



FAKULTÄT FÜR **INFORMATIK**

Designaspekte mobiler, barrierefreier Applikationen

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medieninformatik

eingereicht von

Christoph Huber

Matrikelnummer 0307498

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung:
Betreuer: ao.Univ.Prof. Peter Purgathofer
Assist. Betreuerin: Univ.-Ass. Mag. Lisa Ehrenstrasser

Wien, 26.01.2010

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

Abstract

Der drahtlose Internetzugang im täglichen Leben ist bereits für viele selbstverständlich. Die Technologie mobiler Endgeräte entwickelt sich rasend schnell. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der User Experience (UX) mobiler Webapplikationen und auf deren Zugänglichkeit für Menschen mit Sehbehinderungen.

Die User Experience im mobilen Web wird von vielen verschiedene Faktoren beeinflusst. Hardware, Software, Interaktionskonzepte sowie der mobile Kontext in dem eine Interaktion stattfindet, sind verantwortlich für die User Experience. Der XHTML MP Standard bietet ein solides Fundament für die Entwicklung einer mobilen Webapplikation. Software Architekturen wie SOA sind auch im mobilen Bereich unumgänglich, um komplexe Prozesse abarbeiten zu können.

Die barrierefreie Konzeption mobiler Webapplikationen lässt sich nicht alleinig mit dem WAI Modell bewerkstelligen. Eine spezifische Untersuchung der Bedürfnisse der Zielgruppe und eine drauf abgestimmte Verwendung von Standards und Guidelines, führen zu einem sinnvollem Ergebnis. Eine Alternative zum WAI Ansatz ist das Tangram Modell.

Basierend auf User-Interviews, den Recherchen und Evaluierungen von bestehenden Webressourcen, werden in dieser Arbeit Designguidelines zur Konzeption einer mobilen, barrierefreien Webapplikation erarbeitet. Mithilfe dieser Guidelines entsteht weiters ein Konzept für eine mobile Fahrplanauskunft, optimiert für Menschen mit Sehbehinderung.

Abstract

Wireless Internet has become a part of the everyday life of many is taken for granted. The technologies of mobile devices are advancing rapidly. This paper focus is on the user experience (UX) with mobile web applications and the accessibility for visually impaired users.

In the mobile web the user experience is influences by many factors like hardware, software and interaction concepts as well as the mobile context in which this interaction is happening. The XHTML MP standard provides a stable base for the mobile application developement. In order to process complex tasks, software architectures like SOA are inevitable in the mobile area.

Models like the WAI have proven to be insufficient in creating barrier-free concepts for mobile applications. This problems requires an investigation of the target audience demands, which in combination with given standards and guidelines leads to better models. The Tangram Model is an alternative Method for Webdevelopers. This method maximize the Usability of a Website for a specific Audience.

Based on interviews, research and evaluation of existing web resources this paper proposes designguidelines for the modelling of mobile and accessible web applications. Finally the practicability of the suggested guidelines are proven by implementing a mobile time table information system for vision impaired users of wireless mobile devices.

Christoph Huber, Arbeitergasse 46/26, 1050 Wien

„Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.“

Wien, am

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Verwendete Abkürzungen | 6 |
| 1 Einleitung | 7 |
| 1.1 Die Nutzung des mobilen Internet | 7 |
| 1.2 Was bedeutet “barrierefrei“? | 10 |
| 1.3 Forschungsziel | 12 |
| 1.3.1 Aufbau der Arbeit | 12 |
| 2 Aspekte des mobilen Webdesigns | 13 |
| 2.1 User experience im Mobile Web | 13 |
| 2.2 Die Usability der Site | 17 |
| 2.2.1 Hierarchische Menüstruktur | 17 |
| 2.2.2 Komplexität der Aufgabe | 19 |
| 2.2.3 Auswirkungen kleiner Displays | 19 |
| 2.3 Die Usability des Browsers | 22 |
| 2.3.1 Visualisierungsmethoden | 22 |
| 2.4 Multitasking, Interruptions und der mobile Kontext | 26 |
| 2.4.1 Der mobile Kontext | 27 |
| 2.5 XHTML Mobile Profile | 29 |
| 2.5.1 Zusammenfassung des XHTML MP 1.2 | 30 |
| 2.6 SOA für mobile Applikationen | 30 |
| 2.6.1 Minimierung der zu transferierenden Datenmenge | 32 |
| 2.6.2 Pro - Active Data Feeding | 33 |
| 2.6.3 Architektur des Frameworks | 35 |
| 2.7 Rèsumè | 36 |
| 3 Aspekte des barrierefreien Webdesigns | 37 |
| 3.1 Accessibility | 37 |
| 3.1.1 Das WAI Modell | 38 |
| 3.1.2 Ein alternatives Modell | 41 |
| 3.2 Usability Aspekte für Sehbehinderte | 43 |
| 3.2.1 Usability Metriken | 43 |
| 3.2.2 Dynamisch generierte Scaleable Vector Graphics (SVG) | 45 |
| 3.3 Rèsumè | 47 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Evaluierung mobiler Web - Ressourcen | 48 |
| 4.1 | Evaluierungsmethode nach Asakawa | 49 |
| 4.2 | Ergebnisse der Evaluierung bestehender, mobiler Web Ressourcen | 50 |
| 4.2.1 | Mobiler Client der Wiener Linien | 51 |
| 4.2.2 | Mobiles Portal der Stadt Berlin | 56 |
| 4.3 | Zusammenfassung der Evaluierungsergebnisse und Interviewausarbeitungen | 61 |
| 4.4 | Resumè | 62 |
| 5 | Konzept für einen mobilen, barrierefreien Echtzeit - Abfahrtsmonitor | 64 |
| 5.1 | Zielbestimmungen | 64 |
| 5.2 | Produkteinsatz | 65 |
| 5.2.1 | Anwendungsbereich | 65 |
| 5.2.2 | Zielgruppen | 65 |
| 5.2.3 | Betriebsbedingungen | 65 |
| 5.3 | Produktumgebung | 65 |
| 5.3.1 | Software | 66 |
| 5.3.2 | Hardware | 66 |
| 5.4 | Produktfunktionen | 66 |
| 5.4.1 | Persönliche Konfiguration | 66 |
| 5.4.2 | Echtzeitfunktionen | 67 |
| 5.5 | Produktdaten | 68 |
| 5.6 | Technische Architektur | 68 |
| 5.7 | Use Cases | 70 |
| 5.7.1 | Use Case: Echtzeitmonitor Abfrage für eine bestimmte Linie | 70 |
| 5.7.2 | Use Case: Echtzeitmonitor Abfrage für eine bestimmte Haltestelle | 71 |
| 5.7.3 | Use Case: Userprofil anlegen | 72 |
| 5.8 | Use Stories + Wireframes | 72 |
| 5.8.1 | Use Story: Startseite | 72 |
| 5.8.2 | Use Story: Userprofil | 73 |
| 5.8.3 | Use Story: Hotspots editieren | 73 |
| 5.8.4 | Use Story: Linien Suche | 73 |
| 5.8.5 | Use Story: Fahrtrichtungswahl | 75 |
| 5.8.6 | Use Story: Haltestellensuche | 75 |
| 5.8.7 | Use Story: Echtzeitmonitor für eine Linie | 77 |
| 5.8.8 | Use Story: Echtzeitmonitor für eine Haltestelle | 77 |
| 5.8.9 | Use Story: Kein Suchergebnis | 77 |
| 5.9 | Informationsarchitektur | 79 |
| 5.10 | Qualitätszielbestimmungen | 79 |
| 5.11 | Quantitative Evaluierung mittels Papier - Prototypen | 80 |
| 6 | Schlussbetrachtungen | 81 |
| A | Appendix | 83 |
| A.1 | Anhang A | 83 |
| A.2 | Anhang B | 87 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| A.3 Anhang C | 91 |
| Literaturverzeichnis | 95 |
| Abbildungsverzeichnis | 98 |

Verwendete Abkürzungen

- UA: User Agent
- UX: User experience
- MP: Mobile Profile
- Accessibility: Zugänglichkeit
- PC: Desktop Computer
- W3C: World Wide Web Consortium
- WAI: Web Accessibility Initiative
- SOA: Service oriented Architecture
- WAP: Wireless Application Protocol
- HCI: Human computer interaction
- OMA: Open Mobile Alliance
- CSS: Cascading Style Sheets

Kapitel 1

Einleitung

Das Internet ist zweifellos die am meist genutzte Informationsquelle der Gesellschaft des 21. Jahrhunderts. Doch zunehmend entwickelt sich das *mobile Internet* zu einem Medium welches sich immer größerer Beliebtheit erfreut. Dies beruht auf verschiedensten Entwicklungen der letzten Jahre: Datentarife wurden günstiger, die Hersteller mobiler Endgeräte bringen Produkte mit besserer Benutzerfreundlichkeit auf den Markt. Nicht zuletzt die Tatsache, dass die Gesellschaft immer mobiler wird und zu jeder Zeit an jedem Ort soviel wie möglich Information zur Verfügung haben möchte. (vgl. [Stockhausen 09])

Unternehmer nützen diese Chance und bieten mobile Services aller Art. Fahrplanauskünfte über öffentliche Verkehrsmittel, 2D- Barcodes auf Printmedien und Produkten die sich mit dem Mobiltelefon einscannen lassen und über einen Link weitere Informationen anbieten, Ticketsysteme für Veranstaltungen, uvm. Aber auch herkömmliche Webseiten von Tageszeitungen, Wettervorhersagen, soziale Netzwerke, etc. werden öfter mobil aufgerufen.

Die wachsende Anzahl an verschiedensten Endgeräten stellt die Entwickler von Webseiten und Informationsdiensten vor neuen Herausforderungen. Die Accessibility maschinenlesbarer Information wird ein zunehmend bedeutender Faktor in der Konzeption und Entwicklung. Zugänglichkeit einerseits für alle möglichen Arten von Endgeräten (Mobiltelefone, PDAs, Smartphones), andererseits auch für Personen mit körperlichen und kognitiven Behinderungen welche mit assistierenden Technologien, wie zum Beispiel Screenreader, die Informationen konsumieren möchten. Für diese Art von Gestaltung hat sich im deutschen Sprachraum der Begriff *barrierefreies Design* etabliert. Was genau man unter *barrierefrei* versteht, wird unter Punkt 1.2 erläutert. Nun folgend eine Einschätzung über die Nutzung des mobilen Internet in naher Zukunft.

1.1 Die Nutzung des mobilen Internet

Das Bedürfnis nach Kommunikation und Informationen ist allgegenwärtig und kann durch einen Mobile-Internet-Zugang sofort und überall befriedigt werden. In alltäglichen Situationen wie Zugfahrten oder Wartezeiten an der Bushaltestelle oder

vor Terminen ist ein Internetzugang über das Mobiltelefon eine Möglichkeit der Zeitüberbrückung, während die E-Mails oder Nachrichten des Tages abgerufen werden können. Kommunikation und Information sind die am meisten angegebenen Motive für den mobilen Gang ins Internet, auch deshalb, weil es sich um vergleichsweise einfache Dienste handelt, die leicht abruf- bzw. bedienbar sind. Abbildung 2.1 zeigt eine Statistik aus dem Jahr 2008 über die Nutzung des mobilen Internet in verschiedensten Ländern. Die USA, England und Italien sind dabei die führenden Länder, wobei in den USA *Yahoo! Mail* die populärste mobile Webseite darstellt, mit ca. 14 Millionen Besuchern im Monat. Deutsche Marktforscher prognostizieren einen Anstieg der mobilen Internetnutzung auf das 5-fache bis zum Jahr 2013. (vgl. [Nielsen 08])

Eine noch bedeutendere Rolle kann mobiles Internet beim Zugang zu Informationen spielen, die orts- und/oder zeitbezogen sind. Beispiele hierfür sind Verkehrs- und Wetternachrichten, Informationen über nahe gelegene Restaurants, Preisvergleiche für verschiedene Geschäfte am Aufenthaltsort des Nutzers sowie Wegbeschreibungen zu unbekanntem Zielorten.

Die meisten Experten sind sich sicher, dass die mobile Nutzung von Social Networks in den kommenden Jahren steigen wird. Der Grund liegt darin, dass für eine umfassende Nutzung dieser Seiten zunächst die Verbreitung des mobilen Internets zunehmen muss, also ein größerer Anteil von Mitgliedern einer Community die Möglichkeit haben muss, mobil auf das Netzwerk zuzugreifen. In anderen Ländern liegt der Anteil des mobilen Traffic, den Social Networking Sites generieren, bereits deutlich höher: Beispielsweise entfallen in Südafrika, Singapur oder den USA 60% der mobilen Seitenaufrufe der Nutzer des Browser-Entwicklers Opera auf diese Dienste, im weltweiten Durchschnitt sind es 40%.(vgl. [Klaus Böhm 08])

Genau wie bei der Nutzung des Internet auf einem PC, gibt es auch im mobilen Bereich eine eher kleine Anzahl von Webseiten mit überdurchschnittlich vielen Besuchern und eine große Anzahl von Webseiten mit sehr wenigen Zugriffen. Viele Leute fragen sich warum jemand das Internet so dringend nötig haben sollte, dass er ständig und überall auf einem kleinen Display durchs Netz surft. Man könne ja auch warten bis man zu Hause Zugang zu einem Desktop Computer hat. In einer finnischen Studie zählt der Autor drei Gründe auf, warum er glaubt, dass in Zukunft Millionen User das volle Internet auf mobilen Geräten nutzen werden:

1. Das Internet stellt uns immer mehr wichtige Informationen zur Verfügung, welche uns den Alltag erleichtern und wofür man idealerweise keinen Desktop PC benötigt um einen Zugang zu bekommen. Eine Studie aus dem Jahr 2005 besagt, dass die Anzahl der weltweit installierten PC ungefähr ein Drittel der angemeldeten Mobiltelefone ausmacht. Besonders in Entwicklungsländern ist das Netz der Mobiltelefongesellschaften viel besser entwickelt als die fixen Telefonleitungen. Auch der Preis eines Desktop Computers ist in diesen Ländern für einen Großteil der Haushalte nicht finanzierbar.
2. Weiters fand man durch Userstudien heraus, dass WAP momentan zwar noch eine bessere Usability bietet, doch einen kompletten Internetzugang am Mobiltelefon ist das was sich viele wünschen. Die Vielfältigkeit an Information welche das Web bietet, kann nicht auf ein spezielles Mobile Web portiert werden. Viele User

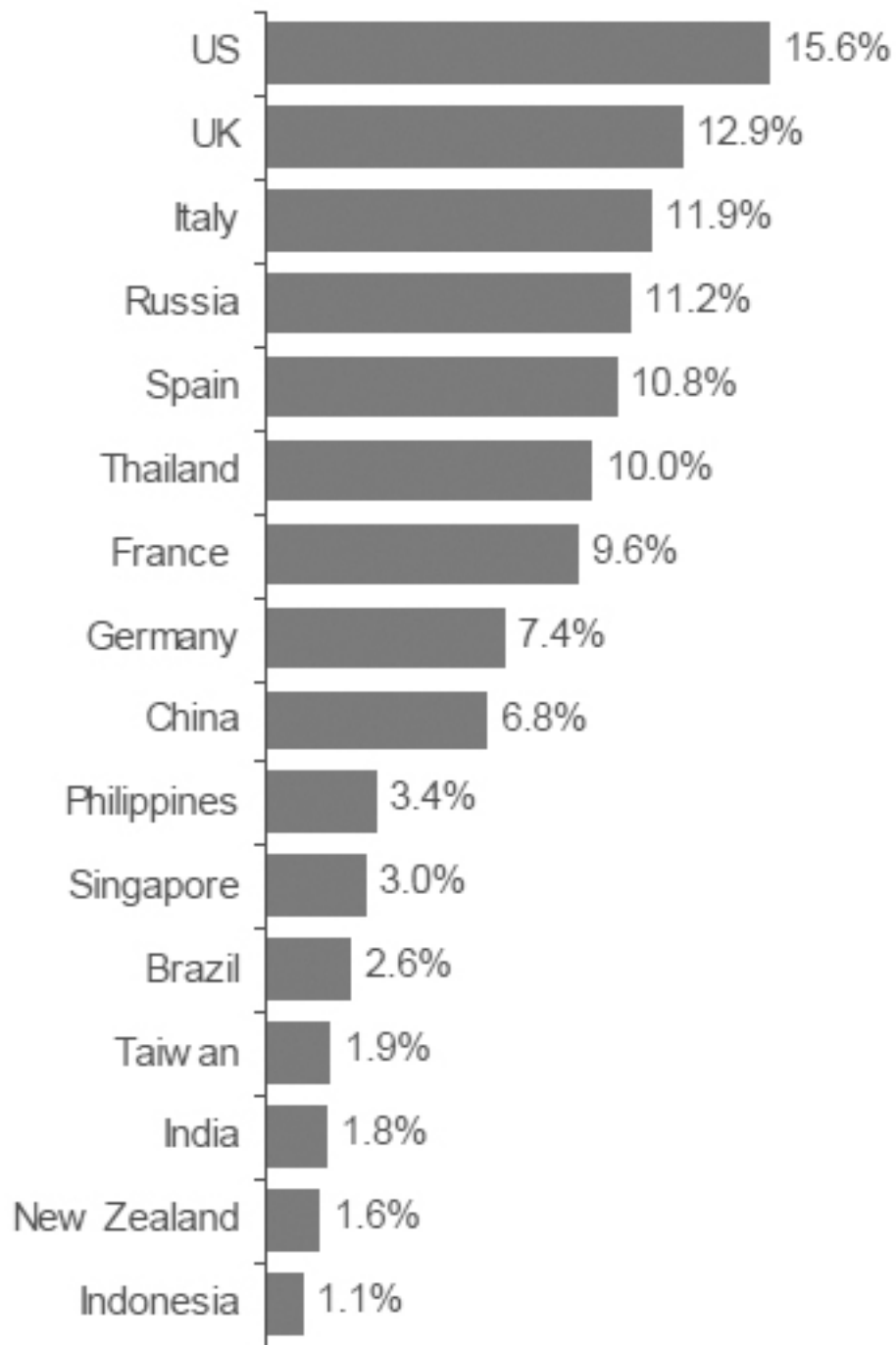


Abbildung 1.1: Mobile Internet Nutzung, 2008 [Nielsen 08]

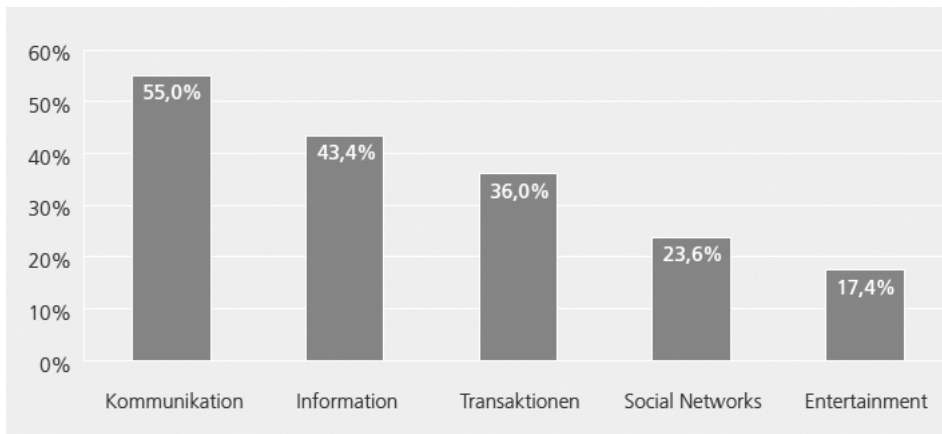


Abbildung 1.2: Nutzung der mobilen Internet Angebote, 2008 [Klaus Böhm 08]

sind sichtlich aufgeregt wenn sie erstmals ihre liebste Webseite auf einem mobilen Gerät aufrufen, was bei gewöhnlichen WAP Seiten so gut wie nie zu beobachten war. Auch die Bestrebungen des World Wide Web Consortium gehen in Richtung eines *one Web* Konzeptes, wo der selbe Inhalt für verschiedenste Endgeräte zugänglich ist.

3. Ein weitere Grund ist die rasante Technologieentwicklung im Bereich der mobilen Geräte, sodass viele Aufgaben welche früher noch auf einem PC erledigt werden mussten, mittlerweile auch am Mobiltelefon kein Problem mehr darstellen. Die Displays bekommen eine immer bessere Auflösung und sind mittlerweile schon sehr kontraststark. Der Zugang zum Internet kann bei manchen Geräten einerseits über die mobile Telefonleitung oder aber auch schon über WLAN hergestellt werden.

(vgl. [Roto 06])

1.2 Was bedeutet “barrierefrei“?

Alltägliche Informationen wie zum Beispiel Zeitungen, Plakate usw., also vor allem Printmedien, sind für Menschen mit Sinnesbehinderungen oder kognitiven Einschränkungen oft nur schwer zugänglich. Die neuen Medien dieser Zeit bieten vor allem dieser Personengruppe eine große Chance, Informationen aller Art zu konsumieren. Allerdings ist dies nur möglich, wenn das zugrundeliegende Informationsdesign *barrierefrei* ist.

Diese Barrierefreiheit war auch ein grundlegendes Anliegen des Erfinders des World Wide Web (WWW), Tim Berner-Lee:

The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect. [web 09d]

Nicht - barrierefrei gestaltete Webinhalte können bereits unverständlich werden, wenn der User einen gewöhnliche Textbrowser verwendet. Diese Art von Browser werden vor allem in Kombination mit assistierenden Technologien verwendet, wie zum Beispiel Screenreader. Aber auch in Regionen wo die Datenrate der Internetverbindungen aufgrund schlechter Infrastruktur noch sehr niedrig ist, werden oft reine Textbrowser verwendet. Solch ein Browser lässt jegliche Bild, Layout- und Formatierungsinformation außer Acht und stellt nur die Textinformation am jeweiligen Display dar.

Gerade für Nutzer mit Sehbehinderungen, welche Technologien wie Screenreader tagtäglich verwenden, sind nicht-barrierefreie Informationen, wie zum Beispiel Farbe, Formatierungen und verschiedenste Multimedia Inhalte, schwer bzw. nicht zugänglich. Laut dem letzten Mikrozensus von 1995 leiden in Österreich 3.1 Millionen Menschen unter einer Sehbeeinträchtigung. Davon sind etwa 4600 Personen auf beiden Augen blind. Das Georgia Institute of Technology führte diesbezüglich 1996 auch eine Studie durch, mit dem Ergebnis, dass 8% der Internetnutzer eine Sinnesbehinderung haben. (vgl. [Rettinger])

Abgesehen von der beträchtlichen Personengruppe welche auf barrierefreies Informationsdesign angewiesen ist, gibt es auch gesetzliche Verordnungen dafür. In den vereinigten Staaten ist es die sogenannte Section 508, sie ist Teil des Antidiskriminierungsgesetzes. Diese Bestimmung schreibt vor, das alle Webseiten der amerikanischen Bundesregierung bestimmten Zugänglichkeitsrichtlinien entsprechen müssen.

In Europa verabschiedete die EU den Aktionsplan *eEurope2002* zur Förderung der Verwendung des Internet. In diesem heißt es:

that special attention should be given to disabled people and the fight against info-exclusion (vgl. [Rettinger])

In Österreich schreibt das Behindertengleichstellungsgesetz seit 2006 vor, das Internetseiten öffentlicher Institutionen barrierefrei sein müssen.

Kommunikationstechnische Barrieren liegen beispielsweise vor, wenn auf Grund von fehlenden taktilen, akustischen oder optischen Orientierungshilfen, nicht barrierefreier Softwaregestaltung oder nicht stattfindender Übersetzung in eine verstehbare Kommunikationsform (z.B. Gebärde oder Braille-Schrift) sinnesbehinderte Menschen sich an die Öffentlichkeit richtende Angebote nicht oder nur mit besonderer Erschwernis wahrnehmen können. [web 09b]

Barrierefreies Design bedeutet also Informationen so zu gestalten, dass auch Menschen welche nicht mit standardmäßigen Ein- und Ausgabegeräten Zugang zu den Informationen haben.

1.3 Forschungsziel

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die Herausforderungen des mobilen Webapplikationsdesigns und die Aspekte der barrierefreien Gestaltung für mobile Endgeräte zu schaffen. Im Zuge dessen entsteht ein Konzept für eine mobile Echtzeit - Fahrplanauskunft, welche speziell für Menschen mit Sehbehinderung verwendbar werden sollte.

1.3.1 Aufbau der Arbeit

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Usability und Performance mobiler Endgeräte. D.h. welche Herausforderungen gibt es bei kleinen Displays bezüglich Darstellung von Informationen, Navigation und Interaktion mit dem User? Welche unterschiedlichen Ansätze gibt es bei mobilen Browsern und wie geht man mit multimedialen Inhalten um? Weitere Themen dieses Abschnitts sind Multitasking und Interruptions, der W3C Standard sowie SOA für mobile Webapplikationen.

Im zweiten Teil der Arbeit geht es um Accessibility im Allgemeinen und um Usability Aspekte sehbehinderter User. Es wird das WAI Modell besprochen sowie ein alternativer Ansatz (das Tangram Modell), um eine Webressource barrierefrei zu gestalten.

Im dritten Teil der Arbeit wird eine Evaluierungsmethode beschrieben, welche speziell auf Accessibility ausgerichtet ist. Im Anschluss daran werden mit dieser Methode bestehende mobile Webapplikationen auf ihre Zugänglichkeit und Usability hin untersucht. Basierend auf dieser Untersuchung, den Recherchen sowie aus den Erkenntnissen von User - Interviews, werden Guidelines zur Konzeption einer Webapplikation speziell für sehbehinderte User erarbeitet.

Die Arbeit mündet in einem Konzept für eine mobile, barrierefreie Fahrplanauskunft und dessen Evaluierung bzgl. der Interaktionsdauer.

Kapitel 2

Aspekte des mobilen Webdesigns

Die ersten mobilen Webbrowser welche auf Mobiltelefonen den vollen Webzugang ermöglichten, erfüllten zwar technisch gesehen ihren Zweck, boten dem Nutzer jedoch keinerlei positive User experience. Die nun gängigen Browser am Markt haben zwar das Problem der kleinen Displaygrößen halbwegs im Griff, von einer wirklich zufriedenstellenden User experience ist man jedoch noch weit entfernt. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich in der noch wenig erforschten User experience im mobilen Bereich und dessen Komplexität. Da es Ziel dieser Arbeit ist, ein User Interface Konzept zu entwickeln (Kapitel 5), wird folgend dieses Thema genauer untersucht und die speziellen Anforderungen und Eigenschaften beschrieben.

2.1 User experience im Mobile Web

User experience (UX) findet statt, wenn eine Person ein System oder Objekt benutzt. Nimmt man ein System nur wahr, ohne das dabei eine System Komponente involviert ist, spricht man nur von *experience*. Jede UX mit einem Produkt ist also eindeutig: Sie ist abhängig vom momentanen Zustand des Users, dem Kontext sowie dem dynamischen System mit welchem gerade interagiert wird. Ein Produkt, und somit auch dessen UX, ist stark abhängig von anderen Produkten und Systemen. Dieser Umstand wird eindeutig, wenn man als Beispiel einen mobilen Browser heranzieht. Ein mobiler Browser braucht ein mobiles Gerät, eine drahtlose Internetverbindung sowie eine Website. Versagt eines dieser Systeme, ist der mobile Browser nicht mehr brauchbar. (vgl. [Roto 06])

Viele Forscher beschäftigten sich in den letzten Jahren mit dem Phänomen UX und versuchten eine allgemeingültige formale Definition zu finden. Hassenzahl & Tractinsky (2006) definieren UX folgendermaßen:

a consequence of a user's internal state (predispositions, expectations, needs, motivation, mood, etc.), the characteristics of the designed system (e.g. complexity, purpose, usability, functionality, etc.) and the context (or the environment) within which the interaction occurs (e.g. organisational/social

setting, meaningfulness of the activity, voluntariness of use, etc.). [Hassenzahl 06]



Abbildung 2.1: User experience Definition von Hassenzahl & Tractinsky (2006) [Roto 06]

Die meisten Studien sind sich einig, dass UX etwas persönliches ist. Der momentane Zustand des Users, seine Erwartungen und bisherigen Erfahrungen sind Faktoren welchen großen Einfluss haben. Erfolgt dann aus irgendeiner Motivation heraus eine Interaktion mit einem System, ergibt sich daraus die persönliche UX der Person mit dem Produkt. Zum Thema UX im Bereich des mobilen Web Browsing gibt es bisher noch wenige wissenschaftliche Arbeiten. Die erste Arbeit welche sich gezielt mit diesem Thema auseinandersetzt, ist eine Dissertation von Roto (2006). Dieser fand in seiner Studie heraus, dass besonders im mobilen Bereich mehrere Faktoren die UX beeinflussen. Abbildung 2.2 zeigt welche Faktoren es sind, die beim Aufruf einer Webseite auf einem Mobiltelefon Einfluss auf die UX haben:

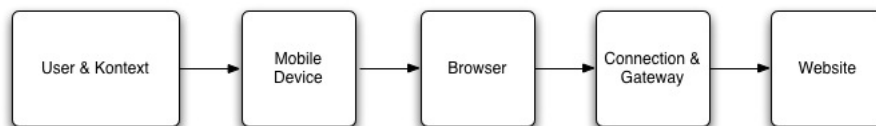


Abbildung 2.2: Attribute der User Experience im mobilem Web

Diese fünf UX Faktoren haben laut Virpi Roto folgende Charakteristiken:

User - Die Person welche das System kontrolliert oder manipuliert

- Need - Die zugrundeliegende Aufgabe welche das System lösen sollte
- Motivation - Der Grund für die Verwendung des Systems
- Experiences - Das Wissen welches durch verwenden ähnlicher Systeme bereits vorhanden ist
- Expectations - Die Vorstellungen wie das System arbeitet und sich bei Interaktion damit verhält
- Mental state - Der momentane emotionale Zustand des Nutzers

- Resources - Die momentanen physischen und mentalen Möglichkeiten welche zur Verfügung stehen

Context - Die Umstände unter denen das Mobile Browsing stattfindet

- Physical context - Physisch empfunden Umstände, geografische Lage etc.
- Social context - Einflüsse von Personen in der näheren Umgebung
- Temporal context - Zur Verfügung stehende Zeit
- Task context - Die Rolle des Mobile Browsing im Verhältnis zu anderen Aufgaben welche man ausführt

Mobile Device - Das Gerät das zum Browsing verwendet wird

- Usability - Eingabe und Ausgabe Mechanismen, User Interface, Browser Zugänglichkeit
- Connectivity - Die Fähigkeit des Gerätes sich über verschiedenen Arten mit einem Netzwerk zu verbinden
- Performance - Die Effizienz des Gerätes beim Ausführen von Befehlen
- Memory Space - Der verfügbare Speicherplatz zum Mobile Browsing am Gerät
- Battery lifetime - Lebensdauer des Akkus ohne wiederholtem Laden
- Appeal - Attraktivität des Gerätes (Aussehen, Funktionalität, ...)
- Customer care - Support in schriftlicher Form, online, via Telefon und persönlich

Browser - Die Software welche eine Interaktion mit Webseiten ermöglicht

- Usability - Lernfähigkeit, Speicherfähigkeit, Effizienz, Interaktionsmöglichkeiten
- Content support - Die Fähigkeiten des Browser verschieden Typen von Inhalt darzustellen
- Functionality - Das Set an Funktionen welche dem Nutzer das Browsing ermöglichen

Connection - Die draht- und drahtlosen Verbindungen welche nötig sind um sich mit dem Internet zu verbinden

- Availability - Die Existenz eines Netzwerkes welches für eine Internetverbindung verwendet werden kann
- Speed - Der aktuelle Durchsatz der Netzwerkes
- Cost - Die Kosten welche durch den Datentransfer entstehen
- Trust - Das Vertrauen des Nutzers bzgl. Sicherheit und Robustheit der Verbindung

- Customer Care - Support in schriftlicher Form, online, via Telefon und persönlich

Gateway - Ein Netzwerkknoten

- Page optimizations - Transformation von Webinhalten in eine für das Endgerät optimierte Form
- Access restrictions - Zugriffsbeschränkungen für bestimmte Nutzer auf eine Website

Site - Die Sammlung an einzelnen Webseiten welche zu einer Domain gehören

- Discovery - Suchen einer bestimmten Seite im Internet
- Value - Die Charakteristiken einer Website welche vom User bewertet werden
- Usability - Struktur, Inhalt und Informationsvisualisierung der Website
- Familiarity - Identifizierbarkeit der Webseiten
- Trust - Das Vertrauen des Nutzers bzgl. Inhalt einer Website
- Appeal - Attraktivität der Website (Aussehen, Funktionalität, ...)
- Offline Support - Unterstützung des Nutzers außerhalb der Website

(vgl. [Roto 06])

Die Anzahl der beschriebenen Charakteristiken welche die UX im mobilen Bereich beeinflussen ist enorm und man könnte jeden Punkt in viele weitere Punkte unterteilen. Doch was ganz deutlich aus dieser Liste hervorgeht, ist die Tatsache, dass wenn man einen Teil dieses Systems designen möchte, alle anderen Aspekte auch in Betracht ziehen muss, um sinnvolle Ergebnisse zu bekommen. Webentwickler sollten bedenken, dass nicht immer alle Komponenten dieses mobilen Browsing Systems fehlerfrei arbeiten. Entwickelt man alle Komponenten so, dass auch solche Fälle abgedeckt sind, steht einer positiven UX nichts mehr im Wege.

Es stellt sich nun die Frage, welches Glied in dieser Kette trägt die Hauptverantwortung für eine gute UX?

Es ist klarerweise die Site selbst, welche dem Nutzer die Informationen präsentiert. Aber auch der Browser welcher für das Rendering zuständig ist und Interaktionen wie Vor-, Zurück und Refresh der Seite ermöglicht. Die Charakteristiken der Site, vor allem deren Usability, sowie die Charakteristiken des Browsers sind also hauptverantwortlich für die UX, alle andere Faktoren unterstützen diese nur, im positivem oder negativem Sinne. Eine schlechte Datenverbindung, ein Mobiltelefon mit wenig Speicher oder einfach eine störende Umgebung während des Browsing, können auch eine äußerst gut durchdachte Usability einer mobilen Website schlecht beeinflussen.

2.2 Die Usability der Site

Eine Website die spezifisch für einen bestimmten Typ von Endgerät entwickelt wird, führt meist zu einer sehr guten Usability. Die Menge an Information auf einer mobilen Seite ist um ein vielfaches kleiner als auf einer Seite konzipiert für einen großen Desktop Bildschirm. Dies hat natürlich den Vorteil, dass sie beim Laden über langsame Internetverbindungen effizienter sind und auf kleinen Displays gut dargestellt werden können.

Da es sehr schwierig ist, eine Desktop - Webseite auf einem kleinem Display zu visualisieren, wurde das WAP System entwickelt. Dies stellt einen Internetzugang zur Verfügung, optimiert für mobile Endgeräte. WAP 1.x Seiten sind isoliert vom üblichen World Wide Web und sind bei Endusern nach wie vor nicht sehr beliebt, da sie sehr limitiert sind und keine Grafiken erlauben. WAP 2.0 basiert auf dem XHTML Mobile Profile welches sehr ähnlich zum HTML Markup ist und auch CSS unterstützt. Diese Seiten können auch mit einem gewöhnlichem Desktop Browser visualisiert werden und waren somit der erste große Schritt des W3C in Richtung einheitliches Web.

Da in Zukunft die Displays mobiler Telefone mit Internetzugang nicht wirklich größer werden, um deren Portabilität nach wie vor zu gewährleisten, wird es nach wie vor eine Herausforderung sein die Informationen einer mobilen Webseite optimal für diese Geräte zu strukturieren. Typische Displays dieser Geräte können 15 Zeilen vertikal darstellen und pro Zeile ca. 12 Zeichen. Daher ist es meist nicht möglich, alle möglichen Optionen einer Seite auf einem Displays anzuzeigen. Stattdessen müssen die Nutzer in einer Menüliste scrollen, eventuell noch durch ein Untermenü navigieren, auswählen einer Option usw. Für alle Interaktionen stehen meist nur wenige Tasten zur Verfügung, wie OK, Vor, Zurück und Löschen. Für das Scrollen bieten viele Geräte einen kleinen Joystick.(vgl. [Kim 04])

Die Frage ist also, wie muss die Information präsentiert werden damit der Nutzer komplexe Aufgaben mit limitierten Navigationsmöglichkeiten effektiv ausführen kann? Dazu gibt es drei Faktoren welche dabei eine Rolle spielen:

2.2.1 Hierarchische Menüstruktur

Viele Menüs auf Webseiten, verwenden eine komplexe Mixtur an Strukturen, doch der allgemeine Aufbau einer Website ist meist hierarchisch. In einem rein hierarchischem System, ist jeder Knoten (bzw. jeder Menüpunkt) nur über einen übergeordneten Knoten erreichbar. Die zwei Charakteristiken einer solchen Menüstruktur, sind die *Tiefe* und die *Breite* des Menüs. Die Tiefe ist normalerweise definiert als die Anzahl der Levels in der Hierarchie und die Breite als die Anzahl der Optionen pro Menüpunkt. (siehe Abbildung 2.3)

Navigationsprobleme (z.B. sich im Menü verlieren, einen falschen Pfad einschlagen auf dem Weg zum Ziel) werden wahrscheinlicher, umso Tiefer die Hierarchie des Menüs ist. Eine Studie (vgl. [Snowberry 83]) dafür zeigte, dass die Fehlerrate von 4% auf 34% anstieg, wenn man die Tiefe des Menüs von 1 auf 6 Levels erhöhte. Zusätzlich werden umso mehr Seitenaufrufe nötig. Jeder Seitenaufruf benötigt eine Interaktion vom Nutzer (Betätigen einer Taste) und eine Antwort vom Server. D.h. also, die Tiefe in einer

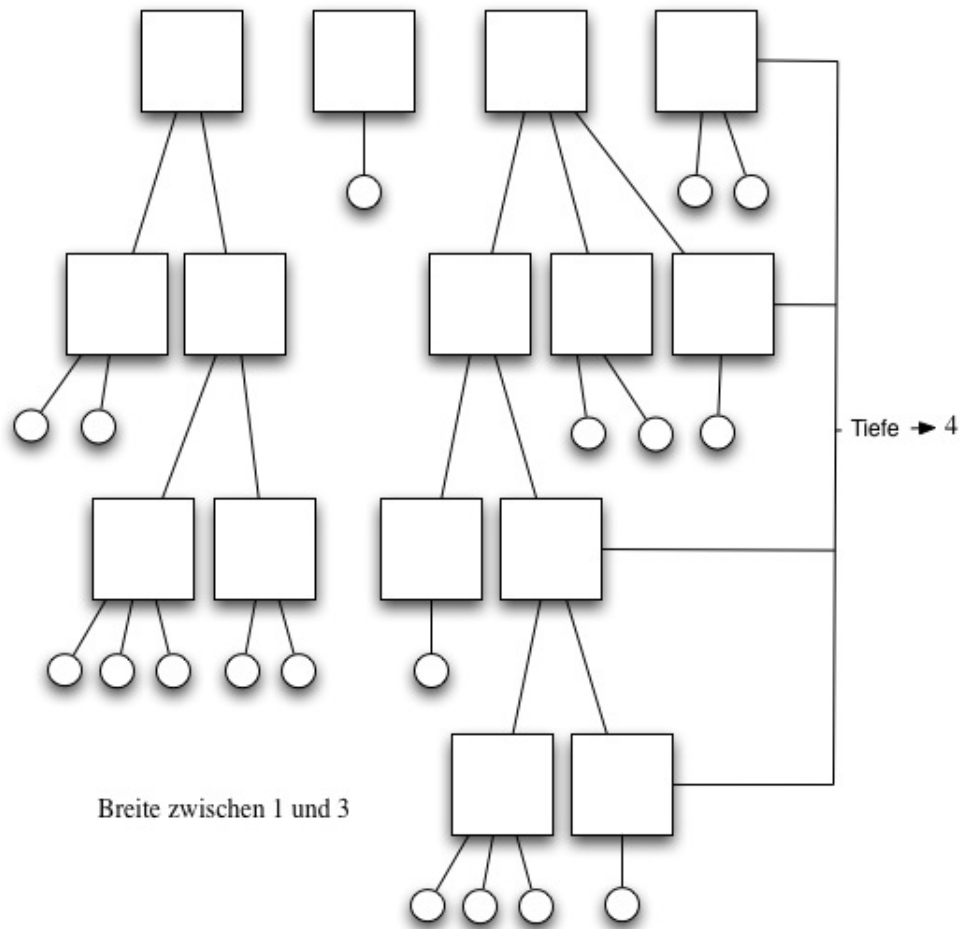


Abbildung 2.3: Beispiel einer hierarchischen Menüstruktur

Menüstruktur erhöht die Wahrscheinlichkeit von Navigationsfehlern und gleichzeitig erhöht sich die Zeit bis zum Erreichen einer bestimmten Information. Trotz allem gibt es auch gute Gründe, ein System mit tiefer Hierarchie zu entwickeln. Wenn zum Beispiel die Mengen an Information so groß sind, dass der vorhandene Platz am Display nicht ausreicht, um alles übersichtlich darzustellen. In solchen Fällen kann es sinnvoll sein die Tiefe der Struktur zu erhöhen, anstatt die Breite (Anzahl der Optionen pro Menüpunkt) über zu dimensionieren. Denn eine Struktur mit sehr hoher Breite führt zum sogenannten *crowding*. D.h. wenn ein Menüpunkt so viele Optionen zur Auswahl hat, dass der Nutzer viel zu lange braucht um den für ihn interessanten Punkt zu finden. Dies bedeutet wiederum sinnlos verstrichene Zeit bei der Ausführung einer Aufgabe. Man fand heraus, dass Strukturen welche die Tiefe der Breite bevorzugen, das *crowding* weitgehend vermeiden können und gleichzeitig das sogenannte *funneling* unterstützen. Dies bedeutet die Gesamtanzahl der Optionen zu minimieren, unter welchen der Nutzer auswählen muss. Dies erhöht die Effizienz besonders in Fällen, wo mehr kognitive Prozesse des Nutzers nötig sind.

Die optimale Balance zwischen Tiefe und Breite einer Menüstruktur, war Forschungsschwerpunkt verschiedener Studien. Miller (1981) testete vier verschiedenen Strukturen mit ins gesamt 64 Knoten: 2^6 , 4^3 , 8^2 , 64^1 Es stellte sich heraus, dass die 8^2 Struktur das beste Verhältnis zwischen Performance und Navigationsfehlern bietet. Dieses Ergebnis wird unterstützt durch eine Studie über das Kurzzeitgedächtnis eines Menschen welche besagt, dass typischerweise 7 ± 2 Objekte abgerufen werden können. Die optimale Bilanz in einer Menüstruktur zu finden hängt aber auch von der Displaygröße ab. (vgl. [Kim 04])

2.2.2 Komplexität der Aufgabe

Die Beziehung zwischen der Komplexität einer Aufgabe und der Tiefe einer Menüstruktur wurden von Jacko&Salvendy (1996) untersucht. Sie fanden heraus, dass die wahrgenommene Komplexität mit der Tiefe der Menüstruktur steigt. Die Studie basierte auf den folgenden vier Charakteristiken von Komplexität in einer Hypertext Menüstruktur:

- multiple Pfade
- multiple Ergebnisse
- widersprüchliche Abhängigkeit zwischen den Pfaden
- unklare Ergebnisse

Die zentrale Frage war einerseits, welche Menütiefe würde die schnellste Interaktion mit den wenigsten Fehlern erlauben, und andererseits, wie würde eine solch optimierte Struktur von Nutzern wahrgenommen werden, im Kontext einer komplexen Aufgabe? Sie fanden schlussendlich heraus, dass die wahrgenommene Komplexität mit der Menütiefe steigt, und auch dass die wahrgenommene Komplexität die Reaktionsdauer der Nutzer verlängert sowie die Antwortgenauigkeit verringert.

Das heißt also eine Minimierung der wahrgenommenen Komplexität durch ein einfaches Menüdesign, könnte das Feedback der Nutzer verbessern. (vgl. [Kim 04])

2.2.3 Auswirkungen kleiner Displays

In vielen Studien vergangener Jahre zu diesem Thema findet man Ergebnisse, welche bei Vergleich miteinander oft nur wenige Übereinstimmungen zeigen. Dies liegt einerseits daran, dass man in den Studien verschiedenste Displaygrößen verwendete und auch die Komplexität der Aufgaben waren nicht vergleichbar. Diese Studien kommen oft auch aus den Zeiten der ersten größeren LCD Displays auf Kopiergeräten und dergleichen. Die Schlussfolgerungen daraus eignen sich also nicht um auch den komplexen Prozess des Mobile Internet Browsing auf kleinen Displays besser zu verstehen. Dazu wurden bisher noch wenig Studien durchgeführt. Eine davon beschäftigte sich allerdings genauer mit den Auswirkungen der Displaygröße in Verbindung mit Interaktionsaufgaben verschiedenster Schwierigkeitsstufen und verschiedener Menüstrukturen. Eine weitere aber etwas ältere Studie, beschreibt die Aspekte des Designs von Webinhalten für kleine

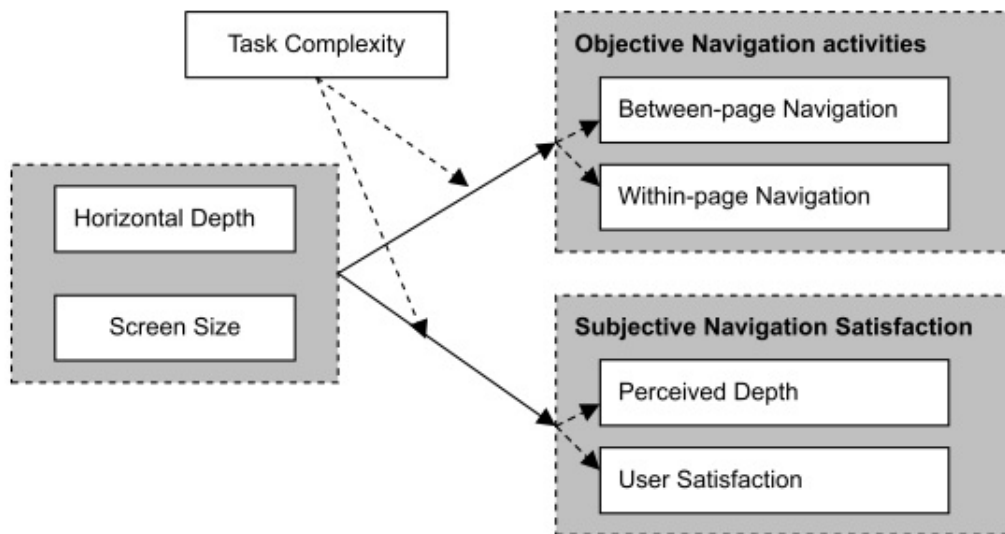


Abbildung 2.4: Wechselwirkungsmodell [Kim 04]

Displays. Dort testete man, welche Probleme sich ergeben, wenn man mit einem PDA nach einer bestimmten Information in einem längerem Text sucht. (vgl. [Kim 04])

Wechselwirkungen mit Komplexität und Menüstruktur

In der Studie von Chae&Kim (2004) wurden die Wechselwirkungen zwischen den drei Faktoren Komplexität, Menüstruktur und Displaygröße untersucht. Die Studie war darauf ausgelegt, dass die Testpersonen bestimmte Informationen zu einem Thema auf einer extra dafür programmierten Website finden mussten. Ihr Verhalten bzgl. Navigation wurde per Video festgehalten und deren Empfinden während des Browsing versuchte man durch Fragen festzuhalten. Die Studie beruhte auf einem Modell welches in Abbildung 2.4 zu sehen ist.

Für komplexe Aufgaben wurden die Hypothesen der Studie größtenteils bestätigt. Folgende Design Guidelines fassen die Ergebnisse am besten zusammen:

1. Wenn die Suchaufgabe einfach ist, haben die Tiefe der Menüstruktur und die Displaygröße keine große Auswirkungen auf die Navigation und Wahrnehmung der Nutzer. Bei komplexen Suchaufgaben, steigt der Einfluss auf Navigation und Wahrnehmung.

Die Tiefe der Informationsstruktur variiert natürlich stark zwischen den verschiedenen Internet Domains. Als Beispiel, der Prozess des Abrufen der Emails ist vergleichsweise einfach, jedoch das kaufen eines Geschenkes in einem Online Shop beinhaltet komplexe Vorgänge. Das heißt also, die Informationsstruktur mobiler Internet Seiten sollte an die Charakteristiken der verschiedenen Domains angepasst werden.

2. Die Displaygröße hat einen entscheidenden Einfluss auf das Interaktionsverhalten und die Wahrnehmung der Komplexität einer Informationsstruktur. Die Zufriedenheit der Testpersonen war auf kleinen Displays am höchsten, als die Menüstruktur aus 4 Ebenen bestand. Auf größeren Displays konnte man jedoch feststellen, dass 6 Ebenen als ideal empfunden wurden.

Die derzeitigen Netzwerkprotokolle erlauben es genaue Informationen über Typ und Modell des Mobiltelefons abzufragen. Man sollte also die hierarchische Struktur einer Website auf die Displaygröße des Gerätes anpassen. Anpassung der Informationsstruktur auf Komplexität der Interaktion und verwendeter Displaygröße würden dazu beitragen, eine optimale Informationsstruktur für mobile Internetsysteme bereitzustellen.

(vgl. [Kim 04])

Finden von Informationen in langen Texten auf kleinen Displays

Die typischen Displaygrößen der gängigen mobilen Endgeräte liegen zwischen 160 x 160 Pixel und 320 x 240 Pixel. In der Literatur findet man verschiedenste Guidelines wie man Informationen für solche Displaygrößen aufbereiten sollte, damit man möglichst schnell die gewünschte Information findet. Eine Strategie davon, welche auch bei vielen mobilen Webseiten von Zeitungen verwendet wird, ist folgende:

- Limitieren der Menge an Informationen
- Verwenden von Listen
- Darstellen der Informationen in zwei Schichten: Titel der Artikel und Zusammenfassung des Inhaltes

Ein Beispiel dafür ist die mobile Webseite einer österreichischen Tageszeitung (Abbildung 2.5), welche genau diese Strategie für die Informationsvisualisierung verwendet.



Abbildung 2.5: Ausschnitt aus der Mobilnen Webseite von derstandard.at

Diese Art von Informationsdarstellung hilft dem Leser viel an Information schnell aufzunehmen. Dieses sogenannte *scanning* kann aber auch schnell ineffektiv werden. Und zwar dann, wenn Informationsblöcke so stark limitiert werden, dass die Rekonstruktion des eigentlichen Informationsgehaltes durch den User, mehr Aufwand braucht, als wenn er die volle Länge an Text aufnehmen müsste.

In einer Studie von Kim&Albers (2001) wurde untersucht, wie lange Nutzer beim durchsuchen nach einer bestimmten Information von Webseiten brauchen. Die Studie wurde auf einem üblichen Desktop PC sowie auf einem PDA durchgeführt. Der Inhalt der Webseiten variierte zwischen 100 und 850 Wörtern und die gesuchte Information wurde am Anfang, in der Mitte und am Ende der Seiten platziert.

Die Ergebnisse der einzelnen Testpersonen variierten stark. Es war jedoch eindeutig, dass bei kleineren Displays die Probanden deutlich länger brauchten um eine bestimmte Information zu finden. Sie waren jedoch nicht genervt, von dem mehr Aufwand an Interaktion, der dazu nötig war. Statistische Auswertungen lieferten schlussendlich das Ergebnis, dass ab einer Länge von 275-300 Wörtern pro Webseite, die Effektivität eines Suchvorganges deutlich reduziert wird. (vgl. [Loel Kim 01])

2.3 Die Usability des Browsers

Wie schon einmal erwähnt, ist der Browser der nicht alles entscheidende Faktor für eine gute UX. Trotzdem hat seine Usability, Funktionalität und dessen Content support einen Einfluss darauf, welcher nicht außer Acht gelassen werden sollte. Die Browser Usability inkludiert die Art und Weise, wie eine Website visualisiert wird und wie die Interaktion damit erfolgt. Der Content support eines Browsers beschreibt ob er WAP Seiten, mobile XHTML Seiten oder sogar vollen Web Zugang erlaubt.

Prinzipiell ist es möglich auf einem Mobiltelefon mit dem S60 Betriebssystem verschiedene Browser zu installieren. Verschiedene Browser implizieren eine unterschiedliche UX.

2.3.1 Visualisierungsmethoden

Die Methode mit welcher der Browser eine Website visualisiert, ist wahrscheinlich der entscheidende Faktor für die Usability eines mobilen Web Browsers. In der Literatur findet man drei Arten von Methoden:

- Filterung des Inhalts
- Beibehaltung des originalen Layout
- Formatierung des Layouts

Die Filter - Methoden minimieren die Menge an Information und versuchen nur den wichtigsten Inhalt darzustellen. Man unterscheidet dabei prinzipiell zwischen einer Filterung basierend auf der HTML Struktur einer Seite, oder einer Filterung basierend auf Einstellungen des Nutzers. Das Problem bei allen Filtermethoden ist die Schwierigkeit, die relevanten Informationen einer Seite zu finden, ohne spezifische META Daten im

HTML Code.

Eine Darstellung der Webseiten im originalen Desktop PC Layout hat zufolge, dass die Nutzer hauptsächlich mit Scrollen anstatt mit Lesen beschäftigt sind. Besonders das horizontale Scrollen bei breiten Textblöcken, ist etwas sehr störendes. (vgl. [Roto 06]) Die folgenden zwei Punkte beschreiben nun je eine Formatierungsmethode, wobei das originale Webseiten Layout so verändert wird, dass es auch auf kleinen Displays sinnvoll dargestellt wird.

Narrow Layout

Die erste Methode beschreibt Roto (2005) als *Narrow Layout*. Bei dieser Art von Formatierung zeigt der Browser soviel Inhalt wie möglich auf einer Seite an, jedoch adaptiert in ein Format damit sie auf einem kleinen Display gut lesbar ist. Es werden folgende Unterschiede zwischen der Darstellung einer Webseite auf einem Desktop PC und jener mit dieser Visualisierungsmethode beschrieben:

- Das zweidimensionale Layout vieler Webseiten wird in ein eindimensionales transformiert, indem die Inhalte der Tabellen untereinander angezeigt werden.
- Vorhandene Bilder werden auf die Displaygröße skaliert.
- Leerräume, Animationen, Skripts sowie CSS Angaben zur Hintergrundfarbe, Schriftart und Schriftgröße werden ignoriert.
- Interaktive Felder wie Texteingabefelder und Buttons haben ein verändertes Aussehen.
- Textlinks sind immer blau und unterstrichen.



Abbildung 2.6: Screenshot WebViewer 4.0

Effekte der Formatierung

Auf Webseiten welche User auf dem Desktop PC öfters besuchen, merken sie sich die Positionen der Navigationslinks und den für sie interessanten Inhaltsbereiche. Sie fokussieren ihre Aufmerksamkeit meist darauf und ignorieren den Rest der Seite. Wird diesselbe Seite nach der Formatierung betrachtet, muss der Nutzer scrollen damit er den für ihn interessanten Bereich zu sehen bekommt. Dieser Umstand bringt natürlich einige Nachteile mit sich:

Roto (2005) beschreibt in seiner Studie, dass die Nutzer die gesuchten Informationen nicht mehr aufgrund ihrer Positionierung finden konnten. Sie versuchten durch ähnliche Informationen oder Bilder sich zu orientieren, doch aufgrund der Formatierung hatte vieles ein neues Aussehen, was die Sache nicht leichter machte.

Selektierten die Probanden einen Link, waren sie meist sehr verwirrt, denn der Inhalt welchen sie auf der Seite zu sehen bekamen, sah gleich aus wie jener der vorhergehenden Seite. Dies liegt ganz einfach daran, dass sich der Inhalt einer Seite nur in der Mitte veränderte, welcher in dem neuen Layout erst sichtbar wird, wenn man weiter nach unten scrollt. Die gesuchte Information musste also wirklich von Bedeutung sein, damit dies auch geschah. Denn ein Zeile - per - Zeile scrolling ist in solchen Fällen äußerst zeitaufwändig. Die Scrolling Technik des Browser müsste also ein schnelles Scrollen ermöglichen, um dieses Problem zu umgehen.

Grundsätzlich waren die Probanden dieser Studie jedoch sehr angetan vom Mobilien Browsen durch gewöhnliche Webseiten. Vor allem spezielle zeitabhängige Informationen wie Fahrpläne, Event Programme, Öffnungszeiten usw. konnte sich der Großteil als sinnvoll vorstellen. Nichtsdestotrotz beeinträchtigten die Displaygröße und die Datenrate der Verbindung die *Browsing experience*. Auf einer Skala von -3 bis +3 bezüglich der Nützlichkeit dieser Art des Browsing, ergab diese Studie einen Wert von +1.71. (vgl. [Kaikkonen 03])

Minimap

Da die Methode des *Narrow Layout* doch einige negative Effekte bei der Usability aufweist, versuchte eine Gruppe von Wissenschaftlern eine verbesserte Visualisierungsmethode zu entwickeln. Auf Basis verschiedener Evaluierungen, definierten sie folgende Anforderungen für die Webseiten Darstellung auf Mobiltelefonen, um die Usability zu verbessern:

- Mehr Inhalt auf dem Display darstellen
- Text Absätze so darstellen, damit keine horizontales Scrollen nötig ist
- Ausreichend Kontextinformationen anbieten, um die Seitenstruktur und aktuelle Position auf der Seite zu kommunizieren
- Basis Funktionalitäten wie Scrolling und Link Selektion müssen mit der üblichen 5-Tasten Steuerung möglich sein
- Das originale Layout darf dabei nicht zerstört werden
- Ein Umschalten zwischen verschiedenen Visualisierungsmodi sollte nicht nötig sein

Um diese Anforderungen zu erfüllen entwickelte man einen Browser, welcher Webseiten mittels den Methoden *Layout scaling* und *Page overview* für die Darstellung auf kleinen Displays optimierte. Diese beiden Methoden werden nun kurz beschrieben:

Layout scaling

In diesem Prozess wird das CSS File einer Webseite so modifiziert, dass alle Elemente

einer Seite (außer Textelemente) kleiner werden, sodass möglichst viel Inhalt auf dem Display dargestellt werden kann. Gleichzeitig stellt man sicher, dass die Breite der Textelemente nicht die Breite des Displays übersteigt, um horizontales scrollen zu vermeiden. Die Schriftgröße bleibt erhalten, um die Lesbarkeit zu gewährleisten. Eingabeparameter dieses Prozesses sind also die Displayhöhe und Displaybreite, sowie ein Skalierungsfaktor, der auf alle statischen Element auf der Seite angewandt wird. Als Ausgabe erhält man eine skalierte Bitmap Repräsentation. Abbildung 2.7 zeigt das Ergebnis einer solchen Skalierung.



Abbildung 2.7: Links: originales Layout in mobilem Browser; Rechts: Minimap Skalierung [Popescu 06]

Page overview

Um dem Nutzer die Navigation auf einer Seite zu erleichtern, bietet Minimap den sogenannten *Page overview*. Dabei wird eine komplette Übersicht der Seite, mit einer gewissen Transparenz auf dem Display angezeigt. Ein rotes Rechteck markiert den Bereich der momentan auf dem Display sichtbar ist. Diese Ansicht der Seite erscheint nur dann, wenn der Nutzer scrollt. Daher unterscheidet Minimap zwischen zwei Arten des Scrolling:

- inkrementell, Schritt für Schritt durch einzelnes drücken einer Taste
- kontinuierlich, durch ständiges drücken einer Taste

Die Übersicht der Seite wird nur bei kontinuierlichen Scrollen angezeigt, lässt der Nutzer die Taste los, verschwindet diese nach kurzer Zeit. Außerdem werden in der Übersicht jene Bereiche welche der Nutzer bereits gesehen hat farblich gekennzeichnet. Abbildung 2.8 zeigt den *Page overview* in Aktion.

Eine Studie zu dieser Art von Visualisierung ergab, das 18 von 20 Probanden die Minimap Methode der Narrow Layout Methode bevorzugen. (vgl. [Popescu 06])

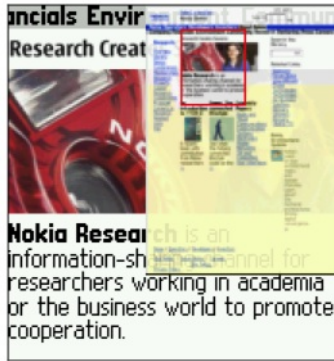


Abbildung 2.8: Minimap Page Overview Funktion [Popescu 06]

2.4 Multitasking, Interruptions und der mobile Kontext

Nachdem nun die beiden wichtigsten Faktoren, die Usability der Site und die Usability des Browsers, für eine positive UX während des Mobile Web Browsing besprochen wurden, widmet sich dieser Teil der Arbeit dem Kontext in dem der Prozess des Browsers stattfindet.

Das gleichzeitige Ausführen verschiedener Aufgaben auf einem Mobiltelefon (Web Browsing, Anruf entgegennehmen, Instant messaging, etc.) erfordert eine hohe Aufmerksamkeit und Flexibilität des Nutzers. In Verbindung mit den Herausforderungen des kleinen Displays und der langsamen Datenverbindung, erfordern solche Multitasking Aktivitäten eine effiziente HCI zwischen Nutzer und mobilem Endgerät, um eine akzeptable Performance zu gewährleisten. Studien bzgl. Interruptions während dem Browsing zeigten, dass diese sich negativ auf die Ausführungszeit einer Aufgabe auswirken sowie eine Erhöhung der Fehlerrate (Navigationsfehler etc.) hervorrufen. Wenn zum Beispiel jemand ein Bahnticket online über sein Mobiltelefon bestellt und währenddessen ein SMS bekommt, diese Kurznachricht öffnet und beantwortet, bedeutet dies eine deutliche Effizienzminderung für den mobilen Web Task. Ein intelligentes Managementsystem müsste den Ursprung solcher Interruptions feststellen und je nach Kontext in welchem sich der Nutzer gerade befindet, eine Lösung dafür bereitstellen. Bisherige Forschungen beschränken sich jedoch auf dem Design von Warnungen und Alarmsignalen für auftretende Interruptions. Man konnte feststellen, dass geeignete Warnungen an den Nutzer einen positiven Effekt auf die Performance haben. Diese Studien beschränkten sich jedoch hauptsächlich auf Aufgaben aus dem Desktop Bereich. Nagata (2003) führte diesbezüglich eine Studie auf mobilen Endgeräten durch und fand heraus, dass die Ausführungszeit von Aufgaben mit Interruptions um das 1.5fache höher ist als auf Desktop Systemen. Zwei mögliche Ansätze um dieses Problem einzudämmen beschreibt Nagata (2003) folgendermaßen:

- **Point of Return Indicator** Dabei wird nach dem Auftreten einer Interruption die Aufmerksamkeit des Nutzers wieder auf die ursprüngliche Aufgabe gelenkt, zum Beispiel durch grafisches hervorheben einer Textbox auf einer Webseite, auf der sich der Nutzer zuletzt befand.

- **Interactive Suspension Point** Eine Art Lesezeichen Konzept. Der Nutzer setzt selbst einen Referenzpunkt, bevor er sich einer anderen Aufgaben widmet.

(vgl. [Nagata 03])

2.4.1 Der mobile Kontext

Wie zuvor erwähnt, können interne und externe Interruptions den Prozess des Mobile Browsers beeinflussen. Aber auch der gesamte Kontext in dem sich der Nutzer zur Zeit der Ausführung befindet, beeinflussen dessen Verhalten und Aufmerksamkeit und somit auch die gesamte UX.

Wenn eine Person eine bestimmte Information haben möchte, liegt er vielleicht gerade auf dem Sofa und zieht es vor mobil im Internet zu surfen als den Desktop PC zu starten und sich zum Schreibtisch zu setzen. Andere wiederum stehen an der Bushaltestelle, haben soeben ihren Anschluss verpasst, sind in Eile und wollen wissen wann der nächste Bus kommt oder welche alternativen Möglichkeiten es für ihn gibt. Aber auch das einfach Emails lesen in einem Cafe oder das surfen durch diverse soziale Netzwerke wird immer öfter auf mobilen Endgeräten praktiziert. All diese Beispiele zeigen, dass es viele verschiedene Umgebungen gibt in welche sich eine Person befinden kann und somit auch viele unterschiedliche Faktoren die ihn beeinflussen können. Bezüglich der UX sind folgende Arten von Kontext interessant:

- **Physischer Kontext**
Verschiedensten physischen Umstände, wie zum Beispiel die Temperatur, Licht, Regen, Feuchtigkeit, oder Objekte mit denen die Person in Berührung kommt.
- **Sozialer Kontext**
Zum sozialen Kontext gehören die Erwartungen anderer Personen in der näheren Umgebung, oder die Bereitschaft an einer sozialen Situation teilzunehmen, während man eigentlich mobil im Internet surft.
- **Aufgaben Kontext**
Der Aufgaben Kontext beschreibt den Prozess des Mobile Browsing als Teil einer größeren Aufgabe. Als Beispiel könnte ein aktiver Blogger sein, der sein mobiles Gerät verwendet, um online Zeitungen zu lesen und die für ihn interessanten Artikel auf seinem Blog zu speichern. Sobald er dann Zugang zu einem Desktop PC hat, schreibt er an seinen Artikeln weiter und reagiert auf eventuelle Kommentare.
- **Zeitlicher Kontext**
Der zeitliche Kontext beschreibt nicht, wie sich die Uhrzeit zu der man das mobile Internet gebraucht, auf die UX auswirkt. Der zeitliche Kontext als Komponente der UX beschreibt jene zeitliche Periode, in welcher der Nutzer es schafft sich dem System unter den gegebenen Umständen zu widmen. Beispiel: Das Herausfinden der Information wann ein Bus abfährt, bevor man den Bus verpasst.

(vgl. [Roto 06])

Nicht - visuelles Feedback

Versucht man einen Browser oder eine andere Desktop Applikation für den Gebrauch auf einem mobilen Endgerät zu portieren, fokussieren sich Entwickler meist auf das User Interface und die Interaktion ohne Maus. Sie konzentrieren sich also hauptsächlich auf die Limitierungen durch das Gerät, vergessen dabei aber auf den Kontext in dem die Applikation verwendet wird. Denkbare Szenarien in denen eine Person eine mobile Applikation nutzt wären zum Beispiel während des Gehens, während sozialer Interaktionen, etc. Das heißt also, die ideale Applikation für den mobilen Kontext bietet dem User ein Interfaces, welches minimale Aufmerksamkeit verlangt. Der User sollte also in der Lage sein seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf seine Umgebung zu richten und nur minimal auf die Applikation.

Obwohl die Datenverbindungen für mobiles Internet immer schneller werden, bleiben lange Ladezeiten weiterhin fast unvermeidlich und dauern im Durchschnitt länger als 5 Sekunden. Aber auch die schwache Prozessorleistung mobiler Endgeräte führt zu einem längeren Rendering der Webseiten als auf einem üblichen Desktop PC. Abbildung 2.9 zeigt die typischen Ladezeiten einer Webseite auf einem mobilen Browser.

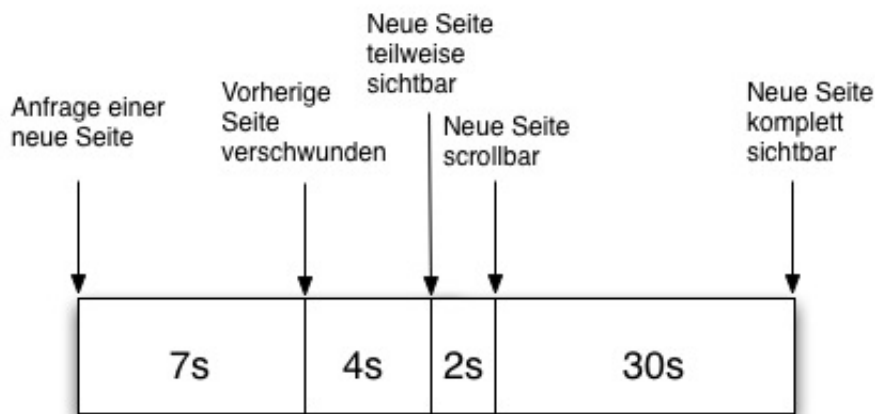


Abbildung 2.9: Typische Ladezeiten einer Webseite auf mobilem Endgerät (vgl. [Anti Oulasvirta 05])

Der interessante Zeitpunkt ist dabei jener, wo erste Teile der neuen Seite sichtbar werden. Die Zeitspanne von der Anfrage bis zu diesem Zeitpunkt wird auch als *Response Time* bezeichnet. Diese Zeitspanne kann gerade im mobilem Bereich länger dauern, als der Nutzer bereit ist seine Aufmerksamkeit auf das Displays zu richten. Idealerweise kommt also ein nicht-visuelles Feedback zum Einsatz. Gerade Mobiltelefone würden sich zum Beispiel dafür eignen, ein taktiles Feedback (Vibration) zu geben, wenn die Response Time einer Anfrage verstrichen ist. Denkbar wäre natürlich auch ein Audio Feedback. Doch dies könnte bei lautem Umgebungslärm ineffektiv werden und in manchen Situationen auch störend für Passanten sein. Es wäre natürlich auch nicht sinnvoll, unabhängig von der Länge der Response Time, ein nicht-visuelles Feedback zu geben. Nur für Zeitspannen, die so lange dauern, dass der Nutzer seine Aufmerksamkeit vom

Gerät abwendet, wäre ein Einsatz eines solchen Feedbacks denkbar.

In einer Studie von Oulasvirta (2005) versuchte man herauszufinden, wie lange Nutzer in einem mobilen Kontext, während des Wartens auf einen Response, konstant auf das Display schauen. Im Desktop Bereich wusste man, dass nach ca. 10 Sekunden der Blick der Nutzer vom Display abschweift. Für den mobilen Bereich stellte sich heraus, dass im Durchschnitt nach 4 Sekunden die Nutzer ihre Aufmerksamkeit ihrer Umgebung widmen, anstatt auf das Display zu schauen und auf einen Response zu warten. Abbildung 2.10 zeigt die Ergebnisse der Studie für verschiedenste Umgebungen. Es ist deutlich zu sehen, dass die Aufmerksamkeit der Probanden im Labor deutlich länger anhält als im mobilen Kontext. (vgl. [Antti Oulasvirta 05])

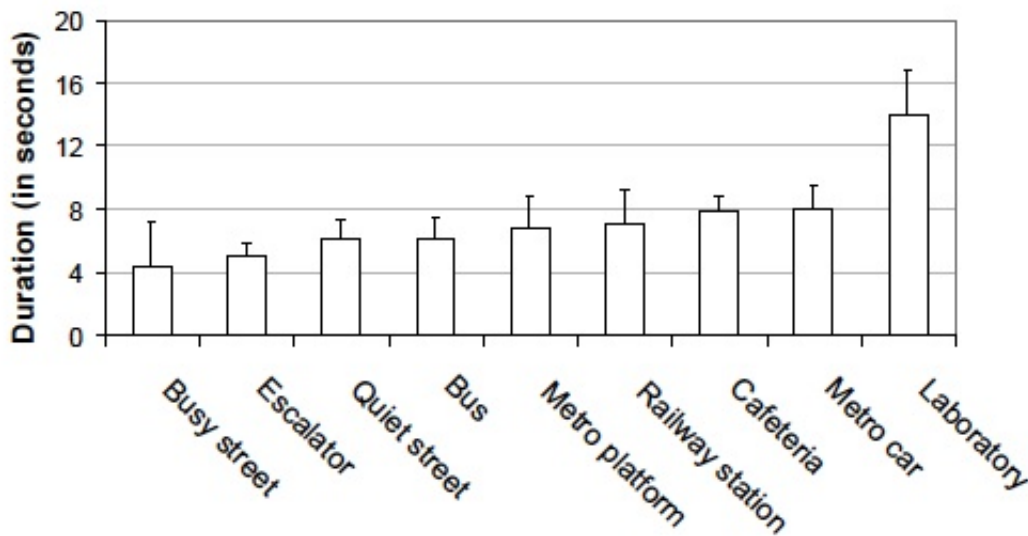


Abbildung 2.10: Durchschnittliche Dauer der Aufmerksamkeit während des Ladens einer mobilen Webseite [Antti Oulasvirta 05]

Die letzten beiden Punkte zu den Aspekten des mobilen Webdesigns beschäftigen sich näher mit der technischen Realisierung: Einerseits mit dem Standard XHTML Mobile Profile und andererseits mit der Entwicklung von mobilen Applikationen mittels einer SOA (Service Oriented Architecture).

2.5 XHTML Mobile Profile

Spezifiziert wurde der Standard XHTML Mobile Profile von der OMA. Der Standard definiert eine Markup Sprache, welche speziell für Endgeräte mit limitierten Ressourcen entwickelt wurde. Die Spezifikation basiert auf dem Dokument Typ XHTML Basic, wurde jedoch um bestimmte Funktionalitäten zur Präsentation von Informationen auf mobilen Endgeräten erweitert. Die aktuellste Version ist XHTML MP 1.2. Diese Version hat folgende Erweiterungen zur vorhergehenden:

- Volle Unterstützung von XHTML Formularen, inkl. File Upload
- Definition der Implementierung und die Verwendung des *object* Elementes
- Möglichkeit der Konfiguration des Eingabe Modus eines Texteingabe-Formularelementes

Entwickelt man eine mobile Webapplikation nach diesem Standard, muss das Dokument konform sein. Ein konformes Dokument liegt vor, wenn bestimmte Kriterien erfüllt werden. Zum Beispiel muss das Dokument der DTD (Document Type Definition) und das Wurzelement muss *html* sein.

Da das User Interface mobiler Endgeräte bestimmte Limitierungen gegenüber einem Desktop PC aufweist, gibt es im XHTML MP verschieden Möglichkeiten, um die Navigation auf Webseiten zu erleichtern. Die drei wichtigsten davon sind Accesskeys, Links und ein Navigation Menü. Ein Access Key ist ein one-click shortcut. D.h der Nutzer kann durch drücken einer Taste, eine Aktion auf der Webseite auslösen. Werden Links auf einer Seite in Form eines Menüs verwendet um zu Inhalten auf der Seite zu gelangen, sollte das *title* Attribut angegeben werden, um es für Nutzer mit nicht üblichen Interfaces (Screenreader) auch zugänglich zu machen. Der Typ eines *link* Elements kann über das *rel* Attribut angegeben werden. Dabei stehen die Typen *start*, *next* und *prev* zur Verfügung. Damit ist es dem Nutzer jederzeit möglich, über ein Navigationsmenü oder einem speziellen User Interface den Inhalt zu erreichen. Vorteile des Navigationsmenüs sind, dass das Menü dem eigentlich Inhalt keinen Platz auf dem Display wegnimmt und es kann in das User Interface des UA integriert werden, dort wo es für den User als logisch erscheint.

Ein weiteres Feature im XHTML MP betrifft die Elemente *input* und *textarea*. Es ist prinzipiell eine Hilfestellung für den UA, um automatisch auf den richtigen Eingabemodus bei Formulareingaben zu wechseln. Der definierte Eingabemodus ist jedoch keine strikte Vorgabe für den Nutzer, sondern lediglich ein default Modus. Mögliche Modi sind zum Beispiel *digits* oder *latin LowerCsse*. Der Nutzer kann jederzeit auf einen anderen Modus wechseln. (vgl [Alliance 04])

2.5.1 Zusammenfassung des XHTML MP 1.2

Die aktuelle Version bietet Module für alle Arten von Informationen. Jedes Modul besteht aus verschiedensten Elementen. Eine Übersicht dazu gibt folgende Tabelle (Abbildung 2.11):

2.6 SOA für mobile Applikationen

Mobile Endgeräte werden auch immer populärer was den Betrieb von Geschäftsapplikationen betrifft. Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, das ein Großteil der Endgeräte den Betrieb von JavaMobile (J2ME) Applikationen unterstützt. Doch der traditionelle Ansatz für das Design solcher Applikationen kann im mobilen Bereich aufgrund des limitierten Speichers der Geräte sowie der limitierten Bandbreite

| Module | Element |
|----------------------------|---|
| Struktur | body, head, html, title |
| Text | abbr, acronym, address, blockquote, br, cite, code, dfn, div, em, h1, h2, h3, h4, h5, h6, kbd, p, pre, q, samp, span, strong, var |
| Hypertext | a |
| List | dd, dl, dt, li, ol, ul |
| Presentation (partial) | b, big, hr, i, small |
| Forms | button, fieldset, form, input, label, legend, optgroup, option, select, textarea |
| Basic Tables | caption, table, td, th, tr |
| Image | img |
| Object | object, param |
| Intrinsic Events (partial) | Various attributes |
| Metainformation | meta |
| Scripting | noscript, script |
| Style Sheet | style element |
| Style Attribute | style attribute |
| Link | link |
| Base | base |
| Legacy (partial) | start attribute on li, value attribute on li |
| Text Input Modes | inputmode attribute on input, textarea |

Abbildung 2.11: XHTML MP 1.2 [Alliance 04]

der Datenverbindung nicht angewendet werden. Der Aufruf von Webservices, der Datentransfer, die Datentransformation sowie das Interface zum Nutzer muss neuen Anforderungen gerecht werden.

- eine zeitlich robuste und einfach zugängliche SOA
- Transparenz zwischen den Modi: verbunden, zeitweise verbunden und nicht verbunden
- lose gekoppeltes System, um Services auf Anfrage leicht kombinieren zu können
- einfache Komposition und Entwicklung von Applikationen
- geringe Gesamtkosten für den Nutzer

Verschiedenste Firmen haben bereits Software entwickelt, die es mobilen Geräten ermöglicht als Web Service Clients zu agieren. Doch oben genannte Anforderungen konnten noch nicht wirklich zur Gänze erfüllt werden. Kaufmann, Natchetoi, Shapiro (2008) beschreiben ein SOA basiertes Framework, welches verschiedene Techniken kombiniert:

1. Minimierung des Datentransfers zum mobilen Gerät durch die Verwendung von Prozess- und Zugriffsstatistiken, um nur jene Daten die der Nutzer gerade benötigt zu identifizieren
2. ein hochkomprimiertes XML Format um Daten zu speichern und transferieren
3. Reduzierung des Informationsgehaltes der SOAP (Simple Object Access Protocol) Nachrichten um die Effizienz der Web Service Aufrufe zu steigern.
4. Verwendung der *Pro-Active Data feeding* Technik
5. Bereitstellung einer asynchronen Verbindung zum Backend System, um ein funktionieren der Applikation auch im verbindungslosem Zustand zu gewährleisten

(vgl. [Natchetoi 08])

2.6.1 Minimierung der zu transferierenden Datenmenge

Die Herausforderung bei der Entwicklung eines SOA Frameworks ist nicht die Software für das mobile Endgerät, sondern die Datenmenge welche zwischen Backend System und Client transferiert wird, zu minimieren. Nur so ist ein effektives nutzen der Web Services mit den Ressourcen Limitierungen des mobilen Bereichs möglich.

Der erste Schritt dazu ist das sogenannte *Semantic Data Pruning*. Ein Datenobjekt auf der Backend Seite, hat oft viele redundante Attribute. Ein Objekt als solches, welches Services über standardisierte Schnittstellen zur Verfügung stellt, würde sich nicht für die Client Seite eignen. Es muss also ein Objekt Management System feststellen, welche Attribute des Objektes für den Prozess nötig sind danach ein optimiertes Duplikat für den Client erzeugen. Abbildung 2.12 zeigt die Reduktion eines Datenobjektes.

Der zweite entscheidende Schritt ist die Komprimierung. Die reduzierten Datenobjekte werden in ein XML Format gebracht und einem Komprimierungsverfahren unterzogen.

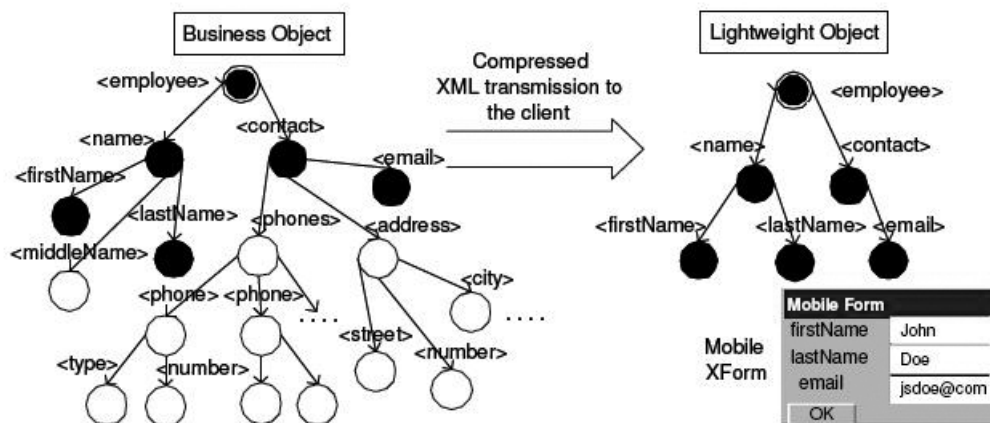


Abbildung 2.12: Beispiel für die Reduzierung eines Datenobjektes für den mobilen Client [Natchetoi 08]

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Komprimierung: die verlustlose und die verlustbehaftete Komprimierung. Der Vorteil einer verlustbehafteten Methode ist, dass der Grad der Kompression um ein vielfaches höher ist und daher die Datenmenge deutlich reduziert werden kann. Es gibt zwar Forschungen, die die verlustbehaftete Kompression von XML Daten vorantreiben, doch für Geschäftsanwendungen ist eine hohe Präzision der Daten unumgänglich. Daher wird in diesem Framework eine verlustlose, kontextabhängige Komprimierung der XML Daten bevorzugt. Dieser Art von Komprimierung beruht auf der Tatsache, dass Sender und Empfänger jeweils über die Struktur der Datenobjekte bescheid wissen. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass komprimierten Dateien durchsucht und indexiert werden können, ohne sie vorher dekomprimieren zu müssen. (vgl. [Natchetoi 08])

2.6.2 Pro - Active Data Feeding

Ein weiterer wichtiger Faktor in der Nutzer Akzeptanz von mobilen Web Services, ist die Möglichkeit des Speichern und Abfragen von Informationen vom Server, auch wenn die Datenverbindung zeitweise unterbrochen wird. Der traditionelle Ansatz sieht dafür das Caching vor. D.h. Daten werden am Client zwischengespeichert, aber nur wenn auch eine Anfrage dafür an den Server geht.

Beim Ansatz des *Pro - Active Data Feeding* für dieses Problem besteht darin, dass die Server Applikation in der Lage ist vorraus zu sehen, welche Informationen der Client als nächstes brauchen könnte und diese vorab in den Cache des Clients lädt. Die Idee ist also vorraus zu sagen, welche Informationen der Client in naher Zukunft braucht und ihn mit so vielen Informationen wie er aufnehmen kann zu versorgen, solange die Datenverbindung besteht. Der Großteil der Geschäftsprozesse haben relativ ähnliche Transaktionsabfolgen, sodass es dem Server möglich ist, Muster in den Transaktionen zu erkennen, Statistiken zu analysieren und jedem Nutzer ein eigenes Profil zuzuwei-

sen. Um vorraussagen zu können, welche Daten der Client am häufigsten benötigt, verwendet man ein *client demand forecasting model*. Diese Modell funktioniert folgendermaßen:

Die Client Applikation wird als Graph modelliert, wobei jeder Knoten des Graphen einen Screen darstellt. Ein Screen ist eine Kombination aus dem Formular und den Datenobjekten mit welchen das Formular befüllt wird. Ein Formular kann mehrere Objekte visualisieren. Jedes Objekt besteht aus einer Teilmenge des eigentlichen Objektes (Semantic Data Pruning). Die Kanten zwischen den einzelnen Screens repräsentieren die möglichen Navigationspfade. Jede Kante ist dabei mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit behaftet, wobei diese vom Nutzerprofil abhängig ist. Von und zu einem Knoten, können natürlich mehrere Kanten ausgehen. Aufgrund dieses Modells kann nur für jedes Datenobjekt berechnet werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit es vom Client angefragt wird. Auf Basis dessen werden die Objekte sortiert und jene mit den höchsten Wahrscheinlichkeiten werden in den Cache des Clients geladen, solange freier Speicherplatz vorhanden ist. Dieser simple Algorithmus erlaubt eine Optimierung der lokal gespeicherten Daten. (vgl. [Natchetoi 08])

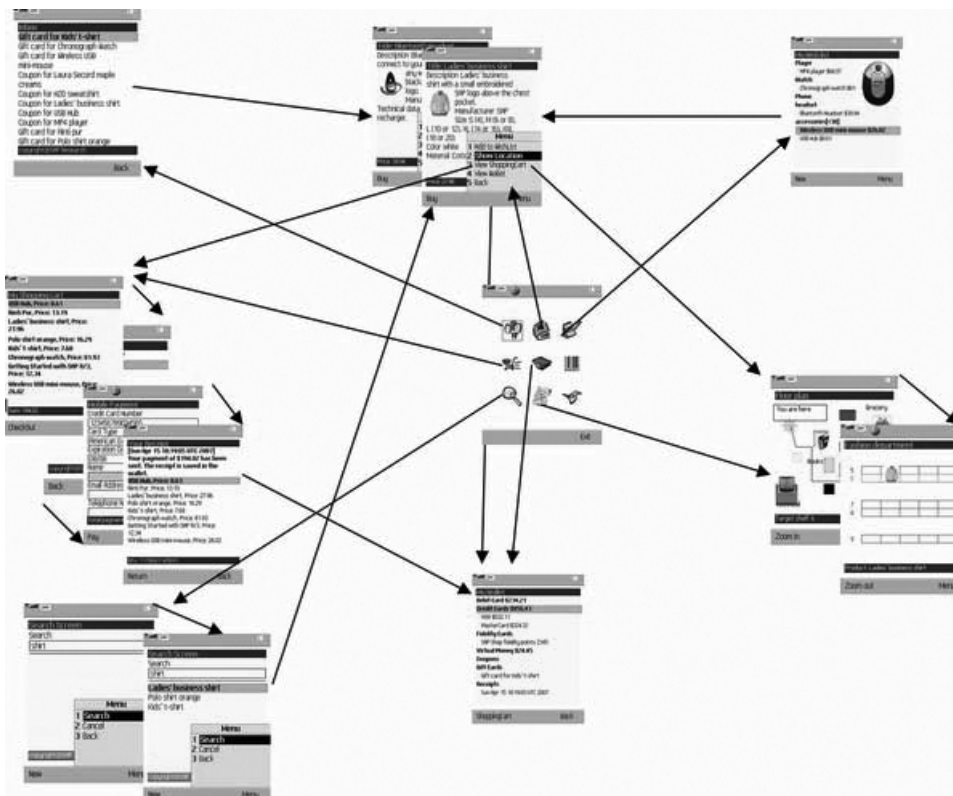


Abbildung 2.13: Beispiel für einen Screen Graphen mit Interaktionspfaden [Natchetoi 08]

2.6.3 Architektur des Frameworks

Die Software - Architektur eines mobilen Frameworks welches auf einer effizienten SOA Lösung basiert und mit minimalen Kosten bzw. minimalen Hardware Anforderungen auskommt, könnte wie in Abbildung 2.14 zu sehen ist, aussehen. Die reduzierten Da-

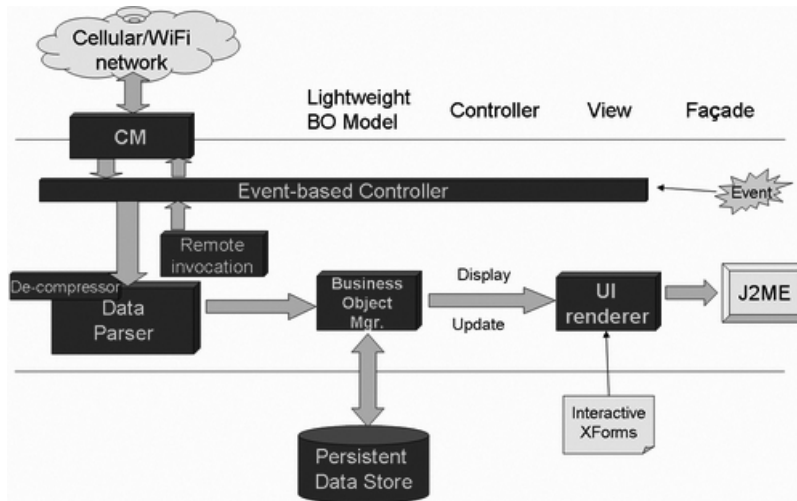


Abbildung 2.14: Architektur eines mobilen SOA Framework [Natchetoi 08]

tenobjekte werden vom Backend System in Form von komprimierten Dateien an den Client gesendet und dort im *Persistent Data Store* abgespeichert. Das Abspeichern der Informationen in komprimierter Form, ermöglicht es bedeutend mehr Objekte abzuspeichern, als in einem traditionellen Filesystem oder in einer relationalen Datenbank. Der *Business Object Manager* übernimmt den Aufruf von Web Services, das aktualisieren der lokalen Objekte, und das vorher beschriebene Pro-Active Data Feeding. Der *Data Connection Manager*, bestehend aus den Komponenten CM und Data Parser, übernehmen das Parsen und Indizieren der eingehenden komprimierten SOAP Nachrichten. Ein ebenfalls wichtiger Teil des Frameworks, ist eine effiziente Verbindung zum Backend System. Dies wird erstens durch den asynchronen, *message-based remote invocation* Mechanismus gewährleistet. Dies bedeutet, das Client und Server nur lose aneinander gekoppelt sind. Zweitens verfügt der *Connection Manager (CM)* über einen Algorithmus, welcher die verschiedenen zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle eines mobile Endgerätes, ideal ausnützt. Als Beispiel: Ist das Endgerät in Reichweite eines WLAN oder Bluetooth Netzes, verwendet er diese Verbindungen. Ist das Gerät wieder ausserhalb eines solchen Netzes, verbindet es sich mit dem GPRS Kanal. Oder es werden mehrere Kanäle gleichzeitig verwendet, um eine optimale Datenverbindung zu erhalten.

Dieses Framework kann so den zwei größten Limitierungen des mobilen Bereichs entgegenwirken: die un stabile Datenverbindung und der limitierte Speicher. Der größte Vorteil liegt darin, dass das Wissen über die Struktur der Daten und die Zugriffswahrscheinlichkeiten auf die einzelnen Datenobjekte verwendet wird, um nur jene Informationen zu speichern welche vom Nutzer auch benötigt werden. Hinzu kommen die

Vorteile des lokalen indizierens der komprimierten Daten sowie das intelligente Caching, welches auch den Betrieb im verbindungslosem Zustand ermöglicht. (vgl. [Natchetoi 08])

2.7 R esum e

Die vielen unterschiedlichen Themen welche in diesem Kapitel behandelt wurden, zeigen die Komplexität einer guten UX im mobilen Webbrowsing. Faktoren aus allen Bereich, technische als auch soziale, beeinflussen die Wahrnehmung von Informationen und die Interaktion damit.

Für die Konzeption einer mobilen Fahrplanauskunft für sehbehinderte Personen (Kapitel 5) bedeutet dies, dass die einzelnen Faktoren auf die besonderen Umstände dieser Zielgruppe möglichst gut angepasst werden müssen. Diese besonderen Umstände werden mittels Interviews erhoben und die Erkenntnisse daraus bei der Konzeption miteinbezogen.

- User - Erhebung des Bedarfs einer mobilen Fahrplanauskunft.
- Kontext - Erhebung des speziellen physischen und sozialen Kontext in welchem das Service verwendet werden würde.
- Browser - Unterstützung von nicht visuellem Feedback und einfacher Navigation.
- Website - Verwendung einer einfachen hierarchischen Menüstruktur und Ausgabe der Informationen in Form von gut strukturierten Listen.

Im folgendem Kapitel wird nun untersucht was es bedeutet, Informationen so zu gestalten, dass auch User mit Sines-Einschränkungen Informationen konsumieren können.

Kapitel 3

Aspekte des barrierefreien Webdesigns

Personen mit Sehbehinderungen verwenden verschiedenste Technologien, um online Informationen zu konsumieren. Das geht von Einstellungen am Display oder im Browser (Schriftvergrößerung, Farbkontrast) bis zur Verwendung von unterstützenden Technologien wie Screenreader, Braillezeilen usw. Diese können mit beliebigen Endgeräten wie einen Desktop Computer, Laptop oder einem Mobiltelefon kombiniert werden.

Während die Zugänglichkeit (Accessibility) von online Informationen in den Anfangsjahren des Internet noch weniger ein Problem war, da der Großteil der Informationen in Form von Text präsentiert wurde, entwickelten sich das Webdesign in eine Richtung, die die Zugänglichkeit für Personen mit Behinderung erschwerte. Die größten Schwierigkeiten entsanden durch:

- Steigende Tendenz bei der Verwendung von Bildern und Grafiken (grafisches User Interface)
- Die Verbreitung von Web-Entwicklungssoftware (zuerst Front Page, dann Dreamweaver, ...), welche unstrukturierten HTML Code produzieren
- Die unterschiedliche Interpretierung von Web Standards der verschiedenen Browser

[Craven 08]

Diese Entwicklungen können negative Auswirkungen auf Personen haben, welche auf barrierefreies (zugängliches) Webdesign angewiesen sind.

3.1 Accessibility

Im Jahre 1999 startete das World Wide Web Consortium (W3C) die Web Accessibility Initiative (WAI), um das Bewusstsein für ein zugängliches Web zu stärken und brachte dazu eine Reihe von Richtlinien heraus. Einige Länder und Organisationen entwickelten

ihre eigenen Standards, welche jedoch meist auf den W3C Prinzipien basieren. Ein Beispiel dafür ist die Richtlinie *Publicly Available Specification 78: guide to good practice in commissioning accessible websites* des British Standards Institute. Diese beinhalten wie man die W3C Richtlinien adaptieren kann, welche Software Tools es gibt und wie das Usertesting während der Entwicklung einer Website ablaufen sollte.

Die Anwendung solcher Richtlinien und Standards, brachte in den letzten Jahren Verbesserungen in der Accessibility und Usability von Websites. Es finden sich viele positive Beispiele dafür im Netz. Eines davon ist die Website der *Murrey Atkins library* in Charlotte, USA (<http://library.uncc.edu>). In deren letzten Redesign, war die größte Veränderung CSS effektiver zu verwenden. Die persönliche Schriftgröße und bevorzugten Farben werden beim Besuch dieser Website in einem Cookie auf dem Client gespeichert. So können die personalisierten Einstellungen bei jedem erneutem Besuch geladen werden. Die Website wurde auch mit einem Screenreader getestet, um die Struktur der Seite so zu gestalten, dass auch blinde Nutzer effektiv interagieren und Informationen sammeln können.

Während solche Beispiele das positive Ergebnis einer Websiteentwicklung unter Berücksichtigung von Richtlinien demonstriert, belegen jedoch Studien, dass das Thema Accessibility im gegenwärtigem Webdesign weiterhin eine große Herausforderung ist. Eine britische Studie fand heraus, dass 75% aller Webseiten von Firmen mit großer Bedeutung nicht den minimalen Accessibility Anforderungen entsprechen. Auch die schnell wachsende Technologie Entwicklungen im Bereich der mobilen Endgeräte und die vermehrte Verbreitung von sozialen Netzwerken im Web, stellen völlig neue Herausforderungen. Zum Beispiel die Verwendung der php library CAPTCHA (ein Sicherheitstest bei Registrierungsformularen) verhindert jedem Nutzer mit Sehbehinderung den Zugang. Soziale Netzwerke wie Facebook oder MySpace, bieten Interaktionen an die für Screenreader Programme nicht zugänglich sind. Zum Beispiel Videos und Fotos mit anderen Teilnehmern des Netzwerks tauschen. (vgl. [Craven 08])

3.1.1 Das WAI Modell

Seitdem die *Web Accessibility Initiative* besteht waren sie sehr aktiv und erfolgreich. Einerseits durch die Bewusstseinsbildung für die Schaffung eines zugänglichen Internets und andererseits durch die Entwicklung eines Modells. Dieses unterstützt Organisationen bei der Entwicklung von zugänglichen Web-Ressourcen durch die Bereitstellung Richtlinien.

Das Modell besteht aus drei Teilen und hat als Ziel, die universelle Web Zugänglichkeit bei Konformität mit jedem einzelnen Teil des Modells. Es besteht aus:

- Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)
- User Agent Accessibility Guideline (UAAG)
- Authoring Tools Accessibility Guideline (ATAG)

WCAG

Die WAI brachte im Dezember, 2008 ein Update dieser Richtlinien heraus. Das Ziel der aktuellen Version 2.0 ist nicht die Blickrichtung auf Accessibility im Web drastisch zu ändern, sondern Richtlinien anzubieten, die leicht verständlich sind und flexibler eingesetzt werden können. Die Richtlinien baut auf vier grundlegenden Prinzipien auf:

- **Perceivable:** Der Inhalt muss für alle Nutzer wahrnehmbar sein
 - Provide text alternatives for any non-text content so that it can be changed into other forms people need, such as large print, braille, speech, symbols or simpler language.
 - Provide alternatives for time-based media.
 - Create content that can be presented in different ways (for example simpler layout) without losing information or structure.
 - Make it easier for users to see and hear content including separating foreground from background.
- **Operable:** Alle Nutzer müssen mit den User Interface Komponenten interagieren können
 - Make all functionality available from a keyboard.
 - Provide users enough time to read and use content.
 - Do not design content in a way that is known to cause seizures.
 - Provide ways to help users navigate, find content, and determine where they are.
- **Understandable:** Inhalt und Kontrollelemente müssen für alle Nutzer verständlich sein
 - Make text content readable and understandable.
 - Make Web pages appear and operate in predictable ways.
 - Help users avoid and correct mistakes.
- **Robust:** Der Inhalt muss ausreichend robust strukturiert sein, damit gegenwärtige als auch zukünftige Technologien damit kompatibel sind
 - Maximize compatibility with current and future user agents, including assistive technologies.

[web 08]

Für jede Richtlinie gibt es verschiedene Erfolgskriterien, die in Fällen wo ein Konformitätscheck nötig ist, herangezogen werden sollten. Es gibt dabei drei Konformitäts - Stufen: A (niedrigste), AA und AAA (höchste). Je nach Stufe ist der Inhalt der Seite für mehr oder weniger Nutzer barrierefrei zugänglich.

UAAG

Auch für diese Richtlinien arbeitet man zur Zeit an einer verständlicheren, leichter anwendbaren Version 2.0. Davon gibt es aber bis jetzt noch keine stabile Version. Die letzte aktuelle Version 1.0, besteht aus folgenden Richtlinien:

- Support input and output device-independence
- Ensure user access to all content
- Allow configuration not to render some content that may reduce accessibility
- Ensure user control of rendering
- Ensure user control of user interface behavior
- Implement interoperable application programming interfaces
- Observe operating environment conventions
- Implement specifications that benefit accessibility
- Provide navigation mechanisms
- Orient the user
- Allow configuration and customization
- Provide accessible user agent documentation and help

[web 08]

ATAG

Auch bei der dritten Komponente des WAI Modells, den Authoring Tools Accessibility Guidelines, ist die letzte stabile Version 1.0. Auch daran arbeitet die WAI an einer verbesserten Version 2.0. Das Ziel dieser Komponente der Richtlinien, liegt in der Unterstützung für Entwickler beim Design von Web-Entwicklungs Programmen, damit diese barrierefreien Webinhalt liefern.

- Support accessible authoring practices.
- Generate standard markup.
- Support the creation of accessible content.
- Provide ways of checking and correcting inaccessible content.
- Integrate accessibility solutions into the overall "look and feel".
- Promote accessibility in help and documentation.
- Ensure that the authoring tool is accessible to authors with disabilities.

[web 08]

Schwächen des WAI Modells

Obwohl die WAI vor allem auf politischer Ebene, aber auch auf technischer Ebene sehr erfolgreich war, waren sich viele Entwickler einig, dass dieses Modell für Web Accessibility mangelhaft ist. Folgend eine Zusammenfassung dieser Mängel:

- **Die theoretische Natur der Richtlinien:** Die aktuellen WAI Richtlinien werben für die Verwendung von offenen W3C Standards. Sie ignorieren dabei jedoch weit verbreitete, proprietäre Technologien, die in den letzten Jahren oft für bedeutende Verbesserungen in der Unterstützung von Accessibility leisteten.
- **Die Abhängigkeiten zwischen den Richtlinien:** Die WCAG Konformität einer Website, ist oft nicht ausreichend um eine optimale Accessibility zu gewährleisten. Wenn zum Beispiel die WCAG Konformität als Ergebnis eine Website hat, die einen UAAG konformen Browser benötigt.
- **Die Mehrdeutigkeit der Richtlinien:** Es ist in den Richtlinien klar dokumentiert, dass bei der Anwendung der einzelnen Checkpoints ein gewisser Grad an Subjektivität vorhanden ist.
- **Die Komplexität der Richtlinien:** Die Organisation der Richtlinien (jede besteht aus mehreren Checkpoints mit unterschiedlichen Prioritäten) führt bei der Anwendung in bestimmten Situationen oft zu Interpretations Schwierigkeiten.
- **Die logischen Mängel der Richtlinien:** Der Inhalt mancher Richtlinien lässt oft großen Interpretationsspielraum.
- **Ein Vorwissen über Accessibility wird vorausgesetzt:** Es bedarf einem signifikanten kognitivem Aufwand, um die Prinzipien der einzelnen Checkpoints zu verstehen und auf bestimmte Situationen anzuwenden.

(vgl. [Brian Kelly 06])

Die Komplexität und ein gewisser Grad an Subjektivität bei der Anwendung der Checkpoints, sind keine besonders guten Voraussetzungen für die Verwendung dieses Modells. Vor allem haben viele Internetagenturen nicht immer das nötige Hintergrundwissen zum Thema Accessibility. Richtlinien wie sie das WAI Modell zur Verfügung stellt, sind dabei nicht gerade eine Hilfestellung. Auch die Überprüfung von Webseiten mit diversen automatischen Validierungsprogrammen sind meist unvollständig, da viele Checkpoints nicht automatisch getestet werden können. Der folgend beschriebene alternative Ansatz ist flexibler in der Anwendung und konzentriert sich mehr auf die spezifischen Anforderungen eines Systems.

3.1.2 Ein alternatives Modell

Eine WAI konforme Website, kann man zwar als universell zugänglich betrachten, es können jedoch nicht immer alle Nutzer spezifischen Probleme durch die Checkpoints der Richtlinien abgedeckt werden. Da stellt sich während des Designprozesses einer Website natürlich die Frage, entwickelt man eine universell zugängliche WAI konforme

Seite, oder konzentriert man sich auf die Usability Anforderungen einer spezifischen Zielgruppe. Der traditionelle Ansatz beim Design eines digitalen Systems, ist der sogenannte *Context of Use* Ansatz (vgl. [Brian Kelly 06]). Dieser berücksichtigt folgende Anforderungen:

- **Nutzer Charakteren:** Die Fähigkeiten (Wahrnehmung, Kognition, Linguistik, Motorik) und eventuellen Behinderungen der Zielgruppe.
- **Domain Anforderungen:** Die Aufgaben, die das System unterstützen soll. Soziale und kulturelle und Faktoren, sowie Kommunikationsmuster, usw.
- **Technologische Anforderungen:** Verfügbarkeit von Hard- und Software sowie Plugins.
- **Leistungs Anforderungen:** zum Bsp. Erfolgsquoten bzw. Ausführungszeit bei der Interaktion mit dem System, die Qualität des Outputs, usw.

Ein alternatives Modell für den Umgang mit Accessibility, wird in einer britischen Studie (2006) [Brian Kelly 06] als das *Tangram Model* beschrieben. Dieses Modell geht davon aus, dass dem Entwickler eine Reihen von Richtlinien zur Verfügung stellt. Dieser kann dann flexibel, je nach Anforderungen und Zielgruppe seines Systems, die richtige Kombination an Richtlinien verwenden. Der Entwickler könnte zum Beispiel eine Teilmenge der WCAG Richtlinien, sowie seiner Zielgruppe entsprechende Usability und Style Richtlinien anwenden. Die Tangram Metaphor, zu sehen in Abbildung 3.1, verdeutlicht, dass es keine universelle Lösung für Accessibility gibt. Stattdessen kann der Entwickler aus einem Set von Richtlinien auswählen und so die ideale Lösung finden.

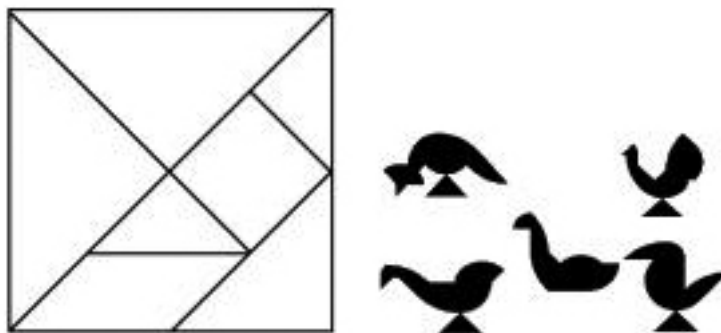


Abbildung 3.1: Tangram Puzzle. Jedes Puzzleteil steht für ein Set an Richtlinien. [Brian Kelly 06]

Ziel dieses alternativen Ansatzes ist es also, eine Lösung zu finden, welche dem Nutzer eines digitalen Systems maximale Usability bietet. Der Ansatz bietet folgende Vorteile gegenüber dem traditionellen WAI Modell:

- Das Modell ist leicht erweiterbar. Das heißt neue Richtlinien, zum Bsp. für Technologien wie Macromedia Flash oder Pdf, können einfach hinzugefügt und so mit in die Entwicklung einbezogen werden.

- Das Modell unterstützt generelle IT - Accessibility und ist nicht limitiert auf Web - Accessibility.
- Das Modell kann erweitert werden, um Web - Accessibility Probleme zu lösen, welche nicht in den WCAG Richtlinien definiert sind (zum Beispiel die hard-copy Ausgabe einer Webseite).
- Das Modell kann über verschiedenste Systeme hinweg eingesetzt werden.

[Brian Kelly 06]

3.2 Usability Aspekte für Sehbehinderte

Es gibt verschiedenste Accessibility Evaluierungs Tools für Entwickler, mit denen sie deren Webseiten auf Richtlinien hin überprüfen. So entstehen immer mehr universell zugängliche Webseiten im Web. Trotz allem haben immer noch sehr viele sehbehinderte Nutzer große Probleme beim lesen von Webseiten. Durch visuelle Effekte und 2-dimensionale Layouts versucht man die Informationsdichte auf Webseiten zu erhöhen. Doch für Personen die diese Informationen nur per Screenreader konsumieren können, sind diese Strukturen schwer zu verstehen. Auch inadäquate, alternative Textangaben können für Verwirrung und Orientierungslosigkeit sehbehinderter Nutzer sorgen. Spezielle Usability Metriken, Eingabehilfen sowie die Verwendung von Scaleable Vector Graphics (SVG), sind mögliche Ansätze um die universelle W3C Accessibility bedeutend zu verbessern.

3.2.1 Usability Metriken

Man spricht grundsätzlich von zwei Metriken: Die *navigability* und die *listenability*, um eine Website bzgl. der Usability für sehbehinderte Nutzer zu bewerten. Die *navigability* beschreibt, wie gut strukturiert der Webinhalt ist, durch die Verwendung von Header, interne Links, Labels, usw. Die *listenability* beschreibt wie adäquat die alternativen Textangaben sind.

Navigability

Das größte Problem sehbehinderter Personen im Web ist die Navigation durch eine Webseite, um einen bestimmten Inhalt zu finden. Dies nimmt bei schlechter Strukturierung der Seite oft sehr viel Zeit in Anspruch. Diese Metrik beschreibt also, wie einfach oder schwer es für einen blinden Nutzer ist, einen bestimmten Inhalt auf einer Seite zu finden. Dabei spielen folgende Faktoren eine Rolle:

- **Zeitspanne bis zum Erreichen eines Elements:** Dieser Faktor beschreibt die Zeitdauer, wie lange ein Screenreader braucht, um ein bestimmtes Element in der Seite zu erreichen.

- **Die Existenz von Header und Skip Links:** Sind die Inhalte mit dem richtigem Markup gekennzeichnet und existiert ein *Weiter zum Inhalt* Link am Beginn der Seite, findet sich der Nutzer meist schnell zurecht und verliert wenig Zeit.
- **Verhältnis der *accessible links*:** Dieser Faktor beschreibt wie gut zugänglich die Links auf einer Website sind. Dabei sucht man alle Links die lesbar sind und ohne Maus bzw. Script funktionieren und setze diese ins Verhältnis zu allen URLs die aufgerufen werden können. Je näher dieses Verhältnis der Zahl 1 kommt, umso zugänglicher ist die Navigation der Website.
- **Die Struktur der FORM Elemente:** Dieser Faktor beschreibt, ob alle vorkommenden Formularelemente einen LABEL Tag besitzen und falls ja, ob dieser auch sinnvoll positioniert ist.
- **Die Struktur der TABLE Elemente:** Dabei wird unterschieden, ob eine Tabelle zu Layoutzwecken oder zur Darstellung von Inhalt verwendet wird. Kommen Tabellen zur Inhaltsdarstellung vor, wird bewertet ob diese Tabelle auch eine Spaltenbeschriftung besitzen.

(vgl. [Asakawa 05])

Listenability

Für Entwickler ist es schwierig, sich vorzustellen wie ein Screenreader die alternativen Textangaben vorliest. Die meisten Evaluierungstools überprüfen auch nur, ob das ALT Attribut vorhanden ist. Diese Umstände führen oft dazu, dass bedeutungslose und oft redundante alternative Texte angegeben werden. Die Metrik *Listenability* sollte diesem Problem entgegenwirken, durch Überprüfung folgender Faktoren:

- **Das ALT Attribut:** Bis auf die Überprüfung ob dieses Attribut vorhanden ist, müssen dessen Nachbarelemente in Betracht gezogen werden. Als Beispiel: Ein Link mit einem Bild und Text als Kindelemente. In diesem Fall, ist es von Vorteil, wenn das Bildelement keinen alternativen Text bekommt. Dies wäre redundant. Besitzt der Link jedoch nur das Bild als Kindelement, ist ein sinnvoller, alternativer Text für das Bild unumgänglich.
- **Redundanter Text:** Redundante Textangaben, wie in Abbildung 3.2 zu sehen ist, sollten vermieden werden. Dies führt zu verwirrenden Wiederholungen bei der Ausgabe eines Screenreaders.
- **Leerzeichen in Wörtern:** Webdesigner machen aus visuell ästhetischen Gründen oft Leerzeichen zwischen den einzelnen Buchstaben eines Wortes. Die Screenreader Software interpretiert diese dann als einzelne Wörter, was die Verständlichkeit deutlich verschlechtert.

(vgl. [Asakawa 05])

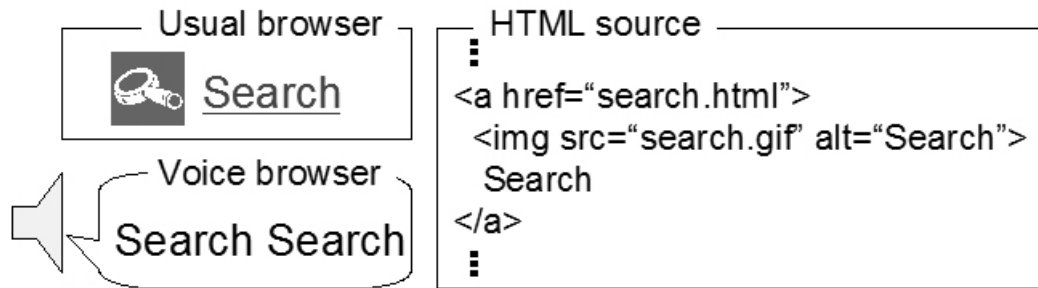


Abbildung 3.2: Beispiel für redundante, alternative Textangabe. [Asakawa 05]

3.2.2 Dynamisch generierte Scaleable Vector Graphics (SVG)

Viele der verwendeten Grafiken im Web wirken sich auf das visuelle Empfinden des Betrachters positiv aus. Doch mit der steigenden Anzahl von Bildern im Web, steigen auch gleichzeitig die Anzahl der Barrieren. Die Verwendung von SVGs bietet neue Möglichkeiten als auch neue Herausforderungen bzgl. der Accessibility.

SVG ist ein XML-basierter, zwei-dimensionaler Grafik Standard, mit dem einfache Vektoren beschrieben werden können. Diese Vektoren sind beliebig skalierbar, können dynamisch aus Echtzeitdaten generiert werden und lassen sich präzise steuern. Momentan ist es jedoch nur möglich, SVGs im Browser zu rendern, sofern das SVG Plugin von Adobe installiert ist.

Die SVG Spezifikation bietet ein Set an grafischen Elementen, wie zum Beispiel Linien, Kreise, Ellipsen, Polygone, Polygonlinien und Rechtecke. Außerdem lassen sich externe Elemente und Text einbinden. Abbildung 4.3 zeigt ein Beispiel für die Beschreibung eines Smiley.

Der SVG Code demonstriert einige wichtige Eigenschaften:

Der Standard bietet das Element *g* um Elemente zu gruppieren. Dies ermöglicht es den Entwicklern, Grafiken auf Basis von Layern zu erstellen. Dies hat den großen Vorteil, dass Grafiken dem Nutzprofil angepasst werden können. Weiters bietet der Standard die optionalen *title* und *description* Elemente. So können zu jedem Layer Metainformationen angegeben werden.

Dieses Beispiel zeigt natürlich nur den einfachsten Anwendungsfall. Mit SVG können komplexe Grafiken und Diagramme dynamisch aus Datenbankabfragen generiert werden. Die Tatsache das SVG XML basiert ist, erlaubt es Scripting sowie XSL Transformationen darauf anzuwenden.

Diese Eigenschaften von SVG eignen sich dafür, speziell auf die Bedürfnisse des Betrachters einzugehen und darauf abgestimmte Grafiken zu rendern. In einer Studien der Universität Linz [Altmanninger 06], wird eine solche Applikation beschrieben: Ausgehend von einem Nutzerprofil wird bei Anfrage einer Website, gleichzeitig eine Datenbankabfrage gestartet. Basierend auf dem Nutzprofil, liefert die Datenbank ein Ergebnis im SVG Format und es wird die angefragte Website mit den adaptierten Bildern gerendert. Dieser Vorgang wird zusätzlich durch die Art des Ausgabegerätes (mobile Endgerät, Desktop PC, Screenreader, etc.) beeinflusst. Abbildung 4.4 zeigt das Flussdiagramm der Applikation. (vgl. [Altmanninger 06])

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.1//EN"
  "http://www.w3.org/Graphics/SVG/1.1/DTD/svg11.dtd">
<svg width="100%" height="100%">
  <title>Smiley</title>
  <desc>The picture shows a yellow smiling face.</desc>
  <g>
    <title>Face</title>
    <desc>The face is represented by a yellow circle.</desc>
    <circle cx="60" cy="60" r="40"
      style="fill:yellow;stroke:black;stroke-width:1;"/>
  </g>
  <g>
    <title>Eyes, nose and mouth</title>
    <desc>The facial expression is displayed in black color.</desc>
    <g style="fill:black;stroke:black;stroke-width:1">
      <title>Eyes</title>
      <circle cx="48" cy="44" r="3"/>
      <circle cx="72" cy="44" r="3"/>
    </g>
    <g>
      <title>Nose</title>
      <line x1="60" y1="50" x2="60" y2="70"
        style="stroke:black;stroke-width:2;"/>
    </g>
    <g>
      <title>Mouth</title>
      <ellipse cx="60" cy="75" rx="15" ry="7"
        style="fill:black;stroke:black;"/>
      <ellipse cx="60" cy="71" rx="15" ry="7"
        style="fill:yellow;"/>
    </g>
  </g>
</svg>

```

Abbildung 3.3: Beispiel für die Beschreibung eines Smiley mittels SVG. [Altmanninger 06]

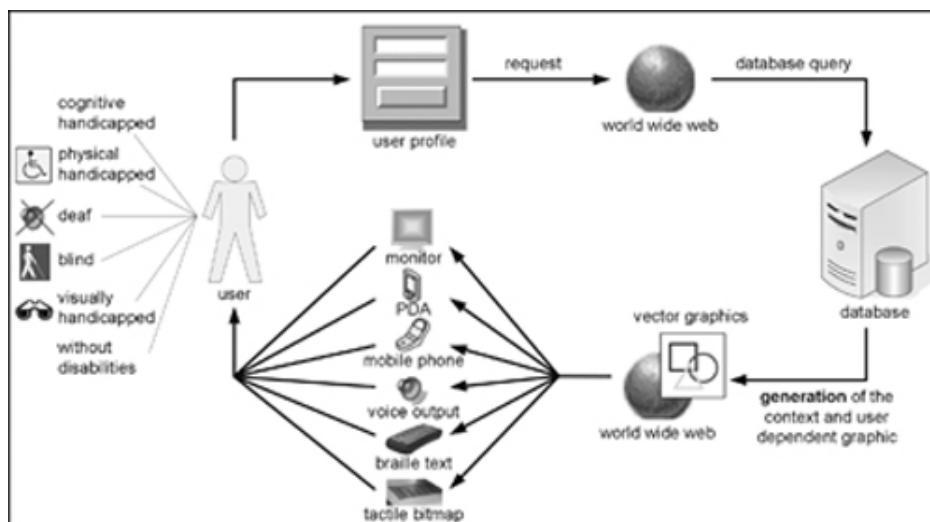


Abbildung 3.4: Dynamische Generierung von Kontext und Nutzer abhängigen Grafiken [Altmanninger 06]

Mit dieser Art von Grafik Aufbereitung im Web, kann man nicht nur blinde Nutzer barrierefreien Zugang bieten. Das Nutzerprofil lässt sich für verschiedenste Behinderungen konfigurieren.

3.3 R sum 

Zusammenfassend kann man zu diesem Kapitel anfügen, dass barrierefreies Webdesign bzw. Accessibility sich nicht auf die Anwendung des WAI Modells beschränken lässt. Das WAI Modell bietet zwar für die generelle barrierefreie Konzeption einer Website ein solides Fundament, es ist jedoch sehr unflexibel wenn es um spezielle Anforderungen einer Zielgruppe geht. Für sehbehinderte User sollten daher spezifische Metriken, wie die beschriebene Listability und Navigability, herangezogen werden. Diese Art von Metriken zielen genau auf die Bedürfnisse der User ab und liefern Evaluierungsergebnisse welche zu einer deutlichen Verbesserung einer Site führen können.

Für die Zukunft im barrierefreiem Webdesign sind sicher alternative Ansätze wie das beschriebene Tangram Model von Bedeutung. Die Verwendung von verschiedensten Richtlinien, Standards und Guidelines mit dem Ziel, eine maximale Usability für eine bestimmte Usergruppe zu erreichen. Die genauen Anforderungen einer Usergruppe, müssen natürlich im Vorfeld im Form von Interviews, Fragebögen, Prototypen, etc. eruiert werden.

Im folgenden Kapitel werden nun bestehende mobile Webressourcen nach einer bestimmten Methode evaluiert. Damit sollten Probleme erkannt werden, welche erst im laufenden Betrieb einer Webapplikation sichtbar werden.

Kapitel 4

Evaluierung mobiler Web - Ressourcen

Wie im Kapitel zuvor schon beschrieben wurde, gibt es eine Menge von Richtlinien und Standards, wie man eine Website bestmöglich zugänglich entwickelt. Automatische Validierungsprogramme können eingesetzt werden, um eine Website bzgl. solche Standards zu testen. Laut einer Studie [Asakawa 05] sind jedoch die bisherigen Evaluierungsmethoden mangelhaft und liefern Ergebnisse, die sich nicht optimal in den Entwicklungsprozess integrieren lassen. Folgende Gründe sprechen für eine neue, standardisierte Evaluierungsmethode:

- Die Ergebnisse automatischer Evaluierungsprogramme sind zwar wertvolle Informationen, doch meist sehr umfangreich und detailliert, sodass es für nicht-professionelle Web - Entwickler schwierig ist, diese zu interpretieren.
- Automatische Evaluierungsprogramme können nur einen Teil der potentiellen Accessibility Barrieren detektieren. Deshalb ist eine manuelle Untersuchung nötig, um die Ergebnisse zu vervollständigen. Zum Beispiel kann ein Programm nicht feststellen, ob der alternative Text einer Grafik auch wirklich die äquivalente Information wiedergibt.
- Die aktuellen W3C Richtlinien sind nur dann effektiv, wenn der Entwickler versteht, welche Gründe eine Richtlinie hat, welche Anforderungen und welche Schritte nötig sind, um diese zu erfüllen.
- Das automatische validieren von Richtlinien bietet zwar eine Übersicht über das Level an Zugänglichkeit der Web-Ressource, jedoch bekommt man keine Auskunft über die Usability. Jede Evaluierungsmethode sollte auch die Usability Evaluierung integrieren. Ansonsten entstehen Web - Ressourcen die zwar gut zugänglich sind, jedoch eine schlechte Usability aufweisen.
- Aktuelle Methoden beinhalten keine einfachen, spezifischen Empfehlungen, zugeschnitten auf die jeweilige Ressource.

Auf Basis dieser Erkenntnisse entwickelte [Asakawa 05] eine Methode, bestehend aus automatischer und manueller Evaluierung. Aus obig aufgezählten Gründen, wird dieses Methode verwendet, um zwei bestehende mobile Web-Ressourcen zu evaluieren. Die Ergebnisse davon fließen anschließend in das Konzept in Kapitel 5 ein.

Die einzelnen Schritte dazu, welche folgend beschrieben sind, können bis auf Punkt 1 in beliebiger Reihenfolge abgearbeitet werden. Um das Maximum an Accessibility Barrieren auf einer Website zu finden, sollten keine Punkte der Methode ausgelassen werden.

4.1 Evaluierungsmethode nach Asakawa

1. **Ersten Überblick verschaffen:** Im ersten Schritt der Prozedur verschafft man sich einen Eindruck der zu evaluierenden Website. Am besten im Team, gemeinsam vor einem Bildschirm, die Vor- und Nachteile der Usability und Accessibility Aspekte diskutieren.
2. **Testen mit automatischen Validierungsprogrammen:** Einerseits mit Programmen die die Accessibility validieren und andererseits mit dem W3C HTML Validierungs Tool, um festzustellen, ob das Markup valide ist, denn dies ist die Grundvoraussetzung damit eine Webseite korrekt vom Endgerät interpretiert werden kann.
3. **Manuelle Evaluierung mit Accessibility Richtlinien:** Richtlinien, die ein Programm nicht automatisch evaluieren kann, wie zum Beispiel der Farbkontrast zwischen Text und Hintergrund, müssen manuell evaluiert werden. WCAG besteht aus 65 Richtlinien. Für die meisten Websites ist es nicht sinnvoll, jede einzelne Seite auf diese 65 Richtlinien hin zu überprüfen. Man wählt also ein repräsentatives Set an Seiten und überprüft diese. Diese Set muss auf alle Fälle die Startseite inkludieren, eine Seite mit Formularfeldern und eine Seite mit Suchfunktion, falls vorhanden.
4. **Generelle qualitative Untersuchung:** In diesem Schritt der Evaluierung wird die Website unter verschiedenen Bedingungen getestet. Diese sind:
 - Grafiken nicht geladen
 - Frames nicht geladen
 - Style Sheets nicht geladen
 - Scripts deaktiviert
 - Navigation ohne MausJegliche Probleme unter diesen Umständen, werden notiert.
5. **Detaillierte qualitative Untersuchung:** Jede einzelne Seite der gesamten Website wird besucht und einzeln untersucht. Dabei gehts um Konsistenz der Erscheinung, Inhalt und genereller Struktur.

6. Testen mit verschiedenen Browsern und assistierenden Technologien:

Um Plattform spezifische Accessibility Probleme in den Griff zu kriegen, sollte die Website auf vielen verschiedenen Browser Plattformen getestet werden. Im mobilen Bereich verwendet man dazu am besten unterschiedliche Endgeräte (Symbian, Windows Mobile, Blackberry) und auf jeden Fall einen reinen Textbrowser (zum Beispiel Lynx).

Außerdem sollten Beobachtungen gemacht werden, während eine zum Beispiel sehbehinderte Person, die Website mit einem Screenreader sich vorlesen lässt. Als letzter Schritt in dieser Evaluierungsphase, wird die Site noch unter verschiedenen Bildschirmauflösungen (bzw. Displaygrößen) begutachtet.

7. Usability Evaluierung: Usability Tests sind ein wichtiger Punkt in der Evaluierungs Prozedur. Man wählt dazu einige Interaktionen aus, welche für die zu testende Website typisch sind. Diese Interaktionen lässt man dann von Testpersonen durchführen, beobachtet Sie und notiert sich auftretende Missverständnisse mit dem User Interface und das allgemeine Verhalten der Testpersonen.

Bei der folgenden Usabilityevaluierung wurde mit drei Testpersonen (2 männlich, 1 weiblich) im Alter zwischen 23 und 28 Jahren evaluiert. Eine Testperson war blind und verwendete den Screenreader JAWS sowie eine Braillezeile. Die anderen beiden Testpersonen verwendeten das Mobiltelefon Nokia6300. Die Kontaktaufnahme erfolgte per Email und Telefon. Der Kontakt zur blinden Testperson, wurde durch Frau Mag. Marlene Fuhrmann-Ehn vom Institut *integriert studieren* der TU Wien, hergestellt.

Die Tests mit den beiden nicht-blinden Personen, erfolgten jeweils getrennt von einander in einem geschlossenen Raum. Ihnen wurden die zu lösenden Aufgaben in Papierform vorgelegt. Die Testdauer war nicht begrenzt. Sobald die Informationsabfragen erfolgt und die Ergebnisse notiert waren, war der Test beendet. Die blinde Person führte den Test an einem speziellen Arbeitsplatz für Blinde an der Universitätsbibliothek der TU Wien durch. Im Anschluss an die Tests, wurde mit jeder Testperson ein halbstandardisiertes Interview geführt. Den Leitfaden mit den zusammengefassten Antworten sind in Anhang A-C dokumentiert.

Die zusammengefassten Ergebnisse dieser Evaluierungsprozedur, ergeben einen detaillierten Accessibility Bericht. Dieser sollte den Administratoren einer Site nicht nur als Information über den momentanen Accessibility Level dienen. Vielmehr dient er als Anleitung zur Beseitigung bestehender Mängel und als Leitfaden für weitere Entwicklungen. Eine Evaluierung wie diese, sollte fixer Bestandteil eines jedes Entwicklungsprozesses von Webservices und Websites sein.

4.2 Ergebnisse der Evaluierung bestehender, mobiler Web Ressourcen

Als Grundlage für die Konzeption einer mobilen, barrierefreien Fahrplanauskunft (Kapitel 5), werden folgend zwei mobile Webseiten mit der zuvor beschriebenen Prozedur evaluiert. Bei den Ressourcen handelt es sich einerseits um ein Fahrplanauskunftssys-

tem und andererseits um ein allgemeines Informationsportal der Stadt Berlin.

4.2.1 Mobiler Client der Wiener Linien

Erster Überblick

Diese mobile Website bietet grundsätzlich zwei Services: Eine Fahrplanauskunft und einen Echtzeitmonitor. Abbildung 4.1 und 4.2 zeigen Screenshots davon. Das User Interface ist relativ einfach strukturiert und die Navigation ist eindeutig. Jeder Link ist mit einem Accesskey verknüpft und man hat die Wahl zwischen den Sprachen Deutsch und Englisch. Teilweise verwendet man Symbole und Farben, um Informationen darzustellen und um visuell zu strukturieren. Bei der Fahrplanauskunft hat man auch die Möglichkeit, sich die Haltestelle auf einer Karte anzeigen zu lassen.

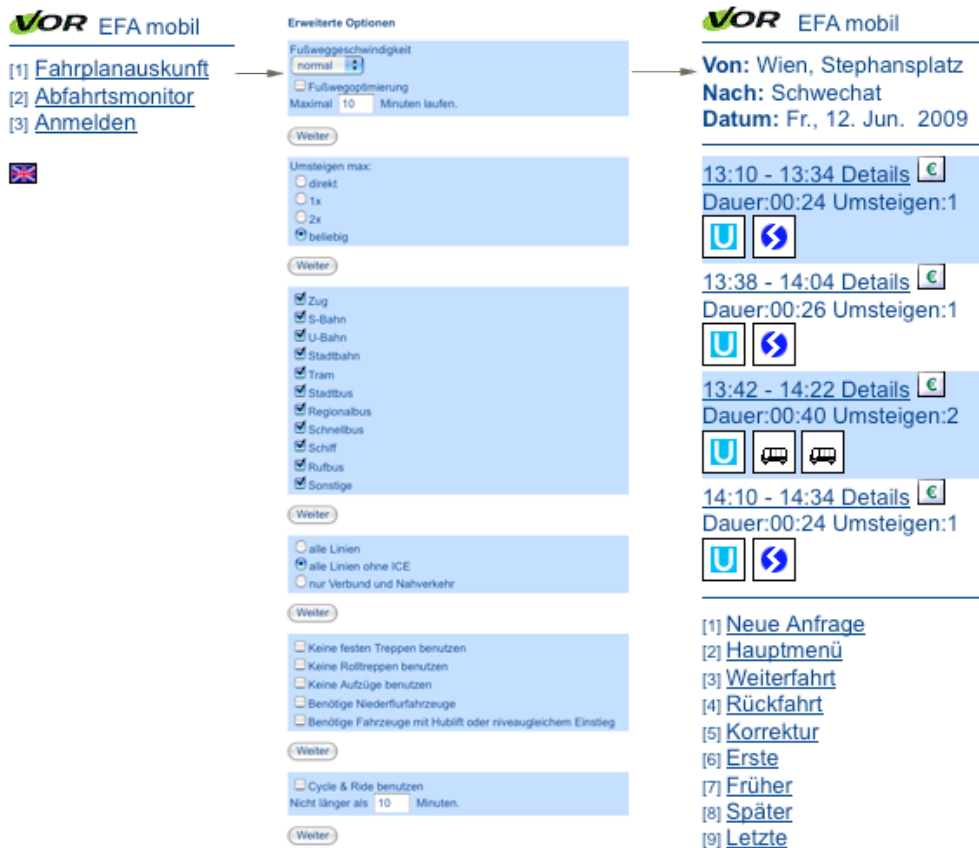


Abbildung 4.1: Screenshots der mobilen Fahrplanauskunft

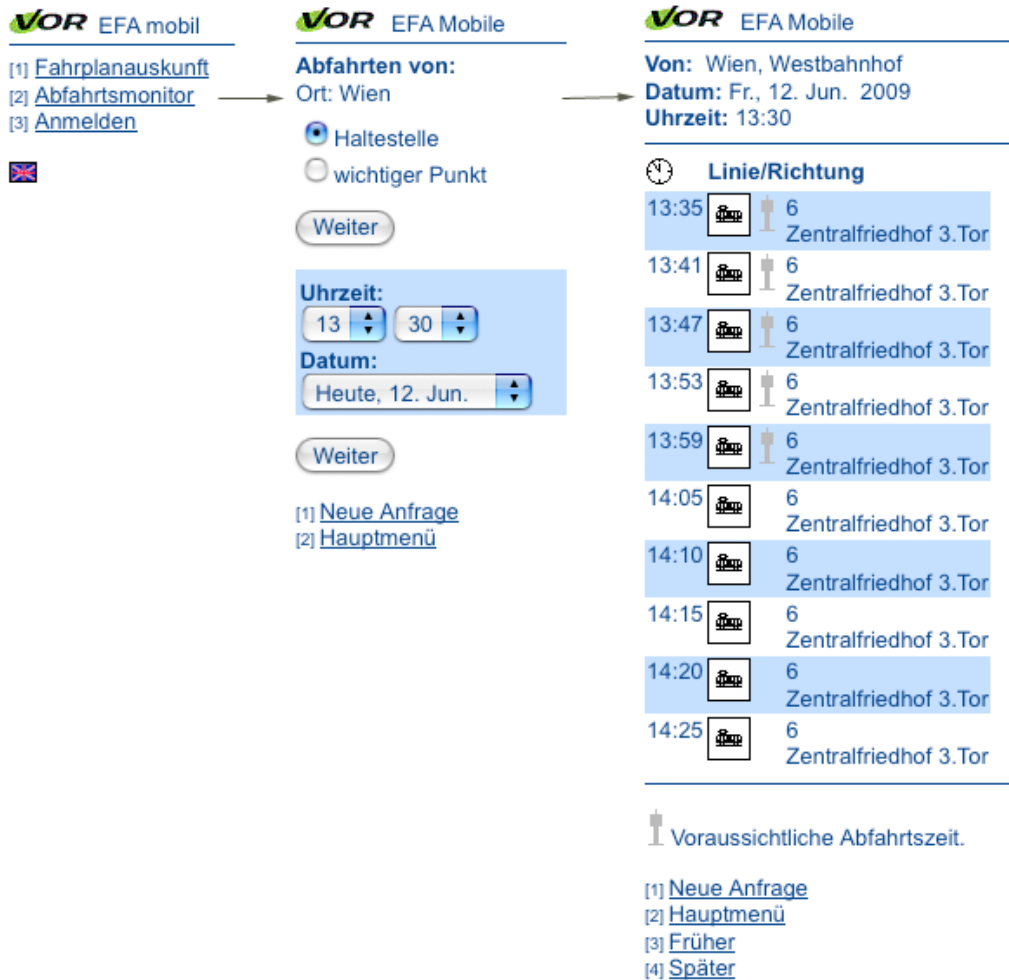


Abbildung 4.2: Screenshots des mobilen Echtzeitmonitors

Automatische Evaluierung

Verwendetes Programm: Total Validator [web 09c]

Konfiguration

HTML Validierung: Automatische Erkennung des Dokumenttyps

WCAG Validierung: Version 2.0, Konformitäts Level AA

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Formular Elemente haben keinen **title** Tag
- Header Elemente **h1**, **h2**, **h3** werden in falscher Reihenfolge verwendet und teilweise gar nicht.
- Bestimmte Symbole (grauer Funkturm, Uhr) besitzen kein **alt** Attribut

Manuelle Evaluierung

Die Website (es wurden alle Seiten evaluiert) war bei folgenden, manuell evaluierten WCAG 2.0 Guidelines **nicht** Level AA konform:

- 1.4.4 Resize text: Except for captions and images of text, text can be resized without assistive technology up to 200 percent without loss of content or functionality.
- 2.4.1 Bypass Blocks: A mechanism is available to bypass blocks of content that are repeated on multiple Web pages.
- 2.4.2 Page Titled: Web pages have titles that describe topic or purpose.

Generelle qualitative Untersuchung

| Bedingung | Notiz |
|----------------------------|--|
| Grafiken nicht geladen | Layout und Navigation bleiben logisch und konsistent. Jedoch sind nicht alle Grafiken mit einem alternativem Text ausgestattet (grauer Funkturm und Uhr Symbol in der Tabelle des Abfahrtsmonitors, zu sehen in Abbildung 4.2). Außerdem ist die alternative Textinformation für die Karte verwirrend: "Karte wird geladen... Zum Zoomen klicken". |
| Frames nicht geladen | es werden keine Frames verwendet |
| Style Sheets nicht geladen | Das Layout bleibt konsistent. Der Inhalt ist auch ohne CSS logisch strukturiert. |
| Scripting deaktiviert | Gesamte Funktionalität bleibt erhalten und wird nicht verändert. |
| Navigation ohne Maus | Jeder Link kann auch über eine Taste verfolgt werden. Formularelemente besitzen eine logische Tabulatorreihenfolge. Auch mit dem Kartenelement kann ohne Maus interagiert werden. |

Abbildung 4.3: Ergebniss der generellen qualitativen Untersuchung

Detaillierte qualitative Untersuchung

Layout

Das Layout ist über die gesamte Site hinweg in sich konsistent und wurde als elastisches Layout konzipiert. Die Informationen sind in einem einfachen Spaltenlayout organisiert und den Displaygrößen mobiler Telefone angepasst. Farben und Symbole werden sparsam und sinnvoll eingesetzt und die Textfarbe ist kontrastreich zur Hintergrundfarbe. Es fehlt allerdings die Möglichkeit, die Schriftgröße sowie die Schriftfarbe zu verändern.

Navigation

Die Link - Texte sprechen für sich, eine klare Linie ist in der Navigation durch die Site erkennbar. Auch das Kartenelement lässt eine einfache Interaktion zu (Mittelpunktverschiebung in alle 4 Himmelsrichtungen). Zu jedem Link werden die zugehörigen Accesskeys visualisiert. Große Formulare sind mit mehreren Bestätigungs Buttons ausgestattet, dies vermeidet langes scrollen. Die Navigation funktioniert auch ohne Bilder und Scripting einwandfrei.

Nach dem Laden einer Seite mit Formularelementen, ist der Fokus jedoch nicht auf das erste Element gesetzt. Außerdem fehlt am Beginn jeder Seite ein Skip Link zum Hauptmenü, denn dies befindet sich immer am Ende jeder Seite. Weiters wird nach Eingabe einer unbekanntes Haltestelle oder Adresse, eine meist lange Liste von ähnlichen Adressen ausgegeben, welche auf kleinen Displays für viel scrolling sorgt.

Darstellung mit verschiedenen User Agents

| User Agent | Notiz |
|---------------------|-------|
| Sony Ericsson K750i | OK |
| Nokia 6300 | OK |
| Blackberry Pearl | OK |
| Lynx 2.8.6 | OK |

Usability Evaluierung

Folgende Aufgaben wurde den Probanden (Kapitel 4.1, Punkt 7) gestellt zum Wiener Linien Client gestellt:

1. Fahrplanauskunft für:

- Datum/Uhrzeit: 1.08.2009 / 14:30
- Von: Stephansplatz, Wien
- Nach: Hütteldorf, Wien
- Bedingungen: Nur Niederflurfahrzeuge und Aufzüge an den Stationen

2. Echtzeitinformation für:

- Datum/Uhrzeit: aktuell
- Station: Schottentor, Wien
- Linie: 44 Richtung Dornbach
- Bedingungen: Nur Niederflurfahrzeuge

Die Testpersonen fanden sich sehr schnell mit der Navigationsstruktur der Website zurecht. Es gab so gut wie keine Fragen während der Ausführung der Aufgabenstellungen, auch die blinde Testperson war positiv überrascht von der guten Strukturierung des Markups, welches der Screenreader ausgab. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4.4 zu sehen.

| Testperson | Notiz |
|----------------------------|---|
| Testperson 1 (blind) | Bei ungenauer Eingabe einer Station oder Haltestelle, ist die Lange Liste an Vorschlägen zeitraubend, da der Screenreader jeden Punkt vorlesen muss. |
| Testperson 2 (farbenblind) | Die Schriftgröße könnte etwas größer sein. Die Anzahl der nötigen Interaktionen sind bei langsamen Datenverbindungen sehr zeitintensiv. |
| Testperson 3 | Es Bedarf zu vielen Interaktionen um an die gewünschte Information zu kommen. Für eine einfache Fahrplanauskunft müssen 8 Formulare ausgefüllt und bestätigt werden. Der Abfahrtsmonitor bietet keine Information über Niederflurfahrzeuge. |

Abbildung 4.4: Usability Testergebnisse

4.2.2 Mobiles Portal der Stadt Berlin

Erster Überblick

Das mobile Informationsportal der Stadt Berlin bietet eine Menge an Informationen auf kleinem Raum. Vom aktuellen Kino- und Veranstaltungsprogramm bis hin zu Fahrplanauskünften und einem Branchenbuch. Die Informationen werden kurz gehalten, bei Bedarf können aber meist über einen Link Details dazu aufgerufen werden. Die gewählten Farben und die Schriftgröße erscheinen auf den ersten Blick jedoch nicht sehr zugänglich für Menschen mit Sehbehinderungen. Der aktuelle Navigationspfad wird immer im Header angezeigt und bietet eine gute Übersicht. Die Ladezeiten der einzelnen Seiten sind auch mit einer GPRS Verbindung relativ kurz. Manche Inhalte sind jedoch in einem Layout, welches oft horizontales als auch vertikales Scrollen verlangt. Abbildung 4.5 zeigt die Startseite sowie das Suchformulart zum Menüpunkt *Berlin Guide*. Abbildung 4.6 zeigt ein dazugehöriges Suchergebnis sowie die Visualisierung einer Adresse auf einem Kartenelement. Auch eine einfache Interaktion mit der Karte wird ermöglicht.

Automatische Evaluierung

Verwendetes Programm: Total Validator [web 09c]

Konfiguration

HTML Validierung: Automatische Erkennung des Dokumenttyps

WCAG Validierung: Version 2.0, Konformitäts Level AA

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Bedeutungslose alternative Texte für Bilder (z.B image).

The image shows a mobile web browser interface for Berlin.de. At the top, there is a navigation bar with the Berlin.de logo and the VBB logo. Below this, there are several menu items in a light blue bar: **Veranstaltungen | Theater, Musical...**. The main content area features a section for **Berliner Residenz Konzerte Package 3 Führung, Dinner + Konzert**, with a small image of a person playing a flute and a brief description. Below this is a **Kinoprogramm | Filme, Kinos...** section with a list of movies: Terminator - Die Erlösung, Illuminati, Hannah Montana - Der Film, Nachts im Museum 2, and Der Womanizer - Die Nacht der Ex-Freundinnen. Further down are links for **Berlin Guide | Restaurants, Museen...**, **Branchenbuch | Handwerker, Behörden...**, **Nahverkehr | Fahrpläne, Preise...**, and **Notdienste | Medizinische Hilfe, Störungsdienste...**. At the bottom left, there is an **Impressum** link. On the right side, there is a search form with the Berlin.de and VBB logos, a **Startseite** link, a **Berlin Guide** header, and input fields for **Stichwort**, **Adresse**, and **Kategorie** (with a dropdown menu showing **Sehenswürdigkeiten**). A **Suchen** button is located below the input fields. At the bottom right of the search form, there is another **Impressum** link.

Abbildung 4.5: Screenshots des mobilen Portals der Stadt Wien (Startseite und Suchformular)

Berlin.de VBB

Startseite | Neue Suche

Suchergebnisse

Museum
Akademie der Künste Pariser Platz
 Pariser Platz 4 (Mitte)

Restaurant
Künstlerheim Luise
 Luisenstrasse 19 (Mitte)

Museum
Deutsche Guggenheim Berlin
 Unter den Linden 13 ()

Museum
Deutsche Guggenheim Berlin
 Unter den Linden 15 (Mitte)

Museum
Daimler Contemporary
 Alte Potsdamer Straße 5 (Tempelhof-Schöneberg)

Museum
Kunstgewerbemuseum
 Tiergartenstraße 6 (Mitte)

Museum
Pergamonmuseum
 Am Kupfergraben 5 ()

Museum
Friedrichswerdersche Kirche
 Werderscher Markt 1 (Mitte)

Museum
Alte Nationalgalerie (Berlin)
 Bodestr. 1 ()

Museum
Bode-Museum (Berlin)
 Bodestraße 1 ()

Berlin Guide

Stichwort

Adresse

Kategorie

Impressum

Berlin.de VBB

Startseite

hoch | links | rechts | runter | zoom out | zoom in

Abbildung 4.6: Screenshots des mobilen Portals der Stadt Wien (Suchergebnis und Karte)

- Teilweise kein semantisches Markuop(Tag *b* für fetten Text satt *em* oder *strong*).
- Formularlemenete werden nicht mit *label* Tags assoziiert.
- Teilweise Verwendung von Links ohne Link Text

z.B. ``

Manuelle Evaluierung

Die Website (Startseite und Veranstaltungsseite) war bei folgenden, manuell evaluierten WCAG 2.0 Guidelines **nicht** Level AA konform:

- 1.4.4 Resize text: Except for captions and images of text, text can be resized without assistive technology up to 200 percent without loss of content or functionality.
- 2.4.1 Bypass Blocks: A mechanism is available to bypass blocks of content that are repeated on multiple Web pages.

Generelle qualitative Untersuchung

| Bedingung | Notiz |
|----------------------------|--|
| Grafiken nicht geladen | Layout und Navigation bleiben logisch und konsistent. Jedoch sind viele Grafiken mit einem sinnlosem alternativem Text ausgestattet (image). |
| Frames nicht geladen | es werden keine Frames verwendet |
| Style Sheets nicht geladen | Das Layout bleibt konsistent. Der Inhalt ist auch ohne CSS logisch strukturiert. |
| Scripting deaktiviert | Gesamte Funktionalität bleibt erhalten und wird nicht verändert. |
| Navigation ohne Maus | Die Links auf jeder Seite können mit dem Tabulator erreicht werden. Es gibt jedoch keine Accesskeys. Formularelemente besitzen eine logische Tabulatorreihenfolge. Auch mit dem Kartenelement kann ohne Maus interagiert werden. |

Abbildung 4.7: Ergebniss der generellen qualitativen Untersuchung

Detaillierte qualitative Untersuchung

Layout

Trotz der vielen Informationen die auf dieser Seite angeboten werden, ist das Layout übersichtlich. Zusätzliche Informationen zu einem Thema können bei Bedarf über einen Link angefordert werden. Die Seiten wurden mit einfachem CSS grafisch ansprechend konzipiert.

Die Schrift ist etwas klein gewählt und kann auch nicht nach Bedürfnissen des Nutzers verändert werden. Teilweise ist auch der Kontrast etwas schwach.

Navigation

Die aktuelle Navigation befindet sich immer am Anfang der Seite nach dem Logo. Die Schriftfarbe der Links ist über alle Seiten hinweg konsistent. Die Linktexte sind logisch gewählt.

Es fehlt jedoch am Beginn jeder Seite ein Skip Link zum Inhalt, um die Hauptnavigation schnell zu überspringen. Auch Accesskeys sind nicht definiert.

Darstellung mit verschiedenen User Agents

| User Agent | Notiz |
|---------------------|-------|
| Sony Ericsson K750i | OK |
| Nokia 6230 | OK |
| Blackberry Pearl | OK |
| Lynx 2.8.6 | OK |

Abbildung 4.8: User Agent Test

Usability Evaluierung

Folgende Aufgabe wurde den Probanden zum Mobilen Portal der Stadt Berlin gestellt.

1. Fahrplanauskunft für:

- Datum/Uhrzeit: aktuelles Datum und Uhrzeit
- Von: Alexanderplatz, Berlin
- Nach: Berlin Tegel, Berlin
- Bedingungen: keine

2. Informationssuche:

- Datum/Uhrzeit: aktuell
- Gesucht: Kunst Ausstellungen, Ort und Öffnungszeiten
- Bedingungen: keine

| Testperson | Notiz |
|---------------------------|---|
| Testperson 1 (blind) | Skip Links zum Inhalt würden Zeit sparen. Der Screenreader muss jedes mal die Hauptnavigation durchlaufen. Ziemlich viel Inhalt auf den einzelnen Seiten. Vor jeder weiteren Interaktion muss man sich einen Überblick verschaffen, bis man versteht welche Informationen und weitere Interaktionsmöglichkeiten die Seite bietet. Bei der Fahrplanauskunft sind die Formularfelder nicht eindeutig für den Screenreader deklariert. |
| Testperson 2(farbenblind) | Die Menge an Information ist auf dem kleinen Display etwas viel. Man braucht eine Zeit um sich einen Überblick zu verschaffen, viel Scrolling ist nötig. Die eigentliche Information hat als Schriftfarbe ein zu helles grau. Bei ungünstigen Lichtverhältnissen kann man sie fast nicht lesen. |
| Testperson 3 | Teilweise zu viele Bilder auf den Seiten. Eigentlich unnötige Information wenn man Downloadvolumen sparen möchte. |

Abbildung 4.9: Usability Testergebnisse

4.3 Zusammenfassung der Evaluierungsergebnisse und Interviewausarbeitungen

Auf Basis der durchgeführten Recherchen (Kapitel 2 und 3), der Accessibility Evaluierung (Kapitel 4) und der Interviews (Anhang A-C), kann man folgende Guidelines für die Konzeption einer mobilen, barrierefreien Webapplikation festlegen:

- Ausschließliche Verwendung von W3C konformen Markup.
- Layout und Darstellung
 - Keine Kodierung von wichtigen Informationen in Farben, Bildern oder anderen multimediale Inhalten.
 - Die Verwendung von Grafiken so gut wie möglich vermeiden.
 - Falls Grafiken eingebunden werden, eine sinnvolle äquivalente Textinformation angeben.
 - Beim Einsatz von Schriftfarben auf ein Kontrastverhältnis von mindestens 4.5:1 (Helligkeitsunterschied zwischen Text und Hintergrund) achten.
 - Jede neue aufgerufene Webseite, mit einem dem Thema entsprechendem Titel versehen.
 - Layout und Inhalt durch den Einsatz von CSS strikt voneinander trennen.

- Die Darstellung den Bedürfnissen des Nutzers und den Eigenschaften des verwendeten User Agents anpassen.
- Die darzustellenden Informationen so klar wie möglich strukturieren.
- Verwendung von semantischem Markup. Der Idealfall wäre, wenn jeder HTML Tag, den Informationsgehalt den er kapselt, widerspiegelt.

Zum Bsp:

```
<h1>Erste Überschrift einer Seite</h1>
<strong> Fettgeschriebener Text </strong>
<cite>Hier steht ein Zitat.</cite>
```

- Vermeidung von unnötigen oder redundanten Containern. Damit sind *div* Tags gemeint, die rein zur Umsetzung visueller Effekte nötig sind.

- Navigation und Formulare

- Die Hauptnavigation am Ende der Seite platzieren.
- Einbindung von Skip Links am Beginn der Seite, um schnell zur Hauptnavigation springen zu können.
- Eindeutige Deklaration aller Formularlemente, entweder durch die Verwendung von Labels oder durch gleichwertige sinnvolle Beschriftung. Das dafür vorhandene *title* Attribut, sollte mit einem Text versehen werden, welcher die nötige Interaktion zu dem jeweiligen Formularelement beschreibt.
- Anzahl der Interaktionsschritte bis zur gewünschten Information minimieren.
- Vermeidung von langen Auswahllisten.
- Verwendung von Accesskeys für Links und logische Tabulatorreihenfolgen für Formularelemente.
- Jeden Link mit einem sinnvollem, dem Inhalt entsprechendem Linktext versehen.

- Informationsgehalt

- Die Informationen so präzise und kompakt wie möglich aufbereiten.
- Redundante Informationen vermeiden.
- Die Menge an Information pro aufgerufener Seite minimieren.
- Zusätzlich Informationen nur bei Bedarf zur Verfügung stellen.

4.4 Resumé

In diesem Kapitel wurde eine Evaluierungsmethode beschrieben welche darauf abzielt, bestehende Web-Ressourcen aus verschiedensten Blickrichtungen zu untersuchen. Ei-

nerseits wurde das WAI Modell herangezogen, aber auch Hardware Tests und quantitative Untersuchungen flossen in die Evaluierung ein. Negative Auffälligkeiten wie zum Beispiel die fehlenden Skip Links oder die nicht vorhandenen alternativen Textbeschreibungen für Grafiken, finden sich als Designguideline definiert wieder und fließen natürlich in das anschließende Konzept ein.

Grundsätzlich kann das Ergebnis dieser Evaluierungen (Kapitel 4.2.1 und 4.2.2) durchaus als Accessibility Bericht für die jeweilige Web-Ressource gesehen werden.

Kapitel 5

Konzept für einen mobilen, barrierefreien Echtzeit - Abfahrtsmonitor

Das letzte Kapitel dieser Arbeit, beinhaltet das technische Konzept für einen mobilen, barrierefreien Abfahrtsmonitor für öffentliche Verkehrsmittel.

Ziel dieses Konzeptes ist es, den bestehenden mobilen Client (siehe 4.2.1) für sehgeschwache bzw. sehbehinderte Personen zu optimieren. Basierend auf den Anforderungen und der erarbeiteten Guidelines (siehe 4.3), entstand das Interaktionskonzept zu den einzelnen Usecases. Das Interaktionskonzept wurde anschließend in Form eines Papier - Prototypen mit drei Testpersonen qualitativ evaluiert und mit dem bestehendem System verglichen.

5.1 Zielbestimmungen

Dies sind die Kriterien, welche das Interaktionskonzept erfüllen sollte.

- Musskriterien
 - Der Benutzer kann Echtzeitinformationen für Linien abfragen.
 - Der Benutzer kann Echtzeitinformationen für Haltestellen abfragen.
 - Der Benutzer kann Echtzeitinformationen für Hotspots abfragen.
 - Der Benutzer kann nach Haltestellen suchen.
 - Der Benutzer kann nach Linien suchen.
 - Der Benutzer bekommt Informationen über eventuelle Störungen.
 - Der Benutzer kann sein Userprofil speichern und ändern.
 - Der Benutzer kann jederzeit die Schriftgröße des User Interface ändern.

- Das User Interface ist in deutscher Sprache.
- Abgrenzungskriterien
 - Es gibt keine Routenplanung oder Fahrplanabfrage.

5.2 Produkteinsatz

5.2.1 Anwendungsbereich

Einzelpersonen verwenden diesen Dienst, um an Haltestellen Echtzeitinformationen über die Abfahrtszeiten einer oder mehrerer Linien zu bekommen. Zusätzlich werden sie über auftretende Störungen im öffentlich Verkehr benachrichtigt. Dieser Dienst sollte es den Einzelpersonen ermöglichen, Informationen über die aktuelle Situation an einer Haltestelle zu beziehen, ohne dabei auf Anzeigetafeln oder ähnlichem angewiesen zu sein.

5.2.2 Zielgruppen

Sehschwache bzw. sehbehinderte Personen, die sich regelmäßig mit öffentlichen Verkehrsmitteln durch die Stadt bewegen und auf sich alleine gestellt sind. Aber auch nicht sehbehinderte Personen können dieses Produkt uneingeschränkt nutzen. Es werden Basiskenntnisse in Verwendung von mobilen Endgeräten, Internetnutzung und Screenreadern vorausgesetzt. Der Benutzer muss die Deutsche Sprache verstehen.

5.2.3 Betriebsbedingungen

Dieses System soll sich bezüglich der Betriebsbedingungen nicht wesentlich von anderen Internetdiensten bzw. -anwendungen unterscheiden.

- Betriebsdauer: täglich, 24 Stunden
- Wartungsfrei

5.3 Produktumgebung

Die Funktion des Produktes ist weitgehend unabhängig vom Betriebssystem. Allerdings kann es zu unterschieden in der Darstellung kommen, je nachdem welcher mobiler Browser im Betriebssystem integriert ist. Auch die Screenreader Funktion ist Betriebssystem abhängig. Folgende Produktumgebung beschreibt die minimalen Anforderungen.

5.3.1 Software

Als Software ist folgendes nötig, falls diese Webapplikation realisiert und betrieben werden möchte.

- Client
 - mobiler Internet Browser (z.B Opera Mini)
- Server
 - PHP (mind. Version 4.0.5)
 - MySQL Datenbank

5.3.2 Hardware

Als Hardware ist folgendes nötig, falls diese Webapplikation realisiert und betrieben werden möchte.

- Client
 - Internetfähiges mobiles Endgerät (idealerweise mit Screenreadersoftware)
- Server
 - Internetfähiger Server
 - Rechner, der die Ansprüche der o.g. Server-Software erfüllt
 - Ausreichend Rechen- und Festplattenkapazität

5.4 Produktfunktionen

5.4.1 Persönliche Konfiguration

Die Nutzungsumgebung eines Benutzers ist das Layout, aber auch diverse logische Einstellungen, die die individuelle Handhabung des Systems vereinfachen können. Individuell einstellbar für den Benutzer sind:

- Die Schriftgröße
- Die Anzeige von Niederflurinformationen im Echtzeitergebnis
- Die Anzeige von Störungsinformationen
- Die Liste der Hotspots
- Anzeige der persönlichen Konfiguration: Der Benutzer kann sich alle einstellbaren Werte seiner persönlichen Konfiguration seiner Nutzungsumgebung vom System anzeigen lassen.

- Ändern der persönlichen Konfiguration: Der Benutzer kann alle einstellbaren Werte seiner persönlichen Konfiguration ändern
- Speichern der persönlichen Konfiguration: Der Benutzer kann seine persönliche Konfiguration speichern
- Löschen der persönlichen Konfiguration: Der Benutzer kann seine persönliche Konfiguration löschen und die Standardkonfiguration wiederherstellen.
- Haltestelle als Hotspot definieren: Der Benutzer kann bei der Haltestellenabfrage eine Haltestelle als Hotspot definieren, sodass diese dann in der Hotspotliste zur Verfügung steht.

5.4.2 Echtzeitfunktionen

Lienenabfrage

- Suchen einer Linie über Linienbezeichnung: Der Benutzer kann die Bezeichnung einer Linie eingeben und danach suchen lassen.
- Suchen einer Linie über Linienliste: Der Benutzer kann seine gewünschte Linie aus einer Liste auswählen.
- Fahrtrichtung einer Linie auswählen: Nach erfolgreicher Suche oder der Auswahl aus einer Liste, kann der Benutzer die Fahrtrichtung der Linie wählen.
- Anzeige der Echtzeitinformation zur Linie: Der Benutzer sieht die drei folgenden aktuellen Abfahrtszeiten einer Linie.
- Aktualisieren der Echtzeitinformation: Der Benutzer kann die Anzeige der Abfahrtszeiten einer ausgewählten Linie aktualisieren.

Haltestellenabfrage

- Suchen einer Haltestelle über Haltestellenbezeichnung: Der Benutzer kann die Anfangsbuchstaben einer Haltestelle eingeben und so die Suchergebnisse reduzieren.
- Anzeige der Suchergebnisliste: Nach einer zufriedenstellenden Anzahl von Suchergebnissen, kann der Benutzer die Liste anzeigen lassen und die gewünschte Haltestelle auswählen.
- Anzeige der Echtzeitinformation zur Haltestelle: Der Benutzer sieht die drei folgenden aktuellen Abfahrtszeiten aller Linien, welche an dieser Haltestelle verkehren.
- Aktualisieren der Echtzeitinformation: Der Benutzer kann die Anzeige der Abfahrtszeiten einer ausgewählten Haltestelle aktualisieren.

Hotspotabfrage

- Auswählen eines Hotspots aus der Hotspotliste: Der Benutzer kann einen Hotspot auswählen, zu denen er die Echtzeitinformationen erhalten möchte.
- Anzeige der Echtzeitinformation zum ausgewählten Hotspot: Der Benutzer sieht die drei folgenden aktuellen Abfahrtszeiten aller Linien, welche am ausgewählten Hotspot verkehren.
- Aktualisieren der Echtzeitinformation: Der Benutzer kann die Anzeige der Abfahrtszeiten eines ausgewählten Hotspots aktualisieren.

5.5 Produktdaten

Folgende Daten werden vom System für jeden Benutzer gespeichert:

- /D0100/ Benutzerprofildaten
 - BenutzerID
 - Schriftgröße
 - Hotspots
 - Menüpunkte
 - Flag für Störungsinformationen
 - Flag für Niederflurinformation

5.6 Technische Architektur

Die Technische Architektur beschreibt grob die Zusammenarbeit der einzelnen Komponenten des Systems. Das Konzept ist darauf ausgelegt, dass das System dem Userprofil entsprechende Webseiten liefert. Der User kann sein eigenes Profil abspeichern und bekommt so bei jedem Aufruf der Website, die für ihn und den verwendeten UA optimierte Variante davon.

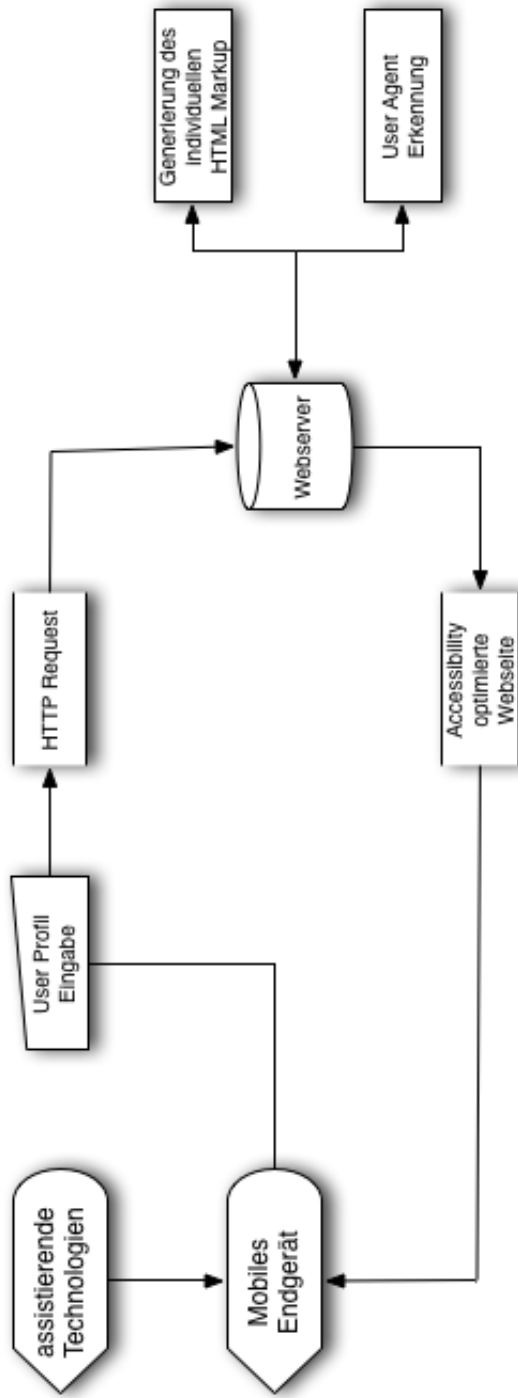


Abbildung 5.1: Technische Architektur der mobilen, barrierefreien Fahrplanauskunft

5.7 Use Cases

Zur Beschreibung der möglichen Interaktionen, eignet sich die Darstellung mit Use Cases. Diese beschreiben mögliche Szenarien, die eintreten können, wenn eine Person versucht, mithilfe des Systems ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Ein Use Case beschreibt, was inhaltlich beim Versuch der Zielerreichung passieren kann, und abstrahiert von konkreten technischen Lösungen. Das Ergebnis eines Use Cases kann ein Erfolg oder Fehlschlag/Abbruch in einer bestimmten Situation sein.

5.7.1 Use Case: Echtzeitmonitor Abfrage für eine bestimmte Linie

Dieser Use Case tritt ein, wenn eine Person wissen möchte, wann die nächste Abfahrt einer bestimmten Linie an einer bestimmten Haltestelle ist.

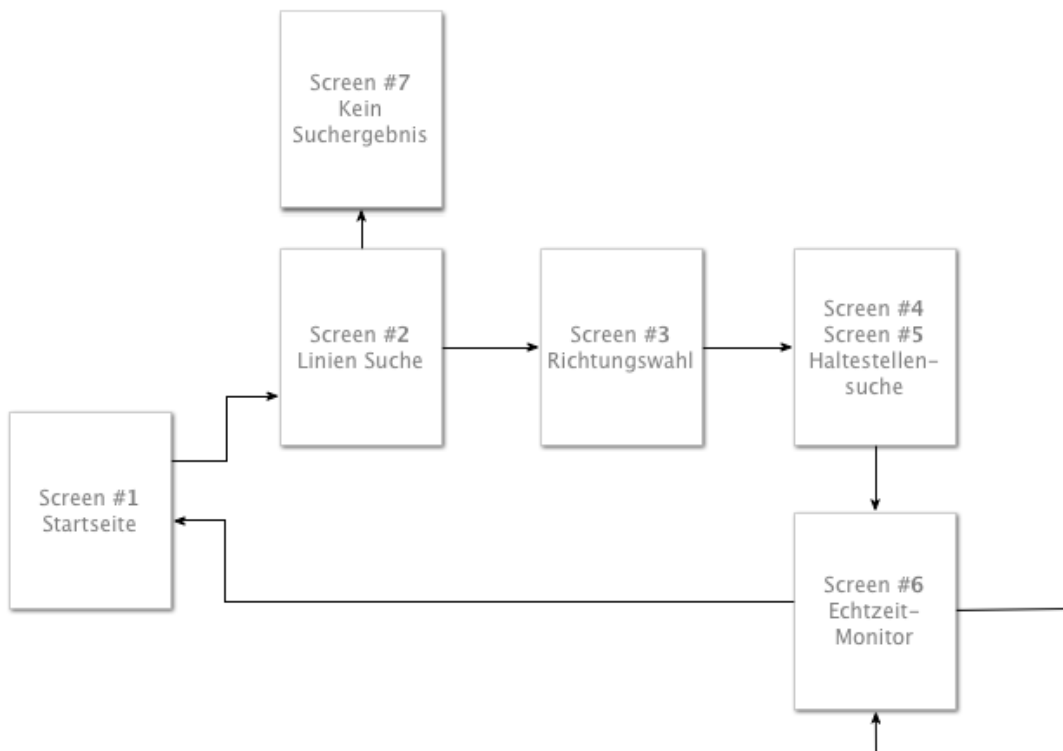


Abbildung 5.2: Usecase: Echtzeitmonitor - Linie

5.7.2 Use Case: Echtzeitmonitor Abfrage für eine bestimmte Haltestelle

Dieser Use Case tritt ein, wenn eine Person wissen möchte, wann an einer bestimmten Haltestelle welche Linien in den nächsten paar Minuten abfahren.

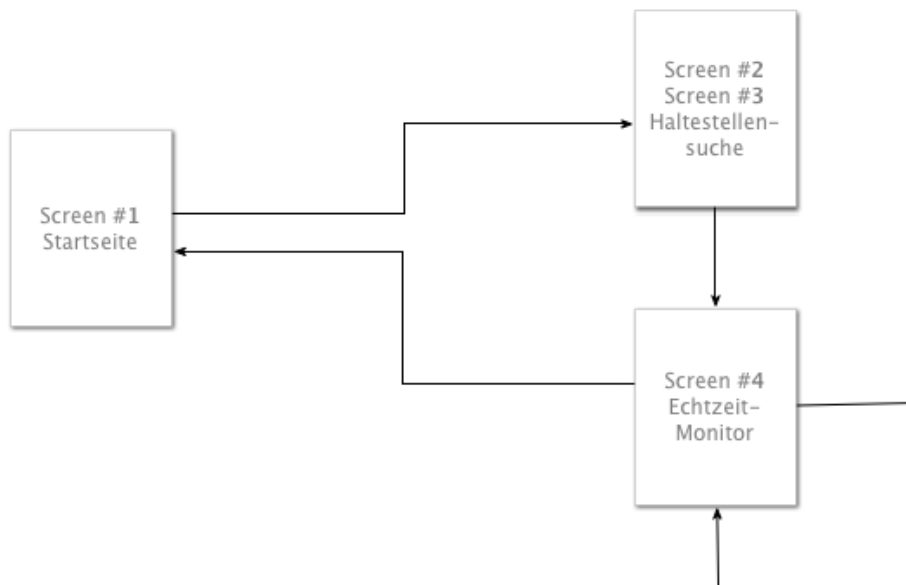


Abbildung 5.3: Usecase: Echtzeitmonitor - Haltestelle

5.7.3 Use Case: Userprofil anlegen

Dieser Use Case tritt ein, wenn eine Person ihr persönliches Userprofil anlegen bzw. editieren möchte. Dazu gehört auch die Editierung der Hotspot Liste, also die Liste der favorisierten Haltestellen.



Abbildung 5.4: Usecase: Userprofil anlegen

5.8 Use Stories + Wireframes

Die Funktionen der einzelnen Screens werden nun in Form von Use Stories beschrieben. Eine Use Story ist eine Funktionsbeschreibung einer Software in Alltagssprache. Zu jeder Use Story wird auch eine Wireframe Darstellung des Screens angeführt.

5.8.1 Use Story: Startseite

Der Startscreen (Abbildung 5.5) ist, wie jeder andere Screen auch, in 3 Bereiche eingeteilt:

- **Header** Im Header steht der Titel des jeweiligen Screen sowie ein Skip Link zur Navigation, welche sich am Ende des Screen befindet..
- **Content** Im Content Bereich der Startseite kann man auswählen ob man den Echtzeitmonitor zu einer Linie, einer Haltestelle oder einem Hotspot abfragen möchte. Weiters werden hier auch aktuelle Störungen angezeigt.
- **Navigation** Die Navigation besteht standardmäßig aus 5 Links. Verändern der Schriftgröße, Link zum Anlegen oder ändern des User Profils, ein Link zur Startseite sowie zum Impressum.

Die Schriftgröße kann jederzeit über die Tasten `+` oder `#` verändert werden. Alle statischen Links können über Accesskeys aktiviert werden.

| |
|---|
| Mobile Monitor - Start [1] zur Navigation |
| Abfrage auswählen: [2] Linie [3] Haltestelle [4] Hotspot |
| Aktuelle Störungen: Linien: 1, D [5] Störungen Anzeigen |
| [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum |

Abbildung 5.5: Use Story: Startseite

5.8.2 Use Story: Userprofil

Auf diesem Screen (Abbildung 5.6) kann der User den Client personalisieren, sodass bei jedem erneutem Aufruf des Clients, bestimmte Parameter bereits angepasst sind. Dazu gehört einerseits die Schriftgröße, die Einstellung ob man Störungsinformationen am Startscreen sehen möchte oder nicht sowie, die Anzeige von Niederflurinformationen in einer Echtzeitauskunft sowie ein Link zur Verwaltung der persönlichen Hotspots. Standardmäßig ist die maximale Schriftgröße (3) voreingestellt, sodass sehgeschwache User, diesen Screen editieren können.

5.8.3 Use Story: Hotspots editieren

Auf diesem Screen (Abbildung 5.7) kann der User seine persönliche Hotspotliste verwalten. Er kann bestehende Hotspots löschen sowie neue Hotspots zur Liste hinzufügen.

5.8.4 Use Story: Linien Suche

Auf diesem Screen (Abbildung 5.8) kann der User über ein Suchfeld nach einer Linie suchen.



Abbildung 5.6: User Story: Userprofil

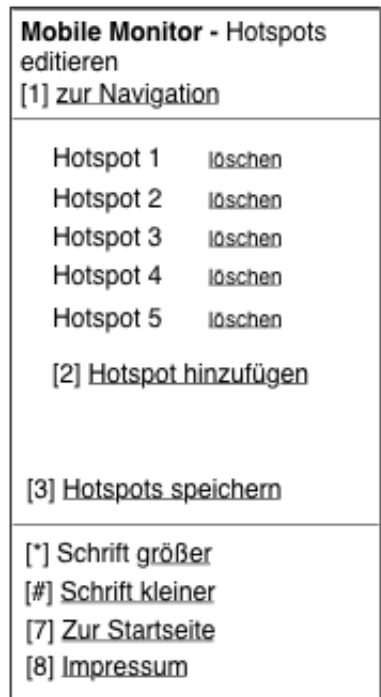


Abbildung 5.7: User Story: Hotspots editieren

Falls der User die genaue Bezeichnung der Linie nicht kennt, hat er die Möglichkeit, die Linie aus einer Liste auszuwählen. Dabei gibt es 3 Kategorien zur Auswahl: Eine Liste aller Straßenbahnlinien, aller Ubahnen oder aller Nightlines.

Mobile Monitor - Linien Suche
[1] zur Navigation

Linie suchen:

2A

[2] Suchen

Aus Liste wählen:

[3] Straßenbahn
[4] U Bahn
[5] Nightline

[*] Schrift größer
[#] Schrift kleiner
[6] User Profil anlegen
[7] Zur Startseite
[8] Impressum

Abbildung 5.8: Use Story: Linien Suche

5.8.5 Use Story: Fahrtrichtungswahl

Auf diesem Screen (Abbildung 5.9) kann der User zur davor ausgewählten Linie, die Fahrtrichtung auswählen.

5.8.6 Use Story: Haltestellensuche

Auf diesem Screen (Abbildung 5.10) kann der User nach einer Haltestelle suchen. Dies geschieht mittels einer intelligenten Liste. Bei jedem Buchstaben den er User in das Suchfeld eingibt, wird vorerst nur die Anzahl der zutreffenden Ergebnisse dargestellt und immer dementsprechend aktualisiert. Sobald die Suche eine genügend kleine Anzahl an Ergebnissen liefert, kann sich der User diese als Liste ausgeben lassen. Aus dieser Ergebnisliste wählt er anschließend die gesuchte Haltestelle aus.

| |
|---|
| Mobile Monitor - Richtungs- wahl [1] zur Navigation |
| Fahrtrichtung für Linie 2A wählen: [2] Richtung_Kirchengasse [3] Richtung_Schwarzenberg platz |
| [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum |

Abbildung 5.9: Use Story: Fahrtrichtungswahl

| | |
|--|---|
| Mobile Monitor - Haltestellen Suche [1] zur Navigation | Mobile Monitor - Haltestellen Suche Ergebnis [1] zur Navigation |
| Haltestelle suchen: <input type="text" value="Sal"/> Noch 3 Ergebnisse [2] Ergebnisliste anzeigen | Haltestelle wählen: Salmansgasse Saltenstrasse Salzgriess |
| [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum | [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum |

Abbildung 5.10: Use Story: Haltestellensuche

5.8.7 Use Story: Echtzeitmonitor für eine Linie

Dieser Screen (Abbildung 5.11) zeigt dem User das Ergebnis einer Echtzeitabfrage für eine Linie an.

Es wird die Linienbezeichnung, die Fahrtrichtung sowie die aktuellen Abfahrtszeiten angezeigt, Je nach Userprofil, wird auch zusätzlich Auskunft über Niederflurfahrzeugen gegeben, Über einen Link, kann die Anzeige aktualisiert werden.

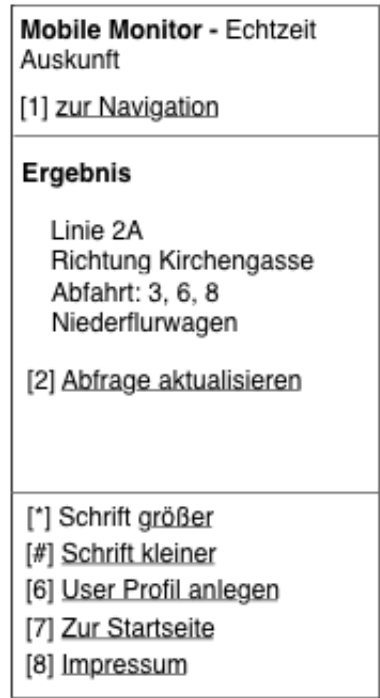


Abbildung 5.11: Use Story: Echtzeitmonitor - Linie

5.8.8 Use Story: Echtzeitmonitor für eine Haltestelle

Dieser Screen (Abbildung 5.12) zeigt dem User das Ergebnis einer Echtzeitabfrage für eine Haltestelle an.

Im Header Bereich des Screens wird der Name der Haltestelle angezeigt.

Im Content Bereich wird für jeder an der ausgewählten Haltestelle verkehrenden Linie, die Linienbezeichnung, die Richtung sowie die aktuellen Abfahrtszeiten in Form einer Liste dargestellt. Die Abfrage kann über einen Link aktualisiert werden.

5.8.9 Use Story: Kein Suchergebnis

Dieser Screen (Abbildung 5.13) wird dem User präsentiert, falls bei der Suche nach einer bestimmten Linienbezeichnung kein Ergebnis geliefert werden kann.

| |
|--|
| Mobile Monitor - Echtzeit Auskunft: Salmannsgasse [1] zur Navigation |
| Ergebnis Linie 2A Richtung Kirchengasse Abfahrt: 6, 16, 26 <hr/> Linie 3A Richtung Schwarzenbergplatz Abfahrt: 11, 21 [2] Abfrage aktualisieren |
| [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum |

Abbildung 5.12: Use Story: Echtzeitmonitor - Haltestelle

| |
|---|
| Mobile Monitor - Linien Suche [1] zur Navigation |
| Leider wurde keine Linie mit dieser Bezeichnung gefunden. [2] Zurück |
| [*] Schrift größer [#] Schrift kleiner [6] User Profil anlegen [7] Zur Startseite [8] Impressum |

Abbildung 5.13: Use Story: Kein Suchergebnis

5.9 Informationsarchitektur

Die Informationsarchitektur beschreibt die Verlinkung der einzelnen Screens (Use Stories).

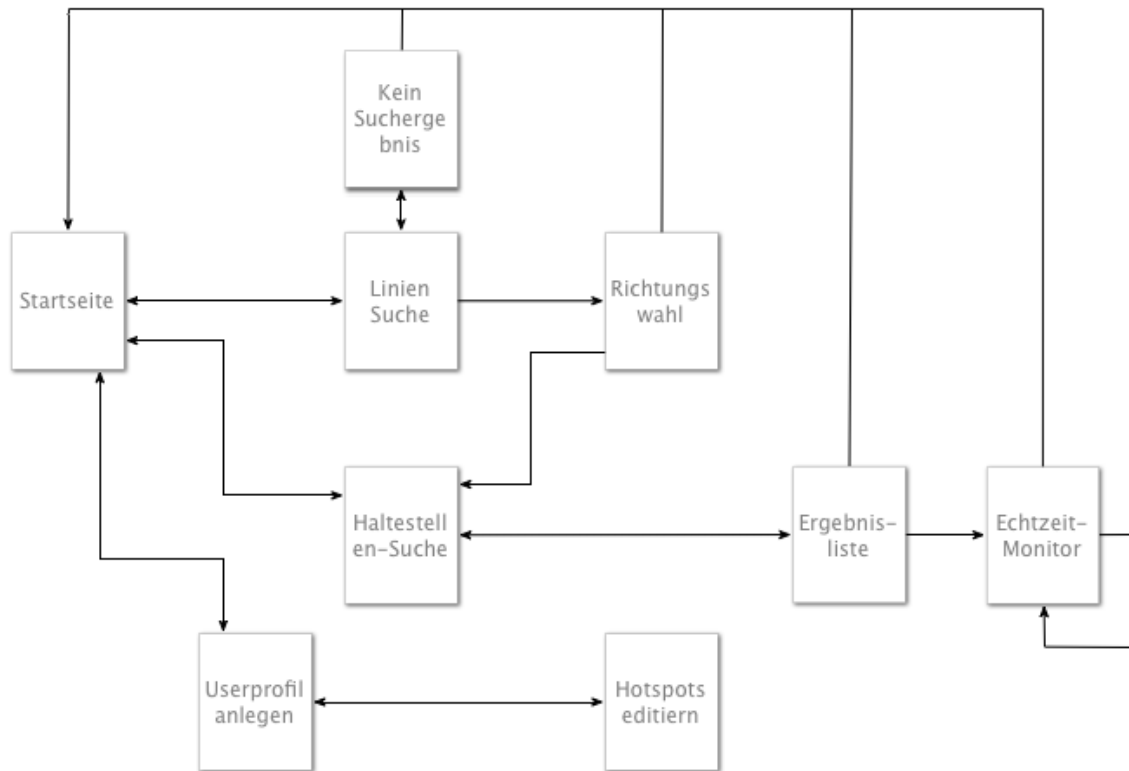


Abbildung 5.14: Informationsarchitektur

5.10 Qualitätszielbestimmungen

Auf Basis von persönlichen Einschätzungen, sollte bei einer Realisierung des Konzeptes auf folgende Qualitätszielbestimmungen geachtet werden. Da es um Echtzeitinformationen geht, sind die zuverlässige und korrekte Datenaufbereitung ein entscheidender Faktor. Effizienz und Benutzerfreundlichkeit sollten durch das vorangegangene Interaktionskonzept gegeben sein und spielen auch eine entscheidende Rolle für die Verwendung des Produktes. Weniger wichtig sind Portierbarkeit und Kompatibilität. Dies ist sowieso gegeben, da es sich um eine HTML Webseite handelt und somit auf jedem Browser visualisiert werden kann.

| | sehr wichtig | wichtig | weniger wichtig | unwichtig |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------|
| <i>Robustheit</i> | X | | | |
| <i>Zuverlässigkeit</i> | X | | | |
| <i>Korrektheit</i> | X | | | |
| <i>Benutzungsfreundlichkeit</i> | | X | | |
| <i>Effizienz</i> | | X | | |
| <i>Portierbarkeit</i> | | | X | |
| <i>Kompatibilität</i> | | | X | |

5.11 Quantitative Evaluierung mittels Papier - Prototypen

Ein besonderes Anliegen bei der Entwicklung des Konzeptes war eine möglichst einfache und schnelle Interaktion zu gewährleisten. Das Hauptproblem dabei war die Auswahl einer Haltestelle aus einer langen Liste. Dies wurde nun, wie im Wireframe Abbildung 5.10 ersichtlich, mittels einer intelligenten Liste gelöst.

Zur Evaluierung dieser Interaktion wurden dieselben drei Testpersonen wie bei der vorhergegangenen Evaluierung mobiler Applikationen herangezogen. Alle 3 Testpersonen bekamen ein Nokia 6300 zur Verfügung gestellt. Aufgrund eines Papierprototypen (bestehend aus den Wireframes), der die Screens simulierte, mussten sie eine Haltestellenabfrage durchführen und alle nötigen Interaktionen am Mobiltelefon simulieren. Die Testpersonen führten dies einzeln und alleine durch. Die benötigte Zeit bis zum gewünschten Ergebnisscreen wurde gemessen. Für die blinde Testperson wurde der Screenreader durch Vorlesen simuliert. Die Ergebnisse:

| Testperson | optimierter Client | bestehender Client |
|----------------------------|--------------------|--------------------|
| Testperson 1 (blind) | 132s | 278s |
| Testperson 2 (farbenblind) | 24s | 28s |
| Testperson 3 | 32s | 29s |

Trotz der langen Liste mit mehreren hundert möglichen Haltestellen, konnte die blinde Testperson die Abfrage in etwas mehr als einer Minute erledigen. Die beiden anderen Testpersonen konnten durch die Verwendung der Accesskeys äußerst schnell interagieren und lagen beide im Bereich einer halbe Minute. Man muss natürlich beachten, dass diese gemessenen Zeiten nur die reine Interaktionsdauer unter optimalen Umständen darstellt. Im realen Betrieb kommt noch die Zeit für die HTTP - Anfragen hinzu sowie eventuelle Störungen durch Umgebungslärm oder ähnliches. Trotz allem wäre mit einer Interaktionsdauer, bei blinden Personen, von maximal 2-3min zu rechnen. Nicht-blinde Personen könnten die Anfrage in 1min durchführen. Vor allem wenn die Verwendung der Accesskeys zur Routine wird, was besonders bei blinden Personen eine große Zeitersparnis bringen würde. Der Vergleich mit dem bestehendem System zeigt, dass vor allem blinde Personen welche mit Screenreader Software interagieren, große Probleme mit den langen Auswahllisten haben, da das Vorlesen eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Natürlich ist die gemessene Zeit, welche mit dem Papier Prototypen zustande kam, nur als ungefährender Richtwert anzusehen. Wieviel Zeitersparnis der neue Client tatsächlich bringen würde, kann erst nach einer eventuellen Umsetzung dessen genau untersucht werden.

Kapitel 6

Schlussbetrachtungen

Die vorliegende Arbeit gibt einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Aspekte des mobilen - barrierefreien Internet. Vor allem im mobilen Bereich bringt die rasante technische Entwicklung an Endgeräten und verbesserten Übertragungstechniken für Bild und Ton, eine steigende Anzahl an Nutzer des mobilen Internet. Die User experience im mobilen Bereich ist um einige Stufen komplexer als im Desktop Bereich. Die vielen verschiedenen Endgeräte und deren unterschiedliche Ressourcen, machen es umso schwieriger ein optimales User Interface zu entwickeln. Kapitel 2 beschreibt hierzu die wesentlichen Kriterien. Vor allem die Usability mobiler Browser sowie der mobile Kontext (Multitasking, Interruptions) sind noch wenig erforschte Gebiete. Das XHTML MP bietet zwar einen Standard für Entwickler, dieser kommt jedoch mit den rasanten Entwicklungen nicht mit und muss in Zukunft sicher des öfteren überarbeitet und weiterentwickelt werden. Technologien wie SOA, welche sich im Desktop Bereich ja bereits bestens bewährt haben, sind sicher auch für den mobilen Bereich unentbehrlich, sofern man komplexe Webapplikationen für den mobilen Einsatz entwickeln möchte.

Eine mobile Webapplikation barrierefrei zu gestalten, ist zur Zeit noch ein äußerst heikle Angelegenheit. Accessibility ist zwar ein großes Thema in der Informationstechnologie, viele Entwickler beschäftigen sich jedoch nicht ausreichend damit, da es für deren Zielgruppe nicht relevant ist. Eine für jederman zugängliche Webseite zu entwickeln ist bereits im Desktop Bereich eine Herausforderung. Für den mobilen Bereich gibt es diesbezüglich so gut wie noch gar keine relevanten Standards oder Guidelines. Dies liegt sicher auch am noch fehlendem Bedarf barrierefreier, mobiler Webapplikationen. Dieser Umstand ist wahrscheinlich auch darauf zurückzuführen, dass mobile Endgeräte von Menschen mit Behinderungen weniger in Verbindung mit dem mobilen Internet genutzt werden. Eine Weiterentwicklung von assistierenden Technologien für den Einsatz im mobilen Kontext, könnte dies jedoch in Zukunft ändern. Da die Anforderungen bzgl. Usergruppen und Ressourcen immer spezifischer werden, wird in Kapitel 3 eine alternative Methode zum allgemeingültigen WAI Modell beschrieben. Diese sogenannte Tangram Methaphor verdeutlicht, dass es keine universelle Lösung für Accessibility gibt. Stattdessen kann der Entwickler aus einem Set von Richtlinien auswählen und so die ideale Lösung finden. Ziel dieses alternativen

Ansatzes ist es also, eine Lösung zu finden, welche dem Nutzer eines digitalen Systems maximale Usability bietet.

In Kapitel 4 wurden zunächst bestehende mobile Webressourcen evaluiert. Zur Evaluierung wurde eine Methode angewandt, welche viele verschiedene Aspekte der Usability berücksichtigt. Nicht nur die WAI Validierung, sondern auch quantitative Untersuchungen und Usability Tests, zeigten diverse Schwachstellen auf. Diese Art von Evaluierung sollte im barrierefreiem Webdesign Fuß fassen, denn die bloße automatische WAI Validierung mit diversen Programmen, ist für die Zukunft sicher nicht zielführend. Aufgrund der breitbandigen Untersuchungen kann man auch sagen, dass diese Evaluierungen als eine Art Accessibilitybericht der jeweiligen Webapplikation betrachtet werden können. Output dieser Evaluierungen, der User Interviews und Recherchen, sind ein Set von Designguidelines (Kapitel 4.3). Diese Guidelines waren Grundlage für die Konzeption der mobilen, barrierefreien Fahrplanauskunft in Kapitel 5, vor allem was die Themen Navigation & Layout betrifft. Da die Implementierung des Konzeptes in dieser Arbeit nicht behandelt wird, sind auch die Guidelines was dies betrifft sicher noch erweiterbar. Bestehende Richtlinien für das mobile Web sind in der Literatur noch wenige zu finden, vor allem mit Rücksicht auf Barrierefreiheit ist dies ein Bereich der in Zukunft noch viel Aufmerksamkeit benötigen wird.

Das Konzept für die Fahrplanauskunft in Kapitel 5 ist sehr umfassend und es könnte damit die Implementierung in Angriff genommen werden. Die Evaluierung des Interaktionskonzeptes brachte eine Verbesserung der Interaktionsdauer, gegenüber dem bestehenden System. Natürlich kann dies nur bestätigt werden, wenn ein Prototyp der Applikation vorhanden ist und im Echtzeitbetrieb evaluiert werden kann. Grundsätzlich wäre diese Art von Fahrplanauskunft sicher eine Unterstützung für sehbehinderte Personen im öffentlichen Verkehr. Fahrplanauskünfte sind aber nur ein Bruchteil davon, was im alltäglichen Leben zu Barrieren für behinderte Menschen werden. Mit der passenden Technologie können mobile Geräte in Zukunft sicher zur allgemeinen Barrierefreiheit beitragen. Allerdings entwickelt sich momentan die Technologie in Richtung reiner Touch - Interfaces, welche zur Zeit noch völlig unbrauchbar für sehbehinderte Menschen sind. Vielleicht ergeben sich aber gerade daraus neue Interaktionsformen (Fingergestiken, Bewegung des Gerätes), welche dann auch für behinderte Menschen besser einsetzbar sind.

Anhang A

Appendix

A.1 Anhang A

Interview Ausarbeitung - Mobile Fahrplanauskunft für sehbehinderte Personen

Thema

Die Verwendung einer mobilen Echtzeit - Fahrplanauskunft der öffentlichen Verkehrsmittel für sehbehinderte Personen in Wien und Umgebung.

Ziel

Erkenntnisse über die Verwendung und den Gebrauch mobiler Endgeräte durch sehbehinderte Personen.

Dauer

ca. 60min

Durchführung

Persönliches Gespräch mit Tonaufzeichnung.

Interviewpartner

Student David K., 23 Jahre, blind

Interview Fragen und zusammengefasste Antworten

Verwendung mobiler Endgeräte im Alltag

Benutzen Sie ein mobiles Endgerät?

Ja.

Wenn ja, zu welchen Zwecken benutzen Sie es?

Nur zum Telefonieren und manchmal für SMS.

Welcher Typ von Endgerät ist es? (Marke, Modell, etc.)

Ein Klapphandy von Samsung. Das Menü schließt und öffnet sich automatisch beim Auf- oder Zuklappen. Das ist praktisch, dadurch erspare ich mir schon einiges an Navigation.

Haben Sie schlechte Erfahrungen mit einem bestimmten Typ von Endgeräten bisher gemacht?

Nicht wirklich. Als blinder muss man sich die Menüführung sowieso durch Abzählen der Menüpunkte merken. Ganz schlecht sind dynamische Menüs. Die kann man sich nicht merken. Das iPhone zum Bsp. Sinnlos für Menschen mit Sehbehinderungen.

Verwenden Sie Hilfsprogramme wie zum Bsp. Sprachausgabe oder Zoomprogramme auf Ihrem mobilen Endgerät?

Nein. Verwende ich nicht.

Wenn ja, wie sind Ihre Erfahrungen damit?

-

Ist der Umgebungslärm (Baustellen, Verkehr, etc.) störend bei der Verwendung?

Ja ich denke der Umgebungslärm ist bei Sprachausgaben immer problematisch.

Ein Headset zu verwenden wäre natürlich logisch, aber blinde Menschen verlieren ihre Orientierung wenn sie ihre Umgebung durch Hören nicht mehr wahrnehmen können.

Haben Sie Erfahrungen mit derartigen Hilfsprogrammen im Allgemeinen?

Ich verwende nur beim Arbeiten mit dem PC einen Screenreader sowie eine Braille Zeile zur Ausgabe der Displayinformationen.

Derartige Hilfsprogramme sind im Allgemeinen sehr teuer in der Anschaffung, funktionieren aber am PC ganz gut.

Sind Texteingaben am mobilen Gerät problematisch für Sie?

Nein, das ist kein Problem. Eine Handy Tastatur hat man sehr schnell auswendig gelernt.

Verwenden Sie unterstützende Technologien um Eingaben auf ihrem mobilen Endgerät zu machen?

Nein.

Würden sie Ihr mobiles Endgerät für eine Fahrplanauskunft verwenden wollen?

Es wäre manchmal wahrscheinlich ganz praktisch. Ich weiß aber nicht ob es mir das Geld für die Datenverbindung die aufgebaut werden muss wert wäre, um zu wissen wann der nächste Bus kommt.

Wenn ja, in welcher Situation könnten Sie sich dies als hilfreich und sinnvoll vorstellen?

Hilfreich im öffentlichen Verkehr wäre manchmal die Informationen über Störungen. Diese werden ja oft nur über Displays an Stationen angezeigt. Da steh ich dann oft und frag mich wieso kein Bus kommt. Da könnte ich mir eine Information am Handy über aktuelle Störungen schon als hilfreich vorstellen.

Informationsgehalt einer mobilen Fahrplanauskunft

Welche Art von Informationen an einer Haltestelle wären für Sie hilfreich?

Prinzipiell würde ich Störungsinformationen als hilfreich empfinden. Aber auch eine Echtzeit Fahrplanauskunft könnte ich mir vorstellen, vor allem am Wochenende, wenn die Intervalle länger dauern.

Würden sie grundsätzlich eine Countdownanzeige bzw. eine Sprachausgabe des Countdowns (Abfahrt in Minuten) auf Ihrem mobilen Gerät an Haltestellen als sinnvoll empfinden?

Ja. Grundsätzlich schon. Die Datenverbindungskosten müssten allerdings minimal sein.

A.2 Anhang B

Interview Ausarbeitung - Mobile Fahrplanauskunft für sehbehinderte Personen

Thema

Die Verwendung einer mobilen Echtzeit - Fahrplanauskunft der öffentlichen Verkehrsmittel für sehbehinderte Personen in Wien und Umgebung.

Ziel

Erkenntnisse über die Verwendung und den Gebrauch mobiler Endgeräte durch sehbehinderte Personen.

Dauer

ca. 60min

Durchführung

Persönliches Gespräch

Interviewpartner

Studentin Eszter K., 28 Jahre, massive Probleme beim Lesen

Interview Fragen und zusammengefasste Antworten

Verwendung mobiler Endgeräte im Alltag

Benutzen Sie ein mobiles Endgerät?

Ja.

Wenn ja, zu welchen Zwecken benutzen Sie es?

Nur zum Telefonieren und manchmal für SMS.

Welcher Typ von Endgerät ist es? (Marke, Modell, etc.)

Ein Nokia 6300. Das hat einen kontrastreichen Bildschirm und die Schriftgröße lässt sich einach vergrößern. Ich brauche das beim Schreiben von SMS. Sonst sehe ich nicht was ich tippe.

Haben Sie schlechte Erfahrungen mit einem bestimmten Typ von Endgeräten bisher gemacht?

Manche Handys haben sehr feine Tasten. Die machen mir Probleme. Manche haben auch ein schwaches, kleines Display, dass mir bei ungünstigen Lichtverhältnissen Probleme machen würde. Ich brauche große Tasten und eine große Schrift.

Verwenden Sie Hilfsprogramme wie zum Bsp. Sprachausgabe oder

Zoomprogramme auf Ihrem mobilen Endgerät?

Nein. Zum Glück brauche ich das noch nicht.

Wenn ja, wie sind Ihre Erfahrungen damit?

-

Ist der Umgebungslärm (Baustellen, Verkehr, etc.) störend bei der Verwendung?

Ich könnte mir schon vorstellen das der Umgebungslärm für Sprachausgaben sehr störend ist. Vor allem in öffentlichen Verkehrsmitteln stelle ich es mir problematisch vor. Mir wäre es unangenehm wenn jeder die Sprachausgabe meines Handys mithört.

Haben Sie Erfahrungen mit derartigen Hilfsprogrammen im Allgemeinen?

Da sich meine Sehstärke beim Lesen in letzter Zeit rapide verschlechtert hat, verwendet ich beim Arbeiten am PC einer Vergrößerungssoftware. Am Handy stelle ich einfach die Schriftgröße aufs Maximum. Internet am Handy habe ich bisher nur mal ausprobiert, aber da bräuchte ich eine Lupe um die Webseiten auf dem kleinen Display zu lesen.

Sind Texteingaben am mobilen Gerät problematisch für Sie?

Nein, nicht wirklich.

Verwenden Sie unterstützende Technologien um Eingaben auf ihrem mobilen Endgerät zu machen?

Nein.

Würden sie Ihr mobiles Endgerät für eine Fahrplanauskunft verwenden wollen?

Den Browser am Handy zu benutzen ist für mich wie gesagt problematisch. Bis jetzt habe ich mit mobilem Internet keine guten Erfahrungen gemacht.

Wenn ja, in welcher Situation könnten Sie sich dies als hilfreich und sinnvoll vorstellen?

Also in der U-Bahn braucht man es ja definitiv nicht. Bei Bussen, vor allem etwas außerhalb des Stadtzentrums, wäre das sicher etwas praktisches. Vor allem wenn Verspätungen auftreten, hilft einem der aufgehängte Fahrplan in Papierform ja nichts. Wenn man dann eine Echtzeitinformation bekommt, könnte ich mir das schon vorstellen.

Informationsgehalt einer mobilen Fahrplanauskunft

Welche Art von Informationen an einer Haltestelle wären für Sie hilfreich?

Wenn Verspätungen auftreten, dann die aktuelle Abfahrtszeit. Oder wenn eine Linie gar nicht fährt, würde ich das gern wissen.

Würden sie grundsätzlich eine Countdownanzeige bzw. eine Sprachausgabe des Countdowns (Abfahrt in Minuten) auf Ihrem mobilen Gerät an Haltestellen als sinnvoll empfinden?

In bestimmten Situationen kann ich es mir vorstellen, ich weiß aber nicht ob ich es auch nützen würde.

A.3 Anhang C

Interview Ausarbeitung - Mobile Fahrplanauskunft für sehbehinderte Personen

Thema

Die Verwendung einer mobilen Echtzeit - Fahrplanauskunft der öffentlichen Verkehrsmittel für sehbehinderte Personen in Wien und Umgebung.

Ziel

Erkenntnisse über die Verwendung und den Gebrauch mobiler Endgeräte durch sehbehinderte Personen.

Dauer

ca. 60min

Durchführung

Persönliches Gespräch

Interviewpartner

Angestellter Christoph W., 25 Jahre, farbenblind

Interview Fragen und zusammengefasste Antworten

Verwendung mobiler Endgeräte im Alltag

Benutzen Sie ein mobiles Endgerät?

Ja.

Wenn ja, zu welchen Zwecken benutzen Sie es?

Natürlich zum telefonieren, als Organizer und teilweise um schnell Informationen über Internet abzufragen – Kinoprogramm und ähnliches.

Welcher Typ von Endgerät ist es? (Marke, Modell, etc.)

Ein Sony Ericcson K750i.

Haben Sie schlechte Erfahrungen mit einem bestimmten Typ von Endgeräten bisher gemacht?

Schlechte Erfahrungen kann ich nicht sagen. Die neueren Modelle haben besser Eigenschaften was mobiles Internet betrifft. Vor allem ein halbwegs großes Display. Manchmal denke ich über einen Blackberry nach, da dieser einfach eine schnellere Interaktion erlaubt, aufgrund seiner Tastatur.

Verwenden Sie Hilfsprogramme wie zum Bsp. Sprachausgabe oder Zoomprogramme auf Ihrem mobilen Endgerät?

Nein. Noch nie verwendet.

Wenn ja, wie sind Ihre Erfahrungen damit?

-

Ist der Umgebungslärm (Baustellen, Verkehr, etc.) störend bei der Verwendung?

Keine Ahnung. Ich verwende auch kein Headset. Ich weiß nicht ob sich der Umgebungslärm auswirken würde. Das ein ständiger Umgebungslärm definitive vorhanden ist, kann man nicht abstreiten und auch nicht verhindern.

Haben Sie Erfahrungen mit derartigen Hilfsprogrammen im Allgemeinen?

Meine Farbenblindheit beeinträchtigt mich so gut wie gar nicht, bei der Verwendung von elektronischen Geräten wie das Handy. Manche mobile Webseiten sind teilweise sehr farbig gestaltet, was meiner Meinung nach nicht viel bringt und mich manchmal verwirrt. Sofern aber der Kontrast halbwegs passt, komm ich damit zurecht.

Sind Texteingaben am mobilen Gerät problematisch für Sie?

Nein. Außer ich muss viel Tippen, dann finde ich es einfach lästig.

Verwenden Sie unterstützende Technologien um Eingaben auf ihrem mobilen Endgerät zu machen?

Nein.

Würden sie Ihr mobiles Endgerät für eine Fahrplanauskunft verwenden wollen?

Ja das würde ich schon, glaube ich. Mobile Informationen über den öffentlichen Verkehr kann ich mir sowieso als wirklich hilfreich vorstellen.

Wenn ja, in welcher Situation könnten Sie sich dies als hilfreich und sinnvoll vorstellen?

Normalerweise stelle ich mir ja meinen Fahrplan ja zu Hause am PC zusammen, bevor ich das Haus verlasse. Wenn aber dann was dazwischen kommt und ich bin unterwegs, würde ich schon über das Handy auf solche Informationen zugreifen wollen.

Informationsgehalt einer mobilen Fahrplanauskunft

Welche Art von Informationen an einer Haltestelle wären für Sie hilfreich?

Fahrplanabweichungen, Störungen, Ausfälle, Abfahrtszeiten....

Würden sie grundsätzlich eine Countdownanzeige bzw. eine Sprachausgabe des Countdowns (Abfahrt in Minuten) auf Ihrem mobilen Gerät an Haltestellen als sinnvoll empfinden?

Wenn ich schnell und einfach über meinen Handybrowser darauf zugreifen kann, wäre das ein tolles Feature. Sprachausgabe brauche ich definitiv nicht.

Literaturverzeichnis

- [Alliance 04] Open Mobile Alliance. Xhtml mobile profile 1.2. 1.2, 2004.
- [Altmanninger 06] Wöß Altmanninger. Dynamically generated scaleable vector graphics for barriere-free web-applications. 2006.
- [Antti Oulasvirta 05] Virpi Roto Antti Oulasvirta. Need for non-visual feedback with long response times in mobile HCI. 2005.
- [Asakawa 05] Fukuda Saito Takagi Asakawa. Proposing new metrics to evaluate web usability for the blind. 2005.
- [Brian Kelly 06] ... Brian Kelly, David Sloan. Contextual web accessibility - maximizing the benefit of accessibility guidelines. 2006.
- [Craven 08] Jenny Craven. Web accessibility. 2008.
- [Hassenzahl 06] Tractinsky Hassenzahl, M. User experience – a research agenda. behaviour and user experience – a research agenda. 2006.
- [Kaikkonen 03] Roto Kaikkonen. Perception of narrow web pages on a mobile phone. 2003.
- [Kim 04] Minhee Chae; Jinwoo Kim. Do size and structure matter to mobile users? 2004.
- [Klaus Böhm 08] Peter Fach Klaus Böhm. Web-to-go. wachstumsmarkt mobile internet – auch für deutschland? October 2008.
- [Loel Kim 01] Michael j. Albers Loel Kim. Web design issues when searching for information in a small screen display. 2001.
- [Nagata 03] Stacey F. Nagata. Multitasking and interruptions during mobile web tasks. 2003.
- [Natchetoi 08] Shapiro Natchetoi, Kaufman. Service-oriented architecture for mobile applications. 2008.
- [Nielsen 08] Nielsen. Critical mass: The worldwide state of the mobile web. 2008.
- [Popescu 06] Vartiainen Popescu, Koivisto. Minimap. 2006.
- [Rettinger] Christoph Rettinger. Barrierefreies webdesign. Diplomarbeit, TU Vienna.

- [Roto 06] Virpi Roto. Web Browsing on Mobile Phones – Characteristics of User Experience. Dissertation, Helsinki University of Technology, 2006.
- [Snowberry 83] Sissin Snowberry, Parkinson. Computer computer computer display menus. 1983.
- [Stockhausen 09] Jessica Stockhausen. Mobiles internet: Entwicklung, einsatz, chancen. 2009.
- [web 08] web. <http://www.w3.org/wai/>. last checked: 31.05.2008, 2008.
- [web 09a] web. <http://webviewer.softonic.de/java/screenshots>. last checked: 27.4.2009, 2009.
- [web 09b] web. <http://www.bizeps.or.at/gleichstellung/rechte/bgstg.php>. last checked: 19.03.2009, 2009.
- [web 09c] web. <http://www.totalvalidator.com/>. last checked: 16.08.2009, 2009.
- [web 09d] web. <http://www.w3.org/wai/>. last checked: 19.03.2009, 2009.

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Mobile Internet Nutzung, 2008 [Nielsen 08] | 9 |
| 1.2 | Nutzung der mobilen Internet Angebote, 2008 [Klaus Böhm 08] | 10 |
| 2.1 | User experience Definition von Hassenzahl & Tractinsky (2006) [Roto 06] | 14 |
| 2.2 | Attribute der User Experience im mobilem Web | 14 |
| 2.3 | Beispiel einer hierarchischen Menüstruktur | 18 |
| 2.4 | Wechselwirkungsmodell [Kim 04] | 20 |
| 2.5 | Ausschnitt aus der Mobilen Webseite von derstandard.at | 21 |
| 2.6 | Screenshot WebViewer 4.0 | 23 |
| 2.7 | Links: originales Layout in mobilem Browser; Rechts: Minimap Skalierung [Popescu 06] | 25 |
| 2.8 | Minimap Page Overview Funktion [Popescu 06] | 26 |
| 2.9 | Typische Ladezeiten einer Webseite auf mobilem Endgerät (vgl. [Antti Oulasvirta 05]) | 28 |
| 2.10 | Durschnittliche Dauer der Aufmerksamkeit während des Ladens einer mobilen Webseite [Antti Oulasvirta 05] | 29 |
| 2.11 | XHTML MP 1.2 [Alliance 04] | 31 |
| 2.12 | Beispiel für die Reduzierung eines Datenobjektes für den mobilen Client [Natchetoi 08] | 33 |
| 2.13 | Beispiel für einen Screen Graphen mit Interaktionspfaden [Natchetoi 08] | 34 |
| 2.14 | Architektur eines mobilen SOA Framework [Natchetoi 08] | 35 |
| 3.1 | Tangram Puzzle. Jedes Puzzleteil steht für ein Set an Richtlinien. [Brian Kelly 06] | 42 |
| 3.2 | Beispiel für redundante, alternative Textangabe. [Asakawa 05] | 45 |
| 3.3 | Beispiel für die Beschreibung eines Smiley mittels SVG. [Altmanninger 06] | 46 |
| 3.4 | Dynamische Generierung von Kontext und Nutzer abhängigen Grafiken [Altmanninger 06] | 46 |
| 4.1 | Screenshots der mobilen Fahrplanauskunft | 51 |
| 4.2 | Screenshots des mobilen Echtzeitmonitors | 52 |
| 4.3 | Ergebniss der generellen qualitativen Untersuchung | 54 |
| 4.4 | Usability Testergebnisse | 56 |
| 4.5 | Screenshots des mobilen Portals der Stadt Wien (Startseite und Suchformular) | 57 |
| 4.6 | Screenshots des mobilen Portals der Stadt Wien (Suchergebnis und Karte) | 58 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.7 | Ergebniss der generellen qualitativen Untersuchung | 59 |
| 4.8 | User Agent Test | 60 |
| 4.9 | Usability Testergebnisse | 61 |
| 5.1 | Technische Architektur der mobilen, barrierefreien Fahrplanauskunft . . | 69 |
| 5.2 | Usecase: Echtzeitmonitor - Linie | 70 |
| 5.3 | Usecase: Echtzeitmonitor - Haltestelle | 71 |
| 5.4 | Usecase: Userprofil anlegen | 72 |
| 5.5 | Use Story: Startseite | 73 |
| 5.6 | User Story: Userprofil | 74 |
| 5.7 | User Story: Hotspots editieren | 74 |
| 5.8 | User Story: Linien Suche | 75 |
| 5.9 | User Story: Fahrtrichtungswahl | 76 |
| 5.10 | User Story: Haltestellensuche | 76 |
| 5.11 | User Story: Echtzeitmonitor - Linie | 77 |
| 5.12 | User Story: Echtzeitmonitor - Haltestelle | 78 |
| 5.13 | User Story: Kein Suchergebnis | 78 |
| 5.14 | Informationsarchitektur | 79 |