

# Der Persönliche Reisebegleiter am Smartphone – Reiseinformation und Orientierung immer und überall

Stefan BRUNTSCH, Birgit LÖCKER, Karl REHRL

(ARC Seibersdorf research GmbH, Bereich Intelligente Infrastrukturen und Weltraumanwendungen, 2444 Seibersdorf, Österreich  
[stefan.bruntsch@arcs.ac.at](mailto:stefan.bruntsch@arcs.ac.at), [birgit.loecker@arcs.ac.at](mailto:birgit.loecker@arcs.ac.at)

Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Jakob-Haringer-Straße 5/III, 5020 Salzburg, [karl.rehrl@salzburgresearch.at](mailto:karl.rehrl@salzburgresearch.at))

## 1. EINLEITUNG

Open-SPIRIT – Der Persönliche Reisebegleiter ist ein Reiseinformations- und Navigationssystem für Smartphones, mit dem sich Reisende, insbesondere Fahrgäste des Öffentlichen Verkehrs, jederzeit und überall orientieren und informieren können. Der Persönliche Reisebegleiter wurde im nationalen Forschungsprojekt Open-SPIRIT von einem Konsortium aus Verkehrsverbänden, Forschungseinrichtungen und Softwarelieferanten entwickelt.

Die in Open-SPIRIT entwickelten Dienste des Persönlichen Reisebegleiters umfassen die:

- intermodale und überregionale Tür-zu-Tür-Routenplanung,
- kontinuierliche und positionsabhängige Navigation entlang der geplanten Route sowie in Gebäuden und Umsteigeknotenpunkten,
- Personalisierung und Speicherung von Routen in einem persönlichen Benutzerprofil.

Eine spätere Erweiterung des Persönlichen Reisebegleiters um elektronisches Ticketing wurde im Forschungsprojekt als Konzept erarbeitet.

Als besondere Innovation des Persönlichen Reisebegleiters ist neben der offenen IT-Architektur die kontinuierliche Orientierung und Navigation von Reisenden auf allen Routenabschnitten, auch in Gebäuden und Umsteigeknotenpunkten, hervorzuheben. Für die Fußgängernavigation innerhalb von Umstiegsgebäuden wurde ein völlig neues Konzept entwickelt, da die Abläufe und Technologien der Kfz-Navigation hierfür nicht übertragbar sind. Das beinhaltet sowohl die Datenerfassung und -modellierung, die Routensuche und Wegfindung, die Positionierung als auch die eigentliche Navigation bzw. Informationspräsentation.

Bei der intermodalen Tür-zu-Tür-Routenplanung am Smartphone wurde insbesondere auf Benutzerfreundlichkeit geachtet. Aufgrund der erschwerten Eingabemöglichkeiten am Handy wurde ein Personalisierungskonzept entwickelt, das durch Speicherung von Routen und persönlichen Punkten die Handhabung des Systems deutlich vereinfacht.

Das Pilotsystem des Persönlichen Reisebegleiters wurde in allen Ausprägungen einem vertieften Test durch Benutzer unterzogen. Dieser Benutzertest fand im Oktober 2005 in der Wiener Station Matzleinsdorfer Platz statt. Aus den Ergebnissen der Tests und den Erfahrungen aus der Prototyp- und Pilotsystementwicklung werden Empfehlungen für die Überführung des Open-SPIRIT – Persönlichen Reisebegleiters in den Regelbetrieb abgeleitet.

Folgende **Ergebnisse** wurden innerhalb des Forschungsprojektes erreicht:

- Definition aller relevanten Benutzer- und Systemanforderungen;
- Systemkonzept, offene Architektur;
- Technisches Konzept zu elektronischem Fahrgeldmanagement;
- Open-SPIRIT – Der Persönliche Reisebegleiter für Smart Phones (Prototyp);
- Test-Setups für kleinräumige Navigation und Orientierung (indoor und outdoor) am Wiener Matzleinsdorfer Platz und am Grazer Jakominiplatz;
- Resultate der Validierung eines Demonstrationsbetriebes;
- Pläne der Verkehrsdienstleister für den Transfer der Ergebnisse in den Regelbetrieb.

## 2. FUNKTIONEN DES PERSÖNLICHEN REISEBEGLEITERS AM SMARTPHONE

Folgende Dienste stehen dem Open-SPIRIT-Benutzer mit dem Persönlichen Reisebegleiter auf seinem Smartphone zur Verfügung:

### Routenplaner

Im Routenplaner wird dem Benutzer eine intermodale Tür-zu-Tür-Routenplanung ermöglicht. Er kann die üblichen Parameter wie Start- und Zielort, Abfahrts-/ Ankunftszeit und diverse Routeneinstellungen, wie z. B. kürzeste Verbindung oder bevorzugte Verkehrsmittel, eingeben. Für registrierte Benutzer sind diese Voreinstellungen schon gesetzt und zusätzlich können im Profil oft benutzte Routen (Start- und Zielort) oder eigene POI gespeichert werden. Als Ergebnis der Routenabfrage wird dem Benutzer eine Übersicht alternativer Routen sowie Details zu jedem Abschnitt der Route (Start- und Zielfußweg, ÖV-Fahrt(en), Umstiegsweg) als Liste ausgegeben. Außerdem wird für die Gesamtroute oder einzelne Abschnitte eine Karte angezeigt. Für große, komplexe Umstiegsgebäude ist es dann möglich, den in Open-SPIRIT entwickelten Orientierungs- und Navigationsdienst zu starten.

### Orientierung und Navigation

Mit diesem Dienst wird dem Benutzer eine positionsabhängige Orientierung und Navigation in komplexen Umstiegsgebäuden wie z.B. der Station Matzleinsdorfer Platz in Wien ermöglicht. Auf Fuß- bzw. Umstiegswegen innerhalb von Gebäuden soll sich der Benutzer anhand von Leitinformationen orientieren, die das bestehende Leitsystem (Beschilderung) am mobilen Client abbilden.

Die Umstiegsnavigation ist der Hauptschwerpunkt der Entwicklungsarbeit in Open-SPIRIT gewesen. Die Orientierung während des Umstiegs umfasst die visuelle und textuelle Präsentation der Umstiegsroute sowie geeigneter Leit- und Umgebungsinformationen auf mobilen Endgeräten.

Für die grafische Darstellung der geplanten Route wurde in Open-SPIRIT eine Variante mit interaktiven Rasterbildern (Standardumstiegsnavigation) und eine Variante mit 3D- bzw. perspektivischer Vektordarstellung entwickelt. Die Route wird in eine

Umgebungsdarstellung eingebettet. Diese ermöglicht dem Benutzer den Vergleich zwischen der Darstellung am Mobiltelefon und seiner realen Umgebung als Voraussetzung für die Navigation. Dem Benutzer werden außerdem die nächsten Schritte (Räume) auf seinem Weg entlang der Route in Textform erläutert. Der Kontext zur Route wird über die Positionierung vom System automatisch hergestellt. Bei feststellbaren Abweichungen von der Umstiegsroute wird der Benutzer entsprechend alarmiert.

Die Position des Benutzers wird über unterschiedliche technische Verfahren festgestellt und im Kontext der Route dargestellt. Innerhalb von Gebäuden wird im Rahmen von Open-SPIRIT der Benutzer mit Hilfe von Bluetooth positioniert. Sollte dem Benutzer keine Positionierung zur Verfügung stehen, kann er sich durch manuelles Weiterklicken zu den jeweiligen Knotenpunkten in der Ergebnisanzeige der aktuelle Route orientieren und dann genauere Leitinformationen für den nächsten Streckenabschnitt anschauen. Außerhalb von Gebäuden funktioniert die automatische Positionierung mittels GPS.

Aufgrund der baulichen Gegebenheiten ist zu erwarten, dass das Handy nicht dauerhaft mit dem Server verbunden ist (z.B. aufgrund fehlender Empfangs). Die Anzeige eines berechneten Weges und die Navigation in Bauwerken müssen deshalb auch offline möglich sein. Dies setzt ein Herunterladen der notwendigen Information am Beginn der Reise voraus.

### **Benutzerprofil und Personalisierung**

Im Benutzerprofil kann jeder Benutzer persönliche Einstellungen vornehmen und Daten hinterlegen. Diese sind einerseits für die Routenplanung und Navigation sowie andererseits für das geplante e-Ticketing notwendig.

Routenplanungs-/ Navigationseinstellungen können beispielsweise sein: bevorzugte Verkehrsmittel, schnellste/ kürzeste/ bequemste Verbindung, behindertengerechte Wege, eigene POI, gespeicherte Routen etc.

## **3. FUßGÄNGER- UND INDOOR-NAVIGATION**

### **3.1 Anforderungen**

Die Anforderungen an Fußgängernavigation und -orientierung auf intermodalen Routen sind unterschiedlich. Durch die Benutzung von verschiedenen Transportmitteln und den Wechsel zwischen diesen sind unterschiedliche Konzepte zur Wegfindung und Navigation notwendig. Zu betrachten sind verschiedene Netzwerke (Straßennetzwerk, Fußgängernetzwerk, ÖV-Netzwerke, Umsteigenetzwerke), unterschiedliche Zielsetzungen (Finden eines Zugangspunktes zu einem Netzwerk, Finden eines Transportmittels, Finden einer Zieladresse, Wählen der optimalen Route) und auch bestimmte Einschränkungen in den unterschiedlichen Situationen (keine automatische Positionierung, mobile Benutzer, Verfügbarkeit von Navigationsdaten).

Bei aktuellen Fußgängernavigationssystemen für den Außenbereich handelt es sich meist um adaptierte Autonavigationslösungen. Die Navigationsunterstützung für Fußgänger basiert dabei in der Regel auf Turn-by-Turn-Anweisungen in Bezug auf das darunter liegende Straßennetz. Dabei werden in vielen Fällen die besonderen Bedürfnisse der Fußgänger vergessen. So ist es bei der Autonavigation ausreichend, die aktuelle, z.T. ungenaue GPS-Position eines Autos immer auf die Straßennittelachse abzubilden, da der Fahrstreifen automatisch aus der Richtung ermittelt werden kann. Das Abbilden der Positionen der Fußgänger auf die Straßennittelachse ist aber nicht zweckmäßig. Vielmehr müssten gesicherte Gehwege und Übergänge im Kartenmaterial erfasst sein und auch für das Fußwegerouting zur Verfügung stehen.

Im öffentlichen Verkehr ergibt sich wiederum eine andere Situation: die Wegsuche und Navigation von Reisenden findet entweder auf Basis eines öffentlichen Verkehrsnetzes oder an den definierten Umsteigepunkten zwischen den Verkehrsnetzen oder -linien statt. Während die Wegfindung in öffentlichen Verkehrsnetzen in Zeit und Raum festgelegt ist und die Orientierung meist auf Basis von logisch strukturierten Netzplänen erfolgt, ist die Komplexität an den Umsteigepunkten wesentlich höher. Rüetschi und Timpf (2004) differenzieren zwischen den kognitiven Konzepten zur Wegfindung in Umsteigegebäuden oder in öffentlichen Verkehrsnetzen und bezeichnen die Navigationsräume analog dazu als *Scene Space* bzw. *Network Space*. Auf Basis eines logischen Modells für Umsteigegebäude und bestehenden Konzepten für Wegfindung und Fußgängernavigation wurden die nachfolgenden Anforderungen für eine Navigationsanwendung definiert.

**Modellierung und Erfassung von Umsteigegebäuden und -bereichen:** Im Gegensatz zur Fußwegnavigation im Außenbereich, wofür bereits die Daten über das Straßennetz verfügbar sind, sind für Umsteigegebäude in der Regel gar keine geeigneten Daten in elektronischer Form vorhanden. Zu erfassen sind neben der logischen Struktur des Gesamtgebäudes vor allem unterschiedliche Ebenen, Bereiche, Eingänge, Verbindungen zwischen Bereichen, Verbindungen zum ÖV und zum Straßennetz, Fußwege, Eigenschaften von Fußwegen (z.B. Treppen) oder wichtige Hinweistafeln. Dabei ist allerdings auch darauf zu achten, dass der Aufwand der Erfassung möglichst gering gehalten wird.

Zusätzlich zu intermodalen Routen im Straßen-, Fußwege- oder ÖV-Netzwerk müssen auch Routen in Umsteigegebäuden berechnet werden können. Dazu ist ein Routingnetzwerk für das Umsteigegebäude zu erstellen und mit den anderen Netzwerken zu integrieren. Aber auch im Außenbereich ist es für eine bessere Fußgängernavigation im Umfeld der Stationen notwendig, ein eigenes Fußwegenetz zu erfassen. Das vorhandene Straßennetz, auf dem zu Fuß gehen erlaubt ist, hat sich als zu wenig genau erwiesen. Für eine realistische Darstellung von Straßen und Fußwegen in der Karte müssen reale Straßenbreiten bekannt sein, damit die Fußwegroute tatsächlich auf dem entsprechenden Gehsteig / der entsprechenden Fußgängerfläche dargestellt wird.

**Navigationsanweisungen:** Diese müssen auf wichtige Eigenschaften des Umsteigebauwerks Bezug nehmen (z.B. wichtige Hinweistafeln, Eigenschaften des Bauwerks wie Treppen, Aufzüge, Rolltreppen, Durchgänge, Hallen). Dazu sind diese Daten soweit als möglich in das Fußwegenetz zu integrieren, um die Beschreibung der Route bei der Routenberechnung automatisch generieren zu können. Meterangaben für Wegstrecken, Abbiegeanweisungen mit links oder rechts erachten wir in dieser Umgebung als nicht zielführend. Anweisungen wie „den Gang entlang bis zur Treppe“ oder „die Treppe hinauf, die mit dem Schild ‚Triester Straße‘ gekennzeichnet ist“ nehmen konkret Bezug auf die Umgebung und sind daher vorzuziehen.

**Positionierung:** Anders als im Außenbereich kann in Umsteigegebäuden nicht auf GPS-Positionierung zurückgegriffen werden. Dadurch entsteht die Anforderung an ein alternatives Positionierungssystem für Gebäude. Gleichzeitig ist es aber auch nicht realistisch, dass alle Umsteigegebäude mit einem Positionierungssystem ausgestattet sind. Daher ist außerdem die Anforderung gegeben, dass die Wegbeschreibung so detailliert ist, dass Reisende auch mit Hilfe von Selbstpositionierung zum Ziel finden.

**Personalisierung:** Durch eine Personalisierung des Navigationsdienstes besteht für Benutzer die Möglichkeit, nur bestimmte Routeninformationen aus dem Fußwegenetzwerk und der Umgebung zu selektieren und zu berücksichtigen. So können bei der Berechnung der Umsteigeroute die Präferenzen (wie z.B. Ausschluss von Treppen, kurze Umsteigewege, durchschnittliche Gehgeschwindigkeit, usw.) von einzelnen Benutzern berücksichtigt werden. Auch die Auswahl an relevanten Hinweistafeln kann auf Basis der persönlichen Route durchgeführt werden.

**Mobilität:** Bei der Konzeption und Implementierung der Anwendung muss speziell auf Anforderungen von mobilen Anwendungen geachtet werden. Dies sind z.B. eingeschränkte Ressourcen von Smartphones, mögliche Nicht-Verfügbarkeit einer Netzwerkverbindung, eingeschränkte Informationsdarstellung, eingeschränkte Bedienbarkeit (Rehrl, Leitinger, Bruntsch 2005).

### 3.2 Routenberechnung als Grundlage der Navigation

Für die intermodale Routenberechnung wird ein integriertes Routingnetz genutzt, das aus dem Öffentlichen Verkehrsnetz, dem Straßennetz und dem Fußgängernetz im Außenbereich sowie innerhalb von Gebäuden besteht. An bestimmten Punkten wie z.B. den Zugängen zu den ÖV-Stationen gibt es Verknüpfungspunkte zwischen den Netzen. Das Fußgängernetzwerk innerhalb der Gebäude ist graphenbasiert mit Knoten und Kanten. Jedem Knoten und jeder Kante sind Attribute zugeordnet, die detaillierte Informationen für die Routenberechnung und die Generierung der Wegbeschreibungen enthalten. Unter anderem geben die Attribute Auskunft über den Typ einer Kante, und zwar Fußweg, Treppe, Rolltreppe, Aufzug oder Rampe. Dadurch können barrierefreie Wege für Personen mit Mobilitätseinschränkung berechnet werden. Die Gehgeschwindigkeit im Gebäude ist abhängig vom Benutzer. Deswegen kann diese auch bei der Eingabe eingegeben bzw. im Benutzerprofil hinterlegt werden.

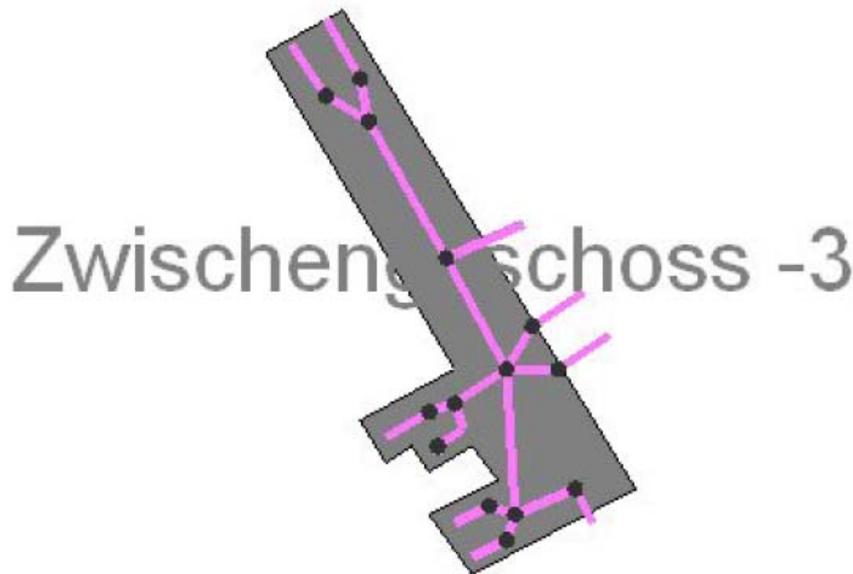


Abbildung 1: Umstiegswegenetz im Zwischengeschoss -3 am Matzleinsdorfer Platz (Open-SPIRIT 2005)

### 3.3 Orientierung und Navigation

Der Orientierungs- und Navigationsdienst, der für den Persönlichen Reisebegleiter entwickelt wurde, bietet dem Reisenden einerseits Karten und andererseits Textanweisungen als Hilfe an. Die Kartendarstellung stellt aufgrund der relativ kleinen Displaygröße und der geringeren Rechenleistungen am Mobiltelefon eine Herausforderung dar. Die Informationen in der Karte mussten optimiert und vereinfacht werden, so dass nur begehbare Gebäudeflächen und Bahnsteige, Wände, Gateways (Treppen, Rolltreppen, Aufzüge, Rampen) und die berechnete Route mit den zugehörigen Wegweisern dargestellt werden. Die Karten werden deswegen dynamisch aus dem geografischen Modell mit einstellbaren Parametern vom Server generiert. Für Außenbereiche können existierende Straßenkarten auch durch Luft- oder Satellitenbilder ersetzt werden.

Im Gegensatz zur Autonavigation machen bei der Fußgängernavigation Textanweisungen wie „Gehen Sie 25 Meter geradeaus und dann rechts“ keinen Sinn. Es müssen vielmehr Anweisungen gegeben werden, die sich auf die Umgebung und dort vorhandene Orientierungselemente (Landmarks), wie z.B. Wegweiser, Treppen oder Rolltreppen, beziehen. Um den Aufwand bei der Erfassung der Daten möglichst gering zu halten, wurde die textliche Beschreibung aus vordefinierten Textbausteinen entlang einer Route zusammengesetzt. Die Textbausteine beschreiben jeweils einen Teil der Route zwischen zwei Entscheidungspunkten. Eine Anweisung kann z.B. „Gehe zum unteren Ende der Treppe mit dem Schild ‚Triester Straße‘. Gehe die Treppe hinauf.“ sein.



Abbildung 2: Screenshots der Routenergebnisliste und der Navigationsdarstellungen im Persönlichen Reisebegleiter

### 3.4 Indoor-Positionierung

Da in Umsteigegebäuden in der Regel keine GPS-Positionierung möglich ist, muss auf eine alternative Technologie zur Positionierung zurückgegriffen werden. Dazu wurden verschiedene Technologien zur Indoor-Positionierung verglichen (Hightower, Borriello 2001; May et al. 2003) und hinsichtlich der Anforderungen überprüft. Die Wahl fiel schließlich auf eine Bluetooth-basierte Positionierung. Bluetooth ist in aktuellen Smartphones verfügbar, wodurch eine breite Anzahl von Endgeräten unterstützt werden kann. Die meisten der kommerziell verfügbaren Bluetooth-Positionierungssysteme verwenden allerdings eine Server-basierte Lokalisierung, die nur mit Hilfe von vernetzten Bluetooth Access Points funktioniert. Das Problem der Herstellung einer flächendeckenden Netzwerkverkabelung in Umsteigegebäuden veranlasste uns, eine alternative Lösung zu wählen.

Unsere Lösung verwendet eine Menge von Bluetooth-Beacons, die an definierten Stellen im Umsteigegebäude angebracht werden. Diese Beacons sind im System georeferenziert und senden ihre eindeutige Kennung aus. Am Smartphone wird ständig eine Bluetooth-Inquiry ausgeführt, wodurch zu jedem Zeitpunkt festgestellt werden kann, welche Beacons gerade sichtbar sind. Die Navigationsanwendung am Smartphone kann jederzeit eine Liste aller Bluetooth Beacons für das Gebäude vom Server anfordern und hält diese Liste dann lokal im Speicher. Wird durch die Bluetooth-Inquiry eine neue Beacon-Kennung festgestellt, dann wird in dieser Liste nach dem Beacon gesucht. Dadurch wird eine zellbasierte Positionierung durchgeführt und es wird ein bestimmter Bereich im Gebäude ausgewählt, in dem sich der Benutzer aufhält. Mit Hilfe der gespeicherten Beacon-Kennung bzw. der Georeferenz kann eine zugeordnete Karte ausgewählt und die Position der Person eingezeichnet werden. Außerdem können Anweisungen für den kommenden Wegabschnitt angezeigt werden. Je feiner die Zellen unterteilt werden, desto genauer kann die Position der Person festgestellt werden. Zellen sollten sich dabei nicht überschneiden. Dazu ist es notwendig, die Reichweite der Bluetooth-Beacons konfigurieren zu können. Bei den von uns eingesetzten Bluetooth-Beacons (Bluelon BodyTags<sup>1</sup>) kann die Sendestärke zwischen -40dB und +6 dB in 2 dB Schritten eingestellt werden. Das entspricht einem Zellendurchmesser von ungefähr zwei Meter bis zu 60 Meter (bei freier Sicht). Bei den Tests hat sich herausgestellt, dass die optimale Zellengröße bei 4 Metern liegt. Außerdem konnte festgestellt werden, dass die von uns gewählte Indoor-Positionierungstechnologie relativ gut funktioniert hat. Natürlich müssen die Anzahl und Positionen der Bluetooth-Beacons für eine bessere Navigation noch optimiert werden. Teilweise auftretende längere Zeiten für die Suche nach Beacons werden durch einen Fehler in der Implementierung der Bluetooth-API verursacht, der es nicht zulässt, die Bluetooth-Enquiry schon frühzeitig (nach 5 s) abzubrechen.

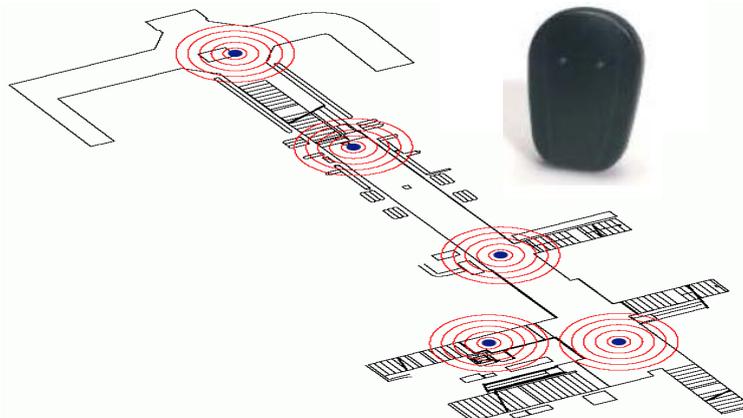


Abbildung 3: Bluetooth-Beacon und Plan der Bluetooth-Positionen am Matzleinsdorfer Platz

<sup>1</sup> <http://www.bluelon.com>

Die Outdoor-Positionierung funktioniert mit einem GPS-Receiver in Kombination mit einem Route-Matching-Algorithmus. Die automatische Umschaltung von der Indoor- zur Outdoor-Positionierung wird durch die Definition von Übergangsbereichen, die die Information zum neuen Positionierungssystem enthalten, erreicht. Wenn man ein Gebäude verlässt, stößt man jedoch oft auf das Problem, dass heutige GPS-Receiver eine genaue Position erst nach einiger Zeit anzeigen (Rehrl, Göll, Leitinger, Bruntsch 2005).

#### 4. IMPLEMENTIERUNG DES PILOTSYSTEMS

Während des Forschungsprojektes Open-SPIRIT wurde der Persönliche Reisebegleiter als Pilotsystem umgesetzt. Die gesamte Anwendung ist strukturiert in Server- und Client-Komponenten. Für die intermodale Routenplanung auf der Server-Seite wird auf das EFA-System<sup>2</sup> zugegriffen. Dieser Service wurde um die Berechnung von Indoor-Fußwegen und die Bereitstellung von Karten und Textanweisungen zur Indoor-Navigation erweitert. Die Kommunikation zwischen Client und Server und vice versa erfolgt mittels XML. Karten werden als georeferenzierte Rasterkarten an den Client übermittelt. Sie werden in einzelne Kacheln geteilt, um die Ladezeiten zu optimieren.

Der Client, der auf dem Smartphone installiert werden muss, wurde mittels J2ME umgesetzt. Als Testgerät wurde das im Handel erhältliche Smartphone Nokia 6630 eingesetzt. Die Anwendung funktioniert aber auch bestens auf neueren Nokia-Handys wie das N70 oder N90. Der Client am Smartphone teilt sich in das Routenplanungs- und das Navigationsmodule. Für alle Routenplanungsvorgänge und die Benutzereinstellungen wird ein Microbrowser benutzt, der mit dem EFA-Server interagiert und die am Server generierten, XML-basierten Seiten darstellt.

Für die Navigation wird das so genannte Navigation Smartlet verwendet. Es ist so umgesetzt, dass es Routen- und Kartendaten von dem Local Data Cache abrufen. Dieser entscheidet, ob die entsprechenden Daten lokal schon vorhanden sind oder vom Server abgeholt werden müssen. Dieser Mechanismus erlaubt ein frühes Herunterladen und späteres Nutzen von Routen- und Kartendaten für die Navigation. Das Navigation Smartlet bekommt die Position des Nutzers vom Location Service. Dieser fragt die Position von unterschiedlichen Positionierungssystemen (z.B. Bluetooth oder GPS) ab. Wenn dem Navigation Smartlet die Position des Nutzers bekannt ist, wird dem Nutzer die Karte des entsprechenden Raums bzw. Routenabschnitts mit den zugehörigen Navigationsanweisungen angezeigt.

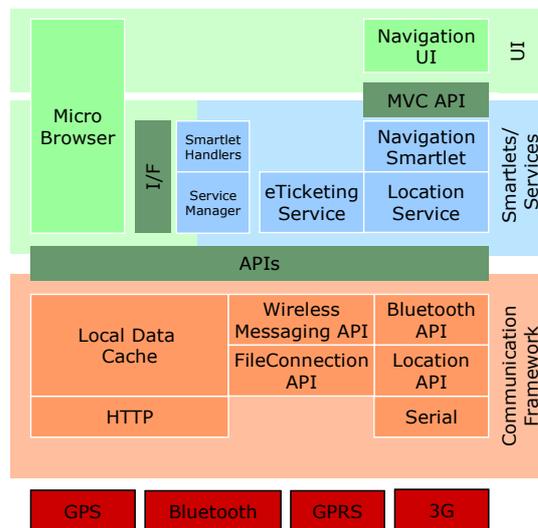


Abbildung 4: Open-SPIRIT J2ME-Client-Architektur (Open-SPIRIT 2005)

#### 5. BENUTZERTEST

Beim Open-SPIRIT Benutzertest, der am 20. und 21. Oktober 2005 an der Station Matzleinsdorfer Platz stattfand, wurde Open-SPIRIT – Der Persönliche Reisebegleiter Interessenten und zukünftigen Benutzern vorgestellt und das entwickelte Pilotsystem getestet. Gemeinsam mit den Wiener Linien hat das Open-SPIRIT Projektteam die Testpersonen an einem Informationsstand empfangen. Nach einer kurzen Einführung durch einen unserer Mitarbeiter konnten die Tester alle Funktionen des Persönlichen Reisebegleiters ausgiebig testen. Zuerst wurde eine Testroute mit öffentlichen Verkehrsmitteln geplant, bei der man am Matzleinsdorfer Platz ein-, aus- oder umstieg. Nachdem sich der Benutzer über alle Details zur Fahrtroute und zum Fahrplan informiert hatte, konnte für den Fußweg durch die Station das Navigationsmodul mit 2D- oder 3D-Kartenanzeige gestartet werden. Mit diesem war eine lückenlose Navigation entlang des Weges innerhalb und außerhalb des Umstiegsgebäudes durch die Darstellung der Route und der aktuellen Umgebung mit leicht erkennbaren, physischen Anhaltspunkten und Wegweisern möglich. Die Position im Gebäude wurde mittels Bluetooth-Technologie und außerhalb mit GPS automatisch ermittelt.

Nach dem Test wurden die Testpersonen in einem kurzen Interview um Feedback gebeten. Und das ist durchaus positiv ausgefallen. Viele Personen haben sich gefreut, dass mit Open-SPIRIT – Dem Persönlichen Reisebegleiter endlich auch ein mobiles Reiseinformations- und Navigationssystem für Fahrgäste des öffentlichen Verkehrs entwickelt wurde. Andere wussten noch gar nicht, dass man so viele Informationen mit dem Handy bekommen kann. Der Gesamteindruck von Open-SPIRIT ist mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,43 (auf einer Skala von 1 bis 6) positiv ausgefallen. Von allen 20 Test-Usern haben vier Open-SPIRIT mit sehr gut beurteilt und weitere neun Personen mit gut. Zwei Probanden empfanden die Benutzerfreundlichkeit und

<sup>2</sup> <http://www.mentzdv.de/en/produkte/efa.htm>

Funktionalitäten des Systems als befriedigend. Nur fünf der 20 Test-User waren zum Zeitpunkt des Praxistests mit Open-SPIRIT noch nicht zufrieden.

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen des Benutzertests ableiten, dass die Anzeige am Display, die Fahrtenübersicht und die Detailansicht in Summe positiv beurteilt wurden. Verbesserungspotenzial gibt es nach Angaben der Test-User bei der Bedienung von Open-SPIRIT, insbesondere bei der Eingabe von Start- und Zielort über die Handytastatur, und bei der 2D-Kartendarstellung. Hier sollte vor allem die Unterstützung bei der Orientierung und das Finden des aktuellen Standorts benutzerfreundlicher gestaltet werden.

## 6. MARKTCHANCEN

Zur Sicherstellung des wirtschaftlichen Erfolgs von Open-SPIRIT – Dem Persönlichen Reisebegleiter wurde die Entwicklung auf bereits eingeführte Dienste und Technologien der Mobiltelefonie abgestützt und mittels Fragebogen jene Eigenschaften der Open-SPIRIT Dienste, wie z. B. die Darstellungsart der Routenplanung oder der Preis pro Abfrage, ermittelt, die zu einer Kaufentscheidung führen. Die Fragebogenaktion ermöglichte weiters die Marktsegmentierung in drei homogene Kundengruppen, deren Nutzungspräferenzen zum einen in die technische Umsetzung des Persönlichen Reisebegleiters eingingen und zum anderen durch geeignete Marketingmaßnahmen besonders in den Vordergrund gerückt werden können, was zu einer höheren Marktdurchdringung der Open-SPIRIT Dienste führt.

Zur Open-SPIRIT Zielgruppe zählt per Definition jeder Smart Phone User der Öffentliche Verkehrsmittel benutzt. Für die Berechnung des adressierbaren Marktes wurde die prognostizierte durchschnittliche Smart Phone Dichte (Gartner Group 2004) proportional auf den Bevölkerungsbestand in den sieben österreichischen Teilmärkten (Statistik Austria 2005). Ende 2005 wird der adressierbare Gesamtmarkt in Österreich auf ~651.000 mit einem Smart Phone ausgestattete Personen geschätzt, Ende 2008 soll diese Zahl auf ~1.75 Mio. ansteigen, wobei die Ost-Region als Teilmarkt das mit Abstand größte Marktpotenzial aufweist.

Nach Analyse des Marktes und der Ergebnisse des Fragebogens lassen sich folgende drei Kundengruppen für Open-SPIRIT – Den Persönlichen Reisebegleiter bilden: Die Funktionsorientierten stellen mit einem Anteil von 42% des Gesamtmarktes den mit Abstand größten Teilmarkt dar. Die Preisbewussten sind mit einem Anteil von 32% der zweitgrößte Open-SPIRIT Teilmarkt. Die Businesskunden bilden mit einem Anteil von 27% des Gesamtmarktes die kleinste Kundengruppe. Der durchschnittliche österreichische Open-SPIRIT Kunde lässt sich daraus abgeleitet somit wie folgt beschreiben. Er ist männlich, zwischen 20 und 39 Jahren alt, lebt in Wien und Wien Umgebung und ist Angestellter oder Arbeiter. Er ist mit einer Zahlungsbereitschaft von rund 40 Cent pro Abfrage preissensitiv und legt bei einem mobilen Reisebegleiter wie Open-SPIRIT besonderen Wert auf den Service, sich entlang eines Weges navigieren zu lassen.

Auf Basis des adressierbaren Marktes und der Ergebnisse aus dem Web-Fragebogen wurden in einem letzten Schritt die Marktchancen von Open-SPIRIT Diensten ermittelt, dargestellt durch die erwartete Open-SPIRIT Marktdurchdringung (= Diffusion). Mit Hilfe des Bass Modells (Bass 1969) wurde berechnet, wie viele Personen zum Zeitpunkt  $t$  Open-SPIRIT tatsächlich nutzen werden. Die hier dargestellten Werte beziehen sich auf den Beobachtungszeitraum Jänner 2006 - Dezember 2008, die Berechnungen erfolgten auf Quartalsbasis. Abbildung zeigt die Anzahl der Kunden pro Quartal, die Open-SPIRIT das erste Mal nutzen. Dabei zeigt sich, dass im ersten Jahr (d.h. in den ersten vier Quartalen) die Steigerungsrate der neuen Open-SPIRIT Nutzer verhältnismäßig stark ist, ab dem 5. Quartal leicht abflacht und bis zum Ende des Prognosezeitraums konstant ansteigt.

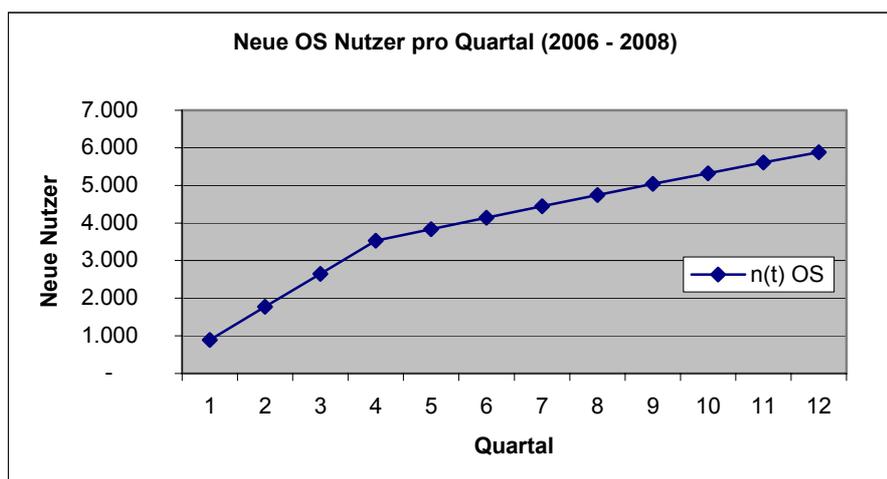


Abbildung 5: Neue Open-SPIRIT Nutzer (Österreich) (Open-SPIRIT 2005)

Die Anzahl der Nutzer sagt aber noch nichts über die Nutzungshäufigkeit aus. Diese hängt von verschiedenen Faktoren (z.B. Ladezeit, Darstellungsqualität, Preis etc.) ab. Unter der Annahme, dass all diese Faktoren, bis auf den Preis pro Abfrage, den Kundenanforderungen entsprechen und über den Berechnungszeitraum konstant bleiben (*ceteris paribus*), wurden mit Hilfe der Variation des Preises für 6 Szenarien die daraus resultierende Nutzungshäufigkeit für den Prognosezeitraum 2006 bis 2008 ermittelt.

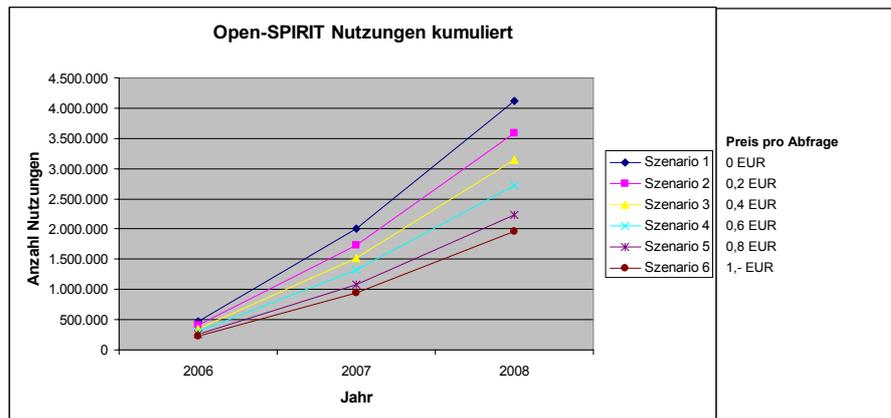


Abbildung 6: Anzahl der Open-SPIRIT Nutzungen kumuliert, 2006 – 2008 (Open-SPIRIT 2005)

Bei einem Preis von EUR 0,- pro Abfrage wird die Summe der Abfragen im Jahr 2006 bei ~ 470.000 liegen, im Jahr 2007 bei rund 2 Mio. und im Jahr 2008 bei mehr als 4,1 Mio. Nutzungen. Bei einem Preis von EUR 1,- hingegen liegt die erwartete Anzahl an Nutzungen im Jahr 2006 bei rund 220.000, im Jahr 2007 bei fast 1 Mio. und im Jahr 2008 bei ~ 2 Mio. Abfragen.

## 7. REALISIERUNGSEMPFEHLUNGEN

Basierend auf den gewonnen Erkenntnissen ergaben sich hinsichtlich der Überführung von Open-SPIRIT in den Regelbetrieb aus ökonomischer Sicht folgende Empfehlungen.

Die Umsetzung der **überregionalen Fahrplanauskunft** würde den Kundennutzen erhöhen und die Attraktivität von Open-SPIRIT – Dem Persönliche Reisebegleiter steigern. Dies ist derzeit nicht einmal innerhalb von Österreich noch nicht einmal mittels Internet möglich.

Dem Dienst **Outdoor- und Indoor-Navigation** sollte bei der Weiterentwicklung des Systems besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, wobei hier im Speziellen die 3D-Navigation ein Alleinstellungsmerkmal darstellen würde und für Kunden, die mit 2D-Karten nicht so vertraut sind, eine echte Alternative wäre. Eine Wahlmöglichkeit zwischen den beiden Darstellungsvarianten würde somit die Benutzerfreundlichkeit des Systems erhöhen.

Aus Sicht der **Datenerfassung** sind bei der Überführung der Open-SPIRIT Dienste in den Regelbetrieb ist zu beachten, dass die Digitalisierung der Umstiegsgebäude innerhalb einer definierten Zone und ab einer bestimmten Größe flächendeckend und lückenlos erfolgt. Aktualität des Contents, Gültigkeit und eine hohe Verfügbarkeit sind unbedingt zu gewährleisten.

Die Integration der geplanten **E-Ticketing** Funktion in das Dienste Angebot würde den Kunden des Öffentlichen Verkehrs einen zusätzlichen Komfort bieten und somit die Attraktivität von Open-SPIRIT weiter erhöhen. Das Ticket soll sowohl für verschiedene Verkehrsmittel (z.B. Bus, Straßenbahn, Zug, U-Bahn), als auch für verschiedene Verkehrsdienstleister (z.B. Wiener Linien, ÖBB, Grazer Verkehrsbetriebe) gültig sein und beim Kauf automatisch auf das Mobiltelefon geladen werden.

Bei der Einführung der Open-SPIRIT Dienste in den Markt ist eine **sensible Preispolitik** zu verfolgen. Je nach strategischer Zielausrichtung und Höhe der einmaligen und laufenden Kosten, die dem Betreiber durch Open-SPIRIT entstehen, ist der Preis pro Service Bündel zu gestalten. Um einen möglichst großen Kundenkreis anzusprechen sollten segmentspezifische Unterschiede berücksichtigt und die verschiedenen Service Bündel unterschiedlich bepreist werden.

Das für Open-SPIRIT attraktivste Segment ist das der **Businesskunden**. Diese sind, nicht zuletzt aufgrund von Dienstreisen oder Besprechungen außer Haus, oftmals ortsunkundig und nicht sehr preissensibel. Bei der strategischen Bearbeitung des Gesamtmarktes sollte darauf geachtet werden, dass diesem Teilmarkt ein besonderer Stellenwert eingeräumt wird.

Der Open-SPIRIT Regelbetrieb ist nicht nur für Betreiber und Nutzer Öffentlicher Verkehrsmittel in Wien und Wien Umgebung von Interesse, da eine **breite Anwendung der Open-SPIRIT Dienste bzw. der Indoor-Navigation in unterschiedlichen komplexen Gebäuden** wie z.B. Flughäfen, Krankenhäuser, Amtsgebäuden etc. ebenso Sinn machen würde **wie für bestimmte Veranstaltungen**, z.B. die Fußball-Europameisterschaft 2008 mit Spielstätten in Wien, Klagenfurt, Salzburg und Innsbruck. Die Erfassung und Digitalisierung des Contents stellt einen geringen Kostenfaktor dar und kann betreiberabhängig erfolgen. Bei der Ausstattung der Gebäude mit Bluetooth Beacons könnten sich Synergien ergeben, die gemeinsame Nutzung eines Beacon Netzes durch mehrere Betreiber würde wiederum zu einer Kostenreduktion für alle Beteiligten führen.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

- Bass, F.: A new product growth for model consumer durables; Management Science, Vol. 15, No 5, 1969  
 Gartner Group: Mobile Terminals: Austria 1999 – 2008; Dataquest, Juni 2004  
 Hightower J. und Borriello: Location Systems for Ubiquitous Computing. IEEE Computer, 34(8), S. 57–66, 2001  
 May, A.J. et al: Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. Personal Ubiquitous Computing, Vol. 7, S. 331-338, Springer-Verlag London, 2003  
 Open-SPIRIT Konsortium: Open-SPIRIT Endbericht-Technischer Teil, Wien, 2005  
 Rehl, Göll, Leitinger, Brunsch: Combined indoor/outdoor Smartphone navigation for public transport travellers, 3rd Symposium on LBS & TeleCartography, Wien, November 2005  
 Rehl, Leitinger, Brunsch: Navigationsunterstützung für intermodal Reisende in komplexen Umsteigebauwerken, in: Beiträge des Spezialforums „Offene Plattformen für Reiseinformationsmanagement und Mobilitätsdienste“ im Rahmen der AGIT 2005, Salzburg, Juli 2005  
 Rüetschi und Timpf: Modelling wayfinding in public transport: network space and scene space. In Proc. Spatial Cognition 2004, Chiemsee, 2004  
 Statistik Austria: Bevölkerungsvorausschätzung 2001 bis 2050, Statistisches Jahrbuch 2005