahlfreie Kontrolle über die zu präsentierenden Inhalte

zu geben, besteht darin, alle Informationen über eine Route ortsungebunden zu präsentieren. Im so genannten *Routenexplorer* werden alle Ansagen innerhalb einer geordneten Liste dargestellt. Der Nutzer kann somit unabhängig von seiner Position die Routenanweisungen anhören, beispielsweise um sich einen Überblick über zukünftige oder vorherige Wegabschnitte zu verschaffen oder die Route rein virtuell zu erkunden. Um sich zu jeder Zeit ein besseres Bild seiner aktuellen Position machen zu können, wird dem Nutzer die *Wo bin ich?*-Funktion bereitgestellt. Dabei wird die Beschreibung des aktuellen Orts angezeigt. In der Funktion *Orte* kann zudem eine Liste aller Bereiche und POIs (Point Of Interest, "interessanter Ort") eines Gebäudes abgerufen werden. Bei Bedarf kann der Nutzer somit Zusatzinformationen über interessante Einrichtungen im Gebäude erhalten.

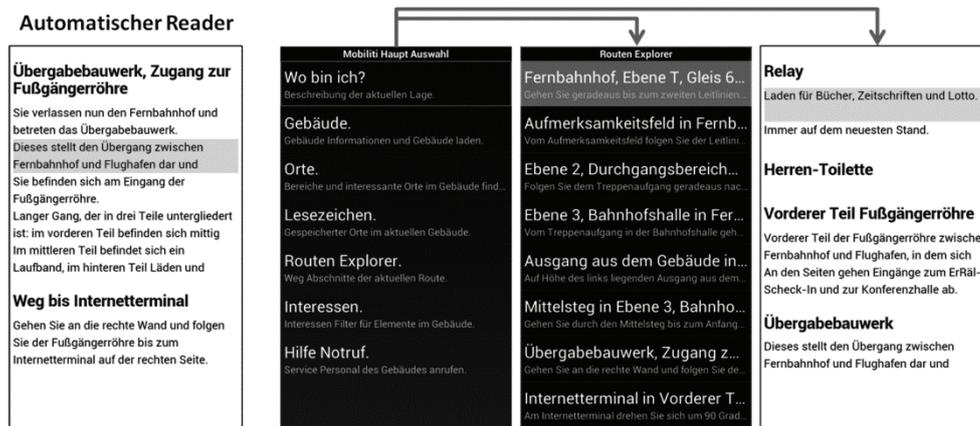


Abbildung 2: Oberfläche der Anwendung: Readeransicht, Hauptauswahl, Routenexplorer, Wo bin ich?-Funktion

## 4 Evaluierung des erweiterten Prototypen

In einer weiteren Nutzerstudie wurde der in Abschnitt 3 beschriebene, erweiterte Prototyp getestet. Im Gegensatz zur in Abschnitt 2 beschriebenen Studie wurden die Ausgaben in diesem Test automatisch anhand der Positionserkennung initiiert. Außerdem durften die Probanden das Smartphone selbstständig bedienen. Das heißt, sie konnten bei Bedarf zusätzliche Informationen abrufen (Routenexplorer, Wo bin ich? und Orte). Insgesamt haben 16 Probanden teilgenommen (10 geburtsblind, 3 späterblindet und 3 hochgradig sehbehindert), einer davon mit Führhund, die anderen mit Langstock. Ziel der Studie war es einerseits, das System in Bezug auf dessen Einfluss auf die Orientierungsmöglichkeiten blinder Nutzer zu bewerten, andererseits das Laufverhalten der Nutzer zu beurteilen. Die Studie stellte den Abschluss der zweiten Iteration zur nutzerzentrierten Entwicklung dar. Neue Erkenntnisse bezüglich notwendiger Verbesserungen des Systems flossen als Anforderungen in die Weiterentwicklung ein.

## 4.1 Durchführung und Protokollierung

Die Studie war in 4 Phasen untergliedert: (1) Pre-Journey und Vorabfragebogen, (2) Schulung, (3) Eigenständige Routenverfolgung mit Hilfe der App und (4) Nachbefragung.

Bereits vor dem Durchführen der Studie wurde den Probanden ein Vorabfragebogen vorgelegt. In diesem sollten neben demographischen Angaben auch Fragen zu absolvierten Mobilitätstrainings, Erfahrungen mit Hilfsmitteln zur Fußgängernavigation, DAISY und Smartphones sowie zu Vorlieben bei der Orientierung in fremden Gebäuden beantwortet werden. Darüber hinaus erhielten 9 der 16 Probanden einen Link auf eine Webseite, auf der die Beschreibung der Route bereits im Vorfeld gelesen werden konnte. Im Gegensatz zu den anderen Teilnehmern konnten sich diese Probanden somit bereits im Vorfeld (ein Tag vor dem Test) auf den zu laufenden Weg vorbereiten (Pre-Journey). Die Informationen waren dabei genau dieselben wie sie vor Ort angesagt werden, beinhaltet waren also sowohl die Beschreibungen der Bereiche als auch die Routenanweisungen. Jedoch hatte keiner der Probanden vor dem Test reale Ortskenntnis.

Um die Nutzer mit der Bedienung der App vertraut zu machen, wurde direkt vor dem Test eine Einweisung vorgenommen. Diese beinhaltete Erläuterungen zur Hardware (Google Nexus S), zu den verfügbaren Funktionen im Hauptmenü sowie zu den Interaktionsmöglichkeiten in Listen (Android-Funktionalität mit Screenreader „Talkback“) und im Reader (vgl. Abschnitt 3.1). Anschließend wurde der Proband zur Startposition begleitet, von wo aus er selbstständig und unter Beachtung der Anweisungen der App (automatische Beschreibungen der Umgebung sowie der einzelnen Routenabschnitte) den Weg zum Zielpunkt zurücklegen musste. Der Testleiter sowie ein Kameramann begleiteten den Probanden in ausreichendem Abstand. Einerseits konnte so die notwendige Sicherheit gewährleistet werden, andererseits war dies für die Protokollierung des Testszenarios nötig.

Neben der Protokollierung mittels Video bzw. Testleiter-Notizen wurden auch einige Informationen auf dem Smartphone in einer Logdatei gespeichert. Unter anderem wurden folgende Daten inkl. Zeitstempel festgehalten: Positionierungsevents (erreichte Wegpunkte, Verlassen von Wegpunkten), Sprachausgabe (aktiv vs. inaktiv), Umschalten der aktiven Ansicht (Hauptauswahl, Routenexplorer, Wo bin ich?, Orte) und Nutzerinteraktionen im Reader (Unterbrechung/Fortsetzung der Ansage, Gesteneingabe).

Nach der Durchführung des oben beschriebenen Feldversuchs fand jeweils eine Nachbefragung des Teilnehmers statt. Dabei sollten die Probanden einerseits die Ansagen und die Bedienung der App bewerten, andererseits konnten Wünsche und Verbesserungsvorschläge geäußert werden.

## 4.2 Ergebnisse

In den Tests hat sich gezeigt, dass der Nutzen des Systems stark abhängig von der Qualität der Positionsbestimmung ist. Beispielsweise differenzierten einige Probanden von sich aus bei der Bewertung des Systems zwischen der Idee, welche meist sehr gut bewertet wurde, und der noch nicht zufriedenstellenden technischen Umsetzung. Grund dafür ist der unzuverlässige Zeitpunkt der automatischen Ansagen, d.h. einige Ansagen kamen deutlich zu früh, andere zu spät oder überhaupt nicht. Problematisch dabei sind vor allem die zu späten oder fehlenden Ansagen. Hilfestellung kann theoretisch der Routenexplorer geben, indem der

Nutzer manuell nachliest, wie es am aktuellen Wegpunkt weitergeht. Im Test erwies sich dessen Steuerbarkeit jedoch als deutlich eingeschränkt. Aufgrund häufiger Sprünge in der Positionsermittlung (z.B. Ebenenwechsel in der Nähe von Bodenöffnungen oder unbehandelte Rücksprünge) kamen immer wieder automatische Ansagen, die den Fokus vom Routenexplorer auf den Reader legten und somit eine Bedienung unmöglich machten. Eine Überarbeitung des Lokalisierungsservices sowie des Zustandsmodells der Bedienoberfläche ist somit essentiell (siehe Abschnitt 5).

Weiterhin wurde durch die Befragung der Teilnehmer deutlich, dass sich die Nutzer keine ausführliche Beschreibung der Bereiche wünschen, sondern diese Informationen nur auf Abruf benötigen. Um sich eine Vorstellung über einen neuen Bereich zu machen und somit das eigenständige Erkunden zu fördern, sind die Beschreibungen sinnvoll. In einem Szenario, bei dem ein Nutzer möglichst schnell von A nach B kommen möchte, verlangsamten diese Informationen allerdings die Zielführung unnötig. Deutlich wird dies auch in der Auswertung der konkreten Lauf- und Stehzeiten der Probanden (vgl. Tabelle 1).

	<b>Durchschnittliche Dauer</b>	<b>Standardabweichung</b>	<b>Prozentualer Anteil<sup>4</sup> (%)</b>
Dauer Gesamtszenario	32:44,8	07:15,2	100
Dauer Laufen	18:35,5	03:31,1	56,8
Dauer Stehen	13:42,1	05:58,5	41,8
Dauer Hindernis-Stopp	00:27,2	00:26,6	1,4
Dauer aktiver Reader	08:49,1	12:26,9	26,9
Dauer Stehen bei aktivem Reader	04:17,6	01:51,0	48,7 <sup>5</sup>
Dauer Laufen bei aktivem Reader	03:50,5	00:58,3	43,65

Tabelle 1: Durchschnittliche Lauf- und Stehzeiten der Probanden (in min:s)

Mit fast 27% der Gesamtzeit ist die Dauer der aktiven Sprachausgabe deutlich zu hoch für ein solches Umfeld. Gerade in großen Gebäuden, in denen viele Menschen unterwegs sind, ist die auditive Belastung ohnehin extrem hoch. Außerdem wird die benötigte Zeit zum Erreichen des Zielpunktes durch die hohen Standzeiten um über 70% gegenüber der reinen Laufzeit erhöht. Um vorhandene Nutzungsprobleme besser zu verstehen, wurden im Rahmen der Videoauswertung auch aufgetretene Fehler gezählt und näher analysiert. Diese können in zwei grobe Klassen unterteilt werden: Informations- und Interpretationsfehler. Bei 70,2% (6,2 Fehler pro Proband) aller aufgetretenen Fehler handelte es sich um Informationsfehler, d.h. die Probleme beruhen auf fehlerhaften oder unzureichenden Informationen. Interpretationsfehler (Probleme beim Zusammenführen der Informationen mit der aktuellen Umgebung) traten nur etwa 2,6 mal pro Proband auf. Die Häufigkeiten der verschiedenen Fehlertypen der beiden Klassen ist in Abbildung 3 dargestellt. Deutlich wird dabei, dass 52% der Informationsfehler auf fehlenden Informationen beruhen. Dies wiederum lässt sich durch Abbrüche der Sprachausgabe sowie Positionierungsprobleme im Test erklären. Letzteres trifft auch auf die Probleme beim Ansagezeitpunkt zu.

<sup>4</sup> bezogen auf die Dauer des Gesamtszenarios

<sup>5</sup> bezogen auf die Dauer des aktiven Readers

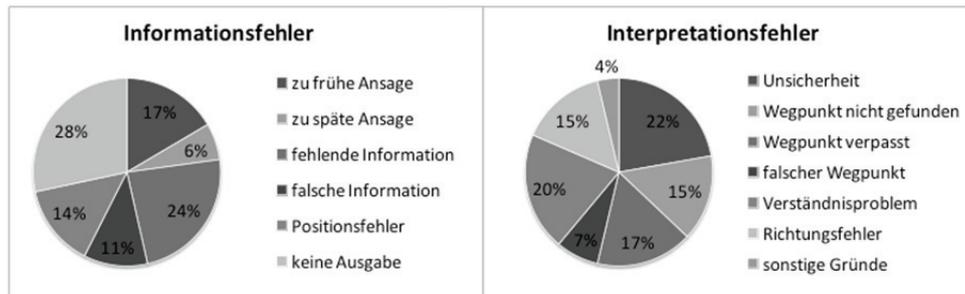


Abbildung 3: Häufigkeit der aufgetretenen Fehlerklassen (Hinweis: Legende im Uhrzeigersinn, Start bei 12 Uhr)

Auch für die Interpretationsfehler kann man die Ursache in den Positionierungsfehlern finden, da falsche Annahmen der aktuellen Position zu vermehrten Verständnisproblemen sowie zu Unsicherheiten beim Probanden führen (42% der Interpretationsfehler). Die Diskrepanz zwischen Erwartung und tatsächlicher Ansage könnte ein Grund dafür sein, dass die Probanden, welche sich bereits im Vorfeld auf die Route vorbereitet hatten (Pre-Journey, vgl. Abschnitt 4.1), mehr Fehler machten als jene ohne Vorwissen (Informationsfehler: 7,6 gegenüber 5 Fehler/Proband; Interpretationsfehler: 3 gegenüber 2,4 Fehler/Proband; keine Signifikanz:  $t = 1,20$ ). Außerdem benötigten diese Probanden im Durchschnitt etwas weniger Zeit (Probanden mit Vorwissen:  $\bar{x} = 30:36,9$  min,  $S = 4:48,0$  min; ohne Vorwissen:  $\bar{x} = 35:10,9$  min,  $S = 9:06,3$  min; keine Signifikanz:  $t = -1,24$ ). Die schnellere Geschwindigkeit beim Durchlaufen des Szenarios könnte auch eine weitere Ursache für das vermehrte Auftreten von Informationsfehlern, wie verspätete Ansagen, darstellen. Im Kontext eines Umsteigeszenarios ist dieser Effekt jedoch weniger stark zu bewerten, wenn der Zeitverlust durch aufgetretene Fehler durch ein schnelleres Tempo kompensiert werden kann.

Obwohl die Weganweisungen an die Bedürfnisse von Langstock-Nutzern angepasst waren, war es auch dem Führhund-Nutzer möglich, die Anwendung zu verwenden. Deutlich wurde dabei, dass die Kommandos an den Hund durch den Nutzer selber angepasst werden mussten. Neben konkreten Richtungsangaben ("nach rechts" usw.) können auch bestimmte visuelle Hinweise an den Hund gegeben werden (z.B. "suche rechts Treppe"). Insbesondere beim Finden der Route sollte allerdings darauf geachtet werden, dass beispielsweise Rolltreppen für Hunde nicht zugänglich und somit zu vermeiden sind.

## 5 Iteratives Redesign der Bedienoberfläche

Wie bereits erwähnt, haben die Ergebnisse des Nutzertests gezeigt, dass vor allem die Positionierung und das Zustandsmodell der Bedienoberfläche überarbeitet werden müssen.

Als wesentliche Problematik der Lokalisierung auf Basis von WiFi-Signalen hat sich gezeigt, dass die WiFi Signalstärken an gleichen Positionen oft stark schwanken können, was sich in größeren Bereichen, wie in unserem TestszENARIO von Bahnhof- und Flughafenhallen, bemerkbar macht. Diese Schwankungen bewirken, dass Positionsrechnungen auch an gleichen Orten zum Teil stark unterschiedlich ausfallen. Um diese auszugleichen, wird ein Verfahren entwickelt, bei welchem die zuletzt berechnete Position bei der neuen Positionsrechnung einbezogen wird. Auf diese Weise können größere, für menschliche Bewegungen

unrealistische Positionssprünge ausgeglichen werden. Zudem wurde der qualitätsbezogene Ansatz zur Auswahl der Fingerprints für die Triangulation um einen Vergleich von den zur Laufzeit gemessenen Signalen mit bekannten Fingerprints erweitert.

Aufgrund der im Nutzertest aufgetretenen Probleme in der Steuerbarkeit der Anwendung wurde zudem die Bedienoberfläche in einem weiteren iterativen Prozess unter Einbeziehung blinder Nutzer überarbeitet. Dabei wurde zunächst ein Konzept entwickelt, welches neben Anpassungen des Zustandsmodells auch eine Umstrukturierung der angebotenen Funktionen beinhaltete. Zur weiteren Verfeinerung wurden informelle Befragungen mit zwei blinden Experten durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere Faktoren wie Reihenfolge, Benennung und Notwendigkeit der Funktionen sowie die Bedienung von Listen und Menüs besprochen. Die dabei gewonnen Erkenntnisse wurden direkt nach jeder Befragung im Prototypen umgesetzt, sodass der zweite Experte bereits eine überarbeitete Version vorfinden konnte.

Als Ergebnis hat sich gezeigt, dass die Listeninteraktion in Android für blinde Nutzer sehr gut zugänglich ist, da hierdurch die lineare Arbeitsweise unterstützt wird. Als wichtigste Neuerung wurde ein separater Bildschirm zur automatischen Routenansage eingeführt. Im Gegensatz zur früheren Version, bei der die automatischen Ansagen im Reader sofort den Fokus erhielten, erhält der Nutzer diese Ansagen nur, wenn er sich im Routenmodus befindet, der Fokus also ohnehin auf diesem Bildschirm liegt. Auf diese Weise ist es möglich, unterwegs Zusatzinformationen abzurufen, ohne durch automatische Ansagen unterbrochen zu werden.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Einbeziehung von Nutzern in den iterativen Entwicklungsprozess im Rahmen des Mobility Projektes war es möglich, verschiedene Anforderungen schrittweise zu verfeinern und zu validieren. Gerade bei mobilen Anwendungen ist dabei nicht nur die Überprüfung der Bedienoberfläche im Labor, sondern insbesondere auch die Erprobung der gesamten Anwendung im realen Nutzungskontext notwendig. Nur auf diese Weise können positionsabhängige sowie umfeldabhängige Probleme identifiziert und behoben werden. Im weiteren Projektverlauf ist geplant, die Bedienoberfläche des finalen Prototypen mit einem weiteren Probanden unter Vorgabe konkreter Aufgaben zu evaluieren (Laborversuch). Außerdem soll eine abschließende Studie im Rahmen eines neuen Szenarios am Frankfurter Flughafen durchgeführt werden (Feldversuch).

### Danksagung

Wir danken Ursula Weber für die Unterstützung bei der Probandenakquise sowie allen Teilnehmern der Nutzerstudien. Das Mobility Projekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen FKZ 01IS11005 gefördert und durch die Fraport AG (Frankfurt Airport Services Worldwide) unterstützt.

### Literaturverzeichnis

Magnusson, C., Tollmar, K., Brewster, S., Sarjakoski, T., Sarjakoski, T., & Roselier, S. (2009). Exploring future challenges for haptic, audio and visual interfaces for mobile

maps and location based services. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Location and the Web*. Boston, Massachusetts: ACM.

Miao, M., Spindler, M., & Weber, G. (2011). Requirements of Indoor Navigation System from Blind Users. *Information Quality in e-Health. 7th Conference of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2011*. Graz, Austria.

Petrie, H., Valerie, J., Thomas, S., Andreas, R., Steffi, F., & Rainer, M. (1996). MoBIC: Designing a travel aid for blind and elderly people. *Journal of Navigation, Volume 49, Issue 1* (S. 45-52). Cambridge Univ Press.

Spindler, M., Weber, M., Prescher, D., Miao, M., Weber, G., & Ioannidis, G. (2012). Translating Floor Plans into Directions. In *Computers Helping People with Special Needs, 13th International Conference, ICCHP 2012, Linz, Austria, July 11-13, 2012, Proceedings, Part II* (S. 59-66). Berlin Heidelberg: Springer.

### **Kontaktinformationen**

Professur für Mensch-Computer Interaktion, Technische Universität Dresden, Nöthnitzer Straße 46, D-01187 Dresden, Email: {denise.prescher, martin.spindler, gerhard.weber}@tu-dresden.de.

IN2 search interfaces development Ltd, Fahrenheitstrasse 1, D-28359 Bremen, Email: {mw, gi}@in-two.com.