

---

**Kontext- und interessengesteuerte Personalisierung von Touren mit  
einer mobilen Anwendung und deren Evaluation im Feld**

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

vorgelegt von

Dipl.-Inf. (FH) Ronny Kramer

geboren am 15.02.1981 in Bad Muskau

genehmigt von der Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau  
der Technischen Universität Clausthal,

Tag der mündlichen Prüfung

.....17.12.2009.....

---

Vorsitzende/Vorsitzender der Promotionskommission

.....*Professor Dr. S. Hartmann*.....

Hauptberichterstatterin/Hauptberichterstatter

.....*Professor Dr. J. P. Müller*.....

Nebenberichterstatterin/Nebenberichterstatter

.....*Professor Dr. N. Pinkwart*.....

# Danksagung

Zu aller erst möchte ich Herrn Prof. Dr. Jörg Müller und Herrn Prof. Dr. Niels Pinkwart von der TU Clausthal für Ihre Zeit, Mühe und Geduld bei der Betreuung, sowie Ihren fachlichen Kritiken und Anmerkungen zur Verbesserung dieser Arbeit danken.

Besonderer Dank geht auch an Herrn Prof. Dr.-Ing. Klaus ten Hagen für die Leitung des Forschungsprojektes VESUV an der Hochschule Zittau/Görlitz und der damit verbundenen Organisation aller Abläufe. Ebenfalls hat sein Fachwissen wesentlich zur Erarbeitung aller Ergebnisse und zu deren wissenschaftlicher Veröffentlichung beigetragen. In diesem Zusammenhang danke ich weiterhin meinem damaligen Kollegen Herrn Dipl.-Inf. (FH) Marko Modsching für die sehr gute Zusammenarbeit und die gemeinsamen Konferenzteilnahmen während der  $2\frac{1}{2}$  Jahre. Außerdem richtet sich ein großer Dank an die Kollegen des IKAROS Forschungsprojektes, allen voran Prof. Dr. Jürgen Kawalek, sowie Frau Dipl.-Kommpsych (FH) Annegret Stark und den Herren Dipl.-Kommpsych (FH) Marcel Riebeck und Christoph Herrmann für ihre fachliche Unterstützung bei den Nutzerstudien, insbesondere dem Entwurf und der Auswertungen der Fragebögen.

Ein weiteres Dankeschön für Ihre Unterstützung während der Evaluation der Studienergebnisse geht an Frau Dr. Ulrike Gretzel der TU Texas. Ihre Erfahrungen und Ihr Wissen über Studien im Bereich E-Tourismus hat bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Feldversuche in Görlitz sehr geholfen.

Mein Dank gilt außerdem allen Diplomanden, welche im Rahmen Ihrer Diplomarbeiten an der Entwicklung und Auswertung beteiligt waren. Im Einzelnen sind dies Dipl.-Inf. (FH) Marcel Hermkes und Dipl.-Inf. (FH) Björn Schumann, die sich mit dem Entwurf und der Optimierung eines Tourberechnungsalgorithmus befassten, Dipl.-Inf. (FH) Patrick Müller, der das Design der DTG Oberfläche und die Entwicklung des ersten Prototypen vornahm, Dipl.-Inf. (FH) Henrik Hupka, der die Implementierung der Interessenerfassung auf einem mobilen Gerät übernahm, sowie Dipl.-Inf. (FH) Torsten Engelmann für die Implementierung des DTG Clients und Dipl.-Inf. (FH) Eric Voss für die Implementierung der DTG Server Komponenten für den Einsatz im Feldversuch.

Zu guter Letzt danke ich allen mithelfenden Studenten und Praktikanten, sowie den interessierten und hilfsbereiten Besuchern der Stadt Görlitz ohne die diese Feldstudien in der durchgeführten Art und Weise nicht möglich gewesen wären.

# Zusammenfassung

Diese Dissertation leistet einen wissenschaftlichen Beitrag im Bereich E-Tourismus. Die technischen Möglichkeiten um diverse Prozesse innerhalb der Tourismusindustrie umzugestalten, zu vereinfachen und damit gezielt zu verbessern bestehen zweifellos und werden in den folgenden Ausführungen näher erläutert. Die wissenschaftliche Fragestellung, die auch den Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt, soll klären wie solche Veränderungen von den Touristen angenommen werden, welche messbare Auswirkungen auf ihre Verhaltensweisen bestehen und ob somit positive oder auch negative Effekte nachweisbar sind.

Dazu ist eine detaillierte empirische Evaluation eines exemplarischen Systems notwendig. Dieser Herausforderung nimmt sich diese Dissertation mit der Einführung eines Verfahrens zur Personalisierung bei der Planung und Durchführung von Touren, und dessen Evaluierung durch eine Feldstudie mit echten Touristen an. Schlussfolgernd aus dessen Integration als Hauptbestandteil eines mobilen Stadtführers, der die Aktivitäten von Touristen in ihnen unbekanntem Zielgebieten unterstützt, werden basierend auf deren variierenden Verhaltensweisen Pro und Contra für einen Einsatz in der Praxis gezogen. Zu Beginn erfolgt eine Einführung der bekanntesten, wichtigsten und seinerzeit aktuellen Tour Guide Projekte. Es werden die Gemeinsamkeiten sowie die spezifischen Unterschiede aller Ansätze herausgearbeitet. Ausgehend von diesen Entwicklungen wird der in dieser Arbeit entwickelte Dynamische Tour Guide (DTG) im Detail vorgestellt. Besonderes Augenmerk liegt auf den fortschrittlichen Konzepten, wie einer personalisierten Planungskomponente, um individuelle Touren zu erzeugen, und einem Adaptionsmechanismus, welcher ein ständiges Anpassen der Tour an das tatsächlich aktuelle Nutzerverhalten vornimmt. Die zu Grunde liegende Architektur wird ebenfalls beschrieben, wobei sich die Details der konkreten Realisierung auf die erwähnten Konzepte beschränken und auch bestehende Ansätze mit einbeziehen. In einer ausführlich dargelegten Feldstudie wird die Hypothese, dass der zur individuellen Bewertung und Auswahl von Sehenswürdigkeiten definierte Algorithmus in der Lage ist für jeden Touristen eine Rangfolge von Attraktionen vorherzusagen, die auf deren zuvor ermittelten, allgemeinen Interessen beruht, und somit richtige Auswahlentscheidungen zu treffen. Dazu werden 3 Methoden zur Interessenerfassung entworfen und im Hinblick auf Effektivität und Bedienbarkeit miteinander verglichen. Die Ergebnisse dienen nicht nur der Bestätigung der anfänglichen Annahmen, sondern wirken sich auch auf die weitere Entwicklung der mobilen Anwendung aus. Den Hauptteil der Arbeit bildet eine groß angelegte Nutzerstudie, deren Ziel die Untersuchung der Anwendbarkeit in der Praxis durch wirkliche Touristen ist. Da wesentliche Voraussetzungen der Arbeit bereits einige Jahre zurückliegen, wird abschließend eine Einschätzung im Hinblick auf den derzeitigen Stand der Technik getroffen.

Alle Aktivitäten, von Design und Implementierung der Anwendung, über Durchführung

und Auswertung der Feldstudien entstanden im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) geförderten Forschungsprojektes namens VE-SUV<sup>1</sup>, mit dem Ziel der Entwicklung eines Technologiedemonstrators für einen mobilen Stadtführer mit dem Titel 'Dynamischer Tour Guide' (DTG) im Teilgebiet E-Tourismus. Während der Arbeiten an dem Forschungsprojekt wurden zwei Feldversuche in Görlitz durchgeführt, welche die Basis der hier vorgestellten Ergebnisse bilden.

---

<sup>1</sup><http://www.vesuv-projekt.de>, Stand: 20.05.07

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielstellung</b>	<b>3</b>
2.1	Problemdefinition . . . . .	3
2.2	Wissenschaftliche Herausforderungen und Thesen . . . . .	5
2.3	Untersuchungsumgebung . . . . .	6
2.4	Mobiles und technisches Umfeld . . . . .	8
2.5	Gesamtziel . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Stand von Wissenschaft und Technik</b>	<b>10</b>
3.1	Elektronische Infrastruktur . . . . .	10
3.2	Lokalisationsverfahren . . . . .	11
3.3	Navigationssysteme . . . . .	13
3.3.1	Autonavigation . . . . .	13
3.3.2	Fußgängernavigation . . . . .	13
3.4	Mobile Stadtführer . . . . .	14
3.4.1	Vorarbeiten . . . . .	15
3.4.1.1	Cyberguide . . . . .	15
3.4.1.2	GUIDE . . . . .	16
3.4.1.3	HIPS . . . . .	18
3.4.1.4	Deep Map . . . . .	18
3.4.1.5	Crumpet . . . . .	19
3.4.1.6	Harmonise . . . . .	20
3.4.1.7	TellMaris - Mobile 3D . . . . .	20
3.4.1.8	Lol@ . . . . .	21
3.4.1.9	Travel Diary France Telecom . . . . .	21
3.4.2	Parallele Ansätze und Entwicklungen . . . . .	21
3.4.2.1	eNarro, iGuide, globe2go . . . . .	22
3.4.2.2	COMPASS . . . . .	22
3.4.2.3	Intrigue . . . . .	23
3.4.3	Vergleich zur DTG-Anwendung . . . . .	25
3.5	Marktanalyse . . . . .	27
3.5.1	Verleih- und Vertriebsmodell . . . . .	27
3.5.2	Mobile Endgeräte . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Anforderungsanalyse</b>	<b>30</b>
4.1	Szenario . . . . .	30

## Inhaltsverzeichnis

4.2	Technische Anforderungen . . . . .	32
4.2.1	Benutzbarkeit . . . . .	32
4.2.2	Erweiterbarkeit . . . . .	32
4.3	Rechtliche Anforderungen . . . . .	33
4.4	Konzeptionelle Ansprüche . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Realisierung der mobilen Applikation</b>	<b>36</b>
5.1	Architektur . . . . .	36
5.1.1	Lösungsansätze . . . . .	36
5.1.2	Datenhaltungsmodell . . . . .	37
5.1.3	Technische Implementierung . . . . .	38
5.2	Umsetzung der Teilkomponenten . . . . .	41
5.2.1	Personalisierte Interessenerfassung und Attraktionsauswahl . . . . .	41
5.2.1.1	Entwurf einer Taxonomie zur Gliederung von Interessengebieten . . . . .	44
5.2.1.2	Modellierung aller Tourbausteine . . . . .	46
5.2.1.3	Entwurf von Methodiken zur Interessenerfassung . . . . .	48
5.2.1.4	Bewertung von Tourbausteinen durch einen Semantic Matching Algorithmus . . . . .	50
5.2.2	Kontextgesteuerte Informationspräsentation . . . . .	53
5.2.2.1	Definition von Kontext . . . . .	53
5.2.2.2	Modellierung von Attraktionsflächen . . . . .	56
5.2.2.3	Praktische Umsetzung . . . . .	59
5.2.3	Algorithmus zur Berechnung eines Tourplans . . . . .	61
5.2.4	Manuelle Tourmodifikation . . . . .	64
5.2.5	Navigation . . . . .	65
5.2.6	Verhaltensbedingte Touradaption . . . . .	66
5.2.7	Integration eines Restaurants . . . . .	69
5.2.8	Dialogabfolge des DTG Planers . . . . .	70
<b>6</b>	<b>Vorstudie: Erfassung von Interessen</b>	<b>76</b>
6.1	Hypothesen . . . . .	76
6.2	Versuchsaufbau . . . . .	77
6.3	Evaluation der gewonnenen Daten . . . . .	78
6.3.1	Demografische Daten . . . . .	78
6.3.2	Interaktionen mit dem mobilen Gerät . . . . .	79
6.3.3	Korrelationsberechnung . . . . .	80
6.3.3.1	Vergleich der Rangfolgen . . . . .	80
6.3.3.2	Fehlerbetrachtung . . . . .	83
6.3.4	Diversität von Interessen . . . . .	86
6.4	Einschränkungen der ermittelten Ergebnisse . . . . .	92
<b>7</b>	<b>Nutzerstudie im realen Kontext</b>	<b>94</b>
7.1	Theoretischer Hintergrund von Feldstudien . . . . .	94

## Inhaltsverzeichnis

7.2	Untersuchungsziele und -Aufbau . . . . .	95
7.3	Datenerhebung und -Umfang . . . . .	99
7.4	Evaluation aufgezeichneter Daten . . . . .	103
7.4.1	Altersverteilung . . . . .	103
7.4.2	Aufenthaltszeiten an Attraktionen . . . . .	103
7.4.2.1	Planer . . . . .	105
7.4.2.2	Explorer . . . . .	106
7.4.2.3	Logger . . . . .	107
7.4.3	Entdeckung von Sehenswürdigkeiten . . . . .	108
7.4.4	Interaktionen mit dem mobilen Gerät während der Tour . . . . .	110
7.4.5	Nutzung des Informationsangebotes . . . . .	111
7.4.6	Vergleich des Tourplans mit der tatsächlichen Tour . . . . .	112
7.4.7	Vergleich der drei Testgruppen . . . . .	118
7.4.7.1	Besuchte Sehenswürdigkeiten . . . . .	118
7.4.7.2	Tourlänge und -Dauer . . . . .	119
7.4.7.3	Zusammenfassung . . . . .	120
7.5	Zufriedenheitsanalyse . . . . .	123
7.5.1	Hypothesen . . . . .	123
7.5.2	Untersuchungskriterien . . . . .	124
7.5.3	Auswertung der Fragebögen . . . . .	124
7.5.3.1	Orientierungsfähigkeit als Zufriedenheitskriterium . . . . .	124
7.5.3.2	Darbietung von Informationen als Zufriedenheitskriterium . . . . .	126
7.5.3.3	Akzeptanz der Gesamtanwendung . . . . .	128
7.5.3.4	Zusammenfassung . . . . .	129
7.6	Diskussion . . . . .	129
7.6.1	Funktionelle Schwachstellen . . . . .	129
7.6.2	Wertung der Ergebnisse . . . . .	130
7.6.3	Offene Fragen . . . . .	131
<b>8</b>	<b>Ausblick</b> . . . . .	<b>132</b>
8.1	Einordnung in den aktuellen Kontext . . . . .	132
8.1.1	Ist-Analyse von Wissenschaft und Technik . . . . .	132
8.1.1.1	GPS . . . . .	132
8.1.1.2	Mobile Geräte . . . . .	133
8.1.1.3	Fußgängernavigation . . . . .	134
8.1.1.4	Kommerzielle Tour Guides . . . . .	140
8.1.1.5	Web 2.0 . . . . .	142
8.1.2	Umsetzung nach derzeitigem Stand . . . . .	143
8.2	Erweiterbarkeit . . . . .	145
8.2.1	Portierung auf andere Technologien . . . . .	145
8.2.2	Migration auf andere Zielgebiete . . . . .	145
8.3	Zukünftige Entwicklungen . . . . .	147
8.3.1	Gruppenunterstützung . . . . .	147
8.3.2	Personalisierung . . . . .	148

*Inhaltsverzeichnis*

8.3.3 Mobile Assistenz . . . . . 149  
8.3.4 Dezentralisierung . . . . . 150

# Abkürzungsverzeichnis

**BDSG** Bundesdatenschutzgesetz

**DB** Datenbank

**DMO** Destination Management Organisation

**DGPS** Differential GPS

**DTG** Dynamischer Tour Guide

**GIS** Geografisches Informationssystem

**GPRS** General Packet Radio Service

**GPS** Global Positioning System

**GUI** Graphical User Interface

**HTTP** Hypertext Transfer Protocol

**IP** Internet Protocol

**KB** Kilo Byte

**MDA** Mobile Digital Assistant

**NMEA** National Marine Electronics Association

**PC** Personal Computer

**PDA** Personal Digital Assistant

**POI** Point of Interest

**TBB** Tour Building Block (Tourbaustein)

**TDDSG** Teledienstschutzgesetz

**UDDI** Universal Description, Discovery and Integration

**UMTS** Universal Mobile Telecommunication System

**VESUV** Verteilte Software-Agenten für sichere, rechtsverbindliche Aufgabendelegation  
in mobilen kollaborativen Anwendungen

## *Inhaltsverzeichnis*

**WAAS** Wide Area Augmentation System

**WLAN** Wireless Local Area Network

**WSDL** Web Service Description Language

**XML** Extensible Markup Language

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Anzahl der Besucher der Stadt Görlitz . . . . .	7
2.2	Ermittelte Alterverteilung der Görlitzer Touristen 2005/2006 . . . . .	7
2.3	Erfahrungen mit verschiedenen Technologien der Görlitzer Touristen . . . . .	8
3.1	GPS-Netzwerk aus 24 Satelliten . . . . .	12
3.2	Navigon Userinterface . . . . .	15
3.3	GUIDE System . . . . .	17
3.4	TourGuides von eNarro und iGuide . . . . .	23
3.5	COMPASS Anwendung . . . . .	24
3.6	MDA III . . . . .	29
5.1	DTG Architektur . . . . .	40
5.2	DTG Gerätesichtweise . . . . .	42
5.3	Interessentaxonomie . . . . .	47
5.4	Screenshot der Baumvariante . . . . .	48
5.5	Screenshots der Bildervariante . . . . .	49
5.6	Screenshots der Hauptkategorienvariante . . . . .	50
5.7	Verwandte Suchanfragen bei Google . . . . .	51
5.8	Bewerteter Graph . . . . .	53
5.9	Modellierung einer Fläche als Polygon . . . . .	57
5.10	Modellierung durch mehrere Rechtecke . . . . .	58
5.11	TBB Flächen . . . . .	58
5.12	Benutzerführung an einem TBB . . . . .	60
5.13	TBB Flächen . . . . .	60
5.14	Sequenzdiagramm Tourberechnung . . . . .	63
5.15	Benchmarkergebnisse für die Tourberechnung . . . . .	64
5.16	Integration der Navigationskomponente . . . . .	66
5.17	Szenario einer Tour . . . . .	69
6.1	Sortierung . . . . .	78
6.2	Versuchsaufbau . . . . .	79
6.3	Korrelationsverteilung . . . . .	82
6.4	Normalverteilung (Ablehnungsbereich bei einseitigem Test) . . . . .	85
6.5	Interessen pro Hierarchieebene . . . . .	87
6.6	Taxonomie mit Verteilung der Interessen . . . . .	88
7.1	Navigation - Tourplan - Annäherung . . . . .	97

## Abbildungsverzeichnis

7.2	POsitionsdarstellung - Liste - Information . . . . .	98
7.3	Architektur der Instrumentierung . . . . .	102
7.4	Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Planer	106
7.5	Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Explorer . . . . .	107
7.6	Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Logger	108
7.7	Besuchsverteilung an den Attraktionen . . . . .	109
7.8	Besucherstatistik ausgewählter Sehenswürdigkeiten . . . . .	110
7.9	Boxplot der Interaktionen während der Tour . . . . .	111
7.10	Klickverteilung für Planer und Explorer über die relative Tourdauer . . . . .	112
7.11	Verteilung der Modifikationen . . . . .	114
7.12	Verteilung der besuchten und ausgelassenen Attraktionen gemäß Tourplan	115
7.13	Vergleich der geplanten und tatsächlichen Tourdauer . . . . .	115
7.14	Prozentuale Erfüllung des Tourplans . . . . .	116
7.15	Vergleich der Anzahl besuchter Sehenswürdigkeiten . . . . .	119
7.16	Vergleich der Tourdauern in Minuten . . . . .	120
7.17	Vergleich der Tourlängen in km . . . . .	121
8.1	iPhone . . . . .	134
8.2	MDA Vario IV . . . . .	135
8.3	Richtungsweisende Pfeile . . . . .	136
8.4	Fußgängernavigation mit Googlemaps . . . . .	136
8.5	Nokia 6210 mit digitalem Kompass . . . . .	137
8.6	Fußgänger-Ansicht . . . . .	138
8.7	Panorama-Ansicht . . . . .	139
8.8	Landmark-Ansicht . . . . .	139
8.9	Mobile 3D für Mobiltelefon und PDA . . . . .	142
8.10	GeoNotes . . . . .	143

# Tabellenverzeichnis

1.1	Planungsprobleme im Tourismus . . . . .	2
3.1	Vergleich von Tour Guide Projekten . . . . .	26
3.2	Gerätevergleich . . . . .	29
5.1	TBB Modell . . . . .	39
5.2	Use Case 'Erstellung einer personalisierten Tour' . . . . .	45
5.3	Hauptkategorien . . . . .	46
5.4	Use Case 'Kontextgesteuerte Informationspräsentation' . . . . .	54
5.5	Kontextarten . . . . .	55
5.6	Aktionen beim Betreten und Verlassen virtueller Flächen . . . . .	59
5.7	Exemplarischer Tourplan . . . . .	67
5.8	Status und Absicht des Nutzers . . . . .	69
6.1	Einteilung der Korrelationswerte . . . . .	77
6.2	Interaktionsdaten (Medianwerte) . . . . .	80
6.3	Interpretation von Korrelationswerten . . . . .	80
6.4	Beispiel einer Rangfolge und resultierender Korrelation . . . . .	81
6.5	Beispiel einer Rangfolge und resultierender Korrelation . . . . .	82
6.6	Ergebnisse der Korrelationsberechnung . . . . .	83
6.7	Signifikanzwerte . . . . .	85
6.8	Berechnete Entropien . . . . .	89
6.9	Relative Entropie für die ebenenspezifische Interessenauswahl der Bildvariante . . . . .	90
6.10	Beispiel zur Distanzberechnung . . . . .	91
6.11	Exemplarische Matrix . . . . .	91
6.12	Cluster . . . . .	92
7.1	Funktionsübersicht von Logger, Explorer und Planer . . . . .	98
7.2	Interaktionsdaten . . . . .	102
7.3	Mittlere Aufenthaltszeiten mit und ohne Informationen beim Planer . . . . .	106
7.4	Mittlere Aufenthaltszeiten mit und ohne Informationen beim Explorer . . . . .	107
7.5	Informationsnutzung im Verhältnis zu den besuchten TBBs . . . . .	113
7.6	Übersicht der Aufenthaltszeiten an Attraktionen in Sekunden . . . . .	118
7.7	Anzahl der besuchten Attraktionen pro Tour . . . . .	118
7.8	Vergleich der Testgruppen Planer, Explorer und Logger . . . . .	122
7.9	Zufriedenheit gegenüber Orientierung . . . . .	124

*Tabellenverzeichnis*

7.10 Man Whitney Test: Orientierung bei Nutzung und Nicht-Nutzung eines MDA . . . . .	125
7.11 Signifikanzergebnisse . . . . .	126
7.12 Orientierungsquellen . . . . .	126
7.13 Informationsquellen . . . . .	127
7.14 Zufriedenheit mit Informationen . . . . .	127
7.15 Man Whitney Test Qualität der Information bei Nutzung und Nicht Nutzung eines MDA . . . . .	127

# 1 Einführung

Tagesausflüge in bekannte und attraktionsreiche Städte sind eine weit verbreitete und beliebte Aktivität vieler Touristen. Oftmals werden solche Ausflüge von Reiseveranstaltern für Gruppen organisiert und beinhalten eine professionelle Stadtführung zu den berühmtesten Sehenswürdigkeiten und Schauplätzen. Je nach räumlicher Verteilung der Attraktionen innerhalb von Städten kann die Tour per Bus oder zu Fuß geschehen. Spontane Entschlüsse sind hier jedoch mit Vorsicht zu genießen, da solche Touren oft einer Buchung im Voraus bedürfen, was wiederum eine vorherige Planung des Ausflugs von zu Hause voraussetzt. Hierzu stehen Informationsquellen wie das Web zur Verfügung, gegebenenfalls auch Bücher, Broschüren und Reiseprospekte. Alternativ kann die Planung einer eigenen Tour erfolgen, was aber sehr mühselig sein kann, da Entfernungen und somit die Dauer schlecht abschätzbar sind, und eine manuelle Zusammenstellung aus einer tiefgründigen Studie der vorhandenen Attraktionen durchgeführt werden muss. Ganz ohne Vorbereitung besteht dann nur die Möglichkeit der Orientierung mit Hilfe von öffentlichen Informationsquellen wie Faltplänen, Informationsheften oder Straßenschildern, die allerdings nur eingeschränkte Unterstützung bereitstellen oder oft nicht ausreichend verfügbar sind.

Mittels heutzutage verfügbarer Technologien wie Agenten auf mobilen Geräten bietet sich die Möglichkeit intelligente Systeme als Stadtführer einzusetzen, welche eine zeitnahe Planung und eine auf persönliche Präferenzen zugeschnittene Durchführung übernehmen, und somit individuelle Erfahrungen bieten. Vergleichbar mit gängigen Empfehlungsdiensten für individuelle Produktangebote in Internetshops sind die Informationsbedürfnisse im Tourismusbereich vornehmlich auf Sehenswürdigkeiten und Restaurants ausgerichtet. Mit wenigen bereitgestellten Informationen, welche die individuellen Interessen der Touristen betreffen, kann ein Softwareagent die Herausforderung der Erstellung einer ersten persönlichen Tour durch Auswahl der am besten zu den Interessen passenden Sehenswürdigkeiten, sowie weiterer Touren durch Ausschluss schon besuchter Sehenswürdigkeiten meistern. Kontextsensitive Lösungsansätze gewährleisten die Bereitstellung wichtiger Informationen, die andernfalls nicht verfügbar wären, zumindest nicht in einer derartig personalisierten Form.

In den letzten Jahren befassten sich viele Projekte mit der Entwicklung von mobilen Stadtführern. 1997 entstand der Prototyp der ersten Anwendung mit dem Namen Cyberguide [AGH<sup>+</sup>97] in Atlanta (USA). Zur Positionsbestimmung des Nutzers wird außerhalb von Gebäuden GPS und innerhalb Infrarot verwendet. Der Nutzer kann an jeglichen Orten zu jeglichen Sehenswürdigkeiten Informationen abfordern. Es kann ebenfalls eine Route vom aktuellen Punkt zu einer Sehenswürdigkeit angezeigt werden. Zusätzlich kann über die gesamte Tour ein Tagebuch angefertigt werden, welches auf den angeforderten Inhalten basiert.

Tabelle 1.1: Planungsprobleme im Tourismus

Zeitraum	Planungsobjekt	Beispiel
<8 Stunden	Tour	DTG
2-3 Tage	Trip	[God03] [Lop02]
>1 Woche	Urlaub	France Telecom <sup>2</sup>

Diese Art von Agenten besitzt das Potential einer effektiven Unterstützung von Touristen, indem alle organisatorischen und verwaltungstechnischen Aufgaben automatisch erledigt werden, und der Tourist sich voll und ganz auf das Erlebnis der Tour konzentrieren kann. Jedoch berücksichtigen derzeitig kommerziell erwerbbar Produkte persönliche Aspekte nicht oder nur in Ansätzen. Stattdessen werden Standardtouren angeboten, welche mit den typischen Rundgängen menschlicher Stadtführer vergleichbar sind. Teilweise hat der Nutzer auch die Möglichkeit sich seine Tour aus den Komponenten selbst zu erstellen, was allerdings Vorwissen über die angebotenen Sehenswürdigkeiten voraussetzt und sehr zeitaufwendig werden kann. Dennoch stellen diese Systeme einen ersten großen Schritt in Richtung Bereicherung des Individualtourismus dar, indem ausführliche multimediale Informationen präsentiert werden. Die Erstellung von wirklich personalisierten Touren und damit die Vermittlung von individuellen Erfahrungen ist noch immer Gegenstand der Forschung und höchst relevant in diesem Sektor. Indiz dafür sind z.B. die Ausführungen in dem Artikel von Starkov [Sta01], welche voraussagen, dass es in den nächsten Jahren mehr Mobiltelefone mit Internet-Zugriff als PCs geben wird. Da das Mobiltelefon zum einen nicht ortgebunden, und im Unterschied zum PC immer ein persönliches Gerät ist, wird weiterhin vermutet, dass standortbezogene und persönliche Informationsdienste enorm an Bedeutung gewinnen werden.

Wie in Tabelle 1.1 aufgelistet, gibt es im Tourismusbereich verschiedene Planungshorizonte. Bei mehrwöchigen Ausflügen handelt es sich meist um Urlaubsreisen, wofür u. a. die France Telecom ein Planungstool entwickelt hat. Zu Ausflügen von wenigen Tagen gibt es theoretische Ansätze von Godart [God03] und Lopez [Lop02]. Bei eintägigen Ausflügen über wenige Stunden handelt es sich um Touren, wo dieses Projekt mit der Entwicklung des Dynamischen Tour Guides (DTG) ansetzen soll.

## 2 Zielstellung

### 2.1 Problemdefinition

Im Allgemeinen gibt es zwei unterschiedliche Typen von Touristen. Zum ersten Typ gehören diejenigen, die an organisierten Führungen teilnehmen. Meist handelt es sich dabei um Touristen die in Gruppen unterwegs sind, so dass diese Führungen schon im Vorfeld organisiert sind. Ein Nachteil solcher Touren ist allerdings, dass einzelne spezielle Interessen dabei nicht berücksichtigt werden können. Menschliche Stadtführer bieten gewöhnlich Touren für Touristengruppen mit einer Mindestanzahl von Teilnehmern an. Die Führungen verlaufen entlang weniger festgelegter Routen, und zielen auf eine Vermittlung von Eindrücken der bekanntesten und beliebtesten Sehenswürdigkeiten ab, um so der größtmöglichen Anzahl von Interessen gerecht zu werden. Dies führt zu einer sehr engen Verteilung von Touristen innerhalb des Gebietes, da alle die gleiche begrenzte Auswahl von Attraktionen zu Gesicht bekommen, und der Eindruck vermittelt wird alles Wichtige gesehen zu haben. Eine solche Tour lässt außerdem keine Möglichkeit für Spontaneität, da jeder Tourist bestrebt sein muss bei der Gruppe zu bleiben. Gewissermaßen stellen diese Touren eine Art Massenprodukt dar, welche auf die gängigsten Interessen abgestimmt sind.

Individuell reisende Touristen die sich für einen spontanen Ausflug entscheiden unterliegen zudem stets der Gefahr, dass gerade keine Tour stattfindet der sie sich anschließen können was einen weiteren Nachteil darstellt.

Daher erkundet ein Großteil der Touristen die Stadt selbständig, und stellt damit den zweiten Typ dar. Beispielsweise ergab eine Befragung von Touristen in Heidelberg durch Freytag [Fre03], dass die meisten der Touristen autonom und zu Fuß unterwegs sind. Weiterhin stellte sich heraus, dass fast alle Touristen das örtliche Schloss besuchen, während viele andere Sehenswürdigkeiten kaum Beachtung finden, einige werden sogar zu weniger als 5 % entdeckt. Dies zeigt deutlich, dass sich die Touristen sehr konzentriert an wenigen Orten aufhalten, und somit den Massenströmen folgen. Dies betrifft vor allem jene Touristen die ohne Vorwissen eine Stadt besuchen und sich dann mit Hilfe öffentlicher Informationsquellen wie Faltp länen Informationsheften oder Straßenschildern orientieren die allerdings nur eingeschränkte Unterstützung bereitstellen, oder oft nicht verfügbar sind. Dazu besagen weitere Studien von Kempermann [KBOT03][KCHT04] in amerikanischen Vergnügungsparks, dass sich Erstbesucher aufgrund mangelnder Informationen ebenfalls stark konzentriert an den Hauptattraktionen aufhalten, während Wiederholungsbesucher eine gezielte Auswahl vornehmen.

Individuelle Touristen können somit stärker ihren spezifischen Interessen nachgehen. Sie sind aber auf ihre eigenen Vorbereitungen, spontanen Entscheidungen und Orientierungsfähigkeiten angewiesen. Entweder planen sie den Ausflug schon zu Hause mit

## 2 Zielstellung

Hilfe von Büchern, Karten, Broschüren oder Internetseiten, oder sie versuchen sich vor Ort Informationen zu beschaffen, z.B. in Tourismusbüros. Aufgrund eines Mangels an zielgerichteten Informationen stellt dies jedoch ein schwieriges Unterfangen dar. Oftmals bieten Broschüren und Büros nur Informationen über die Hauptattraktionen weshalb diese Touristen im Endeffekt ebenfalls die Standardrouten begehen und die überfüllten Sehenswürdigkeiten besuchen. Gleiches gilt für Touristen ohne konkrete Vorstellungen und Informationen, die sich einfach den Touristenströmen anschließen und sich so darauf verlassen, alles Sehenswerte zu Gesicht zu bekommen.

Aufgrund mangelnder Zeit, mangelndem Willen oder mangelhaften Informationsquellen ist die manuelle Zusammenstellung eines Tourplans für einen bevorstehenden Ausflug sehr mühsam. Wie anhand dieser Ausführungen deutlich wird herrscht eine mangelnde Abdeckung der Informationsbedürfnisse von Touristen. Es wird eine bessere Unterstützung benötigt, im Idealfall eine personalisierte Aufbereitung, die den Touristen einen langwierigen Rechercheprozess erspart.

Ein weiteres Problem entsteht durch schlechtes Zurechtfinden innerhalb der Stadt. Dies kann einige Touristen viel Zeit kosten, oder sogar dazu veranlassen, die Suche nach bestimmten Attraktionen aufzugeben und stattdessen Alternativen aufzusuchen. Orientierungshilfen wie Schilder und Karten sind nicht immer ausreichend, daher ist auch eine Navigationsunterstützung von Nöten.

Insgesamt führen alle Gründe dazu, dass viele Touristen das vorhandene Potential vieler Reiseziele nur selten ausschöpfen. Nach Besichtigung der gängigsten Standorte gehen sie im Glauben nun alles zu kennen, obwohl oftmals noch sehr viel mehr Möglichkeiten für weitere Aktivitäten bestanden hätten. Hier versagt das traditionelle Marketing vieler touristischer Anziehungspunkte. Mit einer verbesserten informationellen Infrastruktur können hier längere Aufenthalte, mehrtägige Übernachtungen und angestrebte Wiederbesuche erreicht werden.

Aus der Sichtweise des Touristen besteht die Hauptschwierigkeit in der Identifikation von Sehenswürdigkeiten die von eigenem Interesse sind, dem Auffinden dieser Orte und dem Erhalt von umfangreichen und zuverlässigen Informationen. Besonders unvorbereitete Besucher stehen oft an Attraktionen, die als solche nur schwer erkennbar sind, und gehen achtlos vorüber, da keine Informationen verfügbar sind. Viele Sehenswürdigkeiten bleiben deshalb unentdeckt.

Aus dem Blickwinkel von Vermarktungsbeauftragten einer Region (DMO = Destination Management Organisation) besteht das Bestreben in einer möglichst gleichmäßigen Verteilung der Touristen, um eine breite Auslastung zu erreichen, und das gesamte Potential sichtbar zu machen. Dies kann nur durch individuell abgestimmte Empfehlungen erreicht werden, was dazu führt, dass Touristen vielfältigere Eindrücke mitnehmen und ihre Zufriedenheit gesteigert wird. Zusammenfassend besteht also eine starke Nachfrage nach einer besseren Unterstützung individueller Touristen. Voraussetzung ist die zielgerichtete Aufbereitung und Darbietung von Informationen, was allerdings einen hohen Modellierungsaufwand erfordert.

## 2.2 Wissenschaftliche Herausforderungen und Thesen

Das vorhandene Defizit an kontextbasierten sowie interessenbezogenen Informationen kann mit Hilfe der Agententechnologie gelöst werden. Darunter sind Anwendungen für mobile Geräte zu verstehen, die Kontextinformationen (Informationen der Umgebung) auswerten, diese in Beziehung zu den Präferenzen eines Touristen setzen, und somit enorme Chancen auf die Entscheidungen von Touristen Einfluss zu nehmen bieten. Personalisierte Touren könnten die Bedürfnisse von Touristen und DMOs gleichermaßen befriedigen. Leicht auszumalen sind Szenarien welche die Erkundung einer Stadt für Touristen weitaus komfortabler gestalten. Gemäß ihren persönlichen Interessen würden Touristen an geeignete Stellen geführt werden, und entsprechende inhaltliche Informationen durch Audiotexte, Videos und Bilder präsentiert bekommen. Die Frage die sich in diesem Zusammenhang stellt ist, ob ein mobiles Informationssystem einen menschlichen Stadtführer simulieren und um individuelle Aspekte erweitern kann, und trotzdem für gewöhnliche Touristen ohne Vorkenntnisse benutzbar ist. Der Vorteil eines menschlichen Stadtführers ist der persönliche Bezug, der den Zuhörern zusätzliche Fragen erlaubt und dem Stadtführer die Möglichkeit eröffnet über eigene Erfahrungen zu berichten. Außerdem kann der Stadtführer durch eine direkte Reaktion des Publikums die Art der Präsentation anpassen. Dadurch wird dem Touristen ein Erlebnis geboten, welches nicht durch ein Gerät ersetzt werden kann. Die Zielgruppe eines solchen mobilen Systems kann und soll daher keine Reisegruppe sein, sondern Individualtouristen, die die Stadt auf eigene Faust erkunden und an keiner geführten Tour teilnehmen möchten, die jedoch keine Informationen vorab sammeln konnten. Das System übernimmt somit die Rolle eines persönlichen Assistenten der den Mehrwert von allgegenwärtigen Kontextinformationen und eines individuellen Tourplans als Tourkomponente bietet. Die wesentliche Frage muss daher wie folgt umformuliert werden: "Kann ein mobiles Informationssystem die Organisation (Zusammenstellung eines Tourplans) und Durchführung (Anpassung des Plans an das tatsächliche Nutzerverhalten) einer Tour, welche konform zu den allgemeinen Interessen eines Touristen ist leisten?"

Vordergründiges Ziel ist die Erstellung einer individuellen Tour gemäß den allgemeinen Interessen eines Touristen. Diejenigen, die sich für Kirchen interessieren, werden auch erwarten primär religiöse Bauten während ihrer Tour zu sehen. Im Einzelnen gibt es zwei wesentliche Schritte. Zuerst muss das Gerät bzw. die Anwendung die Interessen des Touristen erlernen. Damit ist die Interessenerfassung die erste große Herausforderung. Die zweite ist die anschließende Auswahl von passenden Attraktionen und ihre Zusammenstellung zu einer Tour. Die sich daraus ergebende Hauptfrage aus wissenschaftlicher Sicht, die in dieser Arbeit geklärt werden soll, ist die folgende:

**"Ist es möglich die allgemeinen Interessen eines Touristen im mobilen Kontext in kurzer Zeit herauszufinden, und damit alle vorhandenen Attraktionen entsprechend zu bewerten?"**

Da es Ziel dieser Arbeit ist eine geeignete Lösung anzubieten, wird daraus die folgende These formuliert:

**"Ein zu definierender Semantic Matching Algorithmus kann aufgrund der allgemeinen Interessen eines Touristen voraussagen, welche Sehenswürdig-**

**keiten er/sie mögen wird und welche nicht.”**

Damit verbunden ist die zweite Frage, ob es eine nachweisbare Notwendigkeit für individuelle Touren gibt, da die Interessen der Touristen auch einander sehr ähnlich sein können und somit eher ein Bedarf nach Standardtouren besteht. Diese Fragestellungen werden in einem Feldtest untersucht.

Weiterhin ist die Entwicklung des DTG von den Herausforderungen der adäquaten Repräsentation von kontextgebundenen Informationen, sowie der Anpassung des Tourplans an das tatsächliche Nutzerverhalten getrieben. Essentiell ist dabei eine Lösung, die einwandfrei funktioniert, die Datenschutzrichtlinien berücksichtigt und gleichermaßen von normalen Touristen anwendbar ist. Nur dann kann ein solches System dazu beitragen die eingangs beschriebene Situation im Tourismus zu verbessern. Die zweite wissenschaftliche Fragestellung lautet somit:

**“Haben persönliche Touren eine Auswirkung auf das Verhalten von Touristen, verglichen mit der herkömmlichen Art und Weise einer Stadterkundung?”**

In einer zweiten Nutzerstudie unter realen Bedingungen soll geklärt werden ob die Touristen einerseits die Führung durch ein mobiles Gerät akzeptieren und den Anweisungen vertrauen, oder trotzdem aktiv und selbständig abweichende Entscheidungen treffen. Andererseits steht zur Debatte, ob die angebotenen Informationen, welche sonst nicht verfügbar wären, auch effektiv genutzt werden. Diese Arbeit wird sich der Beantwortung dieser Problemstellungen durch eine wissenschaftliche Herangehensweise widmen.

### 2.3 Untersuchungsumgebung

Ort und damit auch Objekt aller Forschungstätigkeiten für dieses Projekt war die Stadt Görlitz in Sachsen (Deutschland), und deren ortsansässige Tourismusindustrie. Durch die professionell angebotenen Stadtführungen kann nur ein kleiner Teil der Touristen abgedeckt werden, daher ist es für Städte wie Görlitz besonders wichtig sich auch den Individualtouristen in angemessener Weise zu präsentieren. Über eine Brücke (Altstadtbrücke) besteht eine Verbindung zum polnischen Stadtteil Zgorzelec. Görlitz bietet außerdem eine architektonisch sehr reichhaltige und bedeutende Altstadt, die komplett zu Fuß zu erreichen ist. Sie besitzt aus diversen Epochen stammende Bauwerke, darunter auch das größte zusammenhängende Gründerzeitviertel Europas. Des Weiteren ist ein einzigartiges Replikat des Heiligen Grabes von Jerusalem zu finden.

Abbildung 2.1 zeigt Anzahl der Übernachtungen in der Stadt Görlitz von 2001 bis zu Beginn des Jahres 2004. Erfasst wurden dabei alle Unterkünfte die mindestens 8 Betten anbieten. Die Frühlings- und Sommermonate weisen die höchsten Werte auf. In Summe ergibt das eine Besuchermenge von mehr als 50.000 Leuten pro Jahr, die nach Görlitz kommen und hier übernachten. Zusätzlich dazu gibt es jene Besucher, die in Unterkünften mit weniger als 8 Betten unterkommen, wie z.B. kleinere, private Pensionen, oder andere, die bereits nach einem eintägigem Aufenthalt am späten Nachmittag bzw. frühen Abend wieder abreisen.

Typische Touristen welche die Stadt besuchen sind von gehobenem Alter und meist

## 2 Zielstellung

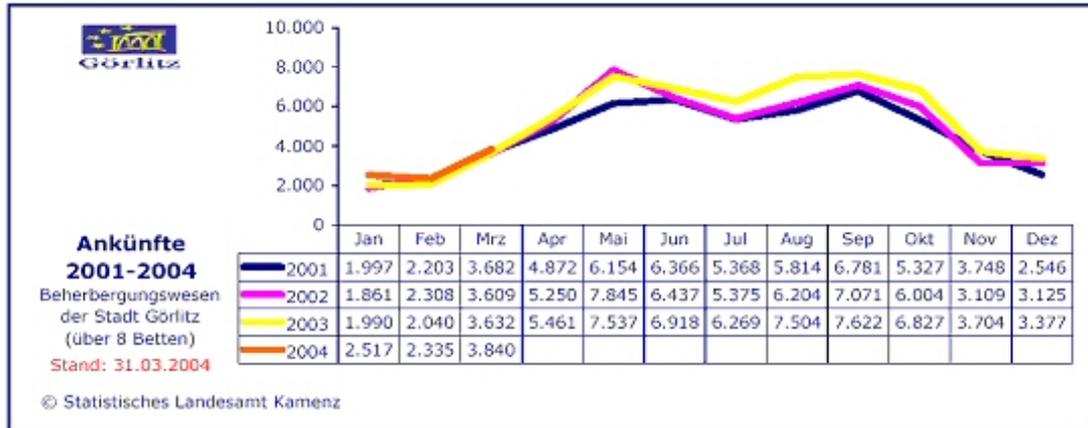


Abbildung 2.1: Anzahl der Besucher der Stadt Görlitz

aufgrund der architektonischen Sehenswürdigkeiten auf Görlitz aufmerksam geworden. Konkrete Zahlen dazu bietet Abbildung 2.2, welche die in den Feldversuchen ermittelten Altersverteilungen gegenüberstellt. Im Jahre 2005 betrug das durchschnittliche Alter 47, im Jahre 2006 sogar 49 Jahre. Eine weitere Schwierigkeit stellt die Tatsache der geringen

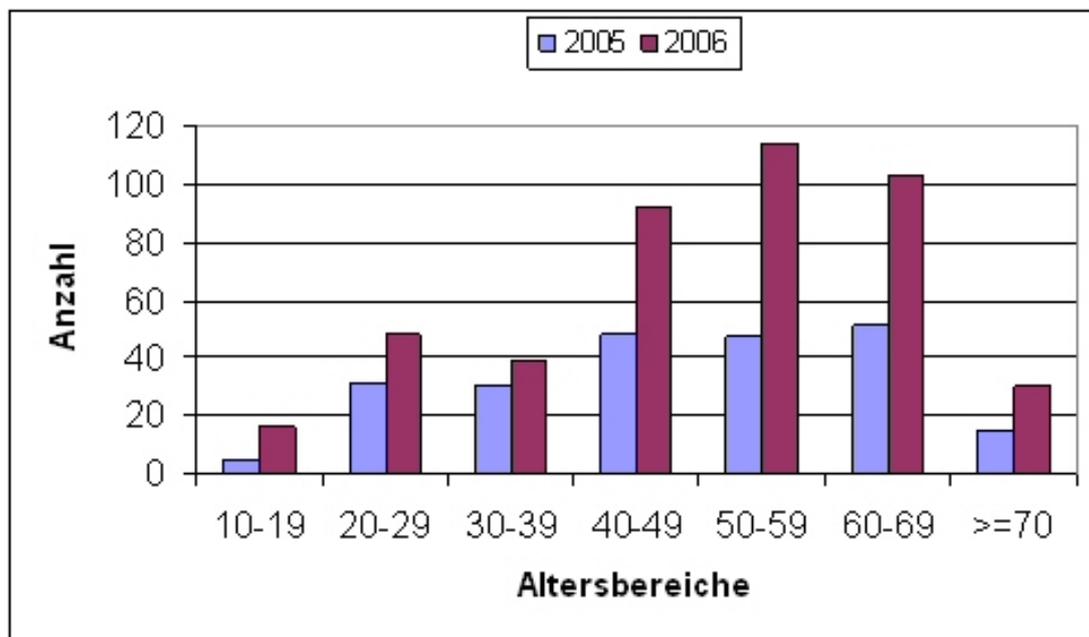


Abbildung 2.2: Ermittelte Altersverteilung der Görlitzer Touristen 2005/2006

Erfahrung mit mobilen Geräten dar. Auch dazu sind während der Feldversuche Daten erhoben worden, welche in Abbildung 2.3 aufgeführt sind. Klar ersichtlich ist, dass eine

sehr starke PC und Internetnutzung vorliegt, auch Handys sind eine gängige Technologie. Jedoch sind PDA und MDA von den Testpersonen zuvor so gut wie nie benutzt worden. Entsprechend hoch war auch die Herausforderung eine Anwendung zu schaffen, womit die Touristen trotz fehlender Kenntnisse im Umgang mit mobilen Geräten ohne Probleme und instinktiv interagieren können.

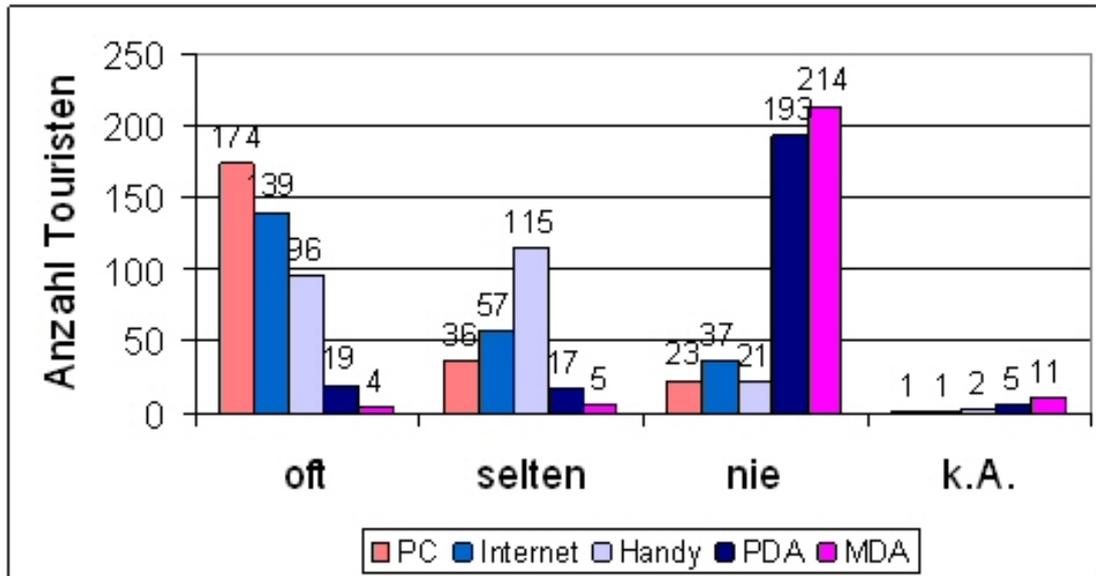


Abbildung 2.3: Erfahrungen mit verschiedenen Technologien der Görlitzer Touristen

## 2.4 Mobiles und technisches Umfeld

Durch den mobilen Kontext ergeben sich zusätzliche Herausforderungen bzgl. der Interaktion von Touristen mit mobilen Applikationen. Im Gegensatz zur Arbeit an einem PC, z.B. in gewohnter häuslicher Umgebung, wirken auf den Touristen viele Umgebungsfaktoren wie Sonne, Regen, Verkehrsräusche oder andere Passanten ein. Dadurch wird ein Tourist niemals seine gesamte Aufmerksamkeit einem Gerät schenken können.

Ein mobiles Gerät wie ein MDA besitzt nur einen geringen Teil der Leistungsfähigkeit von PCs oder Laptops (im Jahr 2005: 400 MHz gegenüber 3 GHz). Außerdem lässt sich auf dem Display nur ein sehr kleiner Ausschnitt eines PC Bildschirms anzeigen (im Jahr 2005: 320 \* 240 Pixel gegenüber standardmäßigen 1240 \* 768 Pixeln). Außerdem weist ein mobiles Gerät im Gegensatz zu einem PC keine Maus als Eingabegerät auf. Die Interaktion erfolgt mit einem Stift, wobei nur Klicks erkannt werden. Somit sind von vornherein die Möglichkeiten der Rechenintensität, der Darstellungskapazität, sowie der anwendbaren Interaktionskonzepte begrenzt. Die Herausforderungen bestehen in der Minimierung bzw. Optimierung von rechenintensiven Prozessen um Ressourcen zu sparen, und in einer benutzerfreundlichen Aufteilung der grafischen Benutzerschnittstelle (GUI),

durch Verwendung geeigneter Konzepte, die auf einem mobilen Gerät funktionieren und trotzdem für den Benutzer intuitiv bedienbar sind.

Aufgrund der Touristenstruktur der Stadt Görlitz, welche ein mittleres Alter von ca. 50 Jahren aufweist, müssen die altersbedingten Einschränkungen ebenfalls berücksichtigt werden. Zum einen betrifft dies den ungewohnten Umgang und die fehlende Erfahrung in der Bedienung mit mobilen Geräten. Zum anderen ist davon hauptsächlich die Gestaltung der Benutzungsoberfläche betroffen. Es muss eine angemessene Größe von Schrift und Symbolen eingehalten werden, auf Scrollbalken sollte ebenfalls verzichtet werden.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, die Informationen in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Bezüglich der Speicherkapazität von mobilen Geräten ergibt sich das Problem, dass nicht genügend Platz für multimediale Inhalte vorhanden ist. Zusätzliche Speicherkarten können hier Abhilfe schaffen. Diese Lösung ist jedoch nicht unbedingt geeignet, da die Informationen dann statisch auf der Karte hinterlegt und nur mit Aufwand aktualisierbar sind. Eine Serverlösung kann dazu dienen Informationen stets dynamisch auf dem neuesten Stand zu halten. Auf diesem zentralen Server werden alle Daten vorgehalten und aktualisiert. Bei Bedarf können dann die jeweils aktuellen Daten abgerufen werden. Voraussetzung ist dazu allerdings eine stabile Internetverbindung mit angemessener Bandbreite, das heißt eine flächendeckende Abdeckung mit UMTS bzw. GPRS. Eine wichtige Rolle dabei spielen auch die Kosten für den Download größerer Datenmengen mit mobilen Geräten. Hierbei muss ein Kompromiss gefunden werden.

### 2.5 Gesamtziel

Ziel dieser Arbeit ist die Vorstellung einer Lösung für einen mobilen Stadtführer und die praktische Evaluation in einer umfassenden Nutzerstudie auf wissenschaftlicher Basis. Ziel für die Entwicklung des mobilen Stadtführers war es ein mobiles Informationssystem zu schaffen, welches den Touristen bzgl. der bisherigen Verfahrensweise einen Mehrwert bietet, Informationen leichter zugänglich macht, die Erkundung persönlicher und bequemer gestaltet, und letztendlich auch die Zufriedenheit steigert.

Zunächst wird eine ausführliche Darstellung aller bestehenden Ansätze im Vergleich dargeboten. Ausgehend von diesem Ist-Zustand der Wissenschaft und Technik werden weiterführende Konzepte zur verbesserten Unterstützung von Touristen eingeführt. Basierend auf den Rahmenbedingungen und Anforderungen die durch ein konkretes Forschungsvorhaben festgelegt waren wird ein geeigneter Lösungsvorschlag erörtert, sowie die Vorgehensweise zur konkreten Umsetzung präsentiert. Verschiedene wissenschaftliche Fragestellungen die sich während des Lösungsweges ergeben haben werden durch Feldversuchergebnisse geklärt.

## 3 Stand von Wissenschaft und Technik

Das folgende Kapitel stellt die wissenschaftlichen und technischen Gegebenheiten, wie sie zu Projektbeginn im Jahre 2004 in einer ausführlichen Recherche analysiert worden sind, dar. Dieser Stand bildet die Grundlage aller Entscheidungen für die tatsächliche Umsetzung der vorgestellten mobilen Anwendung. Da Wissenschaft und Technik einer ständigen Weiterentwicklung unterliegen ist diese Darstellung aus heutiger Sichtweise bereits überholt. Deshalb wird im Ausblick in Kapitel 8 ein Vergleich zum heutigen Stand, dem Ende des Jahres 2008, aufgezeigt, und grundlegende Entscheidungen aus aktueller Sicht bewertet.

### 3.1 Elektronische Infrastruktur

Stand der Technik zu Projektbeginn im Jahr 2004, in Bezug auf die Bereitstellung inhaltlicher Informationen, war die statische Integration von Attraktionen oder Restaurants in so genannte 'Point of Interest' Datenbasen (POI DB). Durch Zugriff auf eine solche Datenbank war ein Navigator in der Lage diese in einer Karte der Umgebung darzustellen. Beispielsweise bietet die New Yorker Firma Vindigo<sup>3</sup> Abonnements solcher POI Datenbasen für verschiedene Städte an. Mit der zugehörigen Applikation kann der Abonnent eine Datenbasis für eine Stadt auf seinen PDA laden und nach Gastronomie, Unterhaltung, Einkaufsmöglichkeiten, Museen und sogar öffentlichen Toiletten suchen. Bei der Auswahl von Restaurants kann weiterhin nach Art der Küche unterschieden werden, und es sind Informationen über Speiseangebote und Preise abrufbar. Die Auflistung erfolgt sortiert nach Entfernung. Zur Angabe der eigenen Position muss die nächstgelegene Kreuzung ausgewählt werden. Es werden dem Nutzer Weganweisungen von der aktuellen Position zum gewählten Ziel gegeben, sowie Kartenausschnitte angezeigt. Für einige ausgewählte Städte soll der öffentliche Nahverkehr integriert sein. Da es sich um statische Informationen handelt muss die POI Datenbasis auf dem PDA in regelmäßigen Abständen mit einer zentral verwalteten Datenbasis synchronisiert werden.

Der Dynamische Tour Guide setzt voraus, dass Daten eines Tourbausteins, wie z.B. Inhalt einer Ausstellung, die aktuelle Belegung in einem Restaurant, oder die Öffnungszeiten eines Museums, elektronisch erfasst sind. Nur so können Sie von dem DTG dynamisch abgefragt und zur Planung einer Tour verwendet werden.

Im Bereich der Beherbergungsindustrie setzen sich elektronische Buchungssysteme immer mehr durch. In der Gastronomie Industrie werden 'Restaurant Management Systeme' angeboten. Diese integrierten Systeme verwalten die Tischreservierungen, Warteschlangen, Bestellungen, Küche und das Lager. Zur Verwaltung der Tischreservierungen

---

<sup>3</sup><http://www.vindigo.com/demo/demo01.html>, Stand: 02.04.07

kommen Systeme mit einem 'Touch Screen' zum Einsatz. Einige Systeme erlauben die Aufnahme einer Bestellung durch die Bedienung mit einem mobilen Endgerät mit dem Formfaktor eines PDA. Diese Geräte erlauben meist auch das Lesen einer Kreditkarte. Alex Malison [Mal03] von Action Systems<sup>4</sup> hat in seinem Artikel "Benefits of Handheld Order Taking Systems in Full Service Restaurants" die Vorteile einer solchen mobilen Lösung dargestellt. Auch für den Bereich der Museen werden integrierte Softwarelösungen angeboten. Diese Lösungen erlauben eine elektronische Erfassung und Vernetzung der Sammlungen von Exponaten zu einer Wissensbasis. Die 'Museum Documentation Association (MDA)<sup>5</sup>' hat 22 verschiedene Museums Management Systeme evaluiert. Solche Systeme enthalten meist ein Modul zur Verwaltung von Sonderausstellungen. 'Mobile Museum' von Willoughby<sup>6</sup> unterstützt den Zugriff auf die Sammlungsdaten durch einen PDA. Durch Implementierung von Schnittstellen zu diesen Systemen kann hier eine Integration erreicht werden.

## 3.2 Lokalisationsverfahren

**Funknetzgestützte Verfahren:** Bei Mobilfunkgeräten wird die Position per Funkortung ermittelt, um die nächste Funkstation zu berechnen und eine gute Übertragung zu gewährleisten. Diese Positionsangaben kann man nutzen. Ein Problem liegt allerdings in der Ungenauigkeit von etwa 100 Metern. Somit ist dieses Verfahren für eine Navigation durch die Stadt unbrauchbar.

**Netzwerkgestütztes Verfahren:** Eine weitere Technik ist die Positionsbestimmung anhand von WLAN Netzen. Eine Stadt muss jeden möglichen Standort mit mehreren WLAN AccessPoints abdecken. Es gibt dann mehrere Verfahren für eine WLAN Ortung, wie zum Beispiel über Triangulation, welche der Funktionsweise des funknetzgesteuerten Verfahrens ähnelt. Eine solche weiträumige Abdeckung war jedoch zu jener Zeit in Görlitz noch nicht gegeben, sodass dieses Verfahren höchstens für die Innenraumlokalisierung wie z.B. in Museen in Frage kam.

**Bluetooth und Infrarot:** Die Ortung über Bluetooth und Infrarot wurde ursprünglich für die Vernetzung von Geräten über kurze Distanzen entwickelt. So genannte 'Beacons', das sind Sender, können von Empfängerschnittstellen erkannt werden. Somit könnten alle Sehenswürdigkeiten mit einem Sender ausgestattet werden, womit ein Tourist diese bei der Ankunft identifizieren könnte. Erstens würde dies jedoch sehr hohe Kosten verursachen, zweitens weisen beide Techniken die Nachteile eines langsamen Verbindungsaufbaus und geringer Sendereichweite von wenigen Metern auf.

**Satellitengestützte Verfahren:** Die komfortabelste Positionsbestimmung ist über das Global Positioning System (GPS), einer weltweiten Standortbestimmung, möglich. 24 Satelliten im Weltraum, die in Erdumlaufbahnen von ca. 20.000 km Höhe zweimal am Tag die Erde umkreisen, senden ständig ihre Bahndaten und die genaue Uhrzeit zur Erde, siehe Abbildung 3.1. Anhand dieser Daten kann der GPS-Empfänger seinen Standort

---

<sup>4</sup><http://www.goaction.com>, Stand: 18.12.2008

<sup>5</sup><http://www.mda.org.uk/>, Stand: 21.04.07

<sup>6</sup>[http://www.willo.com/company/news\\_announce\\_mobile\\_museum.htm](http://www.willo.com/company/news_announce_mobile_museum.htm), Stand: 25.06.2005

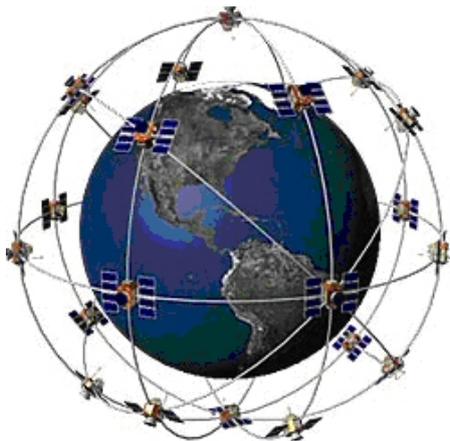


Abbildung 3.1: GPS-Netzwerk aus 24 Satelliten

auf der Erde berechnen. Das Empfangsgerät wird per Kabel- oder Bluetoothverbindung an das mobile Gerät angeschlossen, sofern es nicht in dieses integriert ist. Der offizielle Genauigkeitsbereich<sup>7</sup>, welcher stark von der Anzahl und Konstellation der empfangbaren Satelliten abhängt, lag damals bei 15 Metern, soll sich aber in naher Zukunft durch den Einsatz von Galileo<sup>8</sup> mit dem allgemeinen, kostenfreien Dienst auf vier Meter, und mit dem kommerziellen, gebührenpflichtigen Dienst auf unter einen Meter verbessern. Zur Führung des Benutzers über Fußgängerüberwege und zur Wahl der richtigen Straßenseite ist eine Genauigkeit von wenigen Metern erforderlich. Die Genauigkeit lässt sich mittels Differentiellem GPS (DGPS) auf 5 Meter, und dem Wide Area Augmentation System (WAAS), welches in Nord Amerika betrieben wird, auf 3 Meter erhöhen. Ein ähnliches System mit dem Namen EGNOS befindet sich in Europa in der Erprobung<sup>9</sup>. Ab dem Sommer 2006 sollte bereits ein Einsatz im vollständigen Betrieb erfolgen.

Zur Positionsbestimmung ist ein GPS-Empfänger notwendig, der die ermittelten Positionsdaten an die Applikation weitergibt. Gängigstes Protokoll, welches von den meisten GPS-Empfängern verwendet wird, ist das NMEA (National Marine Electronics Association) Protokoll. Dieses Protokoll ist textbasiert und die Datensätze, welche u. a. die geografische Länge (Longitude) als auch die geografische Breite (Latitude) zusammen mit einem Zeitstempel enthalten, müssen von einem Empfangsmodul interpretiert werden.

---

<sup>7</sup><http://www.kowoma.de/gps/Genauigkeit.htm>, Stand: 30.11.05

<sup>8</sup><http://www.kowoma.de/gps/galileo/Uebersicht.htm>, Stand: 25.03.06

<sup>9</sup><http://www.esa.int/export/esaEG/estb.html>; [http://www.kowoma.de/gps/waas\\_egnos.htm](http://www.kowoma.de/gps/waas_egnos.htm), Stand: 20.07.06

### 3.3 Navigationssysteme

Firmen wie Falk<sup>10</sup> und Map24<sup>11</sup> bieten Kartendarstellungen und Routenberechnungen im Internet an. Über ein Webinterface kann durch Angabe von Start- und Zielpunkt eine Route berechnet, und nach Streckenlänge oder Fahrzeit optimiert werden. Daraus wird eine Kartensicht erzeugt, in der die vorgeschlagene Route farbig markiert ist, und eine zugehörige detaillierte Wegbeschreibung mit allen Entscheidungspunkten ausgegeben. Mit Hilfe dieser Anwendung kann eine Reise im Voraus geplant werden. Allerdings bestand zum damaligen Zeitpunkt nicht die Möglichkeit dies für Fußgänger zu tun. Ein Webanbieter ist für den DTG auch nur dann interessant, wenn eine Schnittstelle, z.B. über einen Webdienst vorhanden ist, um die Daten entsprechend vom Web abzurufen und auf dem mobilen Gerät darstellen zu können. Dies setzt außerdem eine permanente Internetverbindung voraus. Deshalb wurde das Hauptaugenmerk bei der Recherche auf Navigationssoftware für mobile Geräte gelegt.

#### 3.3.1 Autonavigation

Wesentlich flexibler als die angesprochenen Webseiten sind im Auto integrierte Navigationssysteme, welche die Routen in Echtzeit berechnen und anpassen. Diese waren und sind bereits stark verbreitet und gehören bei einigen Fahrzeugen längst zur Standardausrüstung. Außerdem wurden bereits damals Geräte in handlicher Form zum Nachrüsten angeboten und in Supermärkten dem Massenkonsum zu guten Preis-Leistungsverhältnissen zugänglich gemacht. Anbieter kommerzieller Lösungen waren und sind u. a. Navigon<sup>12</sup> TomTom<sup>13</sup> und Medion<sup>14</sup>, wobei die zu Grunde liegenden Karten meist von der Firma Navteq<sup>15</sup> bereitgestellt werden.

Die grundsätzliche Funktionsweise der Autonavigatoren sieht wie folgt aus: Durch einen GPS Empfänger kann die eigene Position ermittelt werden. Die Zieladresse ist vom Nutzer einzugeben. Der Nutzer kann zusätzliche Einstellungen wie kürzester oder schnellster Weg vornehmen und die Route berechnen lassen. Während der Fahrt werden Anweisungen wie: "In 200 Metern rechts abbiegen" und "Jetzt rechts abbiegen" ausgegeben. Bei Abweichungen von der Route, das heißt wenn der Fahrer nicht den vorgeschlagenen Weg einhält, wird sofort eine Anpassung der Route vorgenommen, indem die bestmögliche Strecke von der aktuellen, abweichenden Position zum Zielpunkt berechnet wird.

#### 3.3.2 Fußgängernavigation

Im Bereich der kommerziellen Fußgängernavigatoren gab es nur wenige Angebote. Beispiele sind wiederum TomTom und Navigon. Die Umsetzung befand sich jedoch noch auf prototypischem Niveau. Aufgrund mangelnder GPS Positionierungsgenauigkeit konnte

---

<sup>10</sup><http://www.falk.de/>, Stand: 03.01.09

<sup>11</sup><http://www.de.map24.com/>, Stand: 03.01.09

<sup>12</sup><http://www.navigon.com/site/de/de>, Stand: 03.01.09

<sup>13</sup><http://www.tomtom.com/>, Stand: 03.01.09

<sup>14</sup><http://www.medion.com/de/>, Stand: 03.01.09

<sup>15</sup><http://www.navteq.com/>, Stand: 03.01.09

die Funktionalität noch nicht einwandfrei gewährleistet werden. Navigationssysteme waren vor allem im Automobilssektor gefragt, für Fußgänger war ein breites Bedürfnis noch nicht vorhanden bzw. noch nicht erkannt worden. Oftmals wurde die Software zusammen mit mobilen Geräten für das Auto vertrieben, wobei die Möglichkeit Fußgängerrouen zu berechnen nur als Zusatzoption vermerkt wurde. Die Anweisungen sahen ähnlich wie bei der Autonavigation aus. Demgegenüber gilt es aber bei der Fußgängeravigation noch weitere Anforderungen zu beachten:

- Positionierung muss genauer sein als beim Auto
- Nicht alle Wege sind klar definiert
- Verhalten der Fußgänger ist unvorhersehbar
- Hohe Meterangaben sind ungeeignet
- Optimale Route = einfache Route mit wenigen Entscheidungspunkten

Abbildung 3.2 zeigt die Benutzeransicht des Navigon Mobile Navigators in der Version 4. Viele der Anforderungen fanden damals noch keine Berücksichtigung. Im Forschungsbereich gab es in diesem Zusammenhang aber bereits Ansätze zur Verbesserung der Benutzerführung mittels Landmarken. Gemäß intuitiven Erklärungen gegenüber Fremden beziehen Wegbeschreibungen meist besondere Gebäude, Parks oder Geschäfte ein. Die Orientierung an solchen markanten Punkten fällt vielen auch leichter [SW75][MS07]. Solche Punkte werden als Landmarken bezeichnet, und sind für die Fußgängeravigation hilfreicher als Meterangaben. Landmarken können nach Unterkategorien klassifiziert werden [MRBT03].

Der Aufwand Landmarken zu erfassen ist um einiges höher, als Richtungs- und Meterangaben auszugeben. Auch hier gab und gibt es Entwicklungstendenzen solche Landmarken automatisiert zu ermitteln. Im kommerziellen Bereich war jedoch noch keine flächenübergreifende Erfassung erfolgt, so dass keine Umsetzung dieses Ansatzes öffentlich verfügbar war.

## 3.4 Mobile Stadtführer

Mobile Stadtführer vereinen Forschungsergebnisse auf den Gebieten von Recommendern (Empfehlungsdiensten), Ambient Intelligence (intelligente Umgebungen) und Pervasive / Ubiquitous Computing (allgegenwärtige Informationsverarbeitung). Zu Beginn des VESUV Projektes steckte die Entwicklung solcher mobiler Informationssysteme zur Navigationsunterstützung und Informationsbereitstellung für Touristen noch in den Kinderschuhen. Einige wenige Forschergruppen hatten bereits erste, prototypische Ergebnisse vorzuweisen, andere Vorhaben besaßen lediglich auf einer Vision basierende, konzeptuelle Ausarbeitungen. Das folgende Kapitel 3.4.1 stellt die schon vorhandenen Ansätze wie Cyberguide, GUIDE, DeepMap, Crumpe und Harmonise vor, das Kapitel 3.4.2 legt rückblickend auf den Projektverlauf des DTGs die parallelen bzw. nachträglichen Entwicklungen ausgereifter und verbesserter Konzepte wie COMPASS und Intrigue, sowie erste kommerzielle Produkte wie eNarro und iGuide dar.



Abbildung 3.2: Navigon Userinterface

### 3.4.1 Vorarbeiten

#### 3.4.1.1 Cyberguide

Innerhalb des Projekts namens Cyberguide [AGH<sup>+</sup>97] wurde einer der ersten mobilen Tour Guides, mit dem Fokus auf der Erstellung von Software unter Verwendung vorhandener Hardware, entwickelt. Im Rahmen des Projektes wurden mehrere Versionen in Form von Prototypen entwickelt. Im Vordergrund standen dabei die Einbeziehung aktueller Kontextinformationen, wie der gegenwärtigen Position des Nutzers, sowie dessen vorangegangene Positionen. In seiner ursprünglichen Form fand das System innerhalb von Gebäuden Verwendung, später erfolgte eine Ausdehnung auf Außengebiete. Die Grunddienste sind eine Kartenkomponente zur Darstellung der physikalischen Umgebung, eine Informationskomponente zur Beschreibung von Sehenswürdigkeiten, eine Positionskomponente zur Ermittlung der eigenen Position und des zugehörigen Kontexts, sowie eine Kommunikationskomponente zum Nachrichtenaustausch mit anderen Nutzern. Die Erweiterung um zusätzliche Dienste, wie z.B. eine Erinnerungskomponente, welche den Tourverlauf aufzeichnet, wird durch eine modulare Architektur ermöglicht. Zur Lokalisierung im Freien wird GPS und in Innenräumen Infrarot verwendet. Die Darstellung der aktuellen Position sowie aller verfügbaren Informationsmodule erfolgt in einer Karte. Eine Berechnung einer Tour erfolgt hier allerdings nicht, sodass zum Abrufen der Informationen eine manuelle Auswahl erforderlich ist. Eine Besonderheit ist das Reisetagebuch welches als nachträgliche Erinnerung geführt wird.

Gegenüber herkömmlichen Papierkarten kommt, durch die ständige Aktualisierung seiner Position in einer Karte, der Vorteil zum Tragen, dass der Tourist jederzeit weiß wo er sich befindet. Die Einbeziehung weiter Kontextinformationen könnten dem Nutzer noch viele weitere Vorteile bringen, was auch bewusst angedeutet wird. Zur Ermittlung

der Orientierung des Nutzers wird ein elektronischer Kompass oder ein Trägheitsmesser vorgeschlagen. Eine Umsetzung fand bis dato jedoch nicht statt. Obwohl in einem Ausblick vielseitige Visionen von Ergänzungen und Verbesserungen dargestellt werden, sind derzeit keine weiterführenden Aktivitäten bekannt.

#### 3.4.1.2 GUIDE

Bei GUIDE [CDM<sup>+</sup>00] handelt es sich um einen elektronischen Stadtführer für die Stadt Lancaster. Als Motivation dienten zum einen Vorhersagen, dass in naher Zukunft ein Großteil der Informationssuche im Web auf mobilen Geräte stattfinden wird, und zum anderen werden die Grenzen traditioneller Wege zur Entdeckung touristischer Reiseziele klar herausgearbeitet. Dazu zählen die Unflexibilität von Gruppentouren durch festgelegte Startzeiten und Dauern, sowie der Zwang die vermeintlich am stärksten verbreiteten Interessen der Mehrheit zu befriedigen. Eine höhere Flexibilität unter Umgehung der aufgezählten Schranken war auch die am häufigsten genannte Anforderung, die sich bei einer Nutzerbefragung ergab. Weiterhin wurde eine interessenbezogene und altersgerechte Präsentation der Informationen gewünscht. Daher war das Ziel einen gewissen Grad an Individualität, durch Einbeziehung des persönlichen und umgebungsspezifischen Kontexts, zu schaffen.

Es werden zellenbasierte Informationen zur Positionsbestimmung herangezogen. Da diese Positionierung sehr ungenau ist werden dem Nutzer in zusätzlichen Dialogen mögliche Attraktionen in der Umgebung zur Auswahl angeboten, zu denen dann Informationen dargestellt werden. Der Nutzer kann konkrete Attraktionen aus verschiedenen Interessengebieten auswählen, welche dann zu einem Rundgang zusammengefügt werden. In einer Kategorie 'populäre Attraktionen' sind die beliebtesten und bekanntesten zusammengefasst. Die Reihenfolge der Attraktionen wird über die kürzesten Entfernungen und Öffnungszeiten bestimmt und ist dynamisch veränderbar. Eine optimale Route wird immer zwischen zwei Attraktionen bestimmt, wobei der Nutzer jederzeit die nächste Station festlegen kann. Die Navigation erfolgt über eine Karte der Stadt Lancaster, sowie bildbezogenen Routenbeschreibungen. Hier findet sich ein erster Ansatz einer dynamischen Touranpassung wieder. Die Reihenfolge der Attraktionen kann automatisch geändert werden um bestehende Öffnungszeiten einhalten zu können. Die Benutzerführung erfolgt über eine Art Wizard, welcher eine eigene Persönlichkeit des Tour Guides vermittelt (siehe Abbildung 3.3).

Ein Feldversuch diente zur Ermittlung der Akzeptanz eines solchen mobilen Stadtführers. Touristen konnten den Prototyp von GUIDE zur freien Verwendung ausleihen. Zur nachträglichen Auswertung wurden sie zur Aufzeichnung eines Audioprotokolls angehalten. 60 Testpersonen konnten innerhalb von vier Wochen gewonnen werden, mit einer durchweg positiven Bewertung der gelieferten Informationen und der Applikation selbst. Als eine zukünftige Maßnahme wird die Auslagerung rechenintensiver Prozesse wie die Tourberechnung auf ein externes Gerät angedacht. Auch hier sind bisher jedoch keine weiteren Entwicklungen bekannt geworden.

### 3 Stand von Wissenschaft und Technik



Abbildung 3.3: GUIDE System

#### 3.4.1.3 HIPS

Die Vision des HIPS Projektes [BBM<sup>+</sup>99] war ein tragbarer elektronischer Tour Guide für Ausstellungen, Museen und ganze Städte, die den Touristen ihre eigene Tour ermöglichen. Dazu werden Touristen auf interessante Objekte in ihrer Umgebung aufmerksam gemacht und bekommen Informationen dazu geliefert. Des Weiteren können zusammenhängende Reiserouten vorgeschlagen oder Museumsbesuche organisiert werden. Dazu zählen Instruktionen zum Auffinden bestimmter Objekte und das Abspielen von Beschreibungen. Besonders hervorzuheben ist die dynamische Zusammenstellung der Informationen in Abhängigkeit vom aktuellen Kontext. Zu Projektbeginn wurden in einer Nutzerstudie die Anforderungen einer solchen Anwendung analysiert. Gleichzeitig wurden damit die Unzulänglichkeiten damaliger Informationssysteme für den Tourismus identifiziert.

O'Grady et al. [OO02] beschreiben die Möglichkeiten, Voraussetzungen und Entwicklungen ortsabhängiger Dienste im E-Tourismus am Beispiel von HIPS. Als Client wird ein mobiles Gerät zur Darstellung von Multimediapräsentationen benötigt. Weitere Voraussetzungen sind eine drahtlose Verbindungsmöglichkeit und ein Ortungsmechanismus wie GPS. Von Vorteil ist ebenfalls die Bestimmung der Orientierungsrichtung über einen elektronischen Kompass. Der Server enthält eine Multimedia Datenbank zur Speicherung von multimedialen Inhalten als Abbildung der physikalischen Welt wie Karten, Bilder und Videos. Außerdem werden Nutzermodelle mit Interessen, Interaktionen und Bewegungen angelegt und aktualisiert. Weiterhin gibt es eine Präsentationsplanungskomponente zur Erstellung personalisierter Präsentationen.

Eine gezielte Navigationshilfe gibt es nicht, der Nutzer kann anhand der Karte und seiner eigenen Position selbständig umherlaufen, und erhält Informationen zu entsprechenden Sehenswürdigkeiten beim Betreten der zugehörigen Zonen. Das Nutzermodell wird aufgrund des Verhaltens während der Informationspräsentation (angeforderte oder ignorierte Informationen) angepasst.

#### 3.4.1.4 Deep Map

Unterstützt durch European Media Laboratory (EML) stellt Deep Map [Mal01] die Entwicklung eines internetbasierten, und später auch mobilen, elektronischen Touristenführers für Heidelberg, auf der Basis eines geographischen Informationssystems (GIS) dar. Eine zentrale und umfassende Datenbasis dient der Speicherung geografischer und inhaltlicher multimedialer Informationen. Die Realisierung erfolgt in Form von einzelnen Komponenten, wie z.B. Tourenplanung, Visualisierung oder Sprachausgabe, welche über eine Java Agenten-Plattform kommunizieren.

Die Internetversion als Prototyp namens 'Find-IT' (Find Individual Tours) dient der Reisevorbereitung von zu Hause und erstellt individualisierte Besichtigungstouren. Die Interessen sollen in der mobilen Version aufgrund des Verhaltens erlernt werden, im Web ist eine manuelle Eingabe nötig. Die Berechnung der Route erfolgt auf Grundlage einer Distanzmatrix. Notwendige Eingaben sind der Start- und Zielpunkt, sowie die verfügbare Gesamtzeit. Außerdem können explizite Sehenswürdigkeiten ausgewählt werden. Basie-

rend auf dem Zeitrahmen wird das erreichbare Gebiet eingegrenzt. Aus diesem Gebiet werden potentielle Sehenswürdigkeiten ermittelt, alternative Routen berechnet und dem Touristen vorgeschlagen. Die ausgewählte Tour wird in einer Karte dargestellt (2D, 3D oder als Höhenprofil), und es wird eine Wegbeschreibung geliefert. Neben geografischen werden auch inhaltliche Informationen in multimedialer Form dargestellt, z.B. 3D Rekonstruktionen alter Gebäude.

Zu Projektbeginn war lediglich diese Webversion verfügbar, deshalb gab es auch noch keine Positionierungskomponente. Die mobile Variante war zu diesem Zeitpunkt noch in Planung. Sie sollte dann zusätzlich sprachgesteuert sein, das heißt sowohl Sprachausgabe, als auch Steuerbarkeit durch Spracheingabe besitzen, und eine Navigationsfunktion durch multimodale Ausgabe in Form von audioannotierten Karten anbieten. Des Weiteren sollte ein Übersetzungsprogramm integriert werden, wodurch Mehrsprachigkeit unterstützt, und die Kommunikation im Ausland ermöglicht wird. Die zusammengestellten Touren könnten somit real abgelaufen oder virtuell auf dem Display verfolgt werden. Spätere Recherchen<sup>16</sup> ergaben, dass seit dem Jahr 2006 ein flächendeckendes WLAN in Heidelberg bereitgestellt wurde, worüber Deep Map als Informationsportal für verschiedene mobile Geräte angeboten wird. Außerdem ist aus diesem Projekt eine Kooperation mit China entstanden, mit dem Ziel ein WLAN-basiertes Stadtinformationssystem für Peking zu errichten.

#### 3.4.1.5 Crumpet

Das Ziel von CRUMPET [PLM<sup>+</sup>01], einem EU finanziertem Projekt, ist die Entwicklung und Evaluation von so genannten Mehrwert-Diensten für nomadische Anwender im Tourismusbereich. Besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf ortsabhängigen und individualisierten Informationen. Die Problemstellung beschränkt sich jedoch nicht auf das Szenario einer Sightseeingtour, sondern umfasst das Informationsbedürfnis von Touristen aller Art ganz allgemein. Neben Stadtführungen spielen Restaurants, Einkaufszentren und Veranstaltungen eine Rolle, ergänzt um weitere Dienste wie Reservierungen. Die Umsetzung wird als Multiagenten-System realisiert. Für jeden touristischen Dienst soll mindestens ein Agent zur Verfügung stehen. Im Gegensatz zu anderen Städteführungssystemen ist CRUMPET generisch angelegt, so dass Benutzermodelle in anderen Städten in Verbindung mit lokalen GIS (Geographischen Informationssystemen) wieder verwendet werden können.

Voraussetzung ist die Erstellung und adaptive Verbesserung eines Benutzerprofils, welches Interessen, Fähigkeiten und Eigenschaften enthält. Als Lösungsweg wird hier die Beobachtung des Verhaltens (implizites Feedback) vorgeschlagen. Explizite Eingabedialoge werden aus Gründen der Nutzerakzeptanz abgelehnt. Lediglich wenige Fragen sollen eine grobe Einteilung in Standardgruppen beim ersten Mal gewährleisten. Es findet eine automatische Lokalisierung der Nutzer statt um entsprechend relevante Informationen bereitzustellen. Im Zusammenhang mit Stadtführungen erlaubt es einem mobilen Benutzer Tourbausteine zu finden, in einer Karte darzustellen und Weganweisungen (Routen)

---

<sup>16</sup><http://www.geographie.uni-bonn.de/karto/zipf/>, Stand: 23.11.07

zu berechnen. Es werden statische Informationen zu den einzelnen Tourbausteinen bereitgestellt. Der Weg eines Touristen zu einer bestimmten Attraktion ist im Sinne von CRUMPET eine 'Tour', während eine Tour im Falle des DTG als eine Sequenz von Tourbausteinen, die innerhalb eines Tages von einem Touristen besucht werden, definiert wird. Aus diesem Projekt entstand die Idee der 'Proaktiven Tipps', die auch hier Anwendung findet. Bei Aktivierung dieser Option wird ein Tourist bei der Annäherung an eine Attraktion, die von Interesse sein könnte, durch ein Signal bzw. einen Dialog auf diese aufmerksam gemacht.

#### 3.4.1.6 Harmonise

Tourismus ist eine stark informationsgetriebene Industrie. Daher ist die Austauschbarkeit von Daten von größter Wichtigkeit. Das Projekt HARMONISE gehört wie FETISH zur Projektgruppe IST<sup>17</sup> (Information Society Technologies Programme). Deren Zielsetzung besteht in der Entwicklung eines elektronischen Marktplatzes für Europa. In Zusammenarbeit mit dem europäischen Tourismusportal (ETD = European Tourism Destinations) wurde die zentrale Webseite VisitEurope.com entwickelt und die grundlegende Architektur geschaffen. Die Herausforderung bestand darin, einen Weg zu finden die Fragmentierung innerhalb der Reiseindustrie zu überwinden und für die verschiedenen Akteure wie Reiseagenturen, Fluggesellschaften und örtliche Betreiber eine Zusammenarbeit zu ermöglichen. Als Herangehensweise diente ein Abgleich von Kommunikationsstandards im Bereich des E-Tourismus. Als Lösung wurde eine neutrale und ontologie-basierte Plattform entwickelt. Es wurden umfassende Ontologien für die Tourismusindustrie entwickelt und standardisiert, diese waren auf den hier behandelten, speziellen Fall von Tourbausteinen für eine Tagestour jedoch nicht anwendbar.

#### 3.4.1.7 TellMaris - Mobile 3D

Die Führung eines Touristen auf seiner Tour ist wesentlich komplizierter als die Wegweisung von Autofahrern. Die Freiheitsgrade eines Autofahrers sind geringer als die eines mobilen Touristen zu Fuß. So kann ein mobiler Tourist die Straßenseite oder Richtung jederzeit wechseln. Auf Plätzen kann er sich komplett frei bewegen. Und in einem mittelalterlichen Stadtkern kann er jederzeit in eine der kleinen Gassen abbiegen. Diese Herausforderungen sind in dem Projekt 'TellMaris Mobile 3D'<sup>18</sup> angegangen worden. Zusammen mit dem Fraunhofer Institut (FhG IGD<sup>19</sup>) sind dort 3D Modelle der unmittelbaren Umgebung verwendet worden, um dem Touristen die Orientierung zu erleichtern.

Eine Zielsetzung des Projektes ist die Entwicklung und Anwendung dieser dreidimensionalen Karten innerhalb von Location Based Services für Touristen mit mobilen Endgeräten. Mit Hilfe dieser 3D-Karten erlangen Touristen auf effektivere Weise Informationen, die ihnen helfen bei der Planung ihres Urlaubes und direkt am Urlaubsort bessere

<sup>17</sup><http://cordis.europa.eu/ist/ist-fp5.html>, Stand: 02.04.07

<sup>18</sup><http://www.init.hut.fi/research&projects/tellmaris/>, Stand: 02.04.07

<sup>19</sup><http://www.igd.fhg.de>, Stand: 02.04.07

Entscheidungen zu fällen. Das Projekt TellMaris wird wie Harmonise im Rahmen des 'Information Society Technology (IST)' Programms (1998-2002) von der europäischen Gemeinschaft gefördert.

#### 3.4.1.8 Lol@

Das Projekt Lol@ (Local Location Assistant) [Pos01] startete im Jahr 2000. Es handelt sich um einen mobilen elektronischen Touristenführer für das Zentrum der Stadt Wien. Es werden vordefinierte Touren angeboten mit Informationen über die Sehenswürdigkeiten. Als Navigationshilfe wird der vorgeschlagene Pfad in einer Karte dargestellt. Die tatsächliche Route ist jedoch vom Touristen frei änderbar. Über die geführte Tour wird ein Tagebuch angelegt. Die Tour kann direkt vor Ort gewählt werden, zudem besteht die Option diese z.B. im Hotel schon vorzubereiten.

Die notwendigen Annahmen über das typische Verhalten von Touristen basiert auf Literaturrecherchen. Diese ergaben, dass sich Aufenthalte meist über ein längeres Wochenende erstrecken, und wenig Mühe investiert wird diese vorher zu planen. Touristen bevorzugen eine selbständige Erkundung einer Region zu Fuß ohne festen Zeitplan. Hierbei werden auch sehr gut die Schwierigkeiten und Herausforderungen des mobilen Kontexts dargelegt. Daher stellt Lol@ eine Art interaktives Buch zur Begleitung dar. Zur Positionsbestimmung werden Zellinformationen benutzt, und wenn verfügbar auch GPS-Empfänger. Es wird eine konstante Internetverbindung über UMTS bzw. GPRS benötigt, da alle Daten auf einem Server vorgehalten und nach Bedarf zusammengestellt werden. Zusätzlich ist eine Sprachsteuerung für mehrere Sprachen integriert.

#### 3.4.1.9 Travel Diary France Telecom

In einer Flash Demo des Forschungsbereiches der France Telecom<sup>20</sup> wird die Vision eines Urlaubs, der an einem Rechner geplant und mit Hilfe eines PDA durchgeführt wird, anschaulich dargestellt. Ein mobiler Internet Browser genannt 'Mobi Guide' stellt Informationen zu Attraktionen bereit, ermöglicht den direkten Zugriff auf die Wettervorhersage und kann sofort Fotos in ein persönliches Tour Tagebuch integrieren, welches automatisch auf dem Web zusammengestellt wird.

### 3.4.2 Parallele Ansätze und Entwicklungen

Mit Beginn und während der Entwicklung des DTG erlebten mobile Anwendungen allgemein, und mobile Stadtführer im speziellen einen starken Schub. Viele Städte, Touristikmanager und Entwickler mobiler Applikationen erkannten das enorme Potential mobiler Technologien zur Unterstützung von Touristen. Die Details in Funktionalität und Umsetzung unterscheiden sich jedoch teilweise sehr stark voneinander. Die folgenden Unterkapitel stellen einige mit der Entwicklung des DTG einhergegangene Projekte vor und ziehen einen Vergleich.

---

<sup>20</sup>[http://www.francetelecom.com/sirius/rd/en/galerie/e\\_tourisme/index.php](http://www.francetelecom.com/sirius/rd/en/galerie/e_tourisme/index.php), Stand: 02.04.07

#### 3.4.2.1 eNarro, iGuide, globe2go

Die ersten einsatzfähigen Verwirklichungen boten Audioführungen über MP3-Player. Dabei wurden inhaltliche Informationen ausgewählter Sehenswürdigkeiten in einigen Städten digitalisiert und durch professionelle Sprecher vertont. Die entsprechenden Attraktionen wurden mit Nummern versehen, welche auf dem Player angewählt und abgespielt werden konnten. Weder war damit die Erstellung einer Tour, die Führung zu den Attraktionen, noch die Einbeziehung von Kontextinformationen möglich.

Einen Schritt weiter gehen kommerzielle Entwicklungen die einen PDA erfordern und ganze Touren mit audiovisuellen Inhalten bereitstellen. Die Firma eNarro<sup>21</sup> bietet thematisch vorgefertigte Touren verschiedener Großstädte der Welt (z.B. Athen, Berlin, London, Paris, Rom) für Pocket PCs. Mit Hilfe einer Navigationssoftware erfolgt die Führung zu den Attraktionen. Hierbei besteht auch die Möglichkeit stattdessen den öffentlichen Nahverkehr zu verwenden. An diesen angekommen wird der zuvor geladene Inhalt audiovisuell in Bild und Sprache dargeboten. Allerdings ist eine manuelle Auswahl der Sehenswürdigkeit notwendig. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Firma iGuide<sup>22</sup>. Das Geschäftsmodell sieht eine Ausleihe des Gerätes (PDA) mit eingespieltem Inhalt vor. Durch die Auswahl einer bezifferten Attraktion wird die entsprechende Informationspräsentation dazu gestartet, wobei der Bestand an Sehenswürdigkeiten stark limitiert ist (für Görlitz werden weniger als 30 Sehenswürdigkeiten angeboten, wobei im Rahmen des DTG über 200 Attraktionen modelliert wurden). Ähnlich dazu gestaltet sich auch das Produkt der Firma Globe2go<sup>23</sup>. Mit Hilfe eines MP3-Players und einer Tourkarte kann die Stadt Berlin erkundet werden. Eine grafische Darstellung von Inhalten existiert hierbei jedoch nicht. Dabei stehen zwei Touren mit je 12 Sehenswürdigkeiten zur Verfügung, zum einen das neue Berlin, zum anderen die historische Stadt. Beide Touren sind für ca. 2 Stunden ausgelegt. Die MP3-Dateien können von der Webseite heruntergeladen werden, und weisen eine Spielzeit von 94 und 103 Minuten auf. Die Stadtkarte ist ebenfalls als PDF Datei erhältlich.

#### 3.4.2.2 COMPASS

COMPASS [VSPK04] ist eine mobile Anwendung für Touristen mit integriertem Empfehlungsdienst. Dem Nutzer werden Informationen und Dienste angeboten, z.B. Attraktionen, Unterkunftsmöglichkeiten oder Kommunikation zu Freunden. Die Applikation stellt eine Kombination von kontextbewussten Systemen und Empfehlungsdiensten dar, abzielend auf die Anpassung an die Bedürfnisse des Nutzers je nach Interessen und aktuellem Kontext.

Die eigene Position wird über GPS ermittelt und in einer Karte angezeigt. Außerdem enthält die Karte, ausgehend von einem persönlichen Profil, alle als relevant eingestuften Objekte wie Gebäude und Freunde, welche dem Touristen als mögliche Ziele vorgeschlagen werden (siehe Abbildung 3.5). Diese Objekte entsprechen jeweils den derzeitigen

<sup>21</sup><http://www.enarro.com>, Stand: 30.11.04

<sup>22</sup><http://www.de.iguide.de/cnt/311004232955.htm>, Stand: 10.09.06

<sup>23</sup><http://www.globe2go.com>, Stand: 20.02.07



Abbildung 3.4: TourGuides von eNarro und iGuide

Interessen und Absichten und werden dynamisch angepasst. Zusätzlich stellen sie Interaktionsschnittstellen bereit, z.B. einen Freund anrufen oder einen Tisch im Restaurant bestellen. Hartkriterien bestimmen die Auswahl der gültigen Informationen, während Softkriterien die Rangfolge festlegen. Als Vorhersagestrategien dienen verschiedene Filtermechanismen. Grundlage zur Beschreibung von relevanten Objekten ist eine Ontologie. Zur Beschaffung von Informationen wird eine Dienstregistratur verwendet, die Suchdienste von Drittanbietern passend zum gegebenen Kontext findet.

Schwerpunkt dieses Projektes ist die Entwicklung einer offenen Plattform, die es gestattet kontextbasierte, personalisierte Anwendungen zu erstellen, sowie die Integration entsprechender Dienste. Die Berechnung einer Tour spielt dabei keine Rolle.

#### 3.4.2.3 Intrigue

Intrigue [AGP<sup>+</sup>03] ist ein prototypischer, touristischer Informationsserver, der Informationen auf Desktop- und mobilen Applikationen bereitstellt. Es werden Ausflugsziele und -touren für Touristengruppen empfohlen. Daher müssen Gruppeninteressen abgewogen und mögliche Konflikte ausgeglichen werden. Es besteht eine Agenda zur Unterstützung einer interaktiven Tourplanung durch den Nutzer. Bei der Ausgabeschnittstelle für inhaltliche Informationen wurde Wert auf eine flexible Darstellung für mehrere Geräte gelegt.

Das System bietet verschiedene Präferenzen in Katalogform zur Auswahl. Attraktionen können gemäß bestimmten Kategorien wie Baustilen, oder durch Angabe einer ausgewählten Region spezifiziert werden. Aus diesen Kriterien wird eine Liste mit Empfehlungen zusammengestellt. Dabei werden multiple Präferenzen berücksichtigt. Mehrere Teilnehmer müssen dazu manuell in Untergruppen mit ähnlichen Präferenzen zusammengefasst werden. Zunächst werden separate Listen für jede Gruppe erstellt, die einzeln oder als kombinierte Liste angezeigt werden können. Das System bietet ebenfalls eine Begründung der Vorschläge an, so dass sie für den Nutzer nachvollziehbar sind. Die einzelnen Elemente können zu einer Tour hinzugefügt werden. Zusätzlich können Start-

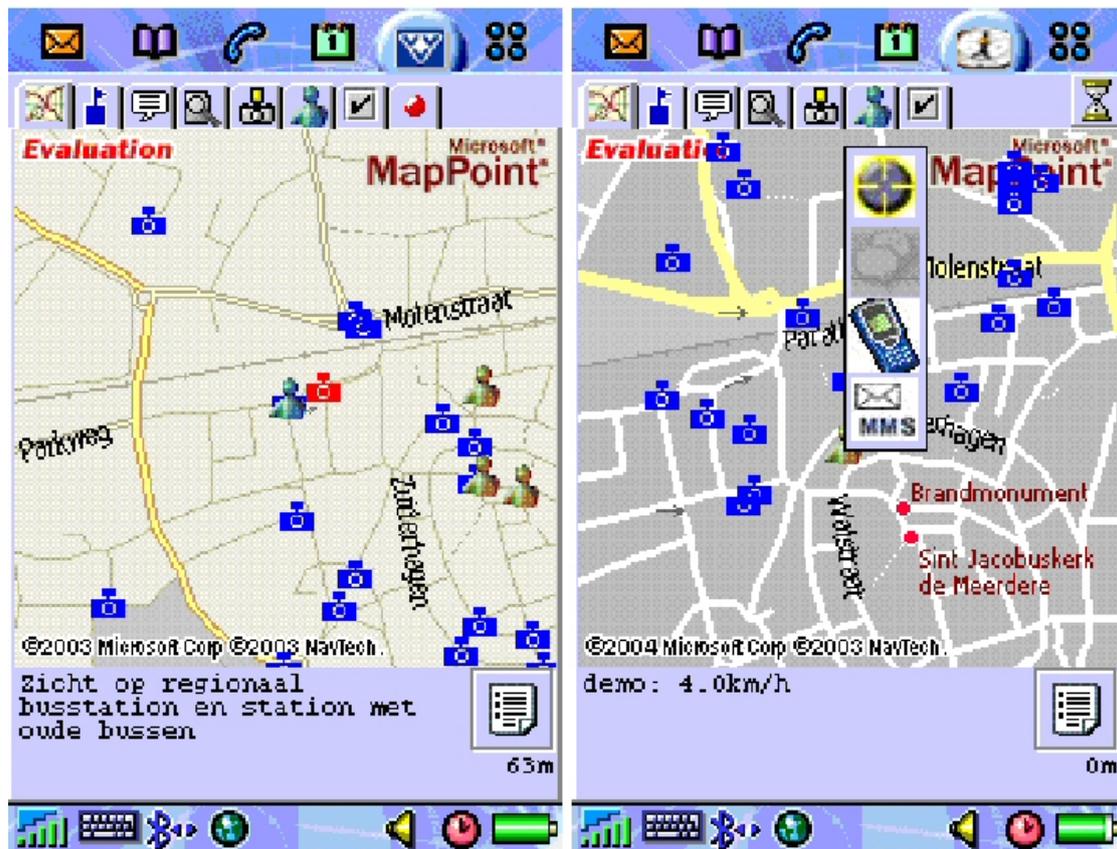


Abbildung 3.5: COMPASS Anwendung

und Endpunkt sowie der Zeitraum der Tour angegeben werden. Daraus wird eine geeignete Reiseroute erstellt. Die Zusammenstellung der Informationen erfolgt dynamisch basierend auf Datenbankobjekten je nach anforderndem Gerät, wobei im Web wesentlich umfangreichere Informationen darstellbar sind als beispielsweise auf einem Mobiltelefon.

#### 3.4.3 Vergleich zur DTG-Anwendung

Grundsätzlich bestehen zwei gegensätzliche Ansätze zur Informationsversorgung von Touristen: Pull- und Push-Dienste. Während Pull-Dienste vom Nutzer verlangen die Informationen selbst aktiv abzufordern, stellen Push-Dienste verfügbare Informationen selbständig bereit. Um den Nutzer nicht mit Informationen zu überfluten, sondern eine interessenbezogene Auswahl darzustellen, werden Nutzerprofile angelegt. Push-Dienste erfordern damit einen hohen Grad an Automatisierung.

Tabelle 3.1 bietet eine Übersicht über die wichtigsten Projekte und deren angebotene Funktionen. Im Gegensatz zu den meisten der hier vorgestellten Entwicklungen handelt es sich beim DTG um einen aktiven Begleiter, also einen Push-Dienst, während andere Projekte mehr oder weniger passive Begleiter darstellen. Der Dynamische Tour Guide ist demnach eine weitaus komplexere Lösung, die alle der aufgeführten Funktionen vereint. Diese liegen einerseits als konzeptuelle Entwürfe vor, und fanden anschließend ihre Umsetzung in der implementierten Version. Die Berechnung eines persönlichen, interessenabhängigen Tourplans und dessen Anpassung an den aktuellen Kontext war bis dato sowohl eine einzigartige und innovative Neuerung, als auch eine große wissenschaftliche Herausforderung.

Die nachfolgend aufgeführten Herausforderungen stellten weitere zu lösende Problemstellungen dar, zu denen zum Zeitpunkt der Projektimplementation zum Teil lediglich Ansätze, jedoch keine allgemeingültigen Lösungen existierten. Eine mögliche Ursache ist die geringe Relevanz, die diesen Problemstellungen beigemessen wurde, bzw. wurden diese bis dahin noch nicht als solche erkannt. Somit bestand auch keine Notwendigkeit eine Lösung zu entwickeln. Während der Design- und Entwicklungsphase des DTG haben sich diese jedoch herauskristallisiert und sowohl einen theoretischen als auch einen praktischen Lösungsansatz erfahren.

Aus wissenschaftlicher Sichtweise wurden diese wie folgt formuliert:

- Erfassung der allgemeinen Interessen eines Touristen im mobilen Kontext zur Erstellung eines Interessenprofils
- Erstellung einer Rangfolge von konkreten Tourbausteinen durch einen Semantic Matching Ansatz
- Berechnung einer Tour (Rundreise) in wenigen Sekunden
- Präsentation von kontextbezogenen Informationen
- Nachverfolgung und Anpassung der Tour

### 3 Stand von Wissenschaft und Technik

Tabelle 3.1: Vergleich von Tour Guide Projekten

Funktionen	Cyberguide	GUIDE	Crumpet	DeepMap	Compass	eNarro
Dynamische Karte	-	Ja	Ja	Ja	zusätzlicher Navigator	
Fußgängernavigation	-	Ja	Ja	Ja		
Benachrichtigung an Sehenswürdigkeiten	-	Liste	Ja	Liste	Liste	Liste
Interessenerfassung	-	-	Ja	Web	Ja	-
Bewertung von Attraktionen	-	-	-	-	Ja	-
Berechnung eines Tourplans	-	Manuell	-	Ja	-	-
Tourmodifikation	-	Ja	-	Ja	-	-
Touranpassung	-	Ja	-	-	-	-
Positionsbezogene Informationen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-

## 3.5 Marktanalyse

Letztendlich bestimmen die Nutzer über den Erfolg oder Misserfolg neuer Technologien. Deshalb müssen ihre Bedürfnisse sehr genau untersucht werden, um entscheiden zu können welche Technologien sinnvoll sind und akzeptiert werden. Ein mobiles Informationssystem als elektronischer Stadtführer bietet den Touristen viele unterstützende Funktionen, aber stellt gleichzeitig auch preisliche Anforderungen und technische Voraussetzungen an die Nutzung und Handhabung. Die beiden folgenden Unterkapitel geben eine kurze Einschätzung der marktbezogenen Situation für einen kommerziellen Einsatz eines solchen Systems.

### 3.5.1 Verleih- und Vertriebsmodell

Es bestehen zwei grundlegende Ansätze ein mobiles Informationssystem als Alternative für Individualtouristen zu betreiben.

Zum einen ist dies der Verleih als komplettes Produkt inklusive aller benötigter Geräte, Software und Datenmaterial. Dabei ist die Funktionsfähigkeit sichergestellt, da alle Geräte die gleiche Konfiguration aufweisen würden. Gegen eine Ausleihgebühr können die Touristen dann das System nutzen und wären nicht auf ein eigenes Gerät angewiesen, was einen großen Vorteil darstellt. Allerdings muss das Gerät auch wieder abgegeben werden. Die Geräte sowie die Daten müssen von einem Betreiber aktuell und in Stand gehalten werden und an zentralen Orten zur Verfügung stehen. Dies würde womöglich die Beschäftigung zusätzlicher Mitarbeiter und die Einrichtung zusätzlicher Örtlichkeiten nach sich ziehen, was aus Betreibersicht wiederum Nachteile darstellt. Zudem wäre diese Variante durch die Umlegung der Investitionskosten der Geräte auf die Ausleihgebühren letztendlich für die Touristen teurer.

Zum anderen, vorausgesetzt die Touristen besitzen ihre eigenen mobilen Geräte (welche einem bestimmten Standard entsprechen), werden lediglich die Software und die Inhalte benötigt. Diese können zum kostenpflichtigen Download über das Internet, oder vor Ort in den Tourismusbüros bzw. an dafür vorgesehenen Terminals angeboten werden. Hierfür muss eine gewisse technische Infrastruktur vor Ort geschaffen werden, so dass ein möglichst breites Spektrum an mobilen Geräten Unterstützung findet und die Dienste über das Internet nutzbar sind. Aus Betreibersicht stellt dies zu Beginn einen hohen Einrichtungsaufwand dar, jedoch würde anschließend nur die Wartung der Daten und Server von Nöten sein, und nicht die von mobilen Geräten. Dieses Modell stellt damit jedoch weitaus schwierigere Anforderungen an die Entwicklung, da allein die Darstellung von Informationen in Abhängigkeit der verschiedenen Geräte entsprechend angepasst werden muss. Aus Nutzersicht ist es bequemer das eigene vertraute Gerät verwenden zu können, wobei aus Kostengründen ein Datentarif mit unbegrenztem Volumen zu empfehlen wäre. Auf der anderen Seite werden damit jene Touristen ausgeschlossen, die die notwendigen Voraussetzungen nicht mitbringen.

Derzeit besitzt fast jeder Bürger ein Mobiltelefon. Außerdem findet immer mehr eine Verschmelzung verschiedener Geräte wie Handy, Digitalkamera oder MP3-Player zu einem einzigen mobilen Gerät mit diversen Schnittstellen statt (siehe Kapitel 8.1.1.2). Es

wird davon ausgegangen, dass zunehmend die Mobiltelefone von solchen mobilen Geräten ersetzt werden. Auch erfolgt ein immer weiter übergreifender Ausbau von Datennetzen, und die Datentarife werden billiger und damit für den Kunden ansprechender. Da diese Entwicklung jedoch zu Projektbeginn erst in den Anfängen war und auch heute noch nicht weit reichend genug vollzogen ist, fiel die Entscheidung auf einen Verleih als komplettes Paket. Aufgrund der höheren Kosten für die Betreiber kann sich auf längere Sicht aber nur das Vertriebsmodell durchsetzen, jedoch sind die Bedingungen dafür momentan noch nicht geschaffen.

In Sachen Personalisierung sind beim Verleihmodell klare Grenzen gesetzt, da alle Daten immer nur temporär für eine Nutzung zur Verfügung stehen, wogegen ein persönliches Gerät auch ein persönliches Nutzerprofil speichern kann. Dies wird später in Kapitel 8.3 ausführlicher diskutiert.

#### 3.5.2 Mobile Endgeräte

Bei der Entscheidung für geeignete Geräte standen grundsätzlich drei Optionen, gemäß der Einteilung in die Typen Mobiltelefon, Smartphone und Taschencomputer (Pocket PC) zur Auswahl. Diese Grundtypen unterscheiden sich wiederum je nach Gerätehersteller in ihren Eigenschaften, wie Speicherkapazität, Verbindungsmöglichkeiten (Bluetooth, GPRS, UMTS, WLAN), Betriebssystem (Linux, Windows Mobile, Symbian) und dem Display hinsichtlich Farbdarstellung und Bildschirmauflösung.

Ein großer Nachteil von Mobiltelefonen zum damaligen Zeitpunkt waren die kleinen Displays, auf denen nur wenige Informationen darstellbar waren, und die somit großen Einschränkungen unterlagen. Auch gab es noch keine Mobiltelefone welche einen GPS Empfänger besaßen. Zur notwendigen Positionsbestimmung waren in dem Fall nur die Sektoren im Mobilfunknetz ermittelbar, ein Verfahren was Abweichungen von bis zu 100 Metern aufweist, und für die Navigation innerhalb von Städten vollkommen ungeeignet ist.

Daher wurden folgende Mindestanforderungen an die Eigenschaften von mobilen Endgeräten formuliert:

- GPS Empfang
- Internetverbindung über GPRS, UMTS oder WLAN
- Farbdisplay mit mindestens 240x320x16bit Auflösung
- Touchscreen
- Telefon

Alle Anforderungen konnten seinerzeit nur von Taschencomputern erfüllt werden. Die folgende Tabelle stellt einen Vergleich dreier Geräte an.

Aus Kostengründen wurde der von der Telekom seit 2004 angebotene MDA III (siehe Abbildung 3.6) eingesetzt. Aufgrund der noch geringen Prozessorleistung von 400 - 500 MHz war es dann notwendig Komponenten, wie zum Beispiel die aufwendige Tourberechnung, innerhalb einer Serverkomponente zu implementieren. Dadurch bestand die

### 3 Stand von Wissenschaft und Technik

Tabelle 3.2: Gerätevergleich

Gerät	CPU	Schnittstellen	Betriebssystem	Display
Fujitsu-Siemens Pocket Loox 720	Intel PXA272 520 Mhz	SD/MMC/ SDIO/CF	Windows Mobile 2003 SE	480x640
Palm Tungsten	Intel XScale 416 Mhz ARM Prozessor	SD/SDIO/ MMC	Palm OS 5.4	320x480
MDA III	Intel XScale 400 Mhz	SD/MMC	Windows Mobile 2003 SE	240x320



Abbildung 3.6: MDA III

Abhängigkeit einer ständigen Verbindung zum Server. Auf längerer Sicht ist in Görlitz eine WLAN Abdeckung für die komplette Innenstadt geplant. Als Alternative stand GPRS schon damals im ausreichenden Maß zur Verfügung.

# 4 Anforderungsanalyse

## 4.1 Szenario

Folgendes Szenario stellt die ursprüngliche Vision des Dynamischen Tour Guides dar, und soll einen Überblick über dessen angedachte Funktionalität als mobiles Informationssystem geben:

“Frau Meier ist für ein wichtiges Geschäfts-Meeting nach Görlitz gekommen. Das Meeting ist, entgegen allen Erwartungen, bereits früher vorbei und ihr bleiben noch einige Stunden bis ihr Zug fährt. So beschließt sie sich die Stadt Görlitz näher anzusehen. Auf ihrem MDA hat sie für solche Fälle ein neues Programm, den Dynamischen Tour Guide installiert. Nach dem Start folgen einige Fragen zur Gestaltung der individuellen Tour. Zuerst spezifiziert Frau Meier ihre Interessen. Sie interessiert sich für barocke Architektur, Religion und Kirchen. In 4 Stunden möchte Sie am Hotel sein um ihre Sachen zu holen. Durch den GPS Empfänger des MDA weiß der DTG bereits metergenau, wo sich Frau Meier befindet und wählt automatisch diesen Punkt als Startpunkt. Bevor der DTG Frau Meier einige Touren empfehlen kann hat sie zusätzlich noch die Möglichkeit ihr bekannte Sehenswürdigkeiten als obligatorisch zu markieren, so dass diese Attraktionen unbedingt Bestandteil der Tour werden. Frau Meier erinnert sich, dass sie vorgestern im Fernsehen einen interessanten Bericht über die Görlitzer Peterskirche gesehen hat. Diese möchte sie nun unbedingt sehen und wählt deshalb diese Kirche als Pflichtbestandteil der Tour aus. Nach der anschließenden Tourberechnung werden Frau Meier einige mögliche Touren angezeigt die immer aus Tourbausteinen (TBB) bestehen, die für Frau Meier von besonderem Interesse sind (Baudenkmäler, Häuser, Brücken, Kirchen usw.). Frau Meier entscheidet sich gleich für die erste Tour, die am genauesten im vorher eingegebenen Zeitrahmen liegt, und die den Großteil der in Görlitz befindlichen Kirchen sowie andere architektonisch wertvolle, bzw. interessante Gebäude umfasst. Frau Meier steckt ihren MDA in die Tasche und einen Kopfhörer in ihr Ohr. Sogleich beginnt eine Stimme damit, sie zu navigieren: “Bitte gehen sie 50 Meter geradeaus die Strasse entlang und biegen sie dann rechts in die Brückenstrasse ein!”. Frau Meier läuft gemächlich die wunderschöne Strasse entlang. Nach ca. 10 Minuten kommt sie dann ihrem ersten Ziel näher. “Sie nähern sich dem Biblischen Haus. Es befindet sich in 50 Metern auf der rechten Seite.” Frau Meier läuft noch ein Stück und bleibt dann beeindruckt vor der imposanten Fassade des Biblischen Hauses stehen. Der DTG beginnt sofort ihr Informationen darüber zu präsentieren. Sie ist interessiert, wie das Biblische Haus vor 250 Jahren in der Straßenkulisse ausgesehen hat. Deshalb holt Sie den MDA aus der Tasche und schaut sich die im DTG angezeigten Bilder des Biblischen Hauses an.

Nach einer Weile hat Frau Meier genug über das Biblische Haus gehört und läuft weiter. Dies bemerkt der DTG und beendet die Präsentation der Informationen über das

#### 4 Anforderungsanalyse

Biblische Haus mit der Meldung: "Sie verlassen das Biblische Haus!" Einige Sekunden später beginnt der DTG damit, sie zum nächsten Ziel zu navigieren: "Folgen Sie bitte der Strasse 30 Meter, danach biegen Sie bitte links in die Rathaus-Gasse ein."

Währenddessen errechnet der DTG, dass die durchschnittliche Laufgeschwindigkeit von Frau Meier ca. 3 km/h beträgt. Der berechneten Tour wurde eine Geschwindigkeit von 5km/h zugrunde gelegt. Über den berechneten Zeitraum von 4 Stunden und der eingeplanten Anzahl von 15 Sehenswürdigkeiten würde das bedeuten, dass nicht alle Sehenswürdigkeiten erreichbar sind. Der DTG passt im Hintergrund automatisch die Tour an, in dem einige Tourbausteine aus der Tour entfernt werden. Von all dem bekommt Frau Meier aber nichts mit und läuft in einem gemütlichen Tempo weiter durch die Stadt. Sie holt ihren MDA aus der Tasche und schaut auf die dort dargestellte Karte. Kleine Bildchen auf dieser Karte markieren den nächsten Punkt ihrer Tour und ihre eigene Position. Sie erkennt die Peterskirche in einer Entfernung von 250 Metern als ihr nächstes Ziel. Als sie sich in unmittelbarer Nähe befindet, macht der DTG wieder auf sich aufmerksam: "Sie nähern sich der Peterskirche. Sie befindet sich geradeaus 50 Meter entfernt." Während Frau Meier direkt auf die Kirche zuläuft, werden ihr schon einige allgemeine Dinge über sie erzählt. Dann bleibt sie vor einer der zahlreichen Eingangstüren auf der westlichen Seite stehen. Der DTG erzählt nun einige Geschichten über diesen Teil der Kirche. Dabei macht er sie auf Details aufmerksam, die sie sonst übersehen hätte. Frau Meier beschließt nun, einen Rundgang um die Kirche zu machen. Als sie sich einige Meter von dem westlichen Eingang entfernt hat, stoppt der DTG ihr weitere Informationen darüber zu geben. Noch ein paar Meter weiter, weist der DTG sie plötzlich auf einen Hacken an der Kirchmauer hin: "An diesem Hacken links von ihnen wurden vor 350 Jahren die geächteten der Stadt gefesselt. Die Bewohner der Stadt konnten . . .". Da Frau Meier aber nicht so sehr an dem Hacken und seiner Geschichte interessiert ist, läuft sie einfach weiter. Mit einem: "Sie verlassen den Hacken der Geächteten" weist der DTG Frau Meier noch einmal darauf hin. Dennoch ist Frau Meier nicht gewillt, sich den Hacken anzuschauen bzw. weitere Informationen darüber zu erfahren und läuft unbekümmert weiter. Schon 20 Meter weiter meldet sich wieder der DTG: "Dieser Teil der Kirche wurde in der frühen Barock-Zeit nach einem katastrophalen Brand restauriert. Die Restauration wurde von dem bekanntesten Architekten seiner Zeit . . ." Dies interessiert Frau Meier natürlich und sie bleibt stehen. Darauf hin fährt der DTG mit der Informationspräsentation fort und macht sie auf viele Besonderheiten der Fassade und der davor befindlichen Mauer aufmerksam. Mit der Vollendung des Rundgangs um die Kirche wird Frau Meier auch schon zur nächsten Sehenswürdigkeit der Tour geleitet: "Sie verlassen die Peterskirche. Bitte folgen sie dem Straßenverlauf 150 Meter."

Nachdem Frau Meier viele weitere Attraktionen angesehen hat, wird sie über die neue Stadtbrücke nach Polen geführt. Auf ihrem Weg dorthin merkt sie, dass sie langsam Hunger bekommt. Glücklicherweise befindet sich am Ende der Stadtbrücke auf polnischer Seite ein nettes Restaurant namens Dreiradenmühle. Sie beschließt spontan dort einzukehren und einen Imbiss zu sich zu nehmen. Dieser Besuch ist vom DTG nicht in Frau Meiers Tour eingeplant, weshalb er zunächst versucht, sie an der Dreiradenmühle vorbei zu führen, hin zur nächsten Sehenswürdigkeit. Jedoch erkennt der DTG bald, dass Frau Meier sich in das Café Dreiradenmühle hineinbewegt und schließt darauf, dass

sie diesen Restaurantbesuch selbständig in die Tour mit einschließen möchte. Der DTG stoppt daraufhin die Navigation.

Als sie mit dem Essen fertig ist stellt sie mit einem Blick auf die Uhr erschrocken fest, dass sie fast eine ganze Stunde in der Dreiradennühle verbracht hat! Weil sie noch einige Dinge des polnischen Stadtteils sehen will, bezahlt sie schnell und geht hinaus. Der DTG erkennt, dass Frau Meier aus dem Restaurant geht und beginnt selbständig damit, Navigationsanweisungen über den Kopfhörer zu geben. Frau Meier weiß, dass der DTG in der Zwischenzeit bereits die Tour angepasst und verändert hat, dass sie pünktlich um 16 Uhr an ihrem Hotel ist.”

## 4.2 Technische Anforderungen

### 4.2.1 Benutzbarkeit

Die technische Anforderung aus Benutzersicht besteht darin eine Anwendung zu entwerfen, die auf mobilen Geräten möglichst effizient arbeitet und von normalen Touristen bequem bedienbar ist. Schwierigkeiten die es hierbei zu lösen gilt betreffen zum einen die beschränkten Darstellungsmöglichkeiten, und zum anderen die ebenfalls eingeschränkten Interaktionsmöglichkeiten. Das Display des ausgewählten MDA III weist eine Größe von 320 \* 240 Pixel auf. Verglichen mit der Gesamtanzahl von Pixel eines herkömmlichen PC-Bildschirms sind dies weniger als 10 %. Informationen und Steuerelemente müssen daher sparsam und zielgerichtet verwendet werden. Weiterhin besitzt ein mobiles Gerät einen Touchscreen. Der von der Arbeit mit Computern gewohnte Umgang mit einer Maus ist daher nicht gewährleistet, wodurch keine Unterscheidung zwischen einfachen und doppelten Klicks erfolgen kann. Viel mehr erfolgt die Bedienung mit Hilfe eines Stiftes, was einerseits eine erhöhte Auge-Hand Koordination erfordert und zweitens beide Hände beansprucht, da das Gerät selbst mit der anderen Hand gehalten werden muss. Etablierte Interaktionskonzepte müssen daher auf die neue Plattform angepasst bzw. vermieden werden um keine falschen Vorstellungen bei den Nutzern zu wecken.

Zusätzlich erschwerend wirkt die Tatsache, dass die meisten Touristen der Stadt Görlitz von gehobenem Alter (im Durchschnitt ca. 50 Jahre), und erwartungsgemäß wenig vertraut im Umgang mit mobilen Geräten sind. Die Benutzungsoberfläche muss daher auf eine leichte und selbsterklärende Bedienbarkeit ausgerichtet sein.

### 4.2.2 Erweiterbarkeit

Im Hinblick auf den Einsatz durch kommerzielle Betreiber müssen Architektur und Schnittstellen der Anwendung möglichst universell gestaltet sein, um vor allem dem Kriterium der Erweiterbarkeit zu entsprechen. Das heißt es soll weder eine Lösung geschaffen werden, welche einzig und allein den speziellen Gegebenheiten der Stadt Görlitz angepasst ist, noch ein System welches auf speziellen Technologien beruht, die weitestgehend keine praktische Relevanz besitzen. Eine Portierung mit geringem Aufwand erfordert den Einsatz von gängigen und am Markt weit verbreiteten Technologien die, soweit voraussehbar, auch in der Zukunft noch eine wichtige Rolle spielen werden. Dies bringt die

Schwierigkeit mit sich, dass, da es sich um die Erforschung innovativer Lösungen handelt, die Akzeptanz der eingesetzten Technologien und Geräte nicht vorhersehbar ist. Zu Projektbeginn waren Mobiltelefone sehr stark verbreitet, MDAs hingegen waren noch neu auf dem Markt. Ihnen wurde jedoch eine zunehmende Verbreitung prognostiziert. Die Schaffung eines erweiterbaren Systems erfordert außerdem offene und allgemeine Schnittstellen. Da ein Großteil der Datenkommunikation über das Internet erfolgen wird bieten sich Webdienste besonders an. Nach festgelegtem Standard erfolgt der Datenaustausch in Form von XML Dokumenten zwischen verschiedenen Systemen. Somit können Dienste, die als Webdienst angeboten werden von verschiedenen Betriebssystemen unterschiedlicher mobiler Geräte abgerufen werden.

Bei der Entwicklung muss wiederum darauf geachtet werden, dass alle Komponenten als eigenständige Module umgesetzt werden. Diese sind dann bei Bedarf austauschbar ohne die gesamte Anwendung neu programmieren zu müssen. Beispielsweise könnte ein Modul die Positionsbestimmung übernehmen, und je nach Verfügbarkeit der Signale auf verschiedene Techniken wie GPS (bevorzugt im Freien) oder WLAN (bevorzugt in Gebäuden) zurückgreifen. Des Weiteren müssen Funktionalität und Inhalt streng voneinander getrennt werden. Somit lässt sich der Inhalt eines Zielortes anschließend ganz einfach austauschen und durch die Informationen eines anderen Ortes ersetzen, um die Betriebsbereitschaft des Systems zu gewährleisten. Da der Inhalt dynamisch ist und einer ständigen Pflege unterliegt, ist es sinnvoll ein einfaches Werkzeug zur Datenpflege zu schaffen. Bezüglich der Form der Daten muss ein Standard definiert werden der leicht auf andere Einsatzorte übertragbar ist. Für das hier vorgestellte System betrifft das vor allem ein Datenhaltungsmodell für Sehenswürdigkeiten zu erstellen, welches möglichst alle verfügbaren Informationen aufnehmen kann, die entweder direkt dem Touristen zur Verfügung gestellt werden, oder indirekt zur Ermittlung weiterer Daten dienen.

### 4.3 Rechtliche Anforderungen

Ein zentrales Augenmerk des VESUV Projektes war das Thema Sicherheit. Aus datenschutzrechtlicher Sicht ist bei der Gestaltung eines solchen Systems darauf zu achten, dass der Umgang mit personenbezogenen Daten minimiert und somit die Gefahr der Einschränkung des Selbstbestimmungsrechts, welches im Grundgesetz Artikel 1, Absatz 1 verankert ist, umgangen wird [RPH01][JL06]. Diese Gefahr besteht dann, wenn Profildaten für Dritte öffentlich zugänglich sind. Die betroffene Person verliert dann schnell die Kontrolle und das Wissen über die Verbreitung ihrer/seiner persönlichen Daten. Diese können zur Analyse des bisherigen und zur Vorhersage von zukünftigem Verhalten missbraucht werden [SH05].

Im Sinne des § 3, Absatz 1 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) handelt es sich bei personenbezogenen Daten um Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbarer natürlichen Person. Persönliche Vorlieben und Interessen des Nutzers, aber auch die Angaben über Gehgeschwindigkeit, Alter, Aufenthaltsdauer in Görlitz und die besuchten Sehenswürdigkeiten stellen Einzelangaben über persönliche Verhältnisse des Nutzers dar. Personenbezogen sind die Daten nur dann,

wenn ein Zusammenhang zu einer bestimmten oder bestimmbaren Person besteht. Erfassung, Verarbeitung und die mögliche Speicherung der Interessendaten stellen somit eine erste potentielle Gefahrenquelle für einen Rechtsverstoß dar. Im Einzelnen betrifft dies die Speicherung von persönlichen Profilen auf dem mobilen Endgerät, die Übertragung der Daten an den Server und die dortige Speicherung. Diese Vorgänge sind laut § 3, Absatz 4 BDGS als datenschutzrechtlich relevant einzustufen. Im Falle eigener Endgeräte der Nutzer bleibt die Speicherung persönlicher Daten auf dem Gerät ohne Auswirkungen. Anders bei Verleihgeräten, da über die Ausleihzeit auf die Daten des Kunden ein Rückschluss getroffen werden kann. Einer Speicherung von Daten auf dem Server steht laut § 3, Absatz 6 TDDSG (Teledienstdatenschutzgesetz) dann nichts im Weg, wenn diese anonymisiert bzw. unter einem Pseudonym erfolgt.

### 4.4 Konzeptionelle Ansprüche

Der Dynamische Tour Guide als mobile Anwendung für Pocket PC Geräte soll der Unterstützung von Individualtouristen auf ihrer Erkundung eines Reiseziels dienen. Ausgehend vom beschriebenen Szenario wurde der folgende Funktionsumfang für den DTG konzeptionell erstellt und als Grundlage für die Umsetzung angesehen.

Voraussetzung ist, dass das mobile Gerät einen in- oder externen GPS Empfänger zur Positionsbestimmung besitzt. Zu Beginn der Tour wird ausgehend von den Präferenzen des Touristen ein individueller Tourplan erstellt. Dazu werden zunächst die Interessen des Touristen abgefragt, um die geeigneten Sehenswürdigkeiten auszuwählen. So wird ein Tourist der an dem Baustil der Epoche Barock interessiert ist vornehmlich zu Gebäuden die dem Barock oder verwandten Epochen entstammen geführt. Des Weiteren werden zusätzliche Angaben wie die zur Verfügung stehende Zeit verwendet, um den Rahmen der Tour abzustecken und diese möglichst individuell zu gestalten. Der Tourist kann somit bestimmen wann die Tour beginnen soll und welche Zeitdauer sie umfasst. Der geografische Startpunkt der Tour wird automatisch über GPS ermittelt und entspricht der aktuellen Position des Touristen. Der gewünschte Zielpunkt ist frei wählbar. Standardmäßig wird hier der Startpunkt vorgeschlagen, wodurch eine Rundreise erstellt wird. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn eine Rückkehr zum Ausgangspunkt, z.B. Parkplatz notwendig ist. Um einen längeren Tagesaufenthalt zu gestalten besteht zudem die Möglichkeit einen Café- oder Restaurantbesuch mit einzuplanen, welcher durch bestimmte Kriterien ebenfalls näher spezifiziert werden kann.

Der Nutzer hat die Option die ihm/ihr vorgeschlagene Tour zu verändern, indem er/sie Sehenswürdigkeiten entfernt und/oder Sehenswürdigkeiten hinzufügt. Dies ist dann sinnvoll wenn sich Touristen schon vorab informiert haben und unbedingt bestimmte Attraktionen besichtigen wollen. Während der Tour werden Navigationsanweisungen bereitgestellt, die den Nutzer von seinem/ihrer aktuellen Standpunkt zur nächsten Tourstation gemäß dem Tourplan geleiten. Als Orientierungshilfe wird auf dem Display des mobilen Gerätes eine digitale Karte angezeigt, welche die Position des Touristen aufzeigt und die vorgeschlagene Route darstellt. Um zu vermeiden, dass die Touristen ständig auf das Display schauen müssen während sie sich zum nächsten Ziel bewegen, dienen Au-

#### 4 Anforderungsanalyse

dioanweisungen an allen Entscheidungspunkten als Navigationsunterstützung. Da solche Fußgängernavigatoren bereits kommerziell erhältlich sind wird eine solche Navigationssoftware für mobile Geräte in die Anwendung integriert. Diese wird in den Vordergrund geschaltet, sobald der Tourist sich auf den Weg zur nächsten Sehenswürdigkeit begibt. Beim Erreichen des Ziels wechselt der Navigator in den Hintergrund. Bei dem Navigator handelt es sich ebenfalls um eine dynamische Komponente. Das heißt, wenn der Tourist nicht den Anweisungen des Navigators folgt und (versehentlich) einen anderen Weg einschlägt, erfolgt automatisch eine Neuberechnung der Route um den Touristen wieder richtig zu führen. Kurz vor der unmittelbaren Annäherung an eine Attraktion wird der Nutzer durch einen Hinweis mit angezeigtem Foto darauf aufmerksam gemacht. Dazu werden Annäherungsbild und Adresse zur kommenden Attraktion auf dem Display angezeigt, um das Auffinden zu erleichtern. Zusätzlich erfolgt eine akustische Meldung, welche den Namen und die noch bestehende Entfernung zur Sehenswürdigkeit enthält. Nach der Ankunft werden automatisch die multimedialen Informationen wie Audiotexte und Diashow abgespielt. Außerdem ist der Tourplan eine dynamische Komponente, die kontinuierlich an das veränderte Nutzerverhalten angepasst wird. Der errechnete Plan geht von einer bestimmten Durchschnittsgeschwindigkeit, sowie bestimmten Aufenthaltsdauern an den Attraktionen aus. Sollten diese angenommenen Zeiten während des tatsächlichen Tourverlaufs abweichen, so besteht die Gefahr, dass der Tourist entweder zu früh oder zu spät am gewünschten Zielpunkt eintrifft. Daher erfolgt eine ständige Überwachung der Tour und gegebenenfalls eine Anpassung des Plans, indem dieser verkürzt oder erweitert wird. Wichtig ist dies vor allem für Touristen die an eine bestimmte Abfahrtszeit öffentlicher Verkehrsmittel gebunden sind, oder Geschäftreisende denen noch ein Termin bevorsteht.

# 5 Realisierung der mobilen Applikation

## 5.1 Architektur

### 5.1.1 Lösungsansätze

Eine mögliche Lösung zur Umsetzung des vorgestellten Gesamtkonzeptes ist die Erstellung einer mobilen Anwendung als Thick Client, der vollkommen offline funktioniert. Alle Berechnungen würden auf dem mobilen Gerät vorgenommen werden. Geringe Speicherkapazitäten können durch zusätzliche Speicherkarten ausgeglichen werden, auf denen alle inhaltlichen Informationen wie Audiodateien und Bilder ausgelagert und ständig parat sind. Für eine solche Lösung sprechen die hohen Kosten für den Datentransfer mit mobilen Geräten über das Internet, die fehlende infrastrukturelle Abdeckung in einigen Gebieten, sowie die geringe Bandbreite über GPRS. Dagegen spricht allerdings die fehlende Dynamik und Aktualisierbarkeit, denn alle Daten die auf dem mobilen Gerät vorgehalten werden, sind statisch und bedürfen einer manuellen Aktualisierung. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aus der geringen Rechenleistung von mobilen Geräten (400 MHz beim MDA III) die im Vergleich zu Server PCs enorm klein ist. Daher kann es zu Problemen bei der Ausführung aller notwendigen Berechnungen kommen. Lange Wartezeiten und eine träge reagierende Anwendung wären die Folge, wobei die Geduld der Nutzer besonders im mobilen Kontext stark eingeschränkt ist.

Im völligen Gegensatz dazu steht die zweite Variante als komplette online Version (Thin Client). Sämtliche Daten werden über einen oder mehrere Server bereitgestellt. Alle Berechnungen werden ebenfalls auf einem Server ausgeführt, wobei die Parameter (inklusive der aktuellen Position) an den Server gesendet werden und nur das Ergebnis auf den Client zurückgeschickt und dargestellt wird. Geeignet für eine solche Lösung sind Webdienste. Diese nehmen über das HTTP Protokoll Anfragen in Form von XML-basierten Dokumenten entgegen. Der Vorteil besteht in der geringen Auslastung des mobilen Gerätes und den schnell und effizient durchführbaren Berechnungen auf dem Server. Bei einer zentralen Datenverwaltung auf den Servern ergibt sich auch eine einfache Aktualisierungsfähigkeit sämtlicher Daten, die den Nutzern immer in aktueller Form zur Verfügung stehen. Der Nachteil ist allerdings, dass eine ständige Internetverbindung vorausgesetzt werden muss und sehr große Datenmengen übertragen werden. Die Übertragung von XML Dokumenten erzeugt zudem einen großen Mehraufwand an Daten zur Strukturierung der eigentlichen Informationen. Mittels GPRS wird damit ein Engpass erzeugt, der zu hohen Wartezeiten auf Seiten des Nutzers führt, bis alle notwendigen Informationen vollständig übertragen wurden.

Bezüglich der Rolle des Nutzers sind wiederum zwei mögliche Ansätze gegeben, einer aktiven Rolle durch die Anforderung der Daten und eine passive Rolle durch die auto-

matische Bereitstellung der Daten. Diese Ansätze werden als Pull- oder Push-Dienste bezeichnet. Beim Pull-Service entscheidet der Nutzer wann welche Informationen angezeigt werden, wogegen beim Push-Service die Informationen durch die Anwendung aufgrund bestimmter Ereignisse automatisch geliefert werden.

### 5.1.2 Datenhaltungsmodell

Die Anwendung lebt vor allem von den zur Verfügung stehenden multimedialen Inhalten. Diese können auf verschiedenen Wegen gespeichert und verfügbar gemacht werden. Die Bereitstellung der kompletten Informationen auf einer Speicherkarte wäre eine Option (Offline Modell). Damit wären sie für das mobile Gerät ständig zugänglich. Die Nutzer könnten die aktuellen Inhalte an einem Terminal vor Ort mit Hilfe von WLAN oder im Vorfeld von zu Hause aus über das Internet herunterladen. Ausgehend vom Verleihmodell wäre das Angebot zum Download Aufgabe des Betreibers. Er wäre dann ebenfalls dafür zuständig alle Daten auf dem aktuellen Stand zu halten. Als zweites besteht die Möglichkeit nur die benötigten Inhalte temporär vor Ort über das Mobilfunknetz auf das Gerät zu laden (Online Modell). Diese können auch gestreamt werden, das heißt das Abspielen der vorhandenen Teildaten beginnt bereits während der Rest noch heruntergeladen wird. Somit wäre kaum zusätzlicher Speicherplatz notwendig. Allerdings sind die Kosten bei den variierenden Verbindungspreisen sehr schlecht abschätzbar. Sinnvoll wäre diese Variante erst dann, wenn wie bei Mobilfunkverträgen so genannte Flatrates beinhaltet wären, bei denen nur ein monatlicher Grundpreis bezahlt wird und jegliche Downloaddaten inklusive sind. Oberste Priorität haben dabei die Informationen der als nächstes im Tourplan vorgesehenen Sehenswürdigkeiten. Zusätzlich werden auch Informationen über weitere, in der Umgebung befindliche Sehenswürdigkeiten ermittelt, um auf spontane Entscheidungen der Touristen vorbereitet zu sein.

Wie im Kapitel 4.3 beschrieben muss bei den Inhalten sehr stark auf die Wahrung der Urheberrechte geachtet werden. Daher müssen beim Speichern und Vorhalten von Daten auf dem Gerät, beim Verleih von befüllten Speicherkarten, sowie bei der Art der Übertragung in jedem Fall Sicherheitsaspekte in Betracht gezogen werden. Es muss ein Kompromiss zwischen einfacher und schneller Verfügbarkeit und ausreichend Schutz der Inhalte gefunden werden.

Zusätzlich zu den multimedialen Inhalten müssen für jede Sehenswürdigkeit sowohl semantische Informationen über die Zugehörigkeit zu den vordefinierten Interessengebieten als auch zusätzliche, spezifische Angaben über Adresse, Öffnungszeiten usw. festgehalten werden. Hierbei gibt es einen zentralen sowie einen dezentralen Ansatz: Eine nahe liegende Lösung stellt der Entwurf einer zentralen Datenbank dar, in der alle Daten erfasst werden. Über eine Schnittstelle nach außen stehen die Informationen dann zur Verfügung. Dazu müsste der Betreiber eines solchen Systems zunächst alle relevanten Sehenswürdigkeiten einer Region identifizieren, und die inhaltlichen Daten ermitteln und aufarbeiten. Die Aktualisierung der Daten erfolgt dann zentral auf dem Server, und müsste regelmäßig durchgeführt werden. Dies setzt die aktive Mithilfe eigenständiger Betreiber von Sehenswürdigkeiten wie Restaurants und Museen voraus. Hierbei kann die Schwierigkeit auftreten, dass die Informationen bereits in aufbereiteter Form vorhanden

aber geschützt sind, und somit nicht durch Dritte (DTG Betreiber) verwendet werden dürfen. Dem gegenüber besteht die bessere Alternative darin, den DTG als offenes System anzubieten, wo sich jeder Tourbausteinbetreiber anmelden kann um durch das System eine zusätzliche Sichtbarkeit zu erreichen. Dazu könnte eine universelle Eingabemaske entworfen werden, womit neue Sehenswürdigkeiten auf einem zentralen Server angemeldet und eingepflegt werden können. Die eingepflegten Inhalte unterliegen dann der Obhut der eigentlichen Betreiber. Um auch die Aktualisierung dynamischer Daten, wie z.B. Öffnungszeiten zu erleichtern, wäre eine Einbindung des extern verwendeten Systems denkbar. Eine entsprechende dezentrale Infrastruktur kann durch Webdienste erreicht werden, welche in einem Verzeichnis registriert werden und anschließend im System bekannt sind.

### 5.1.3 Technische Implementierung

Aufgrund der eingeschränkten Rechenleistung eines MDA entstand eine Client-Server Architektur, welche nur die notwendigen Berechnungen auf dem mobilen Gerät vornimmt, und alle rechenintensiveren Prozesse auf Serverrechner auslagert. Dazu zählen das Semantic Matching und die komplexe Tourberechnung. Die Kommunikation mit dem Server wird dadurch auf ein Minimum reduziert. Die Navigation findet auf dem mobilen Gerät statt, da eine Serverlösung eine ständige Verbindung zum Server erfordern würde. Sobald diese nicht mehr verfügbar ist erhalten die Touristen keinerlei Informationen mehr und sind auf sich gestellt.

Es handelt sich damit um einen Mittelweg, welcher zwei Alternativen verfolgt. Das heißt, dass vorerst alle benötigten Daten auf einer Speicherkarte bereitgestellt werden und damit der mobilen Applikation direkt zugänglich sind. In naher Zukunft, wenn eine ausreichende Abdeckung mit UMTS gewährleistet ist und genügend Bandbreite kostengünstig zur Verfügung steht, ist eine stärkere Einbindung der Online-Komponenten vorgesehen. Zunächst der Abruf aller dynamischen Informationen vor Ort, bis hin zur permanenten Datenbeschaffung über Mobilfunknetze.

Die Systemarchitektur des DTG umfasst die folgenden Komponenten:

- Tourbausteine (TBB = Tour Building Blocks): Attraktionen aller Art, wie Sehenswürdigkeiten und Restaurants als mögliche Komponenten einer Tour. Die TBBs werden durch einen Anbieter modelliert. Dieses Modell enthält die in Tabelle 5.1 angeführten Informationen:
- UDDI Registration: Ein Verzeichnis aller Tourbausteine welche als eigene Webdienste zur Verfügung stehen. Neu hinzukommende Tourbausteine brauchen sich nur registrieren, und werden anschließend bei der Tourberechnung berücksichtigt.
- DTG Server: Der DTG Server ist zuständig für die Berechnung von Touren. Dazu werden zuerst alle TBBs durch den Semantic Matching Algorithmus aufgrund des Interessenprofils eines einzelnen Touristen bewertet. Anschließend wird eine Sequenz von TBBs für einen vorgegebenen Zeitrahmen erstellt.

Tabelle 5.1: TBB Modell

Informationstyp	Inhalt
Allgemeine Informationen	Name, Adresse, benötigte Aufenthaltsdauer, Koordinaten der umgebenden Fläche
Semantische Informationen	Taxonomische Einordnung (Interessengebiete)
Inhaltliche Daten	Bild-, Audio- und Textdateien
Entfernungsmatrix	Entfernung zu allen anderen TBBs der Stadt

- DTG Agent: Die mobile Anwendung welche auf dem mobilen Gerät läuft stellt die grafische Benutzungsoberfläche bereit. Diese dient der Interessen- und Tourparameterspezifikation, der Anzeige von Tourplan und Karte im Navigationsmodus sowie der Präsentation der multimedialen Inhalte.

Durch diese Architektur werden die folgenden Funktionen ermöglicht:

- Lokalisation: Die mobile Anwendung kann die Position des Gerätes innerhalb der Stadt über einen GPS-Empfänger bestimmen.
- Entdeckung von Diensten: Nach Ankunft in einer Region kann der DTG Agent den zuständigen Server über das UDDI Verzeichnis ermitteln. Basierend auf dem Interessenprofil und der vorgegebenen Zeit des Touristen ermittelt der DTG die vorhandenen Dienste und TBBs, erfragt die aktuellen Informationen von den Webdiensten und berechnet eine Tour. Inhaltliche Informationen werden von den TBBs während der Tour über deren Webdienstschnittstellen bereitgestellt.
- Navigation: Nachdem die Tour vom Touristen bestätigt und gestartet wurde, wird der erste Streckenabschnitt von der Navigationskomponente in einer Karte angezeigt, und die audiovisuelle Führung beginnt. Im Hintergrund überwacht der DTG das aktuelle Tourverhalten um benötigte Informationen von den TBB Webdiensten anzufordern und diese beim Erreichen des TBBs in Echtzeit darstellen zu können.

Die Gerätesichtweise, welche in Abbildung 5.2 dargestellt ist, zeigt die konkrete Implementierung der Architektur. Auf dem mobilen Gerät des Nutzers läuft die eigentliche mobile Anwendung. Außerdem erfolgt eine Interprozesskommunikation mit dem Navigator und einem Caching Framework zum Zwischenspeichern der voraussichtlich benötigten Daten. Zur Minimierung des Webdienst Protokolls, und damit der Datenübertragung beim Aufruf der Serverfunktionen vom mobilen Gerät, wurde ein eigenes Kommunikationsprotokoll entwickelt und dazwischen geschaltet. Die zentrale Rolle innerhalb der Serverarchitektur stellt der DTG Webservice als Dienst zur Erstellung der Tour dar. Dabei erfolgt eine Kommunikation mit dem Tourberechnungsdienst zur Berechnung der Tourfolge aus den bewerteten Tourbausteinen, und dem Tourbaustein Webdienst zum Abruf aller inhaltlichen Daten. Dem Tourbaustein Webdienst liegt eine Datenbank mit allen Informationen zu den vorhandenen Tourbausteinen (TBB Descriptoren = semantische Daten, TBB Content = inhaltliche Informationen) zu Grunde. Da die infrastrukturellen Voraussetzungen dazu noch nicht vorhanden sind, wurden der UDDI Server sowie

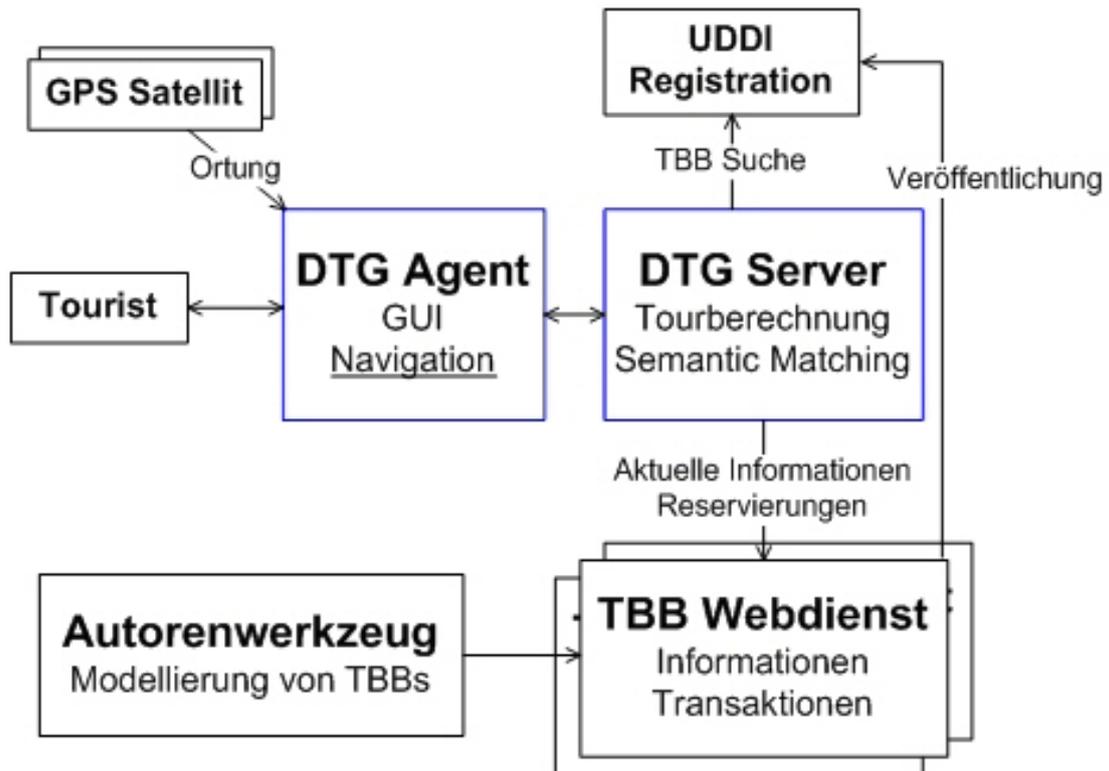


Abbildung 5.1: DTG Architektur

die Webdienste für jeden einzelnen TBB hier nicht umgesetzt, sondern werden durch eine zentrale Datenbank (TBB-DB) repräsentiert. Für den Inhalt der Datenbank ist die Firma netCommunity<sup>24</sup> verantwortlich, welche das öffentliche Webportal der Stadt verwaltet. Zur Ermittlung der Entfernungen zwischen allen Tourbausteinen in Form einer Distanzmatrix, welche zur Tourberechnung benötigt wird, steht ein Navigationsdienst von PTV<sup>25</sup> zur Verfügung.

Alle Dienste können auf verschiedenen physikalischen Rechnern installiert sein. Der Austausch einzelner Komponenten ist daher problemlos möglich. Dadurch wird auch eine Migration auf andere Zielgebiete erheblich erleichtert.

Hinsichtlich datenschutzrechtlicher Anforderungen wurde außerdem eine Sicherheitsstufe implementiert. Die Übertragung sowie die Ablage der Daten auf dem mobilen Gerät erfolgt nur verschlüsselt um Dritten den Zugang zu diesen Daten zu verweigern. Dazu besitzt der WSCommunicator serverseitig einen Algorithmus zur Verschlüsselung der Inhalte. Auf dem mobilen Gerät werden die Daten vor dem Abspielen mit Hilfe des WSCommunicator Clients wieder entschlüsselt.

Hauptsächlich wurde die Umsetzung als Push-Service unter dem Namen DTG Planer verfolgt, das heißt die automatische kontextbedingte Darbietung von Informationen gemäß eines Tourplans. Um für die Feldstudie einen Vergleich zu haben, inwieweit ein Tourplan und diesbezügliche Informationen überhaupt erwünscht sind, wurde zusätzlich eine zweite Version als Pull-Service, mit Namen DTG Explorer entwickelt. Dieser wird im Kapitel 7.2 näher vorgestellt.

## 5.2 Umsetzung der Teilkomponenten

Zur Umsetzung der einzelnen Komponenten gibt es wiederum die Möglichkeiten des server- bzw. clientseitigen Einsatzes. Aufgrund der, im Vergleich zu PCs, eingeschränkten Systemressourcen auf dem mobilen Gerät wurden einige Komponenten auf ein Server Backend ausgelagert. Die folgenden Konzepte stellen die wesentlichen Funktionen der DTG Anwendung und deren Umsetzung dar.

### 5.2.1 Personalisierte Interessenerfassung und Attraktionsauswahl

Auf individuelle Bedürfnisse abgestimmte, persönliche Angebote und Empfehlungen muss das Bestreben aller Dienstleistungsbereiche sein. Im Tourismus ist diese Verfahrensweise wenig verbreitet, da Stadtführungen ausschließlich den Ansatz bewährter Standardtouren die typische und massentaugliche Attraktionen einer Region abdecken verfolgen. Die Bedürfnisbefriedigung ist bei einigen Touristen höher, bei anderen niedriger. Um diese Befriedigung für alle zu maximieren werden individuelle Touren benötigt. Voraussetzung dazu ist die Kenntnis über die Präferenzen der Touristen, auf deren Grundlage dann Empfehlungen ausgesprochen werden können. Empfehlungsdienste oder so genannte Recommender Services sind immer dann angebracht, wenn ein Nutzer

---

<sup>24</sup><http://www.nc-net.de/>, Stand: 03.01.09

<sup>25</sup><http://www.ptv.de>, Stand: 12.12.2008

## 5 Realisierung der mobilen Applikation

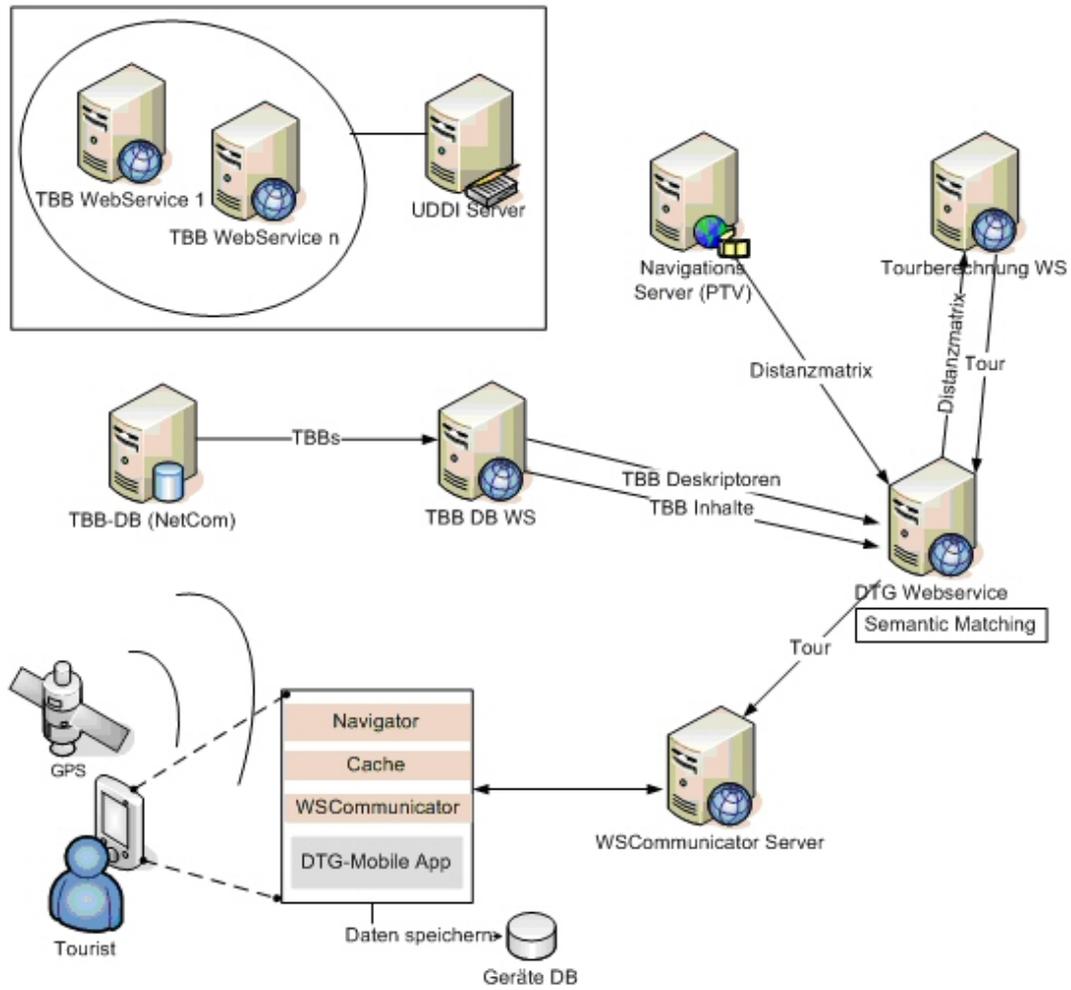


Abbildung 5.2: DTG Gerätesichtweise

einen ungenügenden Einblick in aktuelle Lebenslagen oder Umgebungskontexte hat, um selbständig Entscheidungen zu treffen [RDM04]. Diese Dienste werden auch eingesetzt, um dem Nutzer bei bestimmten Entscheidungen eine Assistenzfunktion zu bieten und ihn bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Recommender Systeme sind derzeit hauptsächlich auf das Web Umfeld beschränkt und finden am häufigsten bei Produktempfehlungen Anwendung, wobei es sich um Bücher, Reisen und sonstige Angebote handeln kann. Wissenschaftlich gibt es derzeit zwei anerkannte Ansätze für die Umsetzung solcher Systeme. Ein weit verbreiteter Ansatz ist der des Collaborative Filtering. Bei diesem Verfahren wird das Entscheidungsverhalten von Nutzern beobachtet, woraufhin Nutzer mit ähnlichen Profildaten ermittelt, [SKKR01] und deren Produkterwerbe als Anregung vorgeschlagen werden. Diese Methode wird zurzeit sehr erfolgreich von der Firma Amazon<sup>26</sup>, unter anderem bei der Empfehlung von Büchern, CDs und DVDs umgesetzt. Ein ähnliches Konzept wird durch das Collaborative Browsing [RWZ05] verfolgt. Angefangen bei allgemeinen Vorschlägen wird der Nutzer zu immer konkreter werdenden Empfehlungen geführt. Ausschlaggebend dafür sind auch hier Schlussfolgerungen aufgrund des Verhaltens die auf dem erlernten Verhalten anderer Nutzer beruhen. Dazu ist allerdings jeweils eine entsprechende Datensammlung notwendig, das heißt das Verhalten verschiedener Nutzer muss über einen langen Zeitraum hinweg aufgezeichnet werden um aussagekräftige Empfehlungen geben zu können.

Tangierend dazu sind die Ausführungen von Fink und Kobsa [FK02] zu sehen, welche die Interessenerfassung mit dem Ziel der Personalisierung von Touren untersucht haben, mit dem Vorschlag das Verhalten von Touristen zu beobachten, es zu generalisieren und daraus Stereotypen abzuleiten. Dies setzt wiederum einen zentralen Server zur Datenspeicherung sowie einen gewissen Datenbestand zum Gewährleisten der Funktionalität voraus. Zum einen ist dieses Vorgehen aus datenschutzrechtlicher Sicht nicht vertretbar, da um zusammengehörige Datensätzen zu kennzeichnen die IP Adresse mitgeloggt werden müsste, zum anderen existieren bisher keinerlei verwertbare Daten über die Besuche von Sehenswürdigkeiten durch Touristen, was die Initialisierung eines Empfehlungsdienstes für persönliche Touren unmöglich macht. Auch könnte durch eine Aufzeichnung der Bewegungen innerhalb des Zielgebietes, sowie den Aufhalten an verschiedenen Attraktionen nicht auf die Zufriedenheit mit dem Besuch geschlossen werden. Im hier betrachteten Fall muss den Touristen vor Ort, ohne vorherige Beobachtung und Zugriff auf Vorwissen anderer Touristen, sogleich eine Tour empfohlen werden können. Unabdingbar ist dazu die Ermittlung individueller Präferenzen in allgemeingültiger Form als notwendiger Anhaltspunkt für eine Auswahl von Sehenswürdigkeiten.

Im Gegensatz zur eben beschriebenen Vorgehensweise hat sich daher der Ansatz des Content Based Filtering etabliert. Dabei werden Objekte in bestimmte Kategorien oder Taxonomien eingeordnet und einem Nutzer später aufgrund seines Persönlichkeits- oder Interessensprofils zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgt zumeist mittels eines Semantic Matching Algorithmus, der aufgrund des Nutzerprofils und der Kategoriezuordnung Punkte für konkrete Objekte berechnet [J.99]. Dieser Ansatz soll auch zur Empfehlung einer persönlichen Tour verfolgt werden.

---

<sup>26</sup><http://www.amazon.de>, <http://www.amazon.com>, Stand: 10.02.07

Damit ergibt sich als eine der wichtigsten Herausforderungen überhaupt die Erstellung eines persönlichen Interessenprofils durch die Erfassung der allgemeinen Interessen eines gewöhnlichen Touristen auf einem mobilen Gerät im mobilen Umfeld.

Über ein Eingabefeld könnte dem Touristen eine freie Eingabe seiner Interessen ermöglicht werden. Mit Hilfe der Semantic Web Technologie könnten anschließend möglichst viele in sinnvollem Zusammenhang stehende Begriffe ermittelt werden. Diese würden die Interessen des Touristen darstellen. Mit Hilfe dieser Begriffe müssten alle Tourbausteinprofile analysiert werden um Übereinstimmungen zu finden. Das Problem an dieser Vorgehensweise ist, dass viele Touristen aus dem Stehgreif keine genauen Interessen angeben können da sie sich derer nicht offenkundig bewusst sind. Dieses Phänomen wurde durch Gretzel und Fesenmeier [GF05] untersucht. Dabei stellte sich eine starke Überzeugungsfähigkeit von Recommendersystemen durch konkrete Vorschläge heraus. Die Interessen konnten schrittweise durch das Auswahlverhalten ermittelt werden, wobei die Art der Darstellung den Nutzer bei bestimmten Entscheidungen stark beeinflussen bzw. helfen kann. Die Schaffung von Auswahlmöglichkeiten ist daher für diesen Fall eine sehr gut geeignete Variante.

Über die Auswahl aus einem wohl definierten Vokabular kann dem Touristen die Angabe seiner Interessen entsprechend vorgegeben und vereinfacht werden. Das gleiche Vokabular dient auch zur Einteilung aller vorhandenen Tourbausteine wodurch der nachfolgende Vergleich erheblich erleichtert wird.

Ziel ist es dann gemäß den Angaben des Touristen möglichst schnell eine persönliche Tour zu berechnen. Eine Tour ist eine Sequenz von Sehenswürdigkeiten. Das heißt, es ist eine Route zu finden die möglichst viele als interessant eingestufte Sehenswürdigkeiten enthält, und außerdem in der angegebenen Zeit abzulaufen ist. Das Berechnungsproblem wird im Punkt 5.2.3 angegangen. Dieser Abschnitt widmet sich der gezielten Auswahl passender Sehenswürdigkeiten aus dem Bestand der Verfügbaren, zum einen im Hinblick auf die Interessen, und zum anderen hinsichtlich der Erreichbarkeit in der zur Verfügung stehenden Zeit. In Tabelle 5.2 ist der Gesamtprozess in der Sichtweise eines Use Case dargestellt.

In möglichst kurzer Zeit und mit möglichst wenig Aufwand soll der Tourist dazu angeregt werden seine allgemeingültigen Interessen preiszugeben. Die Ermittlung dieser birgt vor allem Herausforderungen aus Sicht der Gestaltung sowie der Nutzerakzeptanz. Die Personalisierung erfolgt in zwei Schritten:

1. Erfassung der allgemeinen Interessen von Touristen
2. Bewertung konkreter Sehenswürdigkeiten einer Region

Der Lösungsansatz umfasst hier die in den folgenden Unterkapiteln beschriebenen Teillösungen:

### 5.2.1.1 Entwurf einer Taxonomie zur Gliederung von Interessengebieten

Für eine semantische Auswertung ist ein gemeinsam nutzbares Vokabular zur Beschreibung von Ressourcen erforderlich. In diesem Fall handelt es sich um Interessengebiete,

Tabelle 5.2: Use Case 'Erstellung einer personalisierten Tour'

<b>Beteiligte</b>	Tourist, mobiler DTG, DTG Server
<b>Sichtweise</b>	DTG
<b>Interessengruppen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tourist: Erhalt einer persönlichen Tour in möglichst kurzer Zeit vor Ort</li> <li>• DTG: Berechnung einer Tour basierend auf den Präferenzen des Touristen</li> </ul>
<b>Voraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestehende Serververbindung</li> <li>• Bestehendes GPS-Signal</li> </ul>
<b>Erfolgsgarantie</b>	Gültige Eingaben für eine Tourberechnung
<b>Auslöser</b>	Auswahl der Option 'Tour berechnen' durch den Touristen
<b>Hauptzenario</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erfassen der allgemeinen Interessen</li> <li>2. Erfassen weiterer Tourparameter</li> <li>3. Bewertung aller verfügbaren Tourbausteine</li> <li>4. Berechnung einer Tour (Rundreise)</li> <li>5. Rückgabe und Anzeigen der Tour</li> </ol>
<b>Nachbedingung</b>	Tour kann gestartet oder modifiziert werden

Tabelle 5.3: Hauptkategorien

Kategorie	Beschreibung
Wahrzeichen	Typische, über die Stadtgrenze hinaus bekannte Sehenswürdigkeiten
Architektur	Jegliche Arten von Bauten, nach Baustil und Bauform
Landschaft	(Tier)Parks und Landschaftsgebiete
Kultur & Freizeit	Kunstaussstellungen, Bildungs- und Kulturelle Einrichtungen (Theater, Kino), Einkaufsmöglichkeiten und Sportstätten
Persönlichkeiten	Mit der Region in Zusammenhang stehende Berühmtheiten

die sowohl die Interessen eines Touristen, als auch die Klassifizierung von Tourbausteinen widerspiegeln sollen. Eine Taxonomie ist eine solche Strukturierungsform aller verwendbaren Bezeichnungen in einer baumartigen Hierarchie. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen beschränken sich auf deren Über- und Unterordnung.

Einteilungen für den Bereich Tourismus, welche auch Sehenswürdigkeiten erfassen sind z.B. auf der DAML Website<sup>27</sup> vorhanden. Folgende mögliche Unterteilungen werden unter anderem angeführt:

Burg, Kirche, Museum, Ruine, Schloss, Bauwerk, Denkmal, Garten, Gedenkstaette, Museum, Park, Zoo, Landschaft, Markt, Museum, Naturschutzgebiet, Park, Profanbau und Sakralbau.

Daran angelehnt wurden die Hauptkategorien, zu denen alle Sehenswürdigkeiten eindeutig zuordenbar sind, festgelegt. Damit waren auf oberster Ebene alle großen Interessengebiete abgedeckt, und es entstand die in Tabelle 5.3 aufgeführte Klassifizierung als Grundlage der für den Raum Görlitz zu erstellenden Taxonomie, welche ebenfalls als Basis für eine Erweiterung auf andere Regionen betrachtet werden kann.

Anschließend konnte eine genauere Strukturierung in Unterkategorien erfolgen, um eine bessere Einteilung der Attraktionen bzw. eine genauere Auswahl von Interessen zu ermöglichen. Bei der Zuordnung der Attraktionen werden dann Mehrfachzuordnung auftreten, z.B. wird ein barockes Schloss unter dem Stil Barock sowie unter dem Bautyp Schloss zu finden sein. Die realisierte Einteilung kann Abbildung 5.3 entnommen werden.

### 5.2.1.2 Modellierung aller Tourbausteine

Alle in der Stadt Görlitz vorhandenen und als solche angesehenen Sehenswürdigkeit konnten daraufhin modelliert werden. Zu diesem Modell gehört zunächst die semantische Einordnung in Kategorien der Taxonomie im Hinblick darauf, welche Interessengebiete durch den jeweiligen TBB angesprochen werden. Daraus kann ein Profil mit den passenden Interessenbegriffen und einem jeweiligen Prozentwert, welcher standardmäßig 100 beträgt und somit eine Abstufung der Zugehörigkeit erlaubt, erstellt werden. Die Profilinformatoren werden in XML Form gespeichert.

<sup>27</sup><http://www.daml.org/>, Stand: 18.07.04

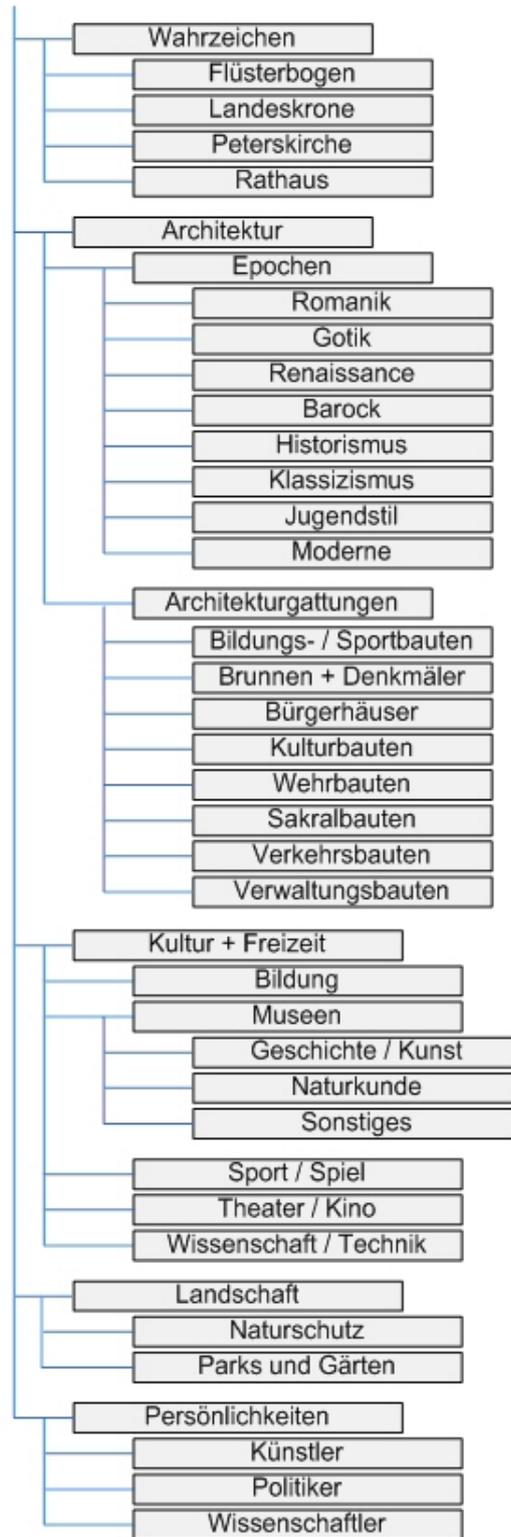


Abbildung 5.3: Interessentaxonomie



Abbildung 5.4: Screenshot der Baumvariante

Die zweite Form der Modellierung umfasst die Sammlung von Informationen. Dazu zählen Textinformationen und aktuelle, sowie historische Bilder der Attraktion. In Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung Görlitz wurden diese zusammengestellt.

### 5.2.1.3 Entwurf von Methodiken zur Interessenerfassung

In möglichst kurzer Zeit und mit möglichst wenig Aufwand soll der Tourist dazu angeregt werden seine allgemeingültigen Interessen preiszugeben. Als Schnittstelle zur Interessenerfassung auf dem mobilen Gerät wurden drei verschiedene Ansätze verfolgt. Die erstellte Taxonomie bildet den Ausgangspunkt für die Auswahlentscheidungen des Nutzers. Sie wird in jeweils unterschiedlicher Form und Detailliertheit dargeboten:

*Baumstruktur:* Das allen Benutzern vom Windows Explorer bekannte Prinzip der Darstellung einer hierarchischen Struktur in einem erweiterbaren Baum bildet die Taxonomie in einem solchen ab. Die Auswahl von Interessengebieten aller verschiedenen Ebenen erfolgt durch Checkboxes.

Der Vorteil dieser Variante ist, dass nur ein einziger Bildschirm zur Darstellung aller Inhalte benötigt wird. Die hierarchische Struktur ist durch das Baumgebilde außerdem gut sichtbar. Allerdings erweist sich diese Darstellung als Nachteil sobald der Baum erweitert wird, da dann horizontales sowie vertikales Scrollen notwendig wird. Durch die Verwendung kleiner Schriftgrößen kann dies minimiert werden, jedoch wird somit auch die Schrift schwerer lesbar.

Da viele Testpersonen in den qualitativen Vorstudien die Erweiterbarkeit des Baumes nicht erkannten, wurde dieser dahingehend geändert, dass er sich automatisch öffnet wenn eine bestimmte Kategorie gewählt wird um dem Nutzer die Unterkategorien anzuzeigen. Somit wird dieser explizit darauf hingewiesen, dass die Interessen auch detaillierter angegeben werden können.

## 5 Realisierung der mobilen Applikation

*Symbole und Bilder:* Die einzelnen Kategorien der Taxonomie werden ebenenweise durch Symbole (wenn weitere Unterkategorien existieren) und konkrete Fotos von Sehenswürdigkeiten visualisiert, wie im mittleren Bild in Abbildung 5.5 zu sehen. Bilder wecken bei den meisten Benutzern positive oder negative Empfindungen, welche durch abstrakte Begriffe nicht vermittelt werden können, und sollen deshalb bei der Interessenauswahl helfen [GF05]. Die Bilder können vergrößert werden, und bieten zusätzliche Informationen über die dargestellte Kategorie.

Der Vorteil dieser Variante ist, wie eben beschrieben, die sehr gute Veranschaulichung der Kategorien. Dadurch werden jedoch viele verschiedene Bildschirme benötigt und die Orientierung innerhalb der hierarchischen Struktur wird schwer nachvollziehbar.

Dieses Problem trat verstärkt in den Voruntersuchungen auf, sodass eine zusätzliche Informationsleiste mit der aktuellen Position in der Hierarchie angezeigt wird.

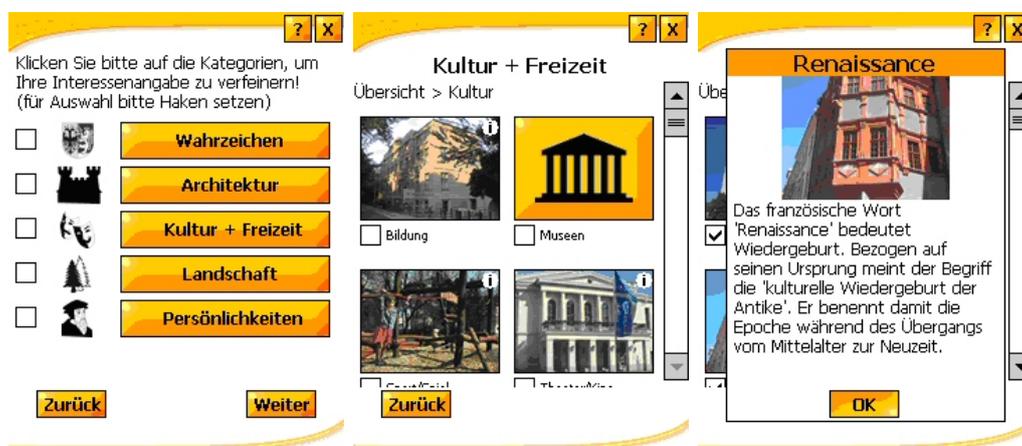


Abbildung 5.5: Screenshots der Bildervariante

*Hauptkategorien:* Zur Auswahl stehen lediglich die fünf Hauptkategorien der Interessentaxonomie. Jedoch kann der Grad des Interesses spezifiziert werden. Dazu öffnet sich bei der Auswahl einer Kategorie ein neuer Dialog wie in Abbildung 5.6, Bild 2, über den mittels einer bildlichen Vergabe von Sternen die Intensität des Interesses in fünf Abstufungen angegeben werden muss.

Der Hauptvorteil dieser Variante liegt in seiner Einfachheit und der kurzen Zeiterfordernis für diejenigen Touristen, die wenig Zeit haben oder Mühe aufwenden wollen um ihre Interessen tiefgründiger anzugeben, bzw. diese nicht detaillierter angeben können. Für andere Touristen mit sehr feinen Interessen stellt dies jedoch ohne Frage einen Nachteil dar, da die Angabe nur oberflächlich erfolgen kann.

Aufgrund der Vortests wurden ehemals angegebene Prozentangaben für die Einteilung der Interessengebiete durch Sterne ersetzt, da diese den Nutzern auch vom Web her wesentlich vertrauter waren.



Abbildung 5.6: Screenshots der Hauptkategorienvariante

#### 5.2.1.4 Bewertung von Tourbausteinen durch einen Semantic Matching Algorithmus

Im Gegensatz zu einem rein syntaktischen Vergleich, welcher nur die äußere Form berücksichtigt, beschreibt der Begriff Semantic Matching einen Vergleich dem der Inhalt, also die Bedeutung, zu Grunde liegt. Inhaltliche Gemeinsamkeiten die in ganz unterschiedlicher Form repräsentiert werden, können durch einfache Syntaxprüfungen nicht erkannt werden. Das Vergleichskriterium muss deshalb die Semantik (Bedeutung) sein, so dass auch anteilige Übereinstimmungen ermittelt werden können.

Die Suchmaschine Google<sup>28</sup> hat erste Elemente einer semantischen Suche ergänzt, welche als *contextual search* bezeichnet wird. Seit diesem Jahr werden in der Version 3.0 zu vielen Suchanfragen inhaltlich verwandte und bzgl. der Treffermenge relevante Schlüsselwörter am unteren Rand angezeigt. Es ist davon auszugehen, dass diese Technologie zukünftig weiter verbessert und fester Bestandteil der Suchalgorithmen wird.

Ein weiteres aktuelles Beispiel ist das unter der Leitung von Stephen Wolfram entwickelte System Wolfram Alpha<sup>29</sup>, welches als *computational knowledge engine* bezeichnet wird. Es berechnet Antworten auf wissenschaftliche Fragen die in natürlicher Sprache formuliert werden. Anders als bei Suchmaschinen wie Google werden hier keine Links auf vorhandene Dokumente bereitgestellt, sondern auf Grundlage interner Algorithmen und einer entsprechend strukturierten Wissensbasis Antworten generiert. Diese bestehen aus Text und relevanten Abbildungen.

Gemäß Horrocks und Li [HL03] gibt es 5 unterschiedliche Stufen für ein Matching. Die angegebenen Fälle vergleichen jeweils Konzept R welches die Anfrage (Request) darstellt mit Konzept A, dem Angebot (Advertisement):

- Exact:  $A \equiv R$ . Die Konzepte A und R sind identisch.

<sup>28</sup><http://www.google.de>, Stand: 25.05.2009

<sup>29</sup><http://www.wolframalpha.com>, Stand: 25.05.2009

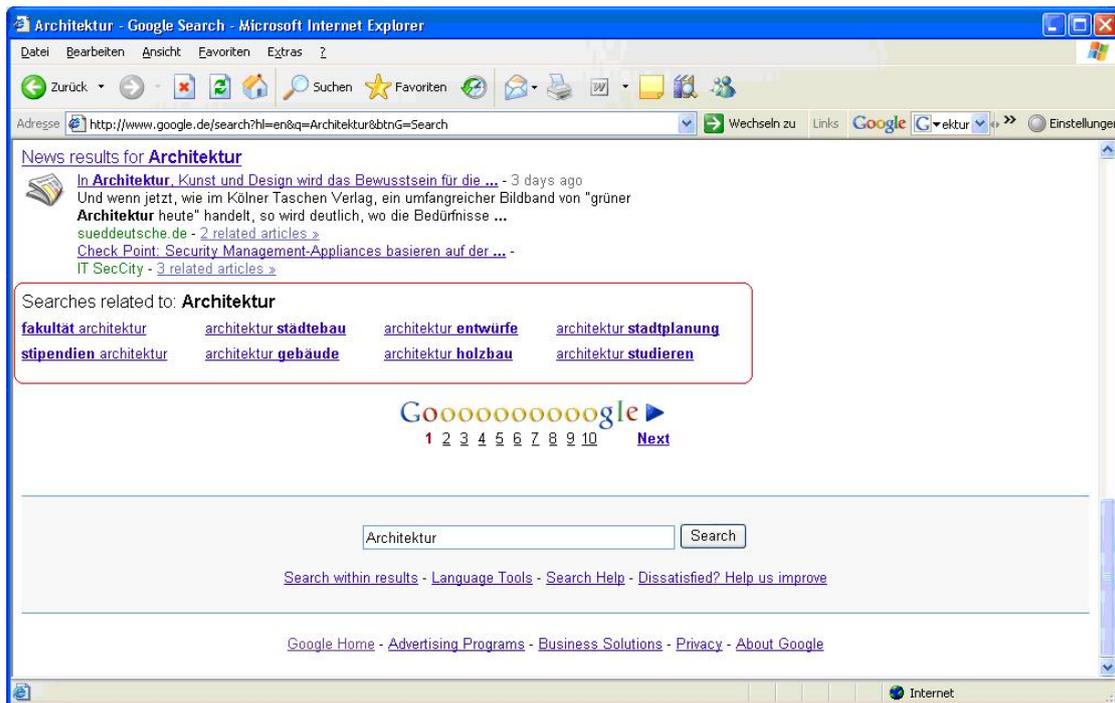


Abbildung 5.7: Verwandte Suchanfragen bei Google

- PlugIn:  $A \supseteq R$ .  $R$  ist ein Teilkonzept von  $A$ . Bzgl. der Hierarchie ist  $R$  zu  $A$  direkt untergeordnet.
- Subsume:  $A \subseteq R$ .  $A$  ist ein Teilkonzept von  $R$ . Bzgl. der Hierarchie ist  $R$  zu  $A$  direkt übergeordnet.
- Intersection:  $\neg(A \cap R \subseteq \perp)$ , wobei  $\perp$  das leere Konzept darstellt. Die Schnittmenge von  $A$  und  $R$  ist nicht leer, das heißt zwischen beiden Konzepten besteht ein Zusammenhang, jedoch keine direkte Über- bzw. Unterordnung.
- Disjoint:  $A \cap R \subseteq \perp$ . Die Schnittmenge von  $A$  und  $R$  ist leer, daher besitzen beide Konzepte keine Beziehung zueinander.

Im Falle des DTG ist das Angebot durch ein Profil eines TBB gegeben. Die Anfrage hingegen wird durch das Interessenprofil eines Touristen gestellt. Die Profile an sich bestehen aus den Konzepten der Taxonomie. Jedes Konzept des TBB Profils muss jedem Konzept des Interessenprofils gegenübergestellt werden. Jeder dieser Vergleiche muss dann einen der genannten Fälle als Ergebnis liefern.

Eine ähnliche Analyse [BCFS02] der möglichen Beziehungen zweier Konzepte ergab lediglich vier der oben genannten Fälle: 'exact', 'plugin', 'subsume', und 'disjoint'. Zusätzlich wurde jedoch eine Funktion definiert um die semantische Ähnlichkeit zu berechnen. Basierend darauf entstand die folgende rekursive Vorschrift zur Bewertung von Tourbausteinen mit Punkten (IMP = Interest Matching Points):

$$IMP(A, R) = \begin{cases} 1, \text{ wenn } A \equiv R & (exact) \\ 1, \text{ wenn } R \in \text{subnodes}(A) & (subsume) \\ 0, \text{ wenn } \text{parent}(R) = 0 & (disjoint) \\ 1/2 IMP(A, \text{parent}(R)), \text{ sonst} & (plugin) \end{cases} \quad (5.1)$$

Diese ist wie folgt zu interpretieren, wobei die Funktion  $\text{subnodes}()$  alle Unterknoten und die Funktion  $\text{parent}()$  den übergeordneten Knoten bestimmen:

- *Exact* - Wenn beide Konzepte identisch sind erhält der TBB volle Punkte.
- *Subsume* - Wenn das Konzept R des Interessenprofils eine Generalisierung von Konzept A des TBB Profils darstellt, werden ebenfalls volle Punkte vergeben.
- *Disjoint* - Wenn zu Konzept R kein übergeordneter Knoten mehr ermittelt werden kann erhält der TBB 0 Punkte, da keine Verwandtschaft vorliegt.
- *Plugin* - Ansonsten wird die Funktion  $IMP()$  rekursiv aufgerufen, wobei statt R dessen übergeordneter Knoten übergeben wird. Außerdem erfolgt eine Halbierung der Punkte mit jedem neuen Aufruf, was einer Abweichung um eine Ebene entspricht.

Praktisch liegen ein Interessenprofil und eine Menge von Tourbausteinprofilen vor, welche miteinander zu vergleichen sind, um den Grad der semantischen Übereinstimmung herauszufinden. Diese wird in Form von Punkten angegeben, wobei 1 den Basiswert darstellt. Dazu werden die hierarchischen Elemente der Taxonomie mit dem in (5.1) vorgestellten Semantic Matching Algorithmus anhand der im Interessenprofil enthaltenen Konzepte bewertet. Der Knoten welcher dem exakten Konzept entspricht wird mit 1 bewertet. Ausgehend davon gibt es zwei Funktionen welche den Rest der Knoten bewerten, wobei jeder Knoten nur einen direkt übergeordneten Knoten besitzen darf. Nach oben in der Hierarchie erfolgt eine Halbierung der Punkte für den jeweils direkt übergeordneten Knoten mit der Funktion  $f^u$  (upwards):

$$y \leftarrow f^u(x) = 1/2x \quad (5.2)$$

Nach unten in der Hierarchie werden die gleichen Punkte an alle untergeordneten Knoten weitergegeben, wofür die Funktion  $f^d$  (downwards) zuständig ist:

$$y \leftarrow f^d(x) = x \quad (5.3)$$

Angenommen der Knoten B wurde als der gewählte Interessenknoten identifiziert, sieht ein bewerteter abstrakter Graph wie in Abbildung 5.8 dargestellt aus (die Knoten A bis G stehen für einen Ausschnitt der gesamten Hierarchie).

Für die Bewertung der Knoten D und E mit ebenfalls 1 sorgt die Funktion  $f^d(x)$ . Der Knoten A wird mit 1/2 bewertet, da hier die Funktion  $f^u(x)$  zum Tragen kommt. C als Unterknoten von A, sowie F und G als Unterknoten von C werden durch  $f^d(x)$  allesamt

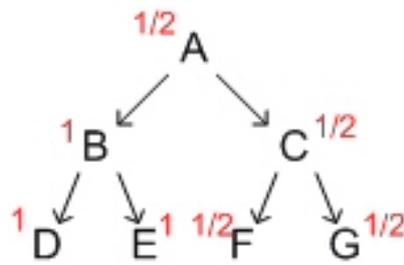


Abbildung 5.8: Bewerteter Graph

mit  $1/2$  bewertet.

Enthält das Interessenprofil mehrere Konzepte (bei mehrfachen Interessengebieten) findet die Bewertung ebenfalls mehrfach statt, und die Bewertungen pro Knoten werden addiert. Anschließend kann für jeden TBB, aufgrund der Zuordnung zu den jeweiligen Knoten, die Bewertung in der Gunst des Touristen ermittelt, und eine Rangfolge erstellt werden.

Die größte Abhängigkeit in diesem gesamten Prozess der Erstellung einer interessenbasierten Tour stellt der erste Schritt der Interessenerfassung dar. Sind die Interessen falsch erfasst, so sind auch die Bewertung der Tourbausteine und die Zusammenstellung der Tour davon negativ betroffen. Um die entworfenen Methoden zu evaluieren und die Effizienz dieses Ansatzes zu testen, wurde eine Nutzerstudie mit echten Touristen in Görlitz durchgeführt, welche im Kapitel 6 beschrieben ist.

## 5.2.2 Kontextgesteuerte Informationspräsentation

Ziel ist es die passenden Informationen für jeden Tourbaustein automatisch am richtigen Ort und zur richtigen Zeit zu präsentieren. Tabelle 5.4 zeigt die genauen Details in Form einer Use Case Übersicht.

### 5.2.2.1 Definition von Kontext

Der Kontext umfasst alle zeitpunkt- und situationsbezogenen Informationen von beliebigen Objekten. Jede Eigenschaft die ein Objekt in seiner Umgebung zu einem bestimmten Zeitpunkt charakterisiert macht dessen Kontext aus. Dieser unterliegt der in Tabelle 5.5 dargestellten Dreiteilung:

Systeme werden als *Context Aware* (kontextbewusst) bezeichnet, wenn sie in der Lage sind ihre Funktionalität aufgrund ermittelter und ausgewerteter Kontextinformationen anzupassen [Ka00]. Der persönliche Kontext wird dabei auf die beiden anderen abgebildet um eine Entscheidung zu treffen. Diese Fähigkeit ist unter dem Begriff *Ambient Intelligence* (uns umgebende Intelligenz) bekannt.

Tabelle 5.4: Use Case 'Kontextgesteuerte Informationspräsentation'

<b>Beteiligte</b>	Tourist, Tourbaustein, System
<b>Sichtweise</b>	System
<b>Interessengruppen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tourist: Finden des Tourbausteins und Erhalt von Informationen</li> <li>• System: Vermitteln der richtigen Informationen zur richtigen Zeit</li> </ul>
<b>Voraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestehende, gestartete Tour</li> <li>• Bestehendes GPS-Signal</li> <li>• Bewegung in Richtung des nächsten Tourbausteins</li> </ul>
<b>Erfolgsgarantie</b>	Ortung des Touristen innerhalb der virtuellen Fläche
<b>Auslöser</b>	Annäherung des Touristen an den Tourbaustein in einem bestimmten Umkreis
<b>Hauptzenario</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ortung in der Nähe des TBB</li> <li>2. Annäherungsdialog</li> <li>3. Ankunft am TBB</li> <li>4. Abspielen der Informationen</li> </ol>
<b>Nachbedingung</b>	Informationen stehen zur Verfügung

Tabelle 5.5: Kontextarten

<b>Kontext</b>	<b>Statische Information</b>	<b>Dynamische Information</b>
<i>Persönlicher Kontext</i> (persönliche Informationen)	Name, Adresse usw.	<b>langsam verändernd:</b> Interessensprofil, Gehgeschwindigkeit usw. <b>schnell verändernd:</b> Position, vorherige Positionen, Richtung, Freunde in der Nähe usw.
<i>Lokaler Kontext</i> (Informationen der unmittelbaren Umgebung)	Strasse und Hausnummer der aktuellen Position, Dienste zur Berechnung der Tour usw.	<b>langsam verändernd:</b> Aktuelle Ausstellungen, Wetterinformationen, Verkehrsanbindung usw. <b>schnell verändernd:</b> Sehenswürdigkeiten im nahen Umkreis
<i>Kontext der Dienste</i> (Informationen verfügbarer Dienste)	Informationen zu einer Attraktion (Öffnungszeiten, Position, historische Infos usw.)	<b>langsam verändernd:</b> Speisekarte eines Restaurants, Verfügbarkeit von Menüs <b>schnell verändernd:</b> Verfügbarkeit von freien Tischen, Auslastung einer Ausstellung usw.

### 5.2.2.2 Modellierung von Attraktionsflächen

Der DTG greift vor allem bei der Tourerstellung auf Kontextinformationen zurück. Ausgehend von der aktuellen Position werden alle in der erreichbaren Umgebung befindlichen Attraktionen ermittelt und bewertet. Dabei kann auch deren Verfügbarkeit über Öffnungszeiten geprüft werden. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangspositionen und -zeiten, Zielpunkte, Interessen und Zeitrahmen entstehen von Nutzer zu Nutzer sehr verschiedene und individuelle Touren. Die Kontextinformationen werden weiterhin verwendet um ständig die momentane Situation des Nutzers zu überwachen und auszuwerten, und dienen als Auslöser verschiedener Ereignisse. Dieser Abschnitt befasst sich mit der Informationspräsentation, im Abschnitt 5.2.6 wird die Anpassung der Tour beschrieben. Eine Tour kann als Aufeinanderfolge mehrerer Abschnitte angesehen werden. Jeder Abschnitt wird durch die aktuelle Position und den nächsten, anzusteuernenden Tourbaustein definiert. Ziel des DTG ist es den Nutzer von dessen Position zum nächsten TBB zu führen und Informationen dazu zu präsentieren. Die andauernde Tour muss permanent verfolgt werden um die Position des Touristen auswerten zu können. Da die nächste, zu besuchende Sehenswürdigkeit bekannt ist, kann sich eine Preloader Komponente um die Beschaffung der Informationen von einem Server bemühen und die entsprechenden Dateien herunterladen. Um auf spontane Änderungen des Kontexts vorbereitet zu sein, werden die Informationen für den Bereich den der Tourist in der näheren Zukunft erreichen könnte (z.B. 10 Minuten, was einem Umkreis von ca. 1 km entspricht) ebenfalls herunter geladen. Dadurch entsteht ein gewisser Vorsorgeeffekt für Gebiete mit geringer oder fehlender Netzabdeckung. Bei Erreichen einer gewissen Nähe zur Attraktion beginnt die Präsentation der nun zur Verfügung stehenden Informationen automatisch. Ein Player spielt dann vorhandene Audiomodule ab. Vorstellbar sind hier verschiedene Module, beispielsweise allgemeine Informationen die immer zuerst abgespielt werden, und anschließend detaillierte Module je nach Interessenlage der Touristen aus geschichtlicher Sicht, in Verbindung mit verschiedenen Personen oder Ereignissen usw. Zu einigen Schauplätzen existieren auch Sagen oder andere Überlieferungen. Des Weiteren werden Fotos in einer Diashow dargestellt. Da der Tourist sich genau an der Sehenswürdigkeit befindet machen hier vor allem historische Bilder, Bilder von Innenräumen, welche nicht betreten werden dürfen, oder Bilder aus verschiedenen Jahreszeiten Sinn. Außerdem werden die Audiomodule in schriftlicher Textform zum Mitlesen angezeigt.

Solange ein Tourist sich im Bereich einer Sehenswürdigkeit befindet wird die Präsentation weitergeführt bis alle verfügbaren Informationen dargeboten wurden. Entscheidet sich ein Tourist eher den Bereich zu verlassen, wird angenommen er habe kein Interesse an weiteren Informationen, sodass die Präsentation abgebrochen und die Tour fortgesetzt wird.

Die Herausforderung ist das Starten der Informationen genau dann wenn der Tourist unmittelbar an der Sehenswürdigkeit steht. Um den Touristen darauf vorzubereiten erhält er kurz zuvor einen Hinweis. Dieser Hinweis besteht aus einer akustischen Meldung welche den Namen und die Entfernung zur Sehenswürdigkeit enthält. Auf dem Display wird zusätzlich ein Bild der Sehenswürdigkeit sowie deren Adresse angezeigt, um gegebenenfalls das Auffinden zu erleichtern. Als Auslöser für diese Meldungen bzw. für die

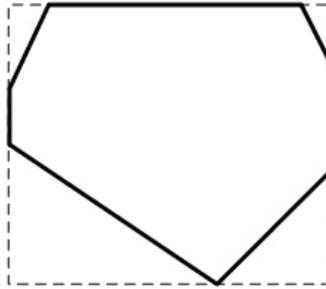


Abbildung 5.9: Modellierung einer Fläche als Polygon

Informationspräsentation ist das Modell der virtuellen Flächen entwickelt worden. Diese Flächen gehören zum Schema eines jeden Tourbausteins und werden bei der Modellierung definiert. Hierbei werden in bestimmten Umkreisen jeder Sehenswürdigkeit Flächen durch Angabe der Eckkoordinaten im WGS84-Format festgelegt. Da diese Flächen nicht real existent sind wird von virtuellen Flächen gesprochen. Die geografischen Bezugspunkte sind in einer Datenbank abgelegt. Sobald dann ein als Fläche markierter Bereich betreten wird erfolgt eine bestimmte Aktion. Zuallererst stellt sich dabei natürlich die Frage nach der geometrischen Form der Flächen. Da Kreise Überschneidungen verursachen stellen Rechtecke die bessere Alternative dar. Durch Angabe der linken oberen und rechten unteren Koordinaten sind diese eindeutig definierbar. Zur Modellierung von Gebäuden am Straßenrand ist dieses Modell auch völlig ausreichend. Um jedoch eine möglichst genaue Abbildung der realen Gegebenheiten zu erreichen muss eine Modellierung mittels Polygonen vorgenommen werden. Offensichtlich wird dies u. a. bei größeren Sehenswürdigkeiten die von mehr als vier Straßen begrenzt werden. In Abbildung 5.9 ist ein Polygon, wie es beispielsweise in der Form und Ausdehnung eines Parks auftreten kann, durch die fettgedruckte Linie abgebildet. Hätte man nur Rechtecke zur Modellierung zur Verfügung, so müsste die gestrichelte Linie als Umriss genommen werden um alle Stellen abzudecken. Allerdings ist die Fläche dann wesentlich zu groß modelliert, was zu einer frühzeitigen Informationspräsentation führen kann.

Jedoch sind die Modellierung und Auswertung von Polygonen sehr schwierig und aufwendig. Rechtecke hingegen können mathematisch sehr einfach und effizient ausgewertet werden. Für jedes Rechteck sind die Koordinaten der oberen linken Ecke sowie der unteren rechten Ecke bekannt. Die Koordinaten des Touristen werden durch einen GPS-Empfänger übermittelt. Um zu ermitteln ob sich ein Tourist innerhalb eines bestimmten virtuellen Rechtecks aufhält, wird anhand der folgenden Gleichung geprüft, ob dessen Position kleiner als die der linken oberen Ecke und größer als die der rechten unteren Ecke ist:

$$p^{\text{obenlinks}}(x, y) \geq p^{\text{tourist}}(x, y) \geq p^{\text{untenrechts}}(x, y) \quad (5.4)$$

Daher ist eine Alternativlösung die simulierte Modellierung von Polygonen durch mehrere Rechtecke. In Tabelle 5.10 ist dies am selben Beispiel durch eine Unterteilung in 2 Rechtecke symbolisch dargestellt. Eine feinere Unterteilung kann beliebig fortgesetzt werden.

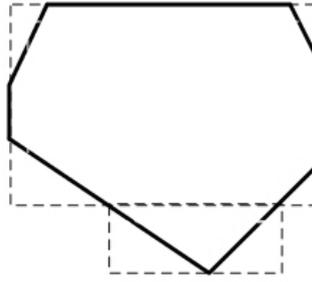


Abbildung 5.10: Modellierung durch mehrere Rechtecke

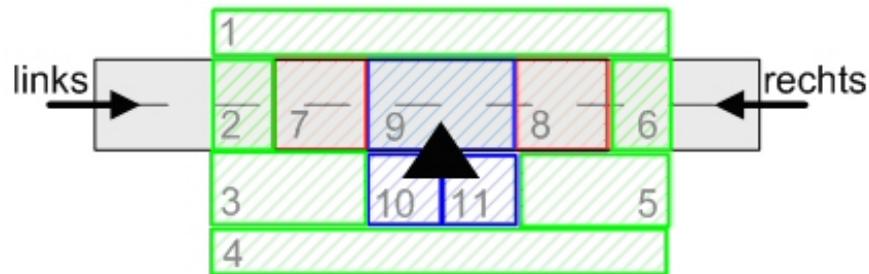


Abbildung 5.11: TBB Flächen

Durch Betreten der Flächen, bzw. durch Ortung des Touristen in einer dieser Flächen werden Kontextänderungen ausgelöst. Die daraus resultierenden Interaktionen sollen anhand von Abbildung 5.11 veranschaulicht werden. Dargestellt wird die geografische Modellierung einer Sehenswürdigkeit durch rechteckige Flächen. Es wird davon ausgegangen, dass sich Attraktionen stets an einer Straße befinden über welche sie zu erreichen sind. Die Sehenswürdigkeit selbst ist durch das schwarze Dreieck dargestellt. In unmittelbarem Umkreis befinden sich die Flächen (9 - 11, blau) welche eine Informationspräsentation auslösen. Im weiteren Umkreis bestehen Flächen (7 und 8, rot) zur Vorankündigung der Sehenswürdigkeit mit Richtungsbezug. Im äußeren Umkreis wird der Tourist als außerhalb des Bereiches identifiziert, was möglicherweise als Abkommen vom Weg interpretiert wird.

Die zutreffende Aktion ist abhängig von der ermittelten Position, sowie der Position davor, aus der die Richtung hervorgeht und somit die Intention abgeleitet werden kann. Die Tabelle 5.6 listet die möglichen Ereignisse beim Betreten der einzelnen Flächen auf.

Diese Art der Positionsbestimmung hängt stark von der Genauigkeit der gelieferten GPS Werte ab. Zur Umsetzung dieses Konzepts ist eine exakte Positionsangabe auf wenige Meter genau notwendig.

Das Konzept der kontextgesteuerten Informationspräsentation ist hinreichend für kleinere Sehenswürdigkeiten wie Denkmäler oder Häuser. Unter der Voraussetzung einer gewissen räumlichen Ausdehnung bietet sich jedoch ein Potential einer Erweiterung durch zusätzliche Führungen an den Sehenswürdigkeiten. Geeignet sind u. a. Schlösser, Kir-

Tabelle 5.6: Aktionen beim Betreten und Verlassen virtueller Flächen

Fläche	Vorige Fläche	Aktion
7	2	Hinweis auf den kommenden TBB, z.B. "Zu Ihrer <b>Rechten</b> sehen Sie in 50 Metern"
8	6	Hinweis auf den kommenden TBB, z.B. "Zu Ihrer <b>Linken</b> sehen Sie in 50 Metern"
7,8	9	Hinweis auf das Verlassen des derzeitigen TBBs, Beenden der Informationspräsentation
9,10,11	-	Informationen zu einzelnen Teilen des TBB, z.B. Vorderseite, Rückseite, Innenraum
2	7	Navigation zum nächsten TBB (Richtung rechts)
6	8	Navigation zum nächsten TBB (Richtung links)
2,6	keine	Annäherungshinweis und Navigation zum TBB
1,2,3,4,5	-	Hinweis auf ein mögliches Abkommen von der Route, zurückführende Navigationsanweisungen

chenanlagen Parks oder Plätze. Verschieden angelegte Informationsflächen sind hierbei für den Touristen schwer ausfindig zu machen. Daher könnte mit der Ankunft am TBB eine Teiltour bereitgestellt werden. Dadurch wird aus Sicht des Touristen sichergestellt, dass keine Informationen unentdeckt bleiben. Die erste Station ist der Haupteingang mit Informationen und Bildern zur Historie. Auf dem Display wird außerdem ein Grundriss des TBBs zu sehen sein, an welchem die einzelnen Stationen mit differenzierten Informationen gekennzeichnet sind. Spezielle Audioanweisungen verwenden Querverweise, z.B. "Gehen Sie zur rechten Außenmauer der Burg um etwas über die Angriffe während des 30-jährigen Krieges zu erfahren." oder "Betreten Sie den Innenraum der Kirche um die Orgel zu sehen und Ausschnitte aus einem Konzert zu hören.". Im Gegensatz zur Navigation zu einem TBB, welche von einem integrierten Navigator geleistet wird, stammen die Anweisungen an einem TBB vom DTG selbst, da sie stark abhängig von dessen Inhalten und örtlichen Gegebenheiten sind. Die Führung könnte zudem durch Pfeile und Bilder unterstützt werden. Der Entwurf einer GUI ist in Abbildung 5.12 dargestellt.

### 5.2.2.3 Praktische Umsetzung

Da keine ausreichende Lokalisierungsgenauigkeit (in einer umfangreichen Messung in Görlitz, mit handelsüblichen GPS Empfängern ohne zusätzliche Technologien, ergab sich ein mittlerer Fehler von 24 Metern [MKtH05]) gegeben war, mussten zwei Kompromisse eingegangen, und das vorgestellte Konzept entsprechend vereinfacht werden. Die Flächen der Rechtecke mussten vergrößert, und mehrere Rechtecke zu einem zusammengefasst werden, da eine genauere Unterscheidung nicht gewährleistet werden konnte. Demnach gibt es für jeden Tourbaustein nur eine einzige virtuelle Fläche in einem Umkreis der abhängig von der Ausdehnung des Tourbausteins ist. Betritt ein Tourist diese Fläche (wird die GPS Position innerhalb der Fläche lokalisiert), so startet automatisch

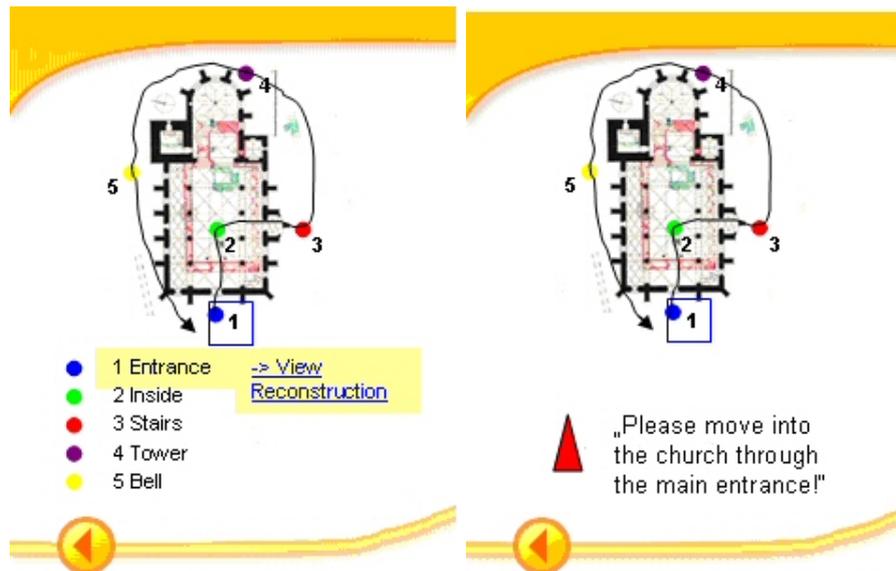


Abbildung 5.12: Benutzerführung an einem TBB

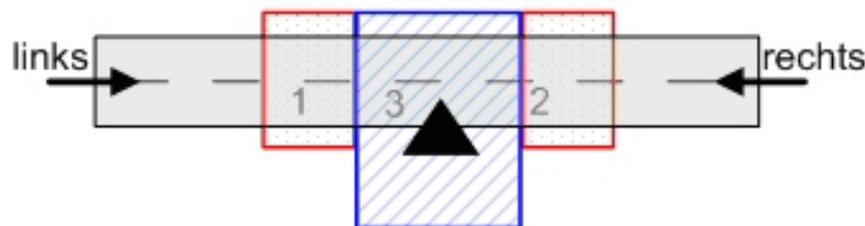


Abbildung 5.13: TBB Flächen

die Informationspräsentation zur zugehörigen Sehenswürdigkeit. Verlässt der Tourist die Fläche wird die Präsentation gestoppt. Wird der Abstand des Touristen mit weniger als 100 bzw. 50 Metern gemessen, so erfolgt der Annäherungshinweis. Dies ist in Abbildung 5.13 veranschaulicht.

Das definierte Datenmodell zur Modellierung eines Tourbausteins wird beschrieben durch ein *TBBContent*-Objekt und einen *TBBDescriptor*. Das Content-Objekt enthält die inhaltlichen Daten wie Texte, Audiomodule und Bilder. Durch den Deskriptor sind die modellspezifischen Informationen angegeben. Dazu zählen die Adresse, das semantische Profil sowie die virtuellen Flächen. Diese sind durch Eckkoordinaten in einer 1-N Beziehung angegeben. Das heißt, dass jeder TBB beliebig viele Koordinaten zur Darstellung eines Polygons besitzen kann. 2 Eckpunkte ergeben dabei ein einfaches Rechteck. Wegen unzureichender Bandbreite und Abdeckung des GPRS Netzes in Görlitz wurde der Preloader Mechanismus zum vorzeitigen Cachen der Daten zwar verwirklicht,

aber nicht eingesetzt. Stattdessen wurde für den Prototyp des DTG bzgl. der Datenhaltung eine Offline Lösung gewählt, welche ein Vorhalten aller benötigten Daten auf einer Speicherkarte vorsieht. Hierbei wird ebenfalls die Cache Schnittstelle verwendet. Die Verwaltung der Daten erfolgt somit einheitlich, egal ob ein Cache zur Verfügung steht oder eine Speicherkarte verwendet wird.

Inhaltlich fanden in diesem Projekt nur eine Erfassung eines zusammenfassenden kurzen und ausführlichen langen Textes und deren Vertonung, sowie die Sammlung einiger Bilder statt.

### 5.2.3 Algorithmus zur Berechnung eines Tourplans

Nachdem der Semantic Matching Algorithmus die einzelnen Sehenswürdigkeiten mit Punkten versehen hat wird eine Tour berechnet. Eine Tour ist eine Sequenz von Sehenswürdigkeiten. Bei der Tourberechnung handelt es sich um ein Rundreiseproblem, was ein Optimierungsproblem darstellt. Das heißt, es ist eine Route zu finden die möglichst viele hoch bewertete Sehenswürdigkeiten enthält, und außerdem in der angegebenen Zeit abzulaufen ist. Da 20 Sehenswürdigkeiten mit demselben Anfangs- und Zielpunkt schon zu  $(20 - 1)!/2 = 6 * 10^{16}$  verschiedenen Touren führen ist es unmöglich diese komplett zu berechnen und anschließend die beste Tour zu ermitteln, da dies tagelange Berechnungen in Anspruch nehmen kann. Aufgrund der Vielzahl von Möglichkeiten macht es auch keinen Sinn schon Lösungen im Vorfeld zu ermitteln. Die Lösung muss zeitnah berechnet, innerhalb weniger Sekunden gefunden werden, und möglichst nah an die optimale Lösung herankommen. Ein Tourist der den DTG verwendet um eine Tour zu berechnen befindet sich schon mitten in der zu erkundenden Stadt. Viel wichtiger als die optimale Lösung ist eine optimierte Lösung in kurzer Zeit.

Angewandt wird hier ein Greedy Algorithmus. Greedy Algorithmen verwenden eine Tiefensuche, die formal als Traversierung eines Baumes aller möglichen Lösungen abbildbar ist. Es wird eine Lösung durch Integration der jeweils besten Option in jedem Schritt gebildet, bis eine bestimmte Grenze erreicht ist und keine weitere Option mehr integrierbar ist. Die einzelnen Optionen sind durch die Sehenswürdigkeiten gegeben, wobei die jeweils beste Option aus den Quotienten von Gewinn (Bewertungspunktzahl) und Aufwand (Entfernung) ermittelt wird. Die Grenze bildet der vorgegebene Zeitrahmen. Zur Ermittlung der Entfernungen besteht eine Distanzmatrix, in der die Entfernungen zwischen allen modellierten Tourbausteinen vorgehalten werden. Mit entsprechenden Heuristiken wird eine annähernd optimale Lösung in wenigen Sekunden erreicht. Dazu wurden 2 Herangehensweisen verfolgt:

#### 1) *Pruning Version*

Die zur Tour hinzugefügte Sehenswürdigkeit wird aus der Kandidatenliste entfernt. Anschließend wird die Liste neu sortiert. Damit wird ein Berechnen identischer Touren (gleiche TBBs in unterschiedlicher Reihenfolge) verhindert. Insgesamt werden innerhalb der Spanne von 5 Sekunden durch Backtracking mehrere mögliche Touren berechnet von denen die beste ausgewählt wird.

#### 2) *Bucket Version*

Die Kandidatenliste wird in Teillisten getrennt. Das hat den Vorteil, dass die Listen eine

vordefinierte Länge haben. Diese werden separat abgearbeitet, wobei die Liste mit den besten Optionen zuerst bearbeitet wird. Die entstandene Lösung wird dann durch die nächste Liste verbessert. Dieser Ansatz ist sehr effizient für eine große Anzahl von TBBs. Ein Vergleich beider Version fand anhand eines Benchmarks statt, dessen Ergebnisse aus Abbildung 5.15 ersichtlich sind.

Die technische Umsetzung ist in Abbildung 5.14 anhand eines Sequenzdiagramms dargestellt. Da es erstens die Möglichkeit gibt eine neue Tour zu berechnen und zweitens eine bestehende Tour neu zu berechnen, wurde eine Funktion mit der Bezeichnung 'ReCalculateTour' welche beide Aufgaben übernimmt erstellt. Diese wird vom DTGController, der mobilen Applikation, durch einen Aufruf des Webdienstes angestoßen. Dieser fragt den TBB-DB-Webdienst nach allen verfügbaren Tourbausteinen an, welche aus der zentralen Datenbank geladen werden. Zurückgegeben werden die Deskriptoren als Array. Aufgrund der Profilinginformationen erfolgt das Semantic Matching mit den Interessen des Touristen. Sind bestimmte Sehenswürdigkeiten vom Nutzer oder vom System explizit ausgewählt oder ausgeschlossen worden, so erfolgt anschließend eine Änderung der automatischen Bewertung. Die bewerteten Deskriptoren dienen als Eingangsparameter für den Tourberechnungswebdienst. Dieser fordert zuerst die Distanzmatrix an, um die Entfernungen der Tourbausteine untereinander ermitteln zu können. Aus dem Verhältnis von Bewertung und Entfernung erhält jeder TBB eine Kennzahl wonach eine Sortierung erfolgt. Darauf greift dann der theoretisch erläuterte Berechnungsalgorithmus zu und erstellt eine Tour. Als Rückgabewert an die mobile Applikation dient eine geordnete Sequenz von Tourbausteinen, welche den Tourplan darstellt.

Um zu überprüfen ob die beschriebene Vorgehensweise auch bei steigender Anzahl von Sehenswürdigkeiten noch immer effektiv arbeitet, sind gezielte Benchmarks notwendig. Ein Benchmark ist ein Test zur Beurteilung und Verbesserung verschiedener Abläufe. Mittels Benchmarkstudien werden Leistungsvergleiche durchgeführt um Schwächen aufzudecken. Die Abbildung 5.15 zeigt den Effektivitätsgewinn bei höherer Komplexität der Benchmarks. Als Vergleich zu den innerhalb von 5 Sekunden berechneten Touren durch die vorgestellten Versionen des Algorithmus wurde jeweils die optimale Tour durch die komplette Berechnung aller Möglichkeiten ermittelt. Diese Berechnungen nahmen bis zu mehrere Tage in Anspruch. Die Y-Achse zeigt den prozentualen Punktverlust, also die Differenz verglichen mit der optimalen Tour. Die X-Achse stellt ein Komplexitätsmaß aus dem Produkt aller verfügbaren Sehenswürdigkeiten und der Anzahl der Sehenswürdigkeiten pro Tour dar. Für die Berechnung einer Tour mit 10 Sehenswürdigkeiten innerhalb einer Region mit 1.000 vorhandenen Sehenswürdigkeiten ergibt sich ein Produkt von 10.000. Die Abweichung zur optimalen Tour würde für die Bucket-Version dennoch weniger als 10 % betragen und ist praktisch vernachlässigbar.

In der Stadt Görlitz wurden im Rahmen des Projektes über 200 Sehenswürdigkeiten identifiziert. Bei Touren mit bis zu 20 Sehenswürdigkeiten, was einem Komplexitätsmaß von 4.000 entspricht arbeiten beide Algorithmen gut, wobei die Pruning-Version sogar noch bessere Ergebnisse erzielt. Bei geringerer Komplexität entspricht die innerhalb von 5 Sekunden berechnete Tour im Grunde der optimalen Tour.

5 Realisierung der mobilen Applikation

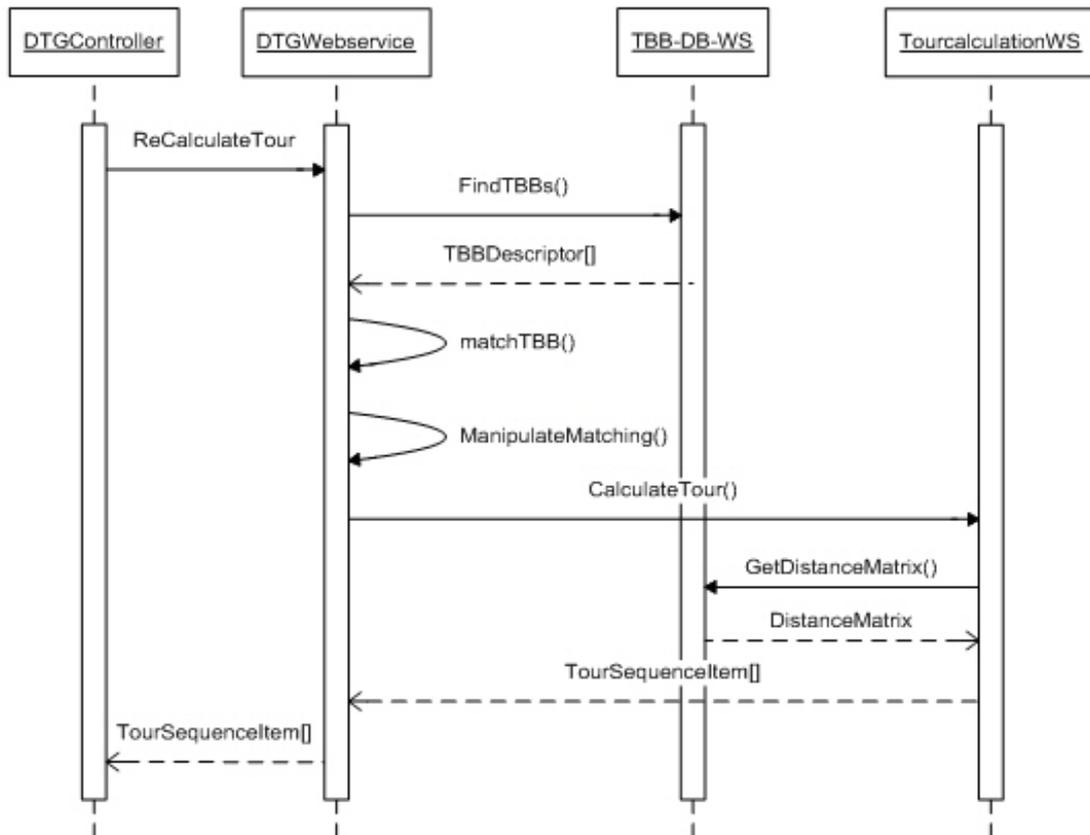


Abbildung 5.14: Sequenzdiagramm Tourberechnung

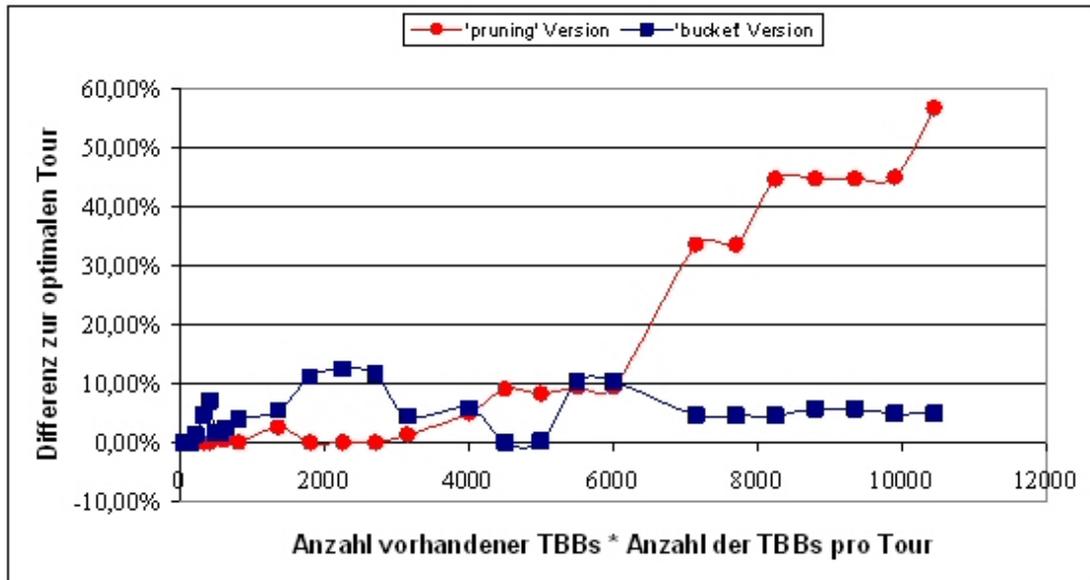


Abbildung 5.15: Benchmarkergebnisse für die Tourberechnung

### 5.2.4 Manuelle Tourmodifikation

Unter Berücksichtigung der Fälle, dass Touristen beim Besuch eines Zielortes schon konkrete Vorstellungen von Sehenswürdigkeiten haben die sie unbedingt besichtigen wollen, oder es Sehenswürdigkeiten gibt die sie schon kennen und kein zweites Mal aufsuchen möchten, wurde das Konzept der manuellen Tourmodifikation erstellt. Die fertig berechnete Tour wird dem Touristen als Vorschlag präsentiert. Sollte diese aufgrund der eben aufgeführten Fälle nicht ganz seinen/ihren Vorstellungen entsprechen, so können über eine Suchfunktion zusätzlich verfügbare Sehenswürdigkeiten hinzugefügt oder über eine Löschfunktion vorhandene Sehenswürdigkeiten aus der Tour entfernt werden. Hat der Tourist die Tourparameter entsprechend umgestaltet, so erfolgt eine Neuberechnung. Die Änderungen des Touristen haben eine Änderung der Bewertung der Tourbausteine zur Folge. Im Gegensatz zur ersten Berechnung, bei der alle TBBs noch unbewertet sind, werden bei jeder weiteren Tourberechnung die vom Nutzer bewerteten TBBs (User-Valued-TBBs) als Parameter übergeben. Diese können einen von 3 Werten annehmen, der dafür sorgt, dass sie entweder ausgeschlossen (exclude), unbedingt in die Tour integriert (obligatory) oder nur berücksichtigt werden wenn dadurch eine bessere Tour entsteht (nice to have). Somit werden alle aus der Tour zu entfernenden Sehenswürdigkeiten (exclude) nachträglich mit null bewertet, und alle einzufügenden erhalten einen höheren (nice to have) oder den gleichen Wert, wie der am höchsten bewertete Tourbaustein (obligatory). Somit kann die Berechnung mit dem Greedy Algorithmus dahingehend beeinflusst werden, dass die am höchsten bewerteten Tourbausteine auch mit in die Tour eingehen (vorausgesetzt die anderen Parameter wie z.B. verfügbare Zeit lassen dies zu), und alle mit null bewerteten keine Berücksichtigung finden. Dadurch kann aber auch

eine völlig neue Tour, verglichen mit der zuvor berechneten, entstehen.

### 5.2.5 Navigation

Die Berechnung einer Route zwischen einem Start und einem Zielpunkt unter Verwendung vorgegebener Wege ist ein komplexes Berechnungsproblem, dessen Lösung allein schon eine eigene Dissertation ausfüllen könnte, und im Rahmen dieser Arbeit mit den gegebenen Mitteln nicht zu bewerkstelligen war. Deshalb wurde die Möglichkeit der Entwicklung einer eigenen Navigationslösung von vornherein ausgeschlossen.

Dem entgegen gibt es, wie schon angesprochen, kommerziell erhältliche Fußgängernavigationslösungen für mobile Geräte. Dazu muss das benötigte Kartenmaterial ebenfalls auf dem mobilen Gerät vorhanden sein. Nachteil dieses Vorgehens ist die hohe Ressourcenanspruchnahme der Navigatorsoftware auf dem mobilen Gerät. Des Weiteren stehen Navigationsunterstützungen auf dem Web über Webdienstschnittstellen zur Verfügung. Aufgrund der Angabe der eigenen Position und dem gewünschten Zielpunkt führt der Server eine Berechnung der optimalen Route aus, und liefert die Anweisungen sowie das zugehörige Kartenbild zur Darstellung auf dem mobilen Gerät. Dies muss in regelmäßigen Abständen passieren, damit sich die Position des Nutzers auch dynamisch sichtbar in der Karte ändert. Dieser Schritt könnte auch umgangen werden, indem der Kartenausschnitt georeferenziert wird, und das Updaten der eigenen Position unabhängig auf dem Client vorgenommen wird. Ein neuer Serverkontakt ist erst dann notwendig wenn die Karte ungültig wird, beispielsweise wenn der Nutzer sich aus dem Ausschnitt herausbewegt. Hier besteht der schon verdeutlichte Nachteil in der Abhängigkeit einer bestehenden und mit ausreichend Bandbreite versehenen Internetverbindung. Sollte diese Voraussetzung, wenn auch nur zwischenzeitlich, ausfallen, so kann der Nutzer schnell die Orientierung verlieren.

Aus diesem Grund fiel die Entscheidung auf eine Standardnavigationslösung die auf dem mobilen Gerät installiert und in die DTG Anwendung integriert wird, um die Funktion der Navigation von einer zur nächsten Sehenswürdigkeit zu übernehmen. Durch entsprechende Schnittstellen kann die Navigationsanwendung aus dem Programm heraus angesprochen und gesteuert werden. Dabei ist es nicht Aufgabe des Navigators den Touristen unter Erreichung der Tourbausteine als Zwischenstationen vom Start- zum Zielpunkt zu führen, sondern immer nur von der aktuellen Position zur nächsten Sehenswürdigkeit. Im Hintergrund überwacht der DTG weiterhin den Status der Tour, um gegebenenfalls Änderungen vornehmen zu können. Sobald das Erreichen einer Sehenswürdigkeit erkannt wird, stoppt der DTG den Navigator und schaltet sich in den Vordergrund, um Informationen zu präsentieren. Nach Verlassen der Sehenswürdigkeit, und bei Verfügbarkeit weiterer Ziele, wird der Navigator aktiviert und beginnt die Navigation zum nächsten Zielpunkt.

Der Navigator an sich stellt eine eigenständige Anwendung dar. Unter Verwendung gespeicherter Kartendaten mit entsprechender Georeferenzierung werden die Position sowie die vorgeschlagene Route in der Karte angezeigt. Außerdem werden die zugehörigen Weganweisungen sprachlich ausgegeben.

Konkret fiel die Entscheidung auf den Mobile Navigator 4 der Firma Navigon. Zum

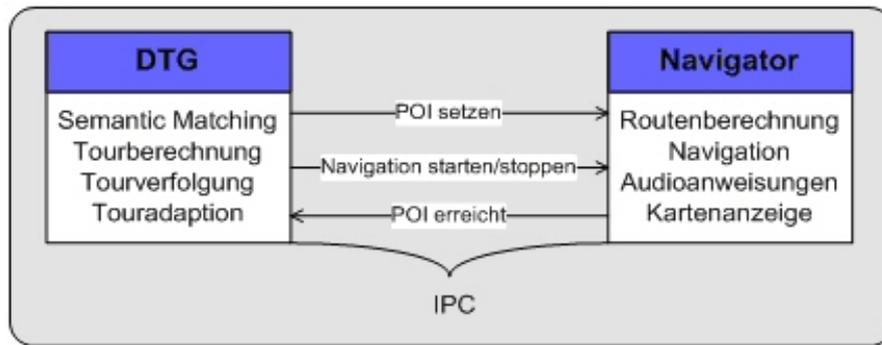


Abbildung 5.16: Integration der Navigationskomponente

einen bot die Software von Navigon genau die Schnittstellen die zum Ansteuern für den DTG benötigt wurden, und zum anderen ließen sich keine bedeutenden Unterschiede zwischen den verglichenen kommerziellen Navigatoren in ihrer Funktionalität herausstellen, so dass auch die Kosten ihre Berücksichtigung fanden.

### 5.2.6 Verhaltensbedingte Touradaption

Der Begriff 'Tour' bezieht sich laut allgemeinem Verständnis auf ein touristisches Paradigma, wobei nach einem festen Zeitplan, und unter der Führung eines Ortskundigen, der auch die Route bestimmt, Sehenswürdigkeiten einer Stadt besucht werden. Mit Hilfe eines mobilen Tour Guides kann eine solche Tour auf elektronische Weise vermittelt werden. Jedoch besteht hier keine so feste Bindung zu einem vorgegebenen Plan. Einem Individualtouristen wird es wesentlich leichter fallen eine vom Gerät vorgeschlagene Route zu verlassen als einem Mitglied einer Reisegruppe. Für diesen Fall werden entsprechende dynamische Konzepte zur Reaktion auf abweichende Verhaltensweisen benötigt. Aufgrund von externen Einflüssen kann das Verhalten der Touristen nicht vorhergesagt werden. Somit besteht die Gefahr, dass der aktuelle Tourplan aus folgenden Ursachen schnell hinfällig wird:

- Abkommen von der geplanten Route durch unpassende oder missverständliche Navigationsanweisungen. Der Tourist hat immer noch vor zum nächsten Zielpunkt zu gelangen. Hier ist es Aufgabe des Navigators den Touristen wieder richtig zu führen.
- Spontane Entscheidungen des Touristen die Tour für den Besuch anderer, nicht geplanter Attraktionen wie Souvenirshops oder Cafés zu unterbrechen / verlassen
- Falsche Annahmen bei der Planung hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit (schneller oder langsamer) oder der Aufenthaltsdauer (länger oder kürzer) an Attraktionen

Auf diese Fälle muss in Echtzeit eine Reaktion erfolgen. Der Plan muss also dynamisch adaptierbar sein. Die Herausforderung hierbei ist es den Plan, ohne viel Interaktionsaufwand und lediglich durch Beobachtung und Einbeziehung der Kontextinformationen, an

Tabelle 5.7: Exemplarischer Tourplan

Station	Aktion
Start	Startzeit: 10:00 Uhr
Start → TBB1	Länge: 92 Meter
TBB1	Ankunftszeit: 10:02 Uhr Dauer: 10 Minuten
TBB1 → TBB2	Länge: 267 Meter
TBB2	Ankunftszeit: 10:17 Uhr Dauer: 8 Minuten
TBB2 → TBB3	Länge: 311 Meter
TBB3	Ankunftszeit: 10:32 Uhr Dauer: 8 Minuten
..	
Ende	Ankunftszeit: 14:30 Uhr

Veränderungen im Verhalten und in den Absichten der Nutzer anzupassen. Tabelle 5.7 listet einen exemplarischen Tourplan auf.

Der vorgeschlagene Lösungsansatz einer Touradaption ist eine Neuberechnung. Der definierte Algorithmus zur Berechnung der ursprünglichen Tour berücksichtigt als Parameter die Interessen, die maximale Dauer und die aktuelle Position. Die Anpassung einer existierenden Tour würde ein Umorganisieren zur Folge haben, wozu ein neuer Algorithmus entworfen werden müsste, der eine schon bestehende Tour als Parameter mit berücksichtigt und andere TBBs einfügt oder entfernt. Eine elegantere Lösung ist es daher den bestehenden Algorithmus wieder zu verwenden, und vom aktuellen Standpunkt aus mit allen bekannten Parametern eine neue Tour zu berechnen. Als Grenze dient die verbleibende Zeit. Alle schon besuchten Tourbausteine werden mit null bewertet und damit ausgeschlossen.

Es erfolgt eine ständige Auswertung des aktuellen Status aufgrund der beobachteten Bewegung der Touristen. Durch Kombination der Informationen über den aktuellen und vorherigen Status, sowie verfügbarer Kontextinformationen kann auch die Absicht der Touristen abgeschätzt werden. Statusübergänge sind die Auslöser bestimmte Regeln anzuwenden und gegebenenfalls eine Touranpassung vorzunehmen.

Bezogen auf den Tourfortschritt gibt es drei Zustände:

1. dem Plan konform
2. dem Plan hinterher (-30 Minuten)
3. dem Plan voraus (+30 Minuten)

Da die maximale Dauer der Tour fest vorgegeben ist, weil der Tourist zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Zielpunkt sein muss, ist die Zeit der kritischste Parameter der ständiger Überwachung bedarf. Die Berechnung der Tour erfolgt unter den

Annahmen einer konkreten Bewegungsgeschwindigkeit zwischen den TBBs und jeweiligen konkreten Aufenthaltsdauern an den TBBs. Der Tourist kann nun viel schneller oder langsamer gehen, und sich auch länger oder kürzer an den TBBs aufhalten, wodurch entweder der Zustand 'dem Plan voraus' oder 'dem Plan hinterher' eintritt. Eine Neuberechnung der Tour ist dann notwendig, wenn zeitliche Abweichungen vom Plan offensichtlich werden. Entweder führt dies, wenn Zeitmangel besteht, zu einer Reduzierung der Tour um mindestens einen Tourbaustein, oder, bei Zeitüberschuss, zur Erweiterung der Tour um zusätzliche Tourbausteine. Sinnvoll ist eine Touranpassung erst bei einer zeitlichen Abweichung von mindestens einem bestimmten Grenzwert, wie z.B. 30 Minuten. Zum Ende der Tour ist dieser Wert jedoch anzupassen, da er nie größer als die verbleibende Zeit sein kann. Befindet sich der Tourist sehr weit entfernt von der ursprünglichen Tour, so kann ausgehend von seiner/ihrer aktuellen Position eine komplett neue Tour entstehen, die nun näher gelegene Tourbausteine enthält.

Bezogen auf die Bewegung gibt es ebenfalls drei Zustände:

1. der Route folgend
2. pausierend
3. von der Route abweichend (>100 Meter entfernt)

Ausgehend von diesen eindeutig ermittelbaren Zuständen kann dann die Absicht des Nutzers eingeschätzt werden. Dazu müssen Kontextinformationen der aktuellen Position, oder der Nutzer selbst durch einen Auswahldialog miteinbezogen werden. Mögliche Absichten sind in Tabelle 5.8 aufgelistet. Solange der Tourist sich auf der vorgesehenen Route befindet und dem nächsten Zielpunkt nähert muss davon ausgegangen werden, dass er/sie auch beabsichtigt diesen unmittelbar zu besuchen. In diesem Fall werden weitere Navigationsanweisungen geliefert. Befindet er/sie sich abseits der geplanten Route, kann dies entweder an einem Orientierungsproblem liegen, wobei die Absicht noch immer der Besuch des nächsten Tourbausteins ist, oder aber ein gezieltes Aufsuchen einer in der Umgebung befindlichen Attraktion bedeuten. Im ersten Fall muss sich das Navigationssystem darum kümmern der Position entsprechende Navigationsanweisungen zu bieten. Im zweiten Fall sollten die Navigationsanweisungen gestoppt werden, um den Touristen nicht mit unnötig zu belasten. Wenn aus den Kontextinformationen der gewünschte Zielpunkt ermittelt werden kann, können dem Touristen verfügbare Informationen dazu angeboten werden.

Ist über einen messbaren Zeitraum keine Bewegung des Touristen zu verzeichnen, kann es dafür drei Gründe geben: der Tourist befindet sich bei der Besichtigung einer geplanten Sehenswürdigkeit und erwartet Informationen dazu, der Tourist befindet sich an einer nicht im Plan enthaltenen Sehenswürdigkeit, die auf oder abseits des Weges liegt, oder der Tourist unterbricht die Tour für eine Pause, da sich in der Nähe keine erkennbare Attraktion befindet. Im ersten Fall können die zugehörigen Informationen präsentiert werden, ebenso im zweiten Fall wenn diese ermittelbar und verfügbar sind. Im dritten Fall müssen Navigationsanweisungen abgestellt und auf eine Tourfortsetzung gewartet werden.

Tabelle 5.8: Status und Absicht des Nutzers

Status	Absicht
Der Route folgend	Besuch des nächsten Tourbausteins
Abseits der Route	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suchen des nächsten TBBs</li> <li>• Besuch eines anderen TBBs</li> </ul>
Pausierend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besuch einer geplanten Sehenswürdigkeit</li> <li>• Besuch einer ungeplanten Sehenswürdigkeit</li> <li>• Tourunterbrechung</li> </ul>

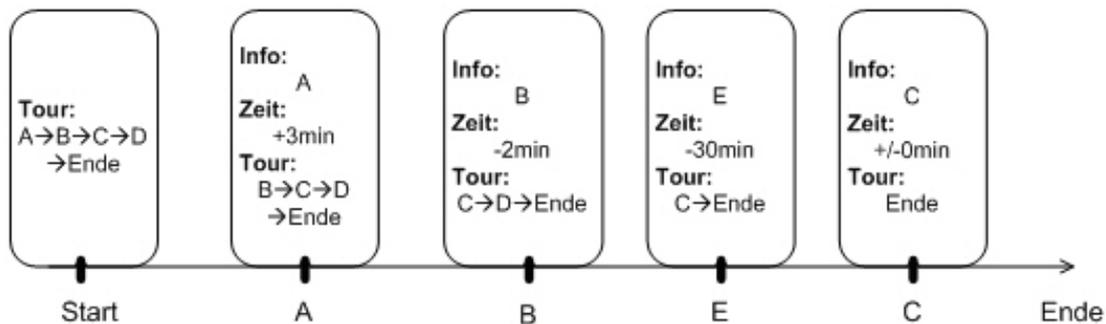


Abbildung 5.17: Szenario einer Tour

Abbildung 5.17 zeigt ein beispielhaftes Szenario welches während einer Tour eintreten könnte. Eine Tour besteht aus einer bestimmten Anzahl von Abschnitten, wobei ein Abschnitt den Weg vom aktuellen Punkt (zu Beginn ist dies der Startpunkt) zum nächsten Ziel angibt. Im angegebenen Beispiel verlässt der Tourist die Route auf dem Weg zur Attraktion C, um eine andere Attraktion E zu besuchen. Da der Tourist eine Menge Zeit dort verbringt, gerät er/sie aus dem Zeitplan. Die Tour muss umstrukturiert werden, da in der verbleibenden Zeit nicht mehr beide Attraktionen C und D erreichbar sind. Nach der Neuberechnung ist D raus gefallen. Der Tourist bekommt einen Hinweis, dass die Zeit knapp ist und eine Neuberechnung stattgefunden hat. An der Attraktion C angekommen liegt er/sie wieder im Plan und wird zum Endpunkt geführt.

### 5.2.7 Integration eines Restaurants

Da Restaurants eines der wichtigsten Informationsbedürfnisse von Touristen darstellen, muss ein mobiles Informationssystem wie der DTG, mit dem Ziel der Gleichverteilung und -Auslastung lokaler Dienste, die Option bieten ein Restaurant in die Tour zu integrieren. Diese Notwendigkeit wirkt sich erschwerend auf den verwendeten Tourberechnungsalgorithmus aus. Im Grunde besitzt ein Restaurant die gleichen Eigenschaften wie

ein gewöhnlicher Tourbaustein. Dies sind Informationen wie eine Adresse, und somit eine geografische Position, eine mittlere Aufenthaltsdauer und Profildaten bzgl. einer Einteilung nach Kategorien. Jedoch kommen hier weitere Kriterien hinzu. Neben der Nationalität, welche die Küche charakterisiert (vergleichbar mit Interessengebieten bei Sehenswürdigkeiten), gibt es zusätzliche Bedingungen, wie Preisgrenze, vegetarisches Essen und einen konkreten Zeitrahmen, wie z.B. mittags zwischen 12 und 13 Uhr, die bei der Auswahl beachtet werden müssen. Durch den fest vorgegebenen Zeitrahmen muss auch die Berechnung angepasst werden.

Nachdem eine sortierte Liste an Tourbausteinen erstellt wurde, werden in einem zweiten Suchvorgang alle Restaurants die den Kriterien des Touristen entsprechen ermittelt. Hierbei entsteht ebenfalls eine sortierte Liste je nach Erfüllung der vorgegebenen Kriterien. Um eine Gleichbehandlung zwischen TBB und Restaurant bei der Tourberechnung zu ermöglichen müssen die Restaurants ebenfalls mit Punkten bewertet werden. Der hierbei verfolgte, einfache Ansatz weist dem bestplatzierten Restaurant die gleichen Punkte wie dem bestplatzierten TBB zu usw. Das Restaurant weist nun gegenüber den TBBs nur den Unterschied einer zeitlichen Beschränkung auf. Außerdem darf in einer Tour nur ein Restaurant, aber beliebig viele TBBs enthalten sein. Der Algorithmus muss so angepasst werden, dass auch unbedingt ein Restaurant integriert wird wenn dies vom Touristen gewünscht ist.

Die Bewertung des Restaurants hat einen großen Einfluss auf die entstehende Tour. Hat der Tourist besondere Wünsche an das Restaurant, wovon nur ein passendes in der gesamten Stadt vorkommt, so kann sich die ganze Tour in das umliegende Gebiet verlagern. Daher ist eine Angabe der Wichtigkeit des Restaurants von Nöten. Wird es als sehr wichtig eingestuft, so liegt der eben geschilderte Fall vor. Die zeitige Festlegung des Restaurants wird durch eine starke Erhöhung der Punkte erzwungen, wodurch hoch bewertete TBBs aufgrund der zu weiten Entfernung ausgeschlossen werden könnten. Bei einer unwichtigen Einstufung wird der Rahmen der Tour zuerst durch Einfügen von TBBs festgelegt. Das Restaurant wird an einer passenden Stelle unterwegs eingeplant. Damit ist es höchstwahrscheinlich nicht das am besten zu den Kriterien Passende.

### 5.2.8 Dialogabfolge des DTG Planers

Im Folgenden sind die einzelnen Dialogpunkte der fertigen Anwendung, welche in dem in Kapitel 7 vorgestellten Feldversuch eingesetzt wurde, mit Hilfe von Screenshots dargestellt. Zu Beginn erfolgt ein Begrüßungsdialog, auf dessen Darstellung hier verzichtet wurde. Alle Dialoge besitzen ein einheitliches Design im bekannten Windows Stil. Im oberen Bereich befinden sich die Button 'Hilfe' und 'Schließen', und es wird die aktuelle Uhrzeit dargestellt. In fettgedruckter Schrift wird der Name des Dialogpunktes angezeigt. Zentral werden je nach Dialogtyp verschiedene Informationen dargestellt oder Funktionalität angeboten. Im unteren Bereich stehen die Schaltflächen zur Navigation zwischen den Dialogen zur Verfügung. In einigen Fällen ist eine Vorwärts- oder Rückwärtsnavigation nicht möglich, bzw. an eine bestimmte Bedingung gebunden.

1) Interesseneingabe:



Auf dem ersten funktionellen Dialogpunkt wird der Nutzer gebeten die Art der Interesseneingabe auszuwählen. Die Interessen sind notwendig um eine gezielte Selektion von Sehenswürdigkeiten vornehmen zu können. Es stehen zwei Varianten zur Verfügung: Die Methode der Hauptkategorien, welche fünf Oberbegriffe anbietet, und die Eingabe mittels der Bilder-Methode, welche die hierarchische Struktur der Interessengebiete durch Fotos untermalt darstellt, und dem Nutzer die Chance einer visuellen und spezifischen Auswahl bietet. Beide Varianten wurden bereits im Kapitel 5.2.1.3 ausführlich erläutert. In diesem Beispiel wird die Auswahl über Hauptkategorien im nächsten Schritt weiterverfolgt.

2) Interessenübersicht:



Nach der vorgenommenen Auswahl der Interessen werden diese in übersichtlicher Form zusammengefasst dargestellt. In diesem Fall haben die Kategorien 'Architektur' und 'Kultur/Freizeit' eine hundertprozentige Bewertung bekommen. Der Nutzer hat nun weiterhin die Möglichkeit zwischen dem Planer- und dem Entdeckermodus zu wählen. Im Entdeckermodus gibt es keinen Tourplan, daher sind auch keine weiteren Eingaben notwendig. Es folgt die Kartendarstellung im Dialog 8.

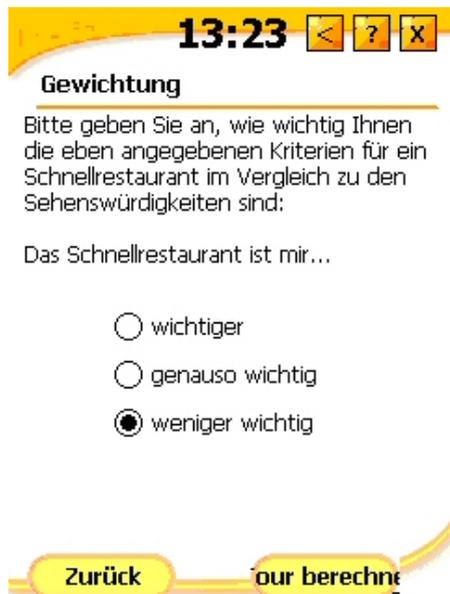
3) Eingabe der Tourdaten:

Zur Berechnung einer Tour sind neben den Interessen weitere Daten notwendig, die über den Dialogpunkt 3 einzugeben sind. Dazu zählen der gewünschte Zielpunkt der Tour, die gewünschte Dauer und der mögliche Besuch eines Restaurants. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, wird davon ausgegangen, dass die Tour sofort und vom aktuellen Standpunkt beginnt. Außerdem wird per Standard vorgeschlagen, dass die Tour auch am derzeitigen Standpunkt endet. Standardmäßig wird weiterhin eine Dauer von 2 Stunden vorgeschlagen. Ist kein Restaurantbesuch erwünscht wird die Dialogfolge mit Dialog 6 fortgeführt.

4) Daten zum Restaurantbesuch (optional):

Wurde die Frage nach einem gewünschten Restaurantbesuch mit 'Ja' beantwortet, so muss auch dieser näher spezifiziert werden. Der Nutzer hat hier die Möglichkeit sich zwischen verschiedenen Einrichtungen wie Cafe, Restaurant, Bar usw. zu entscheiden. Außerdem kann er seine bevorzugte Nationalität und Preisklasse angeben. Ausschlaggebend für die Berechnung der Tour ist weiterhin noch der gewünschte Zeitraum, welcher durch Angabe der Startzeit definiert wird. Das System selbst geht von einer Dauer von 30 Minuten für Cafes und 60 Minuten für Restaurants aus. Restaurantbesuche werden in der Regel um die Mittags- oder Abendzeit liegen, während Cafebesuche die Nachmittagszeit betreffen.

5) Gewichtung des Restaurants:



Durch die Angabe eines festen Zeitpunktes unterscheidet sich ein Restaurant von einem herkömmlichen Tourbaustein. Dadurch muss es bei der Tourberechnung gesondert behandelt werden. Der Nutzer muss dazu die Wichtigkeit der Restaurantkriterien im Hinblick auf die zuvor eingegebenen Tourdaten angeben. Dies führt dazu, dass entweder ein optimales Restaurant ermittelt wird, welches anschließend die Auswahl der Tourbausteine beeinflusst, oder, dass eine optimale Tour erstellt wird und ein Restaurant aus einem dadurch sehr begrenzten Umfeld hinzugefügt wird.

6) Berechnung der Tour:



Anschließend erfolgt die Berechnung der Tour. Der Nutzer wird für deren Dauer einen Fortschrittsbalken angezeigt bekommen. Dies ist eine sehr komplexe Berechnung, die jedoch durch optimierende Maßnahmen auf 5 Sekunden beschränkt werden konnte und das bis dahin beste Ergebnis präsentiert. Neben der Berechnung selbst müssen allerdings noch Verbindungen zu Webservern aufgebaut und Datenbankabfragen durchgeführt werden. Dadurch nimmt der gesamte Prozess erfahrungsgemäß ca. eine halbe Minute in Anspruch.

7) Darstellung der Tour:



Nachdem das Ergebnis an das mobile Gerät übertragen wurde wird der Tourplan als Folge von Tourbausteinen und geschätzten Ankunftszeiten grafisch dargestellt. Der mit dem schwarzen Symbol referenzierte Tourbaustein stellt das Restaurant dar. Der Nutzer hat nun die Möglichkeit eine Anpassung der Tour vorzunehmen. Die Namen der Tourbausteine bilden Links worüber Kurzinformationen abgerufen werden können. Außerdem besteht so die Option den entsprechenden Baustein aus der Tour zu entfernen. Über den Button 'Hinzufügen' können weiterhin zusätzliche Attraktionen eingefügt werden. Jegliche Änderungen ziehen eine Neuberechnung der Tour nach sich.

8) Darstellung des Navigationsmodus:



Sobald der Nutzer mit dem Tourplan zufrieden ist und die Tour startet, wird eine Karte der Stadt mit dem aktuellen Standpunkt des Nutzers in Form eines roten Pfeils auf dem Display dargestellt. Der DTG befindet sich im Navigationsmodus. Auf dem Display wird außerdem Name und Ankunftszeit an der nächsten Sehenswürdigkeit angezeigt. Des Weiteren werden Wegbeschreibungen, konform zur angezeigten blauen Linie, in hörbarer Form über einen Lautsprecher ausgegeben und zusätzlich auf dem Display ausgeschrieben. Ziel ist es den Nutzer auf dem kürzesten Weg zum angestrebten Zielpunkt zu führen.

9) Ankündigung einer Sehenswürdigkeit:



Nähert sich der Nutzer dem unmittelbaren Umkreis der Sehenswürdigkeit, erfolgt eine Audioansage sowie ein Dialogwechsel. Es wird nun sowohl die konkrete Adresse als auch ein Bild der Attraktion angezeigt um dem Nutzer das Auffinden zu erleichtern. Navigationsanweisungen werden trotzdem weiterhin ausgegeben.

10) Informationsdarstellung:



Wenn der Nutzer die genaue Zieladresse der Sehenswürdigkeit erreicht erfolgt die Präsentation der zugehörigen Informationen. Dazu zählen je nach Verfügbarkeit eine zusammenfassende Kurzinformation zum lesen (Informationen), ein vertonter Kurz- und Langtext (Audio), und eine Diashow (Bilder). Der Kurztext wird automatisch abgespielt, die Wiedergabe aller anderen Informationsinhalte obliegt der Entscheidung des Nutzers.

## 6 Vorstudie: Erfassung von Interessen

Der entwickelte Lösungsansatz zur Erfassung von allgemeinen Interessen wurde in Kapitel 5.2.1 ausführlich dargestellt. Die Funktionsweise in der Praxis sollte anhand des folgenden Experimentes nachgewiesen werden.

### 6.1 Hypothesen

Dem Experiment liegt die folgende Hypothese zu Grunde, wobei eine Hypothese eine aus einer allgemeinen Theorie abgeleitete Aussage ist [Bor05] und über den herkömmlichen Erkenntnisstand der Wissenschaft hinausgeht:

*Mit Hilfe einer geeigneten mobilen Anwendung ist es möglich die allgemeinen Interessen eines Touristen in kurzer Zeit zu erfassen. Basierend darauf kann der vorgestellte Semantic Matching Algorithmus eine Vorhersage treffen, welche der verfügbaren Tourbausteine für den Touristen von Interesse sind und welche nicht.*

Für den konkreten Versuchsaufbau kann damit die folgende Aussage formuliert werden: *Der Algorithmus wählt die Tourbausteine aus, welche der Tourist bei entsprechender Kenntnis über alle Tourbausteine auch auswählen würde. Ein vom Algorithmus erstelltes Ranking entspricht damit dem manuell vom Nutzer selbst erstellten Ranking.*

Dabei handelt es sich um die Alternativhypothese, welche durch empirisch wissenschaftliche Herangehensweise auf eine bessere Erklärung der Realität gegenüber bisherigen Theorien überprüft werden muss. Weiterhin stellt die Alternativhypothese auch eine Zusammenhangshypothese dar, welche durch Korrelationsrechnung bestätigt bzw. widerlegt werden kann. Die Hypothese ist außerdem gerichtet, da ein positiver Zusammenhang angenommen wird.

Als exakte statistische Alternativhypothese ergibt sich damit nachstehende Behauptung: *Es besteht eine positive Korrelation zwischen der vom Semantic Matching Algorithmus erstellten Rangfolge von Tourbausteinen, welcher die allgemeinen Interessen eines Touristen zu Grunde liegen, und der vom Nutzer selbst erstellten Rangfolge.*

$$H_1 : \rho > 0$$

Basierend auf Tabelle 6.1 wird das erwartete Korrelationsniveau auf mindestens 0.5 festgelegt, was einer mittleren Korrelation entspricht:

$$H_1 : \rho \geq 0.5$$

Zur Überprüfung der Alternativhypothese wird diese als Negativhypothese, der so genannten Nullhypothese, formuliert, indem behauptet wird, dass die gegensätzliche Aussage zutrifft:

$$H_0 : \rho < 0.5$$

Tabelle 6.1: Einteilung der Korrelationswerte

Korrelation	Interpretation
$\leq 0.2$	sehr gering
$\leq 0.5$	gering
$\leq 0.7$	mittel
$\leq 0.9$	hoch
$>0.9$	sehr hoch

## 6.2 Versuchsaufbau

Zur Vorbereitung des Experimentes wurden entsprechend den Kategorien der Taxonomie insgesamt 80 Sehenswürdigkeiten der Stadt Görlitz ausgewählt und entsprechend modelliert. Das semantische Modell sah die Zuordnung zu allen betreffenden Kategorien vor, und das inhaltliche Modell die Sammlung der wichtigsten Informationen in Form von Bild und Text, um den Versuchsteilnehmern einen möglichst genauen Eindruck über die Sehenswürdigkeit zu vermitteln, sodass sie über ihr Interesse daran entscheiden konnten. Über einen Zeitraum von 4 Wochen nahmen 234 Touristen an dem Experiment teil. Sie erhielten einen MDA III, einem Pocket PC ähnlichem mobilem Gerät mit integriertem Telefon. Die erste Aufgabe bestand in der Angabe demografischer Daten wie Alter, Geschlecht und bestehender Erfahrungen mit verschiedenen Geräten der Computer- und Kommunikationsindustrie. Die zweite, und gleichzeitig die Hauptaufgabe, war die Auswahl der Interessengebiete mit Hilfe einer der drei in Abschnitt 5.2.1.3 beschriebenen Methoden. Die verwendete Methode wurde durch einen Betreuer ausgewählt und der Testperson zugewiesen, um ein gleiches Verhältnis zwischen den Methoden herzustellen, und den Test zu einem kontrollierten Test zu machen.

Mit Abschluss dieses Schrittes bestand ein Interessenprofil mit den ermittelten Interessen des Touristen. Zur Empfehlung einer Tour bildet dies die Grundlage zur Auswahl der konkreten Sehenswürdigkeiten. Dazu werden alle modellierten Sehenswürdigkeiten durch den Semantic Matching Algorithmus bewertet und können anhand der vergebenen Bewertungseinheiten in eine Rangfolge gebracht werden. Um nun beurteilen zu können, ob der Algorithmus die Sehenswürdigkeiten richtig sortiert hat müsste der Tourist diese ebenfalls sortieren und beide Rangfolgen könnten verglichen werden. Allerdings handelt es sich hierbei um ein unrealistisches Szenario anzunehmen, die Versuchspersonen würden 80 Sehenswürdigkeiten ordnen. Daher musste dieser Schritt entsprechend vereinfacht werden. Für den genannten Zweck ist es ausreichend einige wenige unterschiedlich bewertete Sehenswürdigkeiten auszuwählen, und diese sortieren zu lassen. Konkret wurden 2 Sehenswürdigkeiten die ganz oben in der Rangfolge stehen und als sehr geeignet bewertet wurden, 2 Sehenswürdigkeiten aus dem mittleren Bereich und 2 ganz unten angesiedelte Sehenswürdigkeiten, die als ungeeignet bewertet wurden, herausgenommen, und dem Touristen zufällig angeordnet zum Sortieren präsentiert. Dieser Schritt erfolgte am PC und ist in Abbildung 6.2 dargestellt. Zu jeder der 6 Sehenswürdigkeiten wurden Fotos sowie ein Kurztext zur Beschreibung angezeigt, um den Touristen eine Entschei-

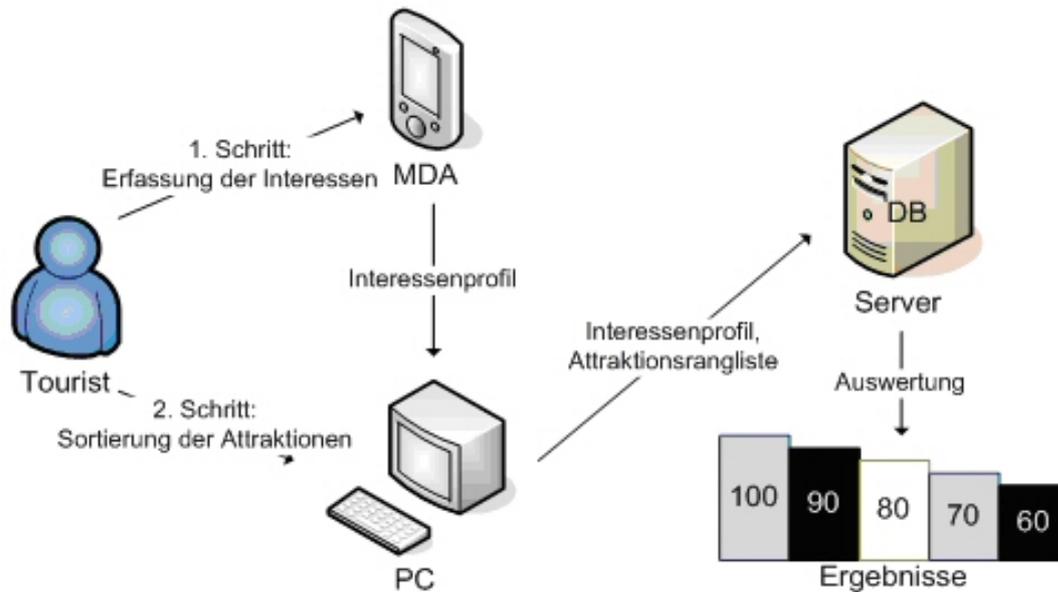


Abbildung 6.1: Sortierung

dungsgrundlage zur Sortierung zu bieten. Im Idealfall würde der Tourist die für ihn als sehr geeignet angesehenen Sehenswürdigkeiten auf die Plätze 1 und 2 wählen und die beiden ungeeigneten auf die Plätze 5 und 6, und damit dem Ranking des Algorithmus entsprechen. Durch getrennt betrachtete Auswertungen galt es die am besten wirksame Methode zur Erfassung von Interessen herauszufinden, womit die Rangfolge des Touristen am genauesten vorausgesagt werden kann.

## 6.3 Evaluation der gewonnenen Daten

### 6.3.1 Demografische Daten

Das Alter der 234 Teilnehmer erstreckte sich von 13 bis 78 Jahre, während das durchschnittliche Alter 47 Jahre betrug. Jedoch ergab sich als Modalwert für das am häufigsten aufgetretene Alter 60 und 63 Jahre, und vermittelt einen realistischeren Eindruck der tatsächlichen Altersverteilung. 60 % der Testpersonen waren männlich. 90 % gaben an einen PC oder ein Handy zu besitzen, wobei mehr als 2/3 einen regelmäßigen Umgang mit dem PC zugaben. Etwas mehr als 1/3 bestätigten oft mit dem Internet und dem Handy zu arbeiten, während die Verwendung eines MDA fast niemand positiv beantwortete. Der Test, welcher einen MDA III zur Interesseneingabe verwendete, war daher zusätzlich durch den Kontakt mit einer weitestgehend unbekanntem Technologie, und zudem durch eine schwierige Altersgruppe geprägt.

## 6 Vorstudie: Erfassung von Interessen

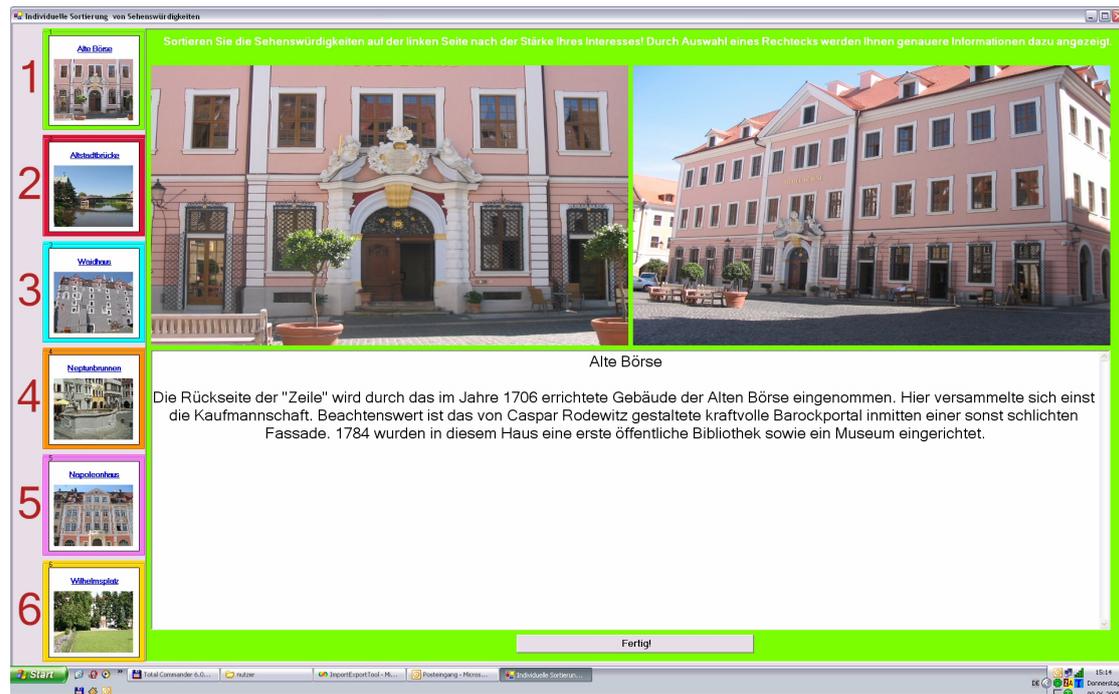


Abbildung 6.2: Versuchsaufbau

### 6.3.2 Interaktionen mit dem mobilen Gerät

Entsprechend den Anforderungen sollten Methodiken entwickelt werden, welche eine einfach zu bedienende, schnelle und effiziente Interesseneingabe ermöglichen. Die Auswertung der Interaktionsdauern wie in Tabelle 6.2 aufgelistet lässt den Schluss zu, dass die Touristen gut mit den Geräten und Oberflächen interagieren konnten, und der Vorgang auch recht wenig Zeit beanspruchte. Konkret heißt das, dass im Schnitt für alle drei Methoden weniger als 20 Klicks und weniger als zwei Minuten benötigt wurden.

Tabelle 6.2: Interaktionsdaten (Medianwerte)

Method	Anzahl Klicks / Standardabw.	Dauer in min / Standardabw.
Baum	12 / 16	1.44 / 1.30
Baum	13.5 / 42	1.28 / 2.30
Baum	19 / 12	1.50 / 1.02

Tabelle 6.3: Interpretation von Korrelationswerten

Korrelation	Bedeutung
-1	Entgegengesetzte Rangfolge → gegenläufiger Zusammenhang; wenn A, dann nicht B
$-1 < \rho < 0$	Negativer Zusammenhang; je größer A, desto kleiner B
0	Kein erkennbarer Zusammenhang
$0 < \rho < 1$	Positiver Zusammenhang; je größer A, desto größer B
1	Identische Rangfolge → paralleler Zusammenhang; wenn A, dann B

### 6.3.3 Korrelationsberechnung

#### 6.3.3.1 Vergleich der Rangfolgen

Zum Vergleich zweier Rangfolgen dient die Korrelation  $\rho(rho)$ . Sie nimmt Werte zwischen -1 und 1 mit der in Tabelle 6.3 angegebenen Interpretation an. Zugrunde gelegt seien die Merkmale A und B in ihren Ausprägungen als Rangfolgen.

Im Falle von ordinal skalierten Rangfolgen, und nicht normal verteilten Daten von mindestens einer Variablen, eignet sich der Korrelationskoeffizient von Spearman [Low99]  $r_s$ . Da die Rangfolgen aus den Werten 1 bis 6 entsprechend dem Rang bestehen, kann dieser hier angewandt werden. Die Formel verwendet den natürlichen Logarithmus und bezieht die Differenzen in den jeweiligen Rangpositionen ein:

$$r_s = 1 - \frac{6 * \sum_{i=1}^n d_i^2}{n * (n^2 - 1)} \quad (6.1)$$

n = Anzahl der Elemente (6)  
 d = Differenz der Rangpositionen  
 i = Index

Als Vergleichsreihe gilt jeweils die Zahlenfolge 1 bis 6, wobei sich die den Rängen zugeordneten Sehenswürdigkeiten durch die vom Algorithmus erstellte Reihenfolge ergeben. Die zu vergleichenden Rangfolgen sind abhängig von der manuellen Sortierung die von jedem Touristen vorgenommen wurde. Somit kann für jeden Touristen ein Korrelationswert berechnet werden. Tabelle 6.4 zeigt ein Beispiel.

Genau genommen liegen jedoch in der vom Algorithmus erstellten Rangfolgen nicht die Plätze 1 bis 6 vor, da jeweils die beiden besten, schlechtesten und mittleren Sehenswürdigkeiten ausgewählt wurden. Diese Paare weisen jeweils die gleiche Bewertung auf, und müssen daher als verbundene Ränge angesehen werden. Somit wird die Ver-

Tabelle 6.4: Beispiel einer Rangfolge und resultierender Korrelation

Rangfolge	Algorithmus	Sehenswürdigkeit	Rangfolge Tourist n	d
1		Peterskirche	2	1
2		Lutherkirche	1	1
3		Altstadtbrücke	5	2
4		Napoleonhaus	3	1
5		Pontegarten	6	1
6		Spielzeugmuseum	4	2
			$r_s =$	<b>0.66</b>

gleichsranreihe gebildet, indem die Ränge 1 und 2 einheitlich den Rang 1.5, die Ränge 2 und 4 den Rang 3.5 und die Ränge 5 und 6 den Rang 5.5 erhalten. Die Rangfolge des Touristen ist dagegen differenziert. Aufgrund der verbundenen Ränge kann die Berechnung dennoch nur mit der folgenden Formel erfolgen:

$$r_s = \frac{2 * \left(\frac{n^3-n}{12}\right) - T - U - \sum_{i=1}^n d_i^2}{2 * \sqrt{\left(\frac{n^3-n}{12} - T\right) * \left(\frac{n^3-n}{12} - U\right)}} \quad \begin{array}{l} n = \text{Anzahl der Elemente (6)} \\ d = \text{Differenz der Rangpositionen} \\ i = \text{Index} \end{array} \quad (6.2)$$

$$T = \sum_{j=1}^{k(x)} \frac{(t_j^3 - t_j)}{12} \quad \begin{array}{l} t_j = \text{Anzahl der zusammengefassten Ränge} \\ \text{in x} \\ T = [(2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2)]/12 = 1.5 \end{array} \quad (6.3)$$

$$U = \sum_{j=1}^{k(y)} \frac{(u_j^3 - u_j)}{12} \quad \begin{array}{l} u_j = \text{Anzahl der zusammengefassten Ränge} \\ \text{in y} \\ U = 0 \end{array} \quad (6.4)$$

Angewandt auf das in Tabelle 6.4 dargestellte Beispiel ergibt sich damit die in Tabelle 6.5 aufgeführte Berechnung.

Abbildung 6.3 zeigt die Verteilung der ermittelten Korrelationen im Zusammenhang. Der Verlauf aller drei Graphen verhält sich ähnlich zueinander. Die häufigsten Werte für alle drei Methoden liegen im Bereich 0.8 und höher. Für die Mehrzahl der Touristen waren die vorhergesagten Rangfolgen daher sehr präzise.

Da die Korrelationen für alle 3 Methoden überwiegend im positiven Teil der X-Achse angesiedelt sind ist offensichtlich, dass keine Normalverteilung vorliegt. Diese liegt dann vor, wenn zwischen 2 Merkmalen kein Zusammenhang besteht. Da jedoch ein positiver Zusammenhang erwartet wird, muss eine Z-Transformation vorgenommen werden um

Tabelle 6.5: Beispiel einer Rangfolge und resultierender Korrelation

Rangfolge Algorithmus	Sehenswürdigkeit	Rangfolge Tourist n	d
1.5	Peterskirche	2	0.5
1.5	Lutherkirche	1	0.5
3.5	Altstadtbrücke	5	1.5
3.5	Napoleonhaus	3	0.5
5.5	Pontegarten	6	0.5
5.5	Spielzeugmuseum	4	1.5
$r_s =$			<b>0.84</b>

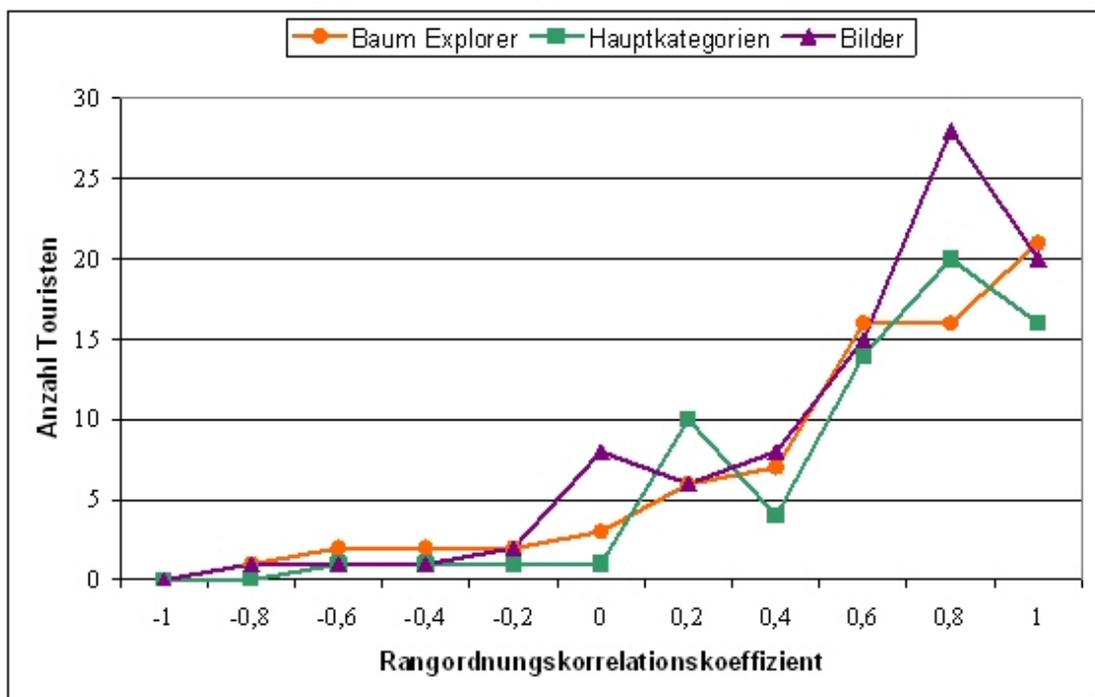


Abbildung 6.3: Korrelationsverteilung

Tabelle 6.6: Ergebnisse der Korrelationsberechnung

	<b>Baum Explorer</b>	<b>Bilder</b>	<b>Hauptkategorien</b>
n	76	90	68
Z (median)	0.66	0.73	0.75
r (median)	0.58	0.62	0.64
Z (mittel)	0.69	0.80	0.69
r (mittel)	0.60	0.66	0.60
Standardabweichung	0.44	0.44	0.38

eine annähernde Normalverteilung zu erreichen. Die Formel nach Fisher lautet:

$$Z = \frac{1}{2} * \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right) \quad (6.5)$$

Die Formel verlangt allerdings eine zusammenfassende Korrelation  $r$ . Für jede Methode liegen nun in Abhängigkeit von der Anzahl der Testpersonen viele einzelne Korrelationswerte vor. Daraus eine mittlere Korrelation durch Berechnung des Mittelwertes zu bilden ist nicht zulässig, da die Korrelationen nicht linear vergleichbar sind. Eine höhere Korrelation hat weitaus mehr Bedeutung als eine niedrige, was jedoch bei der Mittelung nicht entsprechend berücksichtigt wird. Die Lösung um Korrelationen zusammenfassen zu können ist hier ebenfalls die Z-Transformation. Mit Hilfe dieser werden die Werte in Maßzahlen einer Kardinalskala überführt. Anschließend ist eine Mittelwert- und Varianzberechnung möglich. Die ermittelten Werte müssen dann allerdings wieder rücktransformiert werden. Die Ergebnisse dieser Prozedur sind in Tabelle 6.6 veranschaulicht:

Die mittlere bzw. mediane Korrelation liegt für alle drei Methoden über dem in der Alternativhypothese vorausgesagten Wert. Die Nullhypothese, welche eine Korrelation von weniger als 0.5 annahm, kann somit verworfen werden. Im direkten Vergleich schneidet die Baumvariante am schlechtesten ab, da die Korrelationen am geringsten ausfallen. Überraschenderweise stellt sich die Hauptkategorienvariante mit dem besten Medianwert und der geringsten Standardabweichung als am effektivsten heraus. Aufgrund der Einfachheit wurde sie von den Touristen vermutlich am besten verstanden, bietet jedoch nur eingeschränkte Möglichkeiten einer differenzierten Interesseneingabe.

### 6.3.3.2 Fehlerbetrachtung

Aufgrund der ermittelten Ergebnisse kann nun, wie bereits angedeutet, eine Entscheidung getroffen werden ob die Nullhypothese zutrifft oder nicht, und ob dementsprechend die Alternativhypothese richtig oder falsch ist. Jedoch bezieht sich das Ergebnis lediglich auf die untersuchte Stichprobe, während die Hypothesen Anspruch auf Gültigkeit für die gesamte Population erheben. In diesem konkreten Fall umfasst die Stichprobe die 234 Touristen die im Untersuchungszeitraum an der Studie in Görlitz teilgenommen haben, während die Population mindestens alle Touristen der Stadt Görlitz, oder sogar alle Touristen aus Deutschland bzw. weltweit beschreibt. Es besteht nun die Gefahr, dass

die Stichprobe so gewählt wurde, dass ein Ergebnis eintritt, welches nicht die normalen Verhältnisse innerhalb der Population widerspiegelt. Somit würde sich entweder die Alternativhypothese fälschlicher Weise als richtig erweisen (alpha-Fehler = Fehler 1. Art), oder die Nullhypothese als richtig herausstellen, obwohl die Alternativhypothese zutrifft (beta-Fehler = Fehler 2. Art).

Da im hier vorliegenden Fall die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese bestätigt wurde kann nur ein Fehler 1. Art vorliegen. Das heißt es besteht die Möglichkeit, dass in Wirklichkeit kein oder sogar ein negativer Zusammenhang zwischen beiden Rangreihen besteht, und der positive Zusammenhang nur zufällig innerhalb der Stichprobe aufgetreten ist. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass die Probanden die Attraktionen nur per Zufall in der gleichen Art und Weise wie der Algorithmus sortiert haben. Um eine Aussage über diese Wahrscheinlichkeit in angenäherter Form treffen zu können dienen Signifikanztests.

Zur Angabe der Irrtumswahrscheinlichkeit haben sich zwei unterschiedliche Signifikanzniveaus durchgesetzt, das 5 %-Niveau ( $\alpha = 0.05$ ) was zu einem signifikanten Ergebnis führt, und das 1 %-Niveau ( $\alpha = 0.01$ ) was zu einem sehr signifikanten Ergebnis führt.

Ausgangspunkt ist eine Verteilung von Mittelwerten zufällig gezogener Stichproben. Diese bilden laut dem zentralen Grenzwerttheorem eine Normalform wie Abbildung 6.4 zeigt. Wenn kein Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen besteht so befindet sich der Mittelpunkt beim Wert 0. Eine zufällige Entstehung theoretisch unendlich vieler Korrelationen entspräche demnach ebenfalls einer Normalverteilung. Eine in einer bestimmten Stichprobe ermittelte Korrelation  $x$  besitzt immer eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass dieses Ergebnis zufällig eingetreten ist. Bezogen auf die Normalverteilung ist das der Teil der Fläche, welcher durch den Schnittpunkt von  $x$  abgegrenzt wird. Dieser stellt den Ablehnungsbereich der Alternativhypothese dar und ist in Abbildung 6.4 mit blau markiert. Angenommen es ergab sich eine Korrelation von 0.8, so entspricht der Anteil der Fläche  $\geq 0.8$  von der Gesamtfläche der Wahrscheinlichkeit, dass eine solche oder sogar größere Korrelation durch Zufall entstanden ist.

Bei einer gerichteten Hypothese wie der untersuchten Nullhypothese reicht ein einseitiger Test im positiven Bereich aus. Außerdem ist aus den ermittelten Korrelationswerten ein eher positiver Zusammenhang erkennbar, weshalb nur auszuschließen ist dass  $\rho = 0$ . Dies kann mit Hilfe des t-Tests erfolgen, welcher Auskunft darüber gibt ob eine ermittelte Korrelation mit der Nullhypothese vereinbar ist:

$$t = \frac{r * \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}} \quad (6.6)$$

Der kritische Schrankenwert für das 5 %-Niveau beträgt  $t_{4,95\%} = 2.13$ , das entspricht einer Korrelation von  $r_s = 0.811$ . Da diese klar über dem Medianwert liegt, heißt das, dass weniger als die Hälfte der errechneten Korrelationen dieses Kriterium erfüllen. Dies ist hauptsächlich mit dem geringen Umfang der Rangreihen zu erklären. Um wahrscheinlichere Aussagen bzgl. der Korrelationen machen zu können sind mehr Elemente pro Rangreihe erforderlich. Dies war jedoch nicht mit dem Versuchsaufbau vereinbar, da eine Sortierung von mehr als sechs Elementen für die Touristen als nicht mehr zumutbar galt.

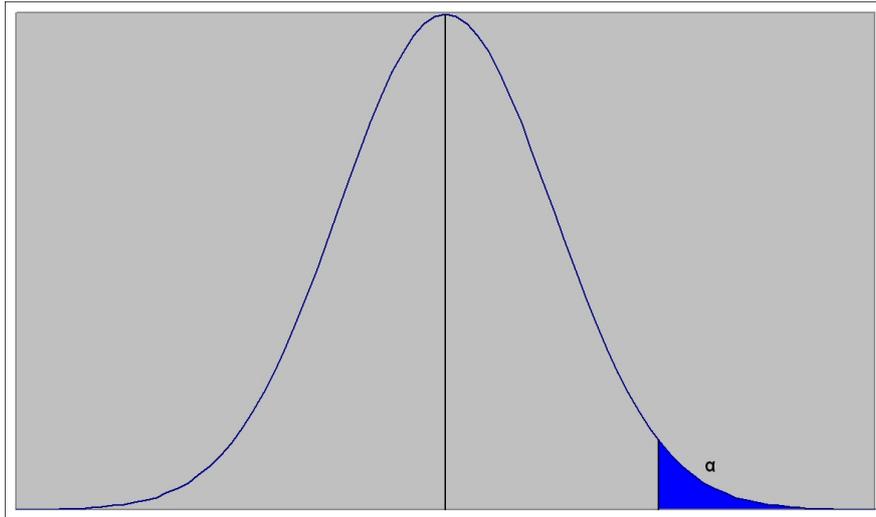


Abbildung 6.4: Normalverteilung (Ablehnungsbereich bei einseitigem Test)

Tabelle 6.7: Signifikanzwerte

	<b>Baum Explorer</b>	<b>Bilder</b>	<b>Hauptkategorien</b>
n	6	6	6
r (Median)	0.58	0.62	0.64
t	1.42	1.58	1.67
r (Mittel)	0.60	0.66	0.60
t	1.5	1.76	1.5

Das Ergebnis stellt somit in Bezug auf die genannte Signifikanzschranke kein signifikantes Ergebnis dar, bedeutet aber im Gegenzug nicht zwangsläufig, dass die Nullhypothese damit bestätigt ist und die Alternativhypothese verworfen werden kann.

Für ein 10 %-Niveau beträgt der kritische t-Wert  $t_{4,90\%} = 1.53$ , was bedeutet dass bei einseitigem Test die Bedingung  $0 \leq t \leq 1.53$  erfüllt sein muss um die  $H_0$  auf dem 10 %-Niveau beibehalten zu können.

Für die berechneten Mittel- und Medianwerte der Korrelationen aller drei Methoden ergeben sich die in Tabelle ausgewiesenen Werte für t. Als n ist die Anzahl der Elemente einer Rangreihe, also sechs anzusehen, nicht etwa der gesamte Stichprobenumfang aller Testpersonen.

In diesem Fall wären, bezogen auf die Medianwerte der Korrelationen, die Bilder- und Hauptkategorievarianten zumindest auf dem 10 %-Niveau signifikant, da sie den kritischen Wert übersteigen. Das heißt, dass mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % die Rangreihen positiv korrelieren. Wiederum schneidet die Baumvariante am schlechtesten ab, da kein ausreichendes Signifikanzniveau erreicht ist.

Schlussfolgernd kann aus diesen Zahlen ein ausreichend signifikanter Zusammenhang

zwischen der automatisch erstellten Rangfolge des Algorithmus und der manuell erstellten Rangfolge der Touristen aufgrund ihrer persönlichen Interessen bestätigt werden, auch wenn eine Signifikanzüberprüfung keine völlige Garantie auf die Richtigkeit des Ergebnisses geben kann. Für die Praxis stellt dies ein ausreichend gutes Ergebnis dar um die beiden Versionen als Komponenten zur Interessenerfassung umzusetzen und in der Anwendung zu verwenden. Das vorgestellte Verfahren ist solange für den praktischen Einsatz geeignet, bis ein alternatives Verfahren erarbeitet wird, welches im Vergleich besser abschneidet.

Für den Dynamischen Tour Guide ist also davon auszugehen, dass mit Hilfe der von einem Touristen ermittelten Interessen eine für ihn individuell zugeschnittene Tour empfohlen werden kann, welche Sehenswürdigkeiten enthält, die tatsächlich seinen Präferenzen entsprechen.

### 6.3.4 Diversität von Interessen

Neben der individuellen Erfassung von Interessen besteht nun die Frage nach der Notwendigkeit einer solchen Funktionalität. Würde die überwiegende Mehrheit der Touristen die gleichen Interessen haben, bzw. würden nur wenige unterschiedliche Interessen bestehen, so könnte ein Angebot von einer oder mehreren vorgefertigten Standardtours ausreichen um den Vorstellungen der Touristen zu entsprechen. Mit Hilfe der von 234 Touristen erfassten Interessenprofile, welche während des Experimentes entstanden sind, lassen sich die Interessen der Touristen auf Diversität untersuchen und diese Frage beantworten.

Abbildung 6.5 stellt die ausgewählten Interessen in Abhängigkeit der Hierarchieebenen dar. Bemerkenswert ist, dass die Mehrheit der Touristen beim Benutzen der Baumvariante ihre Interessen aus der 3. Ebene gewählt hat. Dies macht deutlich, dass Touristen sehr spezielle Interessen haben und sich nicht nur auf die Hauptkategorien beschränken. Dagegen wurde bei der Bildervariante zumeist eine oberflächliche Auswahl getroffen. Hierbei muss angemerkt werden, dass nicht jede der Hauptkategorien zwei weitere Unterebenen anbietet. Jedoch lässt dieser Umstand vermuten, dass viele der Benutzer der Bildversion die weiteren Unterebenen nicht wahrgenommen haben.

Ein erster Eindruck über die Vielfalt der Interessen lässt sich aus der Übersicht in Abbildung 6.6 gewinnen, welche die Auswahlhäufigkeiten der einzelnen Interessengebiete innerhalb der Interessentaxonomie am Beispiel der Baumvariante veranschaulicht. Deutlich erkennbar ist eine weitestgehende Gleichverteilung, was im Praktischen eine sehr spezielle und tiefgründige Auswahl von Interessen unterstreicht.

6 Vorstudie: Erfassung von Interessen

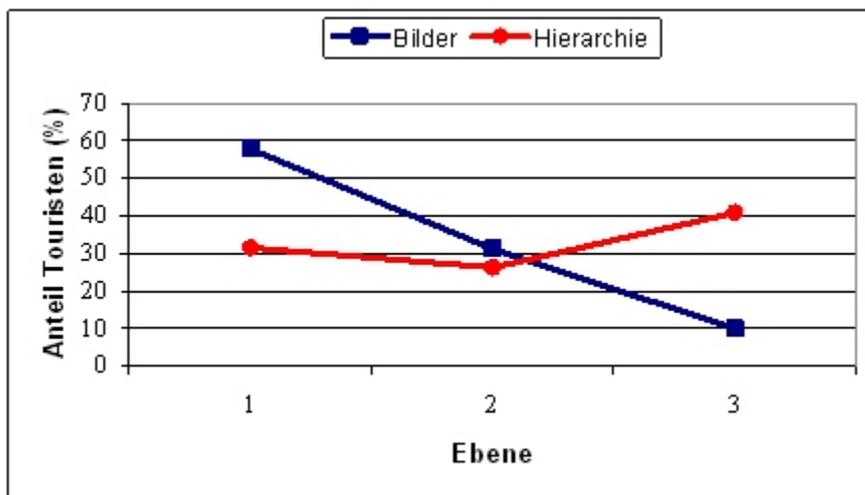


Abbildung 6.5: Interessen pro Hierarchieebene

## 6 Vorstudie: Erfassung von Interessen

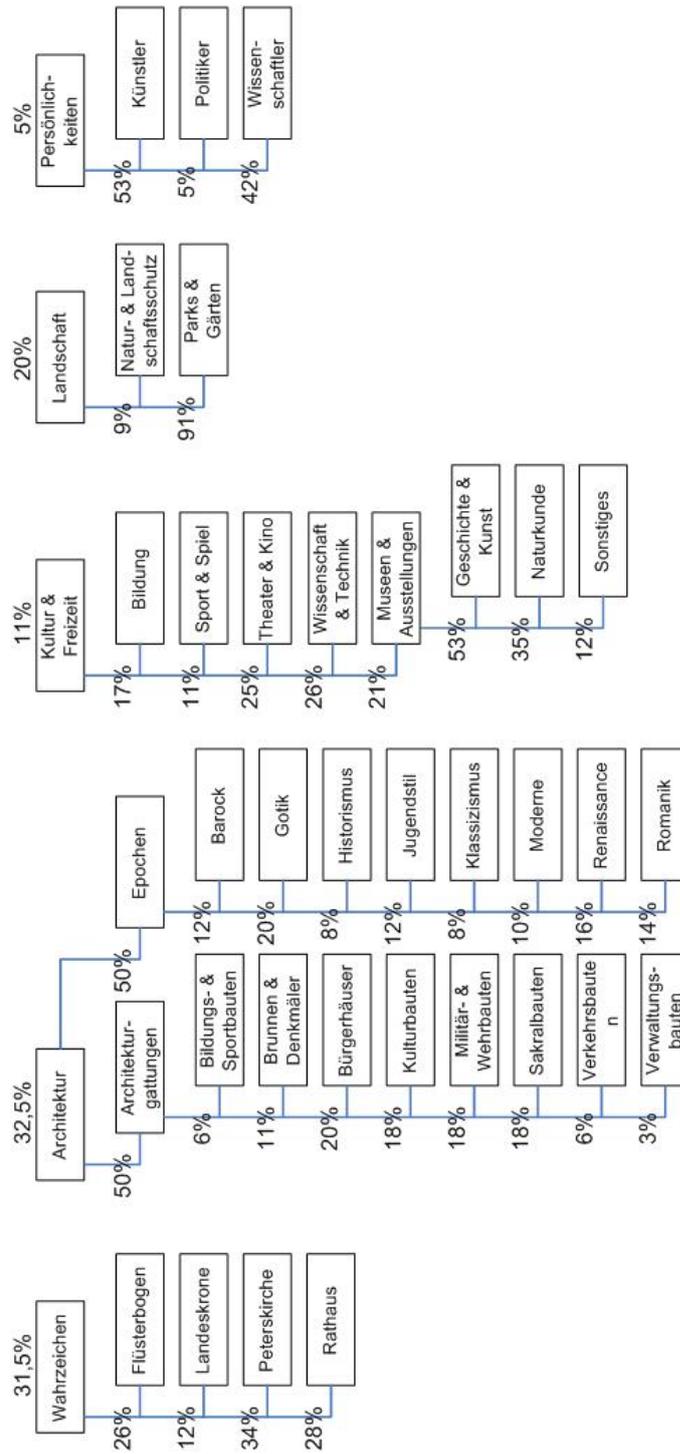


Abbildung 6.6: Taxonomie mit Verteilung der Interessen

Tabelle 6.8: Berechnete Entropien

Methoden	Relative Entropie	Überlappung (Min-Max)
Baum Explorer	0.92	3 % - 53 %
Bilder	0.85	1 % - 40 %
Hauptkategorien	0.98	17 % - 34 %

Eine zweite Möglichkeit auf die Unterschiedlichkeit zwischen den Profilen zu schließen besteht in der Berechnung der Entropie. Die Entropie ist ein Maß für die Unordnung in einem System. Liegt eine stark konzentrierte Ausprägung eines Merkmals vor, so ist die Entropie null, wogegen sie bei einer gleichmäßigen Verteilung ihren Maximalwert erreicht. Im Falle der Interessenprofile würde dies bedeuten, dass wenn alle Profile gleich sind die Entropie null ist, jedoch wenn alle einen unterschiedlichen Inhalt aufweisen der Maximalwert erreicht wird. Dieser hängt von der Anzahl der Elemente sowie deren Einzelwahrscheinlichkeiten ab. Berechnet wird die Entropie wie folgt:

$$H = - \sum_{k=0}^L p_k * \log_2 p_k \quad (6.7) \quad \begin{array}{l} L = \text{Anzahl der Profile} \\ p = \text{Wahrscheinlichkeit des Profils } k \end{array}$$

Jedes Profil wird hier als Kombination von verschiedenen Interessen interpretiert. Jede dieser Kombinationen hat, je nach Vorkommenshäufigkeit, eine gewisse Wahrscheinlichkeit des Auftretens. Sie ergibt sich aus dem Quotienten der Anzahl wie häufig ein bestimmtes Profil vorkommt und der Gesamtanzahl an Profilen. Aus den Einzelwahrscheinlichkeiten kann dann die Entropie berechnet werden, welche je nach Methode in Tabelle 6.8 dargestellt ist.

Die berechneten relativen Entropien liegen zwischen 85 % und 98 % und geben somit Auskunft darüber, dass die meisten Profile kaum mehrfach auftreten und somit zum großen Teil einzigartig sind. Diese Betrachtung zieht die Profile als Ganzes, also als Kombination aller enthaltenen Interessen ein.

Untersucht man die einzelnen Profile erneut auf Überlappung mit anderen Profilen, indem jedes Profil mit jedem anderen auf den Grad der Übereinstimmung einzelner Elemente überprüft wird, so ergeben sich die Werte in der dritten Spalte der Tabelle 6-8. Daraus ist ersichtlich, dass im Schnitt höchstens die Hälfte der Elemente identisch ist. Als logische Schlussfolgerung dieser Betrachtungen ergibt sich, dass die Interessen der Touristen sehr verschieden sind, und persönliche Touren der statischen Variante vorzuziehen sind, um individuelle Bedürfnisse zu befriedigen.

Weiterhin kann die Entropie, in Abhängigkeit der Häufigkeitsverteilung der gewählten Interessen, innerhalb der hierarchischen Struktur der Taxonomie ermittelt werden. Diese Berechnung gibt Auskunft darüber, wie sich die Verteilung der Interessen innerhalb der verschiedenen Hierarchieebenen verhält. Tabelle 6-9 stellt die Werte anhand der Bilder-Version dar. Da stets mehr als 90 % der maximalen Entropie erreicht werden, kann von einer breiten Verteilung der Interessen ausgegangen werden.

Tabelle 6.9: Relative Entropie für die ebenenspezifische Interessenauswahl der Bildvariante

Hierarchieebene	Relative Entropie
Ebene 1 (Hauptkategorien)	0.98
Ebene 2	0.93
Ebene 3	0.95

Ein dritter und letzter Betrachtungsansatz versucht nicht die Unterschiedlichkeit der Interessen aufzuzeigen, sondern Ähnlichkeiten zu erkennen, um diese in einer bestmöglichen Weise in wenigen Gruppen zusammenzufassen, und so genannte Cluster zu bilden. Cluster weisen eine sehr hohe klasseninterne Ähnlichkeit auf, aber eine sehr niedrige Ähnlichkeit zwischen den Klassen [KR87]. Als Basiseinheit zum Ausdruck der Ähnlichkeit zweier Elemente dient das mathematische Maß der Distanz. Um eine Aussage über die Ähnlichkeit von Profilen treffen zu können muss deren Distanz zueinander bestimmt werden. Diese ist wiederum von den Distanzen der einzelnen Elemente abhängig. Grundlage der Berechnung sollen die folgenden Definitionen sein:

1.  $Dist1(e1,e2)$  → Die Distanz zwischen zwei Elementen eines Profils. Diese wird über die Anzahl der Verzweigungen zwischen beiden Elementen innerhalb der Taxonomie bestimmt.
2.  $Dist2(e,p)$  → Die Distanz zwischen einem Element eines Profils und einem anderen Profil. Diese ergibt sich aus der minimalen Distanz der Menge aller Distanzen zwischen dem Element  $e$  und allen Elementen des Profils  $p$ .

$$Dist2(e, p) = MIN(\forall i_e \in p : (Dist1(e, i_e))) \quad (6.8)$$

3.  $Dist3(p1,p2)$  → Die Distanz zwischen zwei Interessenprofilen. Diese ergibt sich aus dem Mittelwert der Distanzen aller Elemente von Profil 1 zu Profil 2.

$$Dist3(p1, p2) = MAX\left(\frac{1}{p1.elements} \sum_1^{p1.elements} Dist2(elementi, p2), \frac{1}{p2.elements} \sum_1^{p2.elements} Dist2(elementi, p1)\right) \quad (6.9)$$

Die Distanz zwischen 2 Profilen wird einheitlich aus dem Maximum der beiden Mittelwertberechnungen ermittelt, da die Distanz eines Profils  $p1$  zu Profil  $p2$  einen anderen Wert liefern kann als die Distanz von Profil  $p2$  zu Profil  $p1$ . Somit werden unterschiedliche Interessen stärker gewichtet, die sonst verloren gingen. Ein Beispiel dazu zeigt Tabelle 6.10. Berechnet man die Distanz von Profil 1 zu Profil 2, würde sich 0 ergeben, da das Interesse von Profil 1 im Profil 2 gedeckt wird. Dagegen ergibt die Distanz von Profil 2 zu Profil 1 das Ergebnis 3, da nur die Hälfte der Interessen gedeckt sind. Als Gesamtergebnis ist der höhere der beiden Werte, also 3 ausschlaggebend.

Tabelle 6.10: Beispiel zur Distanzberechnung

Profil 1	Profil 2	Distanzen
Barock	Barock Naturmuseen	Dist1(Barock,Barock)=0 Dist1(Barock,Naturmuseum)=6 Dist2(Barock,Profil 2)=0 Dist2(Barock,Profil 1)=0 Dist2(Naturmuseum,Profil 1)=6 Dist3(Profil 1,Profil 2)=3

Tabelle 6.11: Exemplarische Matrix

	P1	P2	P3	P4	P5	Resultat
P1	-	1.5	2	3	2.2	P2
P2	2	-	2	1.4	1.5	P4
P3	1.5	1.2	-	3	0.75	P5
P4	1.3	1.1	2.2	3	1.9	P2
P5	1.8	2.3	1	3	-	P3

Auf diesem Weg kann die Distanz von jedem Profil zu allen anderen Profilen berechnet und in einer Matrix dargestellt werden. Tabelle 6.11 zeigt eine solche Matrix mit fünf exemplarischen Profilen:

Basierend auf diesen Distanzen wird der folgende Cluster-Algorithmus angewandt:

*Für jedes Profil p1*

*Bestimme Profil p2 mit der geringsten Distanz zu p1*

*Wenn Profil p2 zu einer Gruppe gehört*

*Füge Profil p1 zu dieser Gruppe hinzu*

*Sonst*

*Erzeuge eine neue Gruppe mit p1 und p2*

Für die Beispielmatrix ergeben sich daraus folgende Gruppen:

- Gruppe 1, bestehend aus P1, P2 und P4
- Gruppe 2, bestehend aus P3 und P5

Angewandt auf die reellen Daten aller 3 Methoden ergab dies die in Tabelle 6.12 angegebenen Gruppierungen.

Der Algorithmus fügt die am engsten verwandten Profile in Gruppen zusammen, mit dem Ziel möglichst wenige Cluster zu bilden. Dabei sind zum großen Teil nur Paare entstanden, wodurch die durchschnittliche Anzahl der Profile pro Cluster sehr klein ist. Das heißt, es konnten auf diesem Weg keine eindeutigen Cluster gefunden werden. Die Vorbereitung von geeigneten Standardtouren für jede Gruppe ist bei der großen Anzahl der Gruppen nicht sinnvoll und muss damit verworfen werden. Stattdessen ist eine individuelle Ermittlung der Interessen von Touristen notwendig um eine geeignete Tour zu

Tabelle 6.12: Cluster

Methoden	Anzahl der Gruppen	Durchschnittliche Anzahl von Profilen pro Gruppen
Baum	30	2.5
Bilder	40	2.3
Hauptkategorien	31	2.2

erstellen. Dieses Ergebnis stellt einen weiteren Beweis für die große Vielfalt der bestehenden Interessen dar.

## 6.4 Einschränkungen der ermittelten Ergebnisse

Die gelieferten Ergebnisse sind einigen Einschränkungen unterlegen. Trotz gewissenhafter Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des Versuches gibt es immer Einflüsse die nicht ausgeschlossen werden können, sei es, dass der Aufwand dafür zu hoch ist, oder, dass sie zufälligen Ursprungs sind. Diese Einflüsse können die Ergebnisse entweder zum Positiven aber auch zum Negativen hin verändert haben. Die Ergebnisse besitzen daher nur eingeschränkt Gültigkeit und treffen nur unter bestimmten Voraussetzungen zu. Folgende mögliche Fehlerquellen müssen eingeräumt werden:

Die verwendeten Begriffe zur Umschreibung der verschiedenen Interessenkategorien sind unter subjektivem Eindruck entstanden. Diese können zu Fehlinterpretationen seitens der Testteilnehmer geführt haben, so dass mitunter eine andere Bedeutung vermutet wurde, und somit aus ihrer Sicht falsche Auswahlentscheidungen getroffen wurden. Zwar war jeder Begriff bzw. jedes Bild mit erläuternden Informationen hinterlegt, jedoch wurden diese nur sehr selten abgerufen.

Die erstellte Rangfolge der sechs zur Auswahl gestellten Sehenswürdigkeiten hängt stark von den dargebotenen Bildern und textlichen Informationen ab, da sie den Touristen zumeist unbekannt sind. Daher besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass Sehenswürdigkeiten durch sehr ansprechende Bilder hoch eingestuft wurden, obwohl sie nicht mit den Interessen übereinstimmten, und andererseits zu den Interessen passende Sehenswürdigkeiten durch unattraktive Bilder niedrig eingeordnet worden sind. Beide Fälle führen unweigerlich zu einer negativen Beeinflussung der Korrelation.

Der Algorithmus bildet im Hintergrund eine Rangfolge aller 80 Sehenswürdigkeiten, die Touristen haben nur sechs ausgewählte zur Verfügung. Beim Design eines solchen Versuches muss vor allem auf die Situation der Testteilnehmer geachtet werden. Sobald der zeitliche Aufwand zu hoch wird, nimmt die Bereitschaft der freiwilligen Teilnahme stark ab. Die beschriebene Versuchsdurchführung bildet daher einen Kompromiss zwischen Aufwand und sinnvoll auswertbaren Ergebnissen. Für genauere Ergebnisse hätten den Touristen wesentlich mehr Attraktionen zum Bilden einer Rangfolge vorgelegt werden müssen. Hier wurde eine Mindestanzahl von sechs gewählt. Da diese Auswahl sehr gering ist, steigt die Möglichkeit zufälliger Übereinstimmungen. Diese konnte durch die Fehlerbetrachtung relativiert werden.

## 6 Vorstudie: Erfassung von Interessen

Weiterhin bietet die Stadt Görlitz viele Sehenswürdigkeiten, von denen jedoch der überwiegende Teil architektonischen Ursprungs ist. Die Verteilung der Sehenswürdigkeiten über die Taxonomie hinweg ist daher sehr ungleichmäßig, was sich vor allem auf die Zusammenstellung einer Tour auswirkt.

Aus demselben Grund ist es auch eine spezielle Gruppe von Touristen welche die Stadt besuchen. Das durchschnittliche Alter liegt über dem Bundesdurchschnitt, und obwohl die Interessen sehr verschieden waren, überwogen in allen 3 Methoden architekturbezogene Kategorien. Daher ist die Repräsentativität der Studie für andere Städte und Regionen mit Vorsicht zu genießen. Dafür müsste außerdem eine Anpassung der Taxonomie auf die ortsspezifischen Gegebenheiten erfolgen.

# 7 Nutzerstudie im realen Kontext

## 7.1 Theoretischer Hintergrund von Feldstudien

Bornträger und Cheverst [BC03] unterstreichen die Notwendigkeit von Feldversuchen beim Entwerfen einer touristischen Anwendung. Es wird dabei auf die menschlichen und technischen Aspekte bei der Organisation und Durchführung solcher Versuche hingewiesen. Zunächst sollte der Test von ausgewählten Personen durchgeführt werden, bevor echte Touristen daran teilnehmen.

Um die Nutzbarkeit einer Anwendung in der Praxis, vor allem von verschiedenen Zielgruppen, bewerten zu können, besteht die Möglichkeit subjektive Messungen wie Fragebögen einzusetzen. Diese Methode besitzt jedoch einige Schwächen die durch subjektives Empfinden hervorgerufen werden, und unter anderem von Bortz / Döring [BD02] und Schweibenz / Thissen [ST03] aufgezeigt wurden. Die Lösung sind praxisnahe Beobachtungen. Um die Testpersonen nicht durch ständige Anwesenheit zu verunsichern wird hier vor allem die Methodik der Datenaufzeichnung in Logdateien [OR94] verwendet. Am effektivsten erfolgt der Test in der realen Umgebung was als Feldversuch bezeichnet wird.

Dazu schreibt auch De Certeau in seinem Buch 'Invention of the daily' [DC90], dass die Anwendung neuer Technologien im täglichen Leben am effektivsten im gewöhnlichen Umfeld normaler Menschen erforscht werden kann. Dadurch wird die Einwirkung von Fremdeinflüssen ungewohnter Umgebungen minimiert. Anstatt direkter Beobachtung, was zu verändertem Verhalten führt, ist eine freie und unbeobachtete Benutzung wichtig. Auswertungen müssen über aufgezeichnete Interaktions- und Positionsdaten erfolgen. Vorgegebene Aufgaben, die ebenfalls nicht mit den sonstigen Verhaltensmustern vereinbar sind, führen zu unrealen Entscheidungen. Daher sollten Testteilnehmer ermutigt werden das Testobjekt frei nach ihren Wünschen zu benutzen. Voraussetzung ist eine intuitive und selbsterklärende Bedienung.

Analysen und Bewertungen von mobilen Recommendern anhand von Erfahrungswerten beim Einsatz durch die Zielgruppe gibt es bisher nur sehr selten und in geringem Umfang. Zwei bestehende Beispiele sind GUIDE [AGH<sup>+</sup>97] und Crumpet [SBP03]. Ersteres wurde in einer vierwöchigen Studie mit 60 Teilnehmern getestet und aufgrund von mit Zeitstempeln versehenen Interaktionsaufzeichnungen, Audioprotokollen der Tester, und einem Fragebogen ausgewertet. Bei den Testpersonen handelte es sich allerdings zum größten Teil um Studenten der eigenen Universität. Das zweite Projekt wurde in einer Benutzbarkeitsstudie mit 88 Probanden anhand von vordefinierten Aufgaben untersucht. Abhängig davon wie gut und schnell die Aufgaben erledigt worden sind, konnten Schlüsse auf Bedienbarkeit, Selbstbeschreibungsfähigkeit usw. gezogen werden. Die Nutzer standen hier unter Beobachtung eines Testbetreuers. Laut Fragebogenergebnis-

sen schätzen die Touristen eine Karte mit angezeigter Position als hilfreichstes Feature ein und erkannten den gebotenen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Hilfsmitteln und Informationsquellen.

## 7.2 Untersuchungsziele und -Aufbau

Grundlegendes Ziel des Systems ist es eine Alternative für Individualtouristen, die ein Reiseziel auf eigene Faust erkunden, anzubieten. Die generelle Behauptung, die hinter dem Einsatz eines solchen Systems steht, ist, dass die Touristen dadurch Vorteile im Vergleich zu ihrer bisherigen Art und Weise der Erkundung unbekannter Orte haben werden. Sie verlassen sich dabei bisher auf öffentlich zugängliche Informationsquellen wie Stadtkarten, Straßenschilder, Informationstafeln und illustrierte Reiseführer. Das System soll helfen jenen Touristen in den jeweiligen Situationen relevante Informationen zur Verfügung zu stellen. Es bietet hingegen keine Konkurrenz zu Stadtführungen durch menschliche Stadtführer. Diese bieten einen völlig anderen Erlebniswert, da ein Stadtführer z.B. auf die Gruppe reagieren und ihre Fragen beantworten kann.

Eine Nutzerstudie des mobilen Systems mit wirklichen Touristen in ihrem realen Umfeld ist die einzige Möglichkeit zu ermitteln, ob eine Relevanz für einen Einsatz in der Praxis besteht. Eine gegenüberstellende Auswertung der verschiedenen Verhaltensweisen von Touristen mit und ohne mobilem Informationssystem muss zeigen, inwiefern positive Entwicklungen abzuzeichnen sind, und ob die durch ein solches System angestrebten Verbesserungen tatsächlich erreicht werden können. Im Einzelnen werden die folgenden Beiträge angestrebt:

- eine weiträumigere Verteilung der Touristen über die gesamte Region
- eine erhöhte Anzahl entdeckter Sehenswürdigkeiten
- eine detailreichere Informationsübermittlung über die Sehenswürdigkeiten an die Touristen
- eine länger Aufenthaltszeit an den Sehenswürdigkeiten

Die sich daraus ergebende Kernaussage, die es zu belegen, bzw. zu widerlegen gilt, lautet damit: **“Ein mobiles Informationssystem hilft den Touristen in kürzerer Zeit mehr Attraktionen zu entdecken. Der Quotient aus entdeckten Attraktionen im Verhältnis zu benötigter Zeit ist somit für Nutzer eines mobilen Informationssystems größer als für Touristen die auf anderweitig verfügbare Informationsquellen angewiesen sind.“**

Um dies zu ermitteln müssen diverse Auswertungen vorgenommen werden, die zeigen inwieweit das System überhaupt genutzt wird, wie häufig und intensiv Informationen abgerufen werden, und wie mit den Empfehlungen des Systems umgegangen wird.

Daraus lassen sich die folgenden konkreten Auswertungsziele ableiten:

### a) Tourplaner:

- Vergleich der geplanten mit der tatsächlichen Tour und Ermittlung der Unterschiede.  
Hierbei soll herausgefunden werden ob Touristen sich an den vorgegebenen Plan halten und versuchen diesen weitestgehend auszuführen, oder ob sie sich stattdessen von den Gegebenheiten der Stadt leiten lassen und durch spontane Entscheidungen den Tourplan eher ignorieren.
- Untersuchung auf unterschiedliche Verhaltensweisen an Attraktionen die im Tourplan vorgesehen sind, und solchen die unterwegs spontan besucht werden

**b) Tourplaner und Explorer:**

- Interaktionsaufwand während der Tour  
Anzahl der Klicks während des Tourverlaufs
- Informationsnutzung während der Tour  
Art, Anzahl und Dauer der abgerufenen Informationen
- Ermittlung der Akzeptanz durch Touristen  
Es sollte geklärt werden ob Touristen bereit sind ein solches System anzunehmen, und es als Bereicherung für ihre Stadtbesichtigung empfinden. Hierbei spielen auch Art und Umfang der genutzten und angeforderten Informationen eine Rolle.

**c) Touristen mit und ohne mobilem Informationssystem:**

- Tourcharakteristika: Länge, Dauer und Anzahl besuchter Sehenswürdigkeiten
- Anteil der pro Gruppe besuchten Attraktionen im von der Gesamtmenge der vorhandenen Attraktionen
- Flächenmäßige Verteilung der Touristen über die Region
- Einfluss eines mobilen Informationssystems auf Verhaltensweisen von Touristen  
Dieses Ziel dient der Erfassung von Unterschieden im Verhalten von Touristen die durch ein mobiles Informationssystem (dem DTG) unterstützt werden, und Touristen ohne ein solches. Dazu soll eine Kontrollgruppe normaler Touristen auf ihrer Stadterkundung mittels herkömmlicher Informationsquellen mit GPS Loggern ausgestattet werden, um ihre gelaufenen Routen aufzuzeichnen. Dadurch werden vor allem Verhaltensunterschiede sichtbar, sowie Bereiche, die ohne mobiles Informationssystem unentdeckt oder unerkannt bleiben.

Basierend auf den Resultaten der Vorstudie aus Kapitel 6 wurden endgültiges Design und Funktionalität des DTG bestimmt und umgesetzt. Unterlegt war die mobile Anwendung mit einem Logging Framework zur Aufzeichnung von GPS- und Interaktionsdaten. Die Stadtverwaltung der Stadt Görlitz unterstützte das gesamte Projekt, hauptsächlich mit der Identifikation aller relevanten Sehenswürdigkeiten und deren inhaltlicher Modellierung durch Bilder und Texte sowie deren Vertonung.

Der Feldversuch fand im August 2006 in Görlitz statt. Insgesamt konnten über 400 Touristen zur Teilnahme in drei etwa gleich verteilten Gruppen gewonnen werden. Diese drei Gruppen wiesen die folgenden Konfigurationen auf, welche in Tabelle 7.1 zusammengefasst dargestellt sind:

- DTG Planer: Der DTG in der vorgestellten Form, welcher allgemeine Interessen erfasst und einen Tourplan berechnet. Dieser ist in Abbildung 7.1 (Bild 2) dargestellt. Der Nutzer hat die Option die ihm/ihr vorgeschlagene Tour zu verändern, indem er/sie Sehenswürdigkeiten entfernt und/oder Sehenswürdigkeiten hinzufügt. Während der Tour werden Navigationsanweisungen bereitgestellt, die den Nutzer von seinem/ihrer aktuellen Standpunkt zur nächsten Tourstation geleiten (siehe Abbildung 7.1 Bild 1). Kurz vor der unmittelbaren Annäherung an eine Attraktion wird der Nutzer durch einen Hinweis mit angezeigtem Foto darauf aufmerksam gemacht (Abbildung 7.1 Bild 3). Nach der Ankunft werden automatisch die multimedialen Informationen abgespielt. Außerdem ist der Tourplan eine dynamische Komponente, die kontinuierlich an das veränderte Nutzerverhalten angepasst wird.



Abbildung 7.1: Navigation - Tourplan - Annäherung

- DTG Explorer: Der Explorer Modus ist eine stark reduzierte Version des beschriebenen Planers, welche dem Nutzer eine freie Erkundung der Stadt erlaubt. Dieser Modus unterstützt jene Touristen, welche eine selbständige Stadtbesichtigung vorziehen. Der DTG stellt sich als passives System dar, ohne Tourplan, Navigation und automatische Informationspräsentation. Der Nutzer erhält lediglich eine Karte in der die eigene Position dynamisch dargestellt ist (siehe Abbildung 7.2 Bild 1), sowie eine Auflistung der in der näheren Umgebung befindlichen Sehenswürdigkeiten (Abbildung 7.2 Bild 2). Informationen müssen manuell angefordert werden, wobei die Anzeige analog zum Planer-Modus erfolgt (Abbildung 7.2 Bild 3). Der Tourverlauf obliegt den Entscheidungen des Nutzers.



Abbildung 7.2: POStionsdarstellung - Liste - Information

Tabelle 7.1: Funktionsübersicht von Logger, Explorer und Planer

Funktion	Logger	Explorer	Planer
Interessenerfassung	-	-	Ja
Ranking von Attraktionen	-	-	Ja
Tourmodifikation	-	-	Ja
Tourplan	-	-	Ja
Navigationsanweisungen	-	-	Ja
Touranpassung	-	-	Ja
Restaurantauswahl	-	Ja	Ja
Karte	-	Ja	Ja
Hinweise auf Attraktionen	-	Ja	Ja
Multimediale Informationen	-	Ja	Ja

- GPS Logger: Es steht kein mobiles Informationssystem zur Verfügung, sondern nur ein Logger zur Aufzeichnung der GPS Positionen im sekundlichen Abstand während der gesamten Tour.

Für die beiden DTG Anwendungen wurde jeweils der MDA III der Telekom mit einem externen Fortuna GPS Empfänger verwendet. Interessierte Touristen erhielten vom Standpersonal abwechselnd entweder einen DTG Planer, einen DTG Explorer oder einen Logger zur kostenfreien Ausleihe für einen Tag. Als Rückversicherung wurden die Daten des Personalausweises aufgenommen. Außer einer kurzen Einweisung, wie das Gerät und die Anwendung zu starten waren, erhielten die Touristen keine weiteren Anweisungen, sondern das Gerät stand ihnen zur freien Benutzung zur Verfügung.

Zur Auswertung dienen NMEA Daten, welche von den GPS Empfängern und den GPS-Loggern geliefert und aufgezeichnet wurden. Diese geben Auskunft über die genauen Routen die die Touristen eingeschlagen haben, die Entfernungen die sie dabei zurückgelegt haben, und die Sehenswürdigkeiten die sie passiert haben, sowie die dortigen Auf-

enthaltendauern. Eine aktionsbasierte Aufzeichnung der Klickdaten bietet einen Einblick in das Interaktionsverhalten mit der Anwendung, und damit der Zeit die zum Interagieren in Anspruch genommen wurde. Außerdem lässt sich die Menge der abgerufenen Informationen ermitteln. Weiterhin werden Unterschiede zwischen dem ursprünglichen Tourplan und der tatsächlich ausgeführten Tour sichtbar, allen voran die Anzahl der geplanten, gegenüber den spontanen Besuchen von Sehenswürdigkeiten, die Aufschluss über die Bereitschaft des Touristen den Plan zu befolgen gibt.

Außerdem wird die Gruppe von Touristen, die ein mobiles Informationssystem zur Stadterkundung verwendet hat mit einer Kontrollgruppe, welche nur GPS Logger bei sich trugen, ansonsten aber auf herkömmliche Informationsquellen angewiesen waren, verglichen. Dadurch sollen vor allem Verhaltensunterschiede sichtbar, und entdeckte Bereiche gegeneinander abgegrenzt werden.

### 7.3 Datenerhebung und -Umfang

Zur Evaluation der Mensch-Maschine-Interaktionen mit PC- und Webanwendungen ist die Analyse in speziellen Testlaboren eine gängige Methode. Auf diese Weise können Defizite im Design und in der Benutzerführung aufgedeckt und angepasst werden. Solche eingehenden Untersuchungen sollten mit allen kommerziellen Softwareprodukten gemacht werden, bevor diese zum Verkauf freizugeben sind. Da Desktop Anwendungen dieser Art gewöhnlich in Büros oder zu Hause Verwendung finden, sind Labore ideale Untersuchungsplätze, da die wirklichen Gegebenheiten perfekt abgebildet werden können. Außerdem kann durch technische Hilfsmittel wie Kameras oder Remote Desktop Lösungen eine genaue Überwachung des Nutzers erfolgen und mit in die Auswertung einfließen. Im Gegensatz dazu sind mobile Anwendungen für den Einsatz im Freien und in der Bewegung, z.B. zur Erkundung einer Stadt gedacht. Zur Analyse von Interaktionen mit einer solchen mobilen Anwendung und deren Auswirkungen auf die Verhaltensweisen in verschiedenen Umgebungen ist ein Laborversuch vollkommen ungeeignet. Hierbei spielen viel mehr Einflussfaktoren eine Rolle die zusätzlich betrachtet werden müssen. Unter anderen stellen Verkehrslärm, fremde Personen oder Wetterbedingungen wie Regen oder Sonnenschein Gründe für eine Ablenkung des Nutzers und veränderte Entscheidungen dar. Diese Faktoren können nur schwer bzw. gar nicht in einem Labor simuliert werden. Deshalb muss die Beobachtung des Nutzers im wirklichen Umfeld erfolgen. Eine Beobachtung durch eine dritte Person bringt dennoch Schwierigkeiten auf zweierlei Seiten mit sich. Erstens hat es der Beobachter schwer dem Nutzer in enger Annäherung zu folgen um die Interaktionen nachzuvollziehen. Zweitens wird der Nutzer durch die ständige Beobachtung ebenfalls abgelenkt und beeinflusst. Beispielsweise können einige Teilnehmer an Testangst leiden [Bra04] oder versuchen nach den Erwartungen des Begleiters zu handeln, wie sie es als sozial angemessen empfinden [Edw57]. Der menschliche Beobachter übt oft einen psychologischen Einfluss seiner persönlichen Einstellung aus, wodurch die Versuchsperson oft zum erwarteten Verhalten geführt wird, was als Pygmalion oder Rosenthal Effekt bezeichnet wird.

Für eine realistische Einschätzung der Benutzbarkeit einer Applikation sind zunächst

subjektive Daten notwendig. Aus subjektiven Auswertungsverfahren wie Fragebögen oder lauter Gedankenwiedergabe gehen Daten hervor, die Schlussfolgerungen bzgl. Akzeptanz, Zufriedenheit oder häufiger Probleme zulassen. Diese Daten repräsentieren verbale Aussagen der Testpersonen derer sich diese auch bewusst sind. Daraus ergibt sich ein großes methodisches Problem: diese Daten können leicht von Einschätzungsfehlern verzerrt werden [BD02]:

- Halo-Effekt (auch Hof-Effekt von griech. (halos = Lichthof), eingeführt von Edward Lee Thorndike: Einzelne Eigenschaften einer Person erzeugen einen Gesamteindruck, der die weitere Wahrnehmung der Person überstrahlt. Der Halo-Effekt kann auch in einem Fragenkatalog auftreten. Einzelne Fragen können andere überstrahlen, das heißt Auswirkungen auf die Antwort der nächsten Frage haben. Der Halo-Effekt muss daher bei der Konstruktion eines wissenschaftlichen Fragebogens beachtet werden.
- Antworttendenzen: Da Personen Wissen über sich selbst leichter aus dem Gedächtnis abrufen können als Wissen über andere Personen, gewichten sie bei der Urteilsbildung selbstbezogenes Wissen stärker als Wissen über andere Personen.
- Primacy-recency Effekt: Bei Beurteilung von Objekten mit extremer Ausprägung am Anfang, können nachfolgende Beurteilungen stark von diesem ersten Eindruck abhängen.
- Baseline Error: Die Auftrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen wird falsch eingeschätzt, weil die Orientierung nicht anhand der objektiven Häufigkeit (der Baseline) erfolgt, sondern irrtümlich besonders prägnante, im Gedächtnis gerade verfügbare Ereignisse für besonders wahrscheinlich gehalten werden.

Ein weiteres Problem besteht in der Abweichung zwischen Denken und Handeln. So gibt es oft Diskrepanzen zwischen dem was Leute sagen und dem was sie tatsächlich tun [ST03]. Deshalb müssen weitere Daten erfasst werden, welche Auskunft darüber geben was die Testpersonen wirklich machen. Durch technische Aufzeichnung solcher Daten können Seiteneffekte weitgehend ausgeschlossen werden. Am häufigsten finden in der Praxis Loggdateien Anwendung, dessen größter Vorteil die Erfassung von nicht verbalisierbaren Operationen ist [OR94]. Dabei werden alle Nutzereingaben und Systemnachrichten zusammen mit einem genauen Zeitstempel festgehalten. Die Eliminierung subjektiver Vorbelastungen führt zu einer besseren Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Weiterhin können Anwendungen dadurch anhand von Performancegesichtspunkten wie Fehleranzahl und benötigter Zeit bewertet werden. Diese stellen zählbare Maßeinheiten, die quantitativ auswertbar sind dar [ST03]. Eine vollständige Problemanalyse erfordert somit, dass subjektive Fragebogendaten zu den objektiven Messungen hinzugezogen werden [OR94].

Nachfolgend werden zwei existierende Werkzeuge zur Erfassung objektiver Interaktionsdaten auf mobilen Geräten, und eine PC Anwendung vorgestellt:

WebQuilt [HL01] ist eine Proxy-basierte Lösung, welche Klicks aufzeichnen und darstellen kann. Ursprünglich wurde es für Webseiten entwickelt und setzt eine Kommunikati-

on zwischen dem Browser des Nutzers und dem Webserver voraus. Daher ist es nur für Browser-basierte Lösungen einsetzbar. Hinzu kommt, dass nur Interaktionen welche eine Serveraktion auslösen aufgezeichnet werden, da dies auf der Serverseite erfolgt. Andere Klicks werden nicht berücksichtigt [WML02][MW02].

Replayer [TC05][TCM06] kombiniert verschieden Observierungstechniken wie Videoaufzeichnungen und Systemlogdateien. Dieses Werkzeug unterstützt die Erstellung von mit Zeitstempeln versehenen Loggeinträgen, und die synchronisierte Wiedergabe der Ergebnisse mit Audio- und Videomaterial. Bei der Auswertung kann dann nach speziellen Events gesucht werden. Eine Möglichkeit die Screens zu rekonstruieren besteht allerdings nicht.

Die Auswertungssoftware für Nutzerinteraktionen mit PC Anwendungen namens Morae<sup>30</sup> erlaubt die Aufzeichnung von Videodateien zur detaillierten Nachvollziehung des Interaktionsprozesses. Leider verfügen mobile Geräte derzeit weder über genügend Speicherplatz noch Prozessorleistung um ein ähnliches Vorgehen zu unterstützen.

Für den DTG wurde daher die Variante von Loggdateien mit ergänzenden Screenshots verfolgt. Die Speicherung von Screenshots erfolgt als Bilddateien vor jedem Dialogwechsel. Jedes Bitmap umfasst dabei ca. 150 KB (Kilobytes). Da ein separater Screenshot zu jeder Interaktion Speicherprobleme aufwerfen würde, werden die Interaktionen zu jedem Dialogpunkt gesammelt zu dessen Screenshot hinzugefügt.

Um auf nachträgliche Auswertungen von möglichen unerwarteten Ergebnissen reagieren zu können wurden alle verfügbaren Daten aufgezeichnet. Dazu wurde ein allgemeines Framework, welches leicht in mobile .NET Applikationen unter Windows CE integrierbar ist entwickelt. Es stellt eine Zwischenschicht zwischen der mobilen Anwendung und dem Betriebssystem dar und empfängt somit alle Ereignisse und Eingaben der externen Schnittstellen zuerst. Auf diese kann entsprechend reagiert werden, das heißt sie werden in Loggdateien geschrieben. Anschließend erfolgt die Weiterleitung an die Anwendungsebene. Die Architektur ist in Abbildung 7.3 vorgestellt, und besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen:

- Kern: Anhängen an das Betriebssystem um alle Eingabeevents abzufangen, u. a. auch die NMEA Datensätze welche von einem verbundenen GPS-Empfänger geliefert werden
- Wrapper: Kapseln der Kernfunktionen und Verarbeitung der Events die vom Kern ausgelöst werden

Die in Tabelle 7.2 aufgeführten Daten werden durch das Framework aufgezeichnet.

Insgesamt wurden drei Datenquellen für die nachträgliche Auswertung genutzt:

1. Die Aufzeichnung der Interaktionsdaten (Eingaben und Klicks) und der dadurch ausgelösten Ereignisse (Informationsdarstellung, Touranpassung) und Resultate (berechneter Tourplan) auf Anwendungsebene erfolgte in XML-Dateien zur Beantwortung der folgenden Fragen dienend:

- Welche Wünsche werden an die zu berechnende Tour gestellt?

<sup>30</sup><http://www.techsmith.com/products/morae/whitepaper.asp>, Stand: 21.04.07

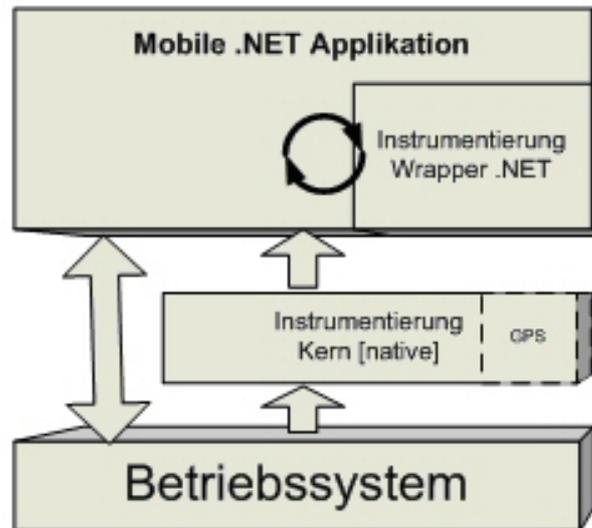


Abbildung 7.3: Architektur der Instrumentierung

Tabelle 7.2: Interaktionsdaten

Event	Beschreibung
Klick	Jeder Klick welcher auf dem Display erfolgt erzeugt eine Nachricht mit den Bildschirmkoordinaten des Klicks. Zusätzlich werden die Klicks in einen Screenshot eingezeichnet.
Auswahl	Diverse Steuerelemente beinhalten Listen von Daten (z.B. Listbox, Combobox, Treeview usw.). Die Auswahl eines Elementes hat die Generierung einer entsprechenden Nachricht welche die Elementdaten beinhaltet zur Folge.
Bildschirmwechsel	Automatische Bildschirmwechsel, z.B. zur Dateneingabe oder -anzeige werden ebenfalls protokolliert. Wenn sich das sichtbare Formular ändert erzeugt der Kern eine Meldung welche ein Handle auf das neue Formular besitzt. Darüber können u. a. Name, Position und Größe bestimmt werden.
Screenshots	Jeder aktive Bildschirm (Formular) wird als Bitmap Bilddatei gespeichert. In dieses Bild werden alle getätigten Klicks bis zu einem Bildschirmwechsel als rote Kreuze und mit einer Nummerierung versehen eingetragen.
Position	Ein registrierter GPS Empfänger übermittelt permanent Positionsdatensätze. Diese werden ebenfalls erfasst.

- Wie sieht eine typischer Tourplan aus (Dauer, Distanz, Anzahl der Attraktionen)?
  - Werden manuelle Veränderungen am Tourplan vorgenommen?
  - Wie ist die Interaktionsdichte während der Tour?
2. Die vom GPS Empfänger aufgezeichneten Daten befinden sich im NMEA Format und werden in Loggdateien festgehalten um die vorherige Planung mit den tatsächlichen Gegebenheiten vergleichen zu können:
    - Zurückgelegte Entfernung
    - Dauer der Tour
    - Besuchte Attraktionen und deren Aufenthaltsdauern
  3. Die Screenshots der einzelnen Dialoge, welche als Bilddateien gespeichert wurden, sind zum Nachvollziehen bestimmter Interaktionsfolgen genutzt wurden.
  4. Ein im Anschluss an die Tour auszufüllender Fragebogen, der demografische (Alter, Geschlecht usw.) und Handhabungsdaten (Informationsquellen, Bedienungsschwierigkeiten) ermittelt

## 7.4 Evaluation aufgezeichneter Daten

### 7.4.1 Altersverteilung

Insgesamt haben 421 Görlitzer Touristen an dem Feldversuch teilgenommen. Davon haben 142 den Explorer Modus verwendet, 137 den Planer Modus und wiederum 142 Nutzer haben ihre Route ohne technische Hilfsmittel bewältigt, jedoch per GPS Logger aufzeichnen lassen.

Eine Mehrheit von 56 % ist zuvor nie in Görlitz gewesen. Das Verhältnis von männlichen und weiblichen Teilnehmern war 68 % zu 32 %. Bezogen auf die Altersverteilung der Testteilnehmer beträgt der Medianwert für die Benutzer des Planers 48 Jahre, für Tester des Explorers 50 Jahre und für Träger der Logger 54 Jahre. Der leichte Altersunterschied der Loggergruppe kam wie folgt zu Stande: alle potentiellen Touristen wurden gefragt ob sie an einem wissenschaftlichen Versuch teilnehmen und ein mobiles Gerät zu einer Stadtführung testen würden. Die Auswahl ob ein Planer, Explorer oder Logger ausgegeben wurde oblag dem betreuenden Personal. Lediglich wenn Touristen zögerten ein mobiles Gerät bedienen zu müssen wurde der Logger als simple Alternative vorgeschlagen. Erfahrungsgemäß zögerten vor allem Touristen mit zunehmendem Alter einen MDA auszuleihen.

### 7.4.2 Aufenthaltszeiten an Attraktionen

Eines der wichtigsten Auswertungsziele ist die Ermittlung der mittleren Anzahl der besuchten Tourbausteine pro Gruppe. Als Indikatoren für den Besuch einer Sehenswürdigkeit gelten die aufgezeichneten GPS Positionsdaten. Für den Planer ist es außerdem

möglich Besuche über die Auslösung einer automatischen Informationspräsentation zu ermitteln bzw. zu bestätigen.

Die aufgezeichneten GPS Koordinaten, welche die gelaufene Route der Touristen darstellen, müssen mit den Koordinaten der modellierten Flächen aller vorhandenen Sehenswürdigkeiten verglichen werden. Zusätzlich kann eine Betrachtung der Orte, an welchen die Bewegungsgeschwindigkeit zeitweise auf null gesunken ist, vorgenommen werden. Damit lässt sich herausfinden, ob und wie lange sich ein Tourist innerhalb der modellierten Fläche eines Tourbausteins aufgehalten hat. Somit wird ersichtlich an welchen Sehenswürdigkeiten die Touristen während ihrer Tour Halt gemacht haben, wie lange sie sich dort aufgehalten haben, ob und welche Informationen sie abgerufen haben, und ob dieser Halt geplant war oder nicht (in Abhängigkeit welche Optionen im verwendeten Modus verfügbar waren).

Beide Indikatoren warten jedoch mit einigen Problemen auf. Die angesprochenen Schwankungen bei der Aufzeichnung der GPS Signale stellen eine große Fehlerquelle dar. (In einem Versuch wurden Daten eines still liegenden Empfängers aufgezeichnet und ausgewertet. Dabei ergab sich ein ständiges Springen des Signals, und somit auch eine ständig variierende Geschwindigkeit.) Dies bedeutet, dass einige Aufenthalte in der unmittelbaren Nähe von Sehenswürdigkeiten nicht als solche erkannt wurden und daher auch keine Informationspräsentation stattfand. Des Weiteren muss bei der Auswertung der Interaktionsdaten beachtet werden, dass die Möglichkeit bestand die Informationen manuell abzurufen, ohne tatsächlich an dem vorgesehenen Ort zu sein.

Die Schwierigkeit besteht nun darin, anhand aller verfügbaren Daten zu entscheiden, ob der Tourist die Attraktion als solche wahrgenommen und sich aktiv damit beschäftigt hat, oder ob er sich aus anderen Gründen dort aufgehalten hat. Mögliche Gründe sind zum Beispiel kurze Erholungs- oder Orientierungspausen, Gespräche mit anderen Leuten oder verkehrsbedingtes Warten an Ampeln. Beim Planer und Explorer Modus bieten die abgerufenen Informationen, welche aus den aufgezeichneten Interaktionsdaten ermittelbar sind, einen Anhaltspunkt. Allerdings gibt es auch bei den geplanten Touren den Fall, dass Touristen unterwegs auf andere Attraktionen aufmerksam werden, zu denen keine Informationen zur Verfügung stehen. Eine vollständige Analyse, welche jeden Datensatz individuell betrachtet, ist somit auf diesem Weg nicht möglich.

Ein anderer Ansatz wäre demnach eine tief greifende Analyse weniger vollständiger Datensätze unterschiedlicher Verhaltensweisen und eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die gesamte Population. Zur Auswahl geeigneter Datensätze muss wiederum eine Einzelbetrachtung aller Entitäten erfolgen. Diese ergab zum Teil beträchtliche Unterschiede, die eine Auswahl erschwerten, sodass dieser Ansatz ebenfalls nicht weiterverfolgt wurde. Stattdessen wurden allgemeine Aussagen über die Aufenthaltsdauern der Touristen in allen definierten Flächen, und somit an den Attraktionen während der Tour, mittels Positionsdaten durch eine automatisierte Berechnung gewonnen. Folglich bedarf es aber einer Definition wann von einem tatsächlichen Besuch eines Tourbausteins gesprochen werden kann. Das heißt, es muss eine Mindestdauer als unterer Grenzwert festgelegt werden. Bisher sind keine empirischen Daten darüber bekannt wie lange ein Besuch einer Sehenswürdigkeit oder bestimmter Arten von Sehenswürdigkeiten durchschnittlich dauert. Die Zeiten können in jedem Fall stark variieren, in Abhängigkeit davon, ob es

sich nur um eine Statue, oder ein ganzes Schloss oder Museum handelt. Eine willkürliche Festlegung ist dabei wissenschaftlich nicht vertretbar. Stattdessen muss ein Weg gefunden werden diese Werte aus den Daten zu ermitteln. Dazu gibt es verschiedene Ansätze:

- Wertbestimmung über alle Touristen und Attraktionen (einfachster Weg)
- Wertbestimmung über alle Touristen und Attraktionstypen (erfordert eine vorherige Zuordnung aller Attraktionen zu einem Typ)

Da es sich in Görlitz beim größten Teil der Attraktionen um verschiedene Gebäude handelt, und auch keine Ausstellungsbesuche Teil der Touren waren soll hier auf eine Unterscheidung der Attraktionen verzichtet, und nur ein allgemeiner Grenzwert festgelegt werden. Diese Prozedur kann jeweils für jeden Modus separat erfolgen. Während sich dieses Kapitel einzig mit der Analyse der Aufenthaltszeiten beschäftigt, werden die Ergebnisse in Kapitel 7.4.7 verwendet um die eingangs angesprochene Anzahl der tatsächlich besuchten Sehenswürdigkeiten zu ermitteln.

### 7.4.2.1 Planer

Beim Planer Modus muss eine differenzierte Betrachtung nach geplanten und ungeplanten Tourbausteinen, also denen mit Informationspräsentation und denen ohne, erfolgen. Zu allen Tourbausteinen die im aktuellen Tourplan enthalten sind erfolgt automatisch eine Präsentation der Informationen bei Ankunft. Zu Sehenswürdigkeiten die sich entlang des Weges befinden werden ohne Weiteres keine Informationen angeboten. Diese werden erst dann in Betracht gezogen wenn der Tourplan als ungültig angesehen wird. Für unvorhergesehene Besuche von Sehenswürdigkeiten entlang der Strecke erfolgt keine automatische Anpassung der Tour in Form einer Integration des entsprechenden TBB. Demnach werden auch keine Informationen zur Verfügung gestellt. Dieses Konzept muss für eine nächste Version des DTG Planers überdacht werden. Vorstellbar wäre ein Button über den jederzeit Informationen zum aktuellen Standort abrufbar sind. Dies entspräche einer Funktion des Explorer Modus.

Im folgenden Diagramm in Abbildung 7.4 ist die Verteilung der Aufenthaltsdauern aller besuchten Sehenswürdigkeiten dargestellt. Der blaue Graph zeigt die Aufenthaltsdauern an Attraktionen, die über eine Übereinstimmung der GPS Position bestimmt wurden. Der rote Graph zeigt die Aufenthaltsdauern an Attraktionen an denen zusätzlich Informationen abgerufen wurden. Das erste Maximum der blauen Kurve kommt durch das zwangsläufige Passieren vieler Sehenswürdigkeiten beim Umherlaufen zustande. Zeiten von unter 30 Sekunden können jedoch vernachlässigt werden. Somit weist dieser Graph ein Maximum von ungefähr zwei Minuten auf, während sich das Maximum des anderen Graphen bei annähernd fünf Minuten befindet.

Wie aus Tabelle 7.3 hervorgeht, liegen die Medianwerte hier bei 64 Sekunden für informationslose TBBs und 127 Sekunden für TBBs zu denen auch Informationen genutzt wurden. Da sehr viele Ausreißer mit einer Aufenthaltszeit unter 30 Sekunden die Mittel- und Medianwerte beeinflussen, wird die Mindestaufenthaltsdauer, die dem Besuch einer

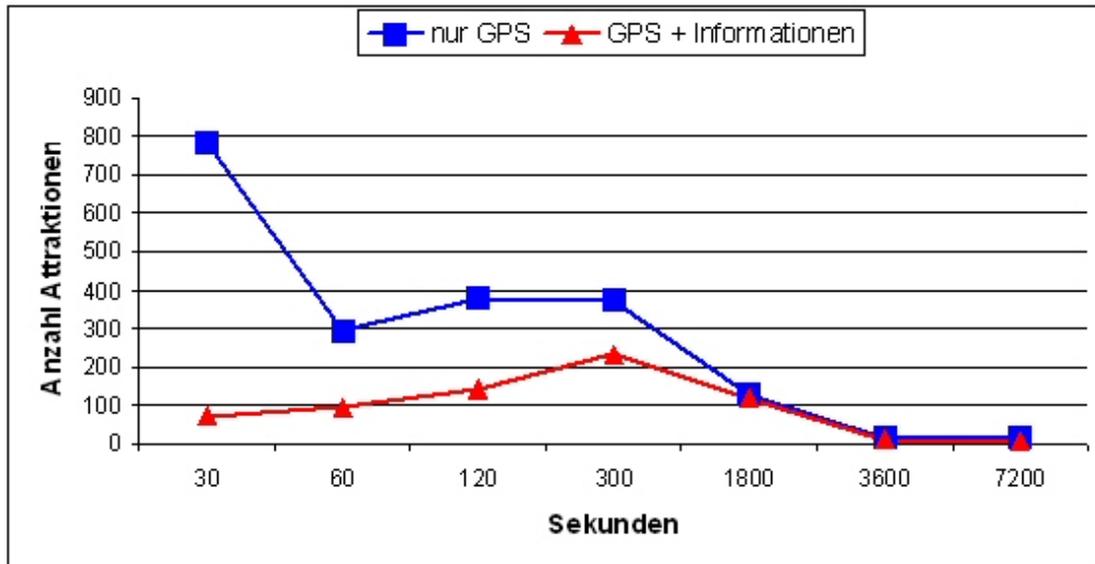


Abbildung 7.4: Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Planer

Tabelle 7.3: Mittlere Aufenthaltszeiten mit und ohne Informationen beim Planer

	Mittelwert in sec	Medianwert in sec
Aufenthaltsdauer mit Informationen	297.3	126.5
Aufenthaltsdauer ohne Informationen	205.2	64

Sehenswürdigkeit gerecht wird, wie aus den Graphen abzulesen mit 60 Sekunden festgelegt. Dieser Wert wird weiteren Auswertungen zu Grunde gelegt.

Außerdem ergab sich für den Planer ein Zusammenhang der besuchten Tourbausteine laut GPS und Interaktionsdaten zu rund zwei Dritteln. Das heißt zum größten Teil haben die Touristen die Attraktion physisch besucht und gleichzeitig Informationen dazu erhalten. Zu 1/3 wurden einerseits die Informationen manuell abgerufen ohne am richtigen Ort zu sein, und andererseits keine Informationspräsentation ausgelöst weil der betreffende TBB nicht das nächste Ziel laut Tourplan war.

#### 7.4.2.2 Explorer

Im Explorer Modus sind wesentlich mehr Informationen abgerufen worden. Hierbei standen diese aber auch ständig zur Verfügung. Es sind hier kaum längere Besuche von Sehenswürdigkeiten ohne den Zugriff auf entsprechende Informationen dazu ersichtlich, wie aus dem roten Graphen deutlich wird. Wiederum gibt es hier ein Maximum bei sehr kurzen Aufenthalten die vernachlässigbar sind. Das Maximum des blauen Graphen befindet sich ebenfalls im Bereich von fünf Minuten.

Als Medianwerte wurden 74 Sekunden für Aufenthalte ohne Informationen, und 136 Se-

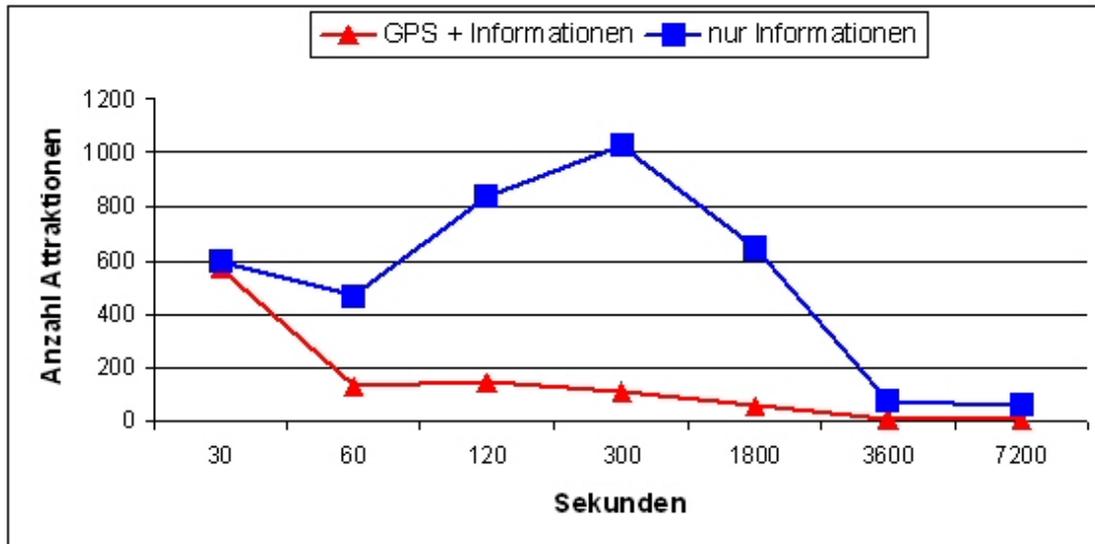


Abbildung 7.5: Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Explorer

Tabelle 7.4: Mittlere Aufenthaltszeiten mit und ohne Informationen beim Explorer

	Mittelwert in sec	Medianwert in sec
Aufenthaltsdauer mit Informationen	389.6	136
Aufenthaltsdauer ohne Informationen	247.8	74

kunden für Aufenthalte mit Informationen ermittelt. Aus dem Verlauf des Graphen wird wiederum deutlich, dass für den Explorer wie auch für den Planer bei einer Zeitdauer von mehr als einer Minute von einem wirklichen Besuch bzw. der Entdeckung einer Attraktion ausgegangen werden kann. Alle darunter liegende Werte sind vernachlässigbar. Auffällig ist hier, dass die GPS Kurve, im Gegensatz zum Planer Modus, wesentlich weniger Besuche aufweist als die auf Informationen beruhende Kurve. Das heißt, dass die Touristen aufgrund ihrer Positionsdaten zu keinen Sehenswürdigkeiten zugeordnet werden konnten. Hier wurden also oftmals Informationen abgerufen ohne wirklich direkt zum Zielort hinzugehen, was im Explorer Modus unterstützt wurde, da zu allen Sehenswürdigkeiten der Umgebung Informationen angeboten wurden.

#### 7.4.2.3 Logger

Zur Auswertung der Aufenthaltszeiten der Touristen die ohne Informationssystem unterwegs waren kann keine Unterscheidung, ob Informationen (aus diversen anderen Quellen) genutzt wurden oder nicht, getroffen werden. Stattdessen können nur die GPS Datensätze im Gesamten herangezogen und analysiert werden.

Abbildung 7.6 zeigt deutlich eine Verschiebung des Maximums in den Bereich größer als

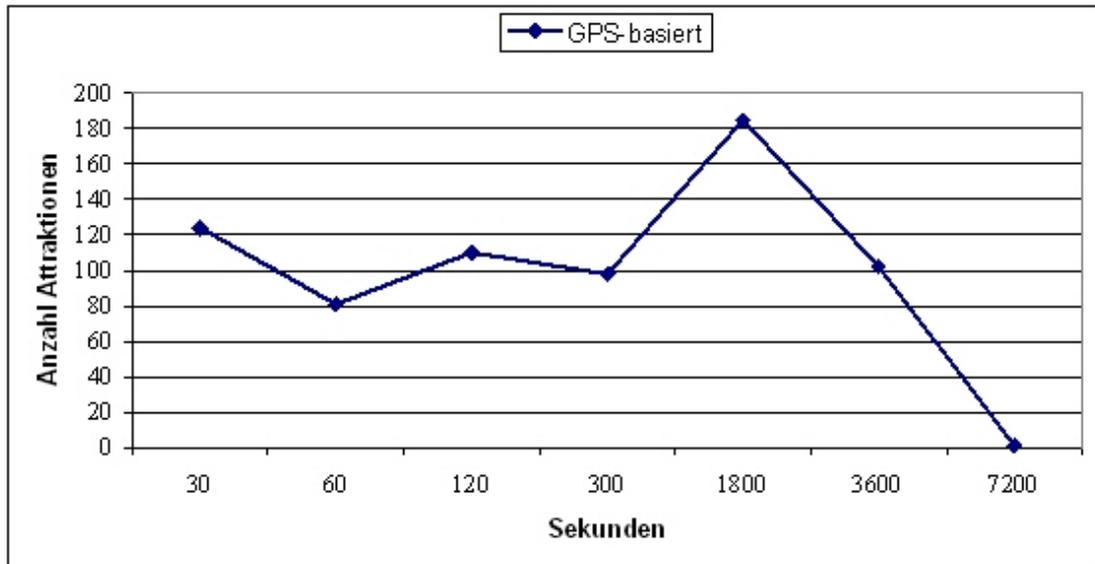


Abbildung 7.6: Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauern an Attraktionen für den Logger

fünf Minuten. Viele Attraktionen weisen auch Besuchszeiten von bis zu einer Stunde auf. Dabei handelt es sich entweder um Cafés oder Restaurants, oder um längerer Pausen der Touristen, beispielsweise in Parks oder auf Plätzen.

Für ungeplante Besuche beim Planer Modus wurde eine mediane Aufenthaltsdauer von mindestens einer Minute ermittelt. Dies entspricht dem Prinzip des GPS Loggers, da keine Informationen durch ein mobiles System bereitgestellt werden. Die Situationen sind gewissermaßen vergleichbar. Die Ermittlung der mittleren Aufenthaltszeiten ergab jedoch einen Mittelwert von 638 Sekunden, was mehr als 10 Minuten entspricht, und einen Medianwert von 176 Sekunden, was knapp 3 Minuten ausmacht. Hier wird bereits ein erster Unterschied zwischen Nutzern eines mobilen Informationssystems und Nutzern ohne ein solches deutlich. Die Aufenthaltsdauern an Sehenswürdigkeiten zu denen keine Informationen bereitstehen sind bei Touristen ohne mobiles Gerät sehr viel höher, da sie womöglich nach Informationsquellen suchen, während die Nutzer mit mobilem Gerät sich auf dieses verlassen, und auf Informationen verzichten wenn keine verfügbar sind.

In allen drei Fällen ist der Medianwert weitaus aussagekräftiger als der Mittelwert, da keine Gleichverteilung vorliegt. Durch Café- oder Restaurantbesuche von einer halben Stunde und mehr ergibt sich ein sehr hoher Mittelwert. Dieser kann keinesfalls als Grundlage angenommen werden.

### 7.4.3 Entdeckung von Sehenswürdigkeiten

Die Touristen mit unterschiedlich verfügbaren Informationsquellen sind verschiedene Wegstrecken durch die Stadt gegangen, und haben dabei verschiedene Gebiete der Stadt

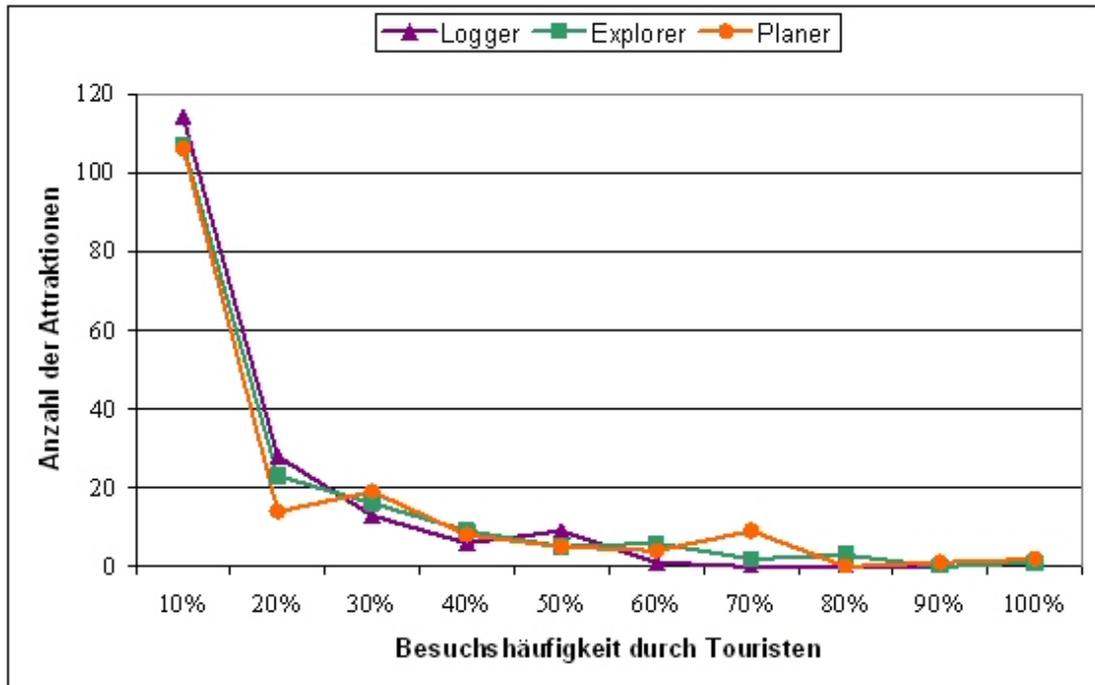


Abbildung 7.7: Besuchsverteilung an den Attraktionen

erkundet und verschiedene Sehenswürdigkeiten entdeckt. Mittels der GPS Positionsdaten wurden alle Sehenswürdigkeiten, an denen die Touristen insgesamt zumindest vorbeigegangen sind, weil diese sich entlang des Weges befanden, erfasst und gegenübergestellt. In Bezug auf alle modellierten Sehenswürdigkeiten ergeben sich die folgenden Werte:

- Planer: 45 %
- Explorer: 51 %
- Logger: 54 %

Das heißt, insgesamt alle Touristen hatten die Chance ca. die Hälfte aller möglichen Attraktionen zu sehen. Es besteht somit noch immer Potential zur Näherbringung weiterer Tourbausteine. Gründe für die niedrigere Anzahl bei Planer und Explorer sind vor allem die sehr kurzen Tourdauern (siehe 7.4.7). Insgesamt liegt eine sehr breite Verteilung vor, das heißt, dass die meisten Tourbausteine nur von wenigen und unterschiedlichen Touristen besucht wurden was eine erlesene und interessenspezifische Auswahl zum Ausdruck bringt. Somit wurden für alle drei Varianten mehr als 100 Tourbausteine von höchstens 10 % der Touristen besucht. Nur ganz wenige Tourbausteine sind von allen Besuchern der Stadt besucht worden (siehe 7.7).

Das in 7.8 Diagramm verdeutlicht, dass vor allem den Touristen ohne mobiles Informationssystem einige der Sehenswürdigkeiten entgehen. Dabei handelt es sich z.B. um

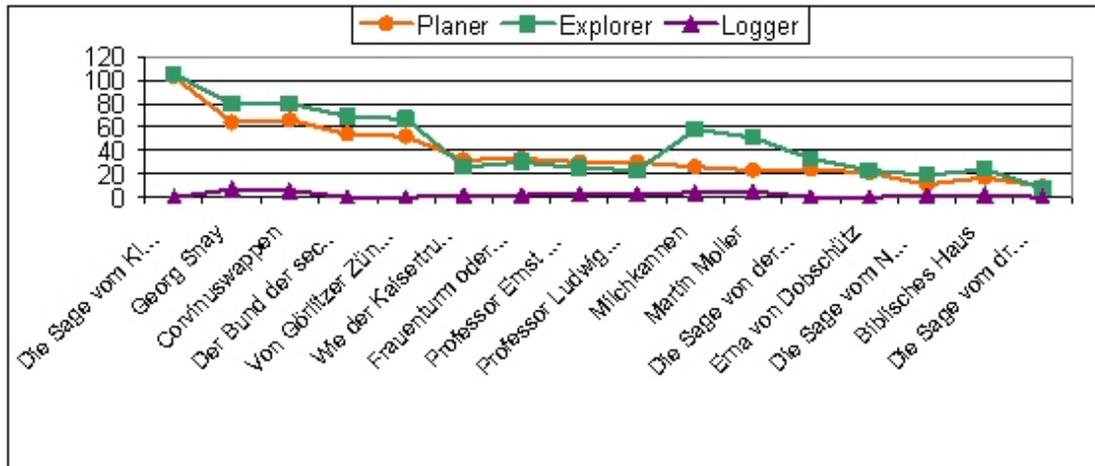


Abbildung 7.8: Besucherstatistik ausgewählter Sehenswürdigkeiten

Personen oder Sagen, die einen geografischen Bezug zu unscheinbaren Gebäuden oder Straßen besitzen, und demnach nicht ohne Weiteres erkennbar sind. Ein mobiles Informationssystem hilft die Touristen darauf aufmerksam zu machen.

#### 7.4.4 Interaktionen mit dem mobilen Gerät während der Tour

Das in Abbildung 7.8 dargestellte Boxplotdiagramm zeigt die Interaktionen mit dem DTG Planer in Abhängigkeit des Tourfortschritts. Alle zur Bedienung der Anwendung getätigten Klicks sind prozentual auf die Tourlänge für jede einzelne Tour verteilt. Ein Boxplot fasst die folgenden Größen zusammen:

- Medianwert → symbolisiert durch den Querstrich innerhalb des gelben Rechtecks
- Oberes Quantil, hier 90 % → obere Kante des Rechtecks
- Maximum → obere Antenne (Längsstrich)
- Minimum → untere Antenne (Längsstrich)
- Unteres Quantil, hier 10 % → unteres Kante des Rechtecks

Die Konzeption des DTG Planers sieht viele Interaktionen zu Beginn vor. Diese dienen der Initialisierung der Tour durch Angabe der Interessen, sowie weiterer Tourparameter wie Zeit, Zielort und Restaurantkriterien. Im weiteren Tourverlauf kann weitestgehend auf Interaktionen verzichtet werden, da der DTG Planer autonom arbeitet. Die Präsentation der Informationen startet ebenfalls automatisch und wird beendet sobald der Tourist die Tour fortsetzt. Lediglich zum Abrufen zusätzlicher Informationen wie einer Diashow, zur manuellen Modifikation der Tour, und zur Reaktion auf spezielle Dialoge sind Interaktionen notwendig.

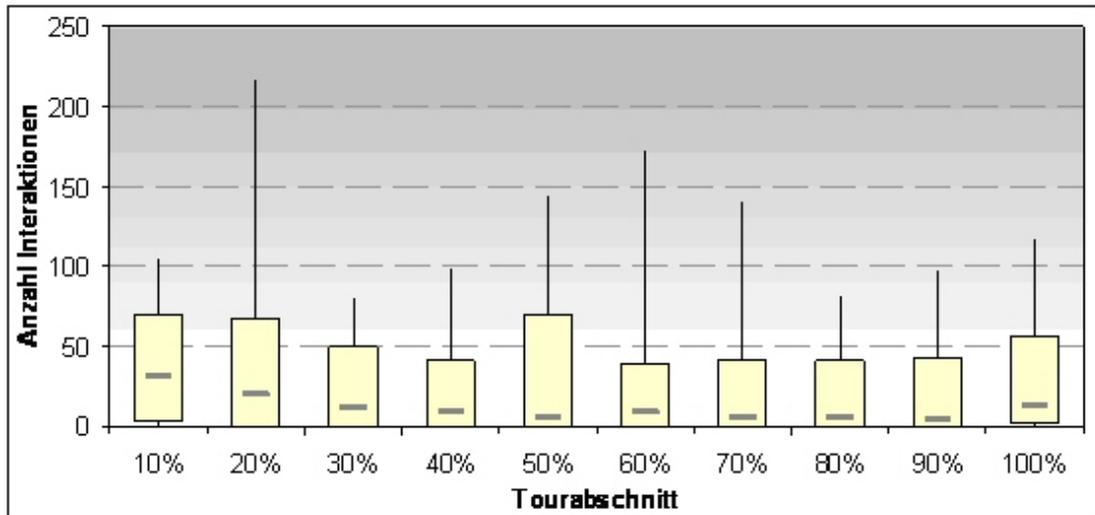


Abbildung 7.9: Boxplot der Interaktionen während der Tour

Der Medianwert ist zu Beginn, in den ersten 10 % der Tour, am höchsten, und nimmt während der restlichen Tour auf ein minimales Niveau ab. Am Ende ist ein erneuter Anstieg zu verzeichnen, welcher durch vorzeitiges Abbrechen und Beendigung der Anwendung zu Stande kommt. Da das Minimum der Klicks ab dem zweiten bis zum vorletzten Tourabschnitt null ist, kann daraus geschlossen werden, dass einige Touristen die Anwendung nur gestartet und zum Schluss wieder beendet haben, ohne zwischenzeitlich damit zu interagieren. Der Großteil der Touristen hat die Applikation jedoch durchgängig benutzt. Ein weiteres Indiz dafür ist die Berechnung der zusammenhängenden Zeitspannen ohne Interaktion. Diese ergab als Medianwert 9 Minuten, was als Weg zwischen zwei Attraktionen, währenddessen keine Interaktion notwendig ist, angesehen werden kann. Die Interaktionsdichte beträgt zwei Klicks pro Minute. Die maximalen Interaktionswerte sind zu Beginn, aus den schon genannten Gründen, sowie zur Mitte und zum Ende der Tour sehr hoch.

Im Vergleich dazu weist der Explorer eine ähnliche Verteilung auf. Da zu Beginn keine Initialisierung erforderlich ist, liegt der einzige Unterschied in der geringeren Interaktionsanzahl zu Anfang. Über die Tourdauer ergibt sich ein ähnliches Interaktionsniveau, wie aus Abbildung 7.10 zu erkennen ist.

#### 7.4.5 Nutzung des Informationsangebotes

Die nachfolgende Tabelle 7.5 stellt die Informationsnutzung für Planer und Explorer gegenüber. Zur Verfügung standen gesprochene Audiotexte, Bilder und lesbare Texte. Die Kurztexte im Audioformat sind das mit Abstand am häufigsten genutzte Medium. Die Dateien werden für beide Modi, Planer und Explorer, im Schnitt zu 85 % angehört, das heißt nur selten vorher abgebrochen. Sie scheinen daher für die Touristen am wich-

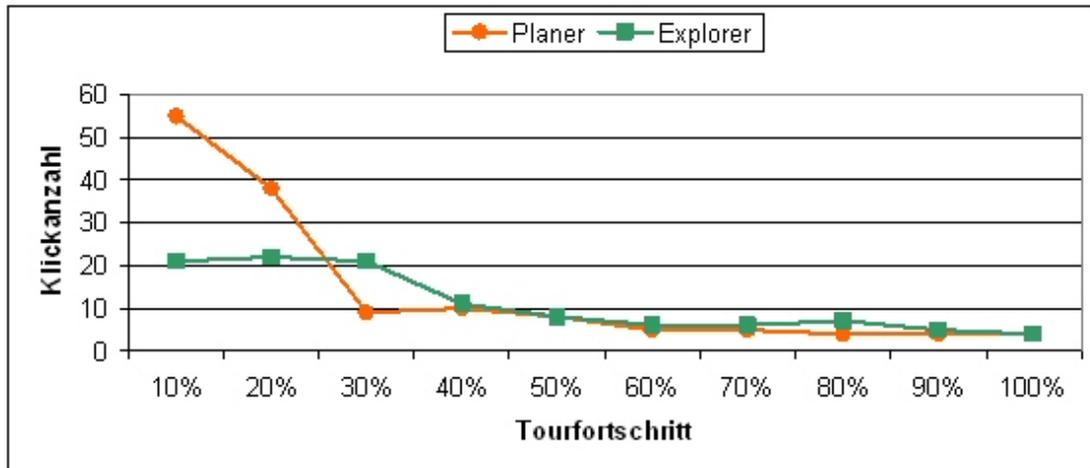


Abbildung 7.10: Klickverteilung für Planer und Explorer über die relative Tourdauer

tigsten zu sein. Ein weiterer längerer Audiotext wurde nur selten genutzt. Dies lässt darauf schließen, dass die Aufmerksamkeit die einer einzelnen Sehenswürdigkeit geschenkt wird nach wenigen Minuten erschöpft ist, und der Kurztext genügend Informationen dazu geboten hat. Die Touristen widmen sich anschließend lieber der nächsten Attraktion. Es muss allerdings hinzugefügt werden, dass der Kurztext jeweils automatisch startet, während alle anderen Informationsquellen explizit aufgerufen werden müssen. Möglicherweise sind einige der Touristen sich dieser zusätzlichen Möglichkeit nicht bewusst gewesen. Andererseits sind die Darstellungsmöglichkeiten auf dem Display sehr begrenzt, womit das Ansehen von Bildern, sowie das Lesen von Texten möglicherweise nicht als Bereicherung empfunden wurden.

Insgesamt fällt auf, dass im Explorer wesentlich mehr Informationen genutzt werden. Basis für die aufgeführten Zahlen bilden alle laut GPS Loggdaten besuchten Sehenswürdigkeiten. Dies bedeutet, dass alle Touristen die den Explorer genutzt haben zumindest den Audiotext an den meisten Stationen abgerufen haben. Im Explorermodus standen, im Gegensatz zum Planermodus, über die gesamte Tourdauer hinweg Informationen zu allen modellierten Tourbausteinen zur Verfügung. Da im Planermodus nur zu den im Tourplan enthaltenen Tourbausteinen Informationen verfügbar waren (insofern die Tour nicht zwischenzeitlich angepasst wurde), wurden auch nur zu einem Drittel der besuchten Tourbausteine Informationen abgerufen. Rechnet man die nicht besuchten TBBs heraus, so ergibt sich immerhin ein Wert von 70 %. Hierbei wird jedoch ein Schwachpunkt im Konzept der Anwendung deutlich. Da sich die Touristen mit mehr als nur den geplanten Attraktionen beschäftigen, müssen auch darüber Informationen abrufbar sein.

#### 7.4.6 Vergleich des Tourplans mit der tatsächlichen Tour

Ausgehend von den Medianwerten ist eine durchschnittliche Tour laut Tourplan durch eine Dauer von 2.4 Stunden (144 Minuten) und 12 Attraktionen charakterisierbar. Die

Tabelle 7.5: Informationsnutzung im Verhältnis zu den besuchten TBBs

Informationstyp	Häufigkeit		Intensität	
	Planer	Explorer	Planer	Explorer
Kurztext Audio	35.4 %	87 %	85 %	85 %
Langtext Audio	7.1 %	20 %	75 %	66 %
Bilder	8.4 %	22 %	20 sec	15 sec
Text	8.3 %	28 %	10.5 sec	11 sec

Nutzer können die vorgeschlagene Tour anpassen, indem sie Bausteine entfernen oder hinzufügen. Beides führt zu einer Neuberechnung, und somit zu einer neuen optimierten Lösung basierend auf den neuen Bedingungen. 65 % der Nutzer haben diese Möglichkeit allerdings nicht in Anspruch genommen und den Vorschlag des Systems akzeptiert. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass das Prinzip des Tourplans gut angenommen und dabei auf Empfehlungen des Systems vertraut wurde. Jene Touristen die eine Anpassung der Tour vornahmen, haben dies im Durchschnitt zweimal pro Tour gemacht. Sehr viel öfter als das Entfernen bestehender Bausteine wurden neue eingefügt. Dies lässt vermuten, dass diese Nutzer, durch gezielte vorherige Sammlung von Informationen, oder vom bloßen Hörensagen, bereits eine Vorstellung von der Stadt hatten, und schon gewisse Attraktionen für einen unbedingten Besuch ausgewählt worden sind. Auf der anderen Seite ist ein möglicher Grund für das Entfernen bestimmter Attraktionen ein schon erfolgter Besuch dieser in der Vergangenheit.

Abbildung 7.11 zeigt die detaillierte Verteilung der Modifikationen im Verhältnis zur Tourdauer. Eine hohe Anzahl von Modifikationen fand zu Beginn der Tour während der Planungsphase statt. Dennoch wurden auch Modifikationen in der zweiten Hälfte der Tour vorgenommen. Möglicherweise haben Touristen auf ihrem Weg von einem zum nächsten Tourbaustein weitere potentielle Attraktionen die von Interesse waren entdeckt, und versucht diese zur Tour zu ergänzen um Informationen dazu zu erhalten. Kurz vor Ende der Tour ist noch mal ein lokales Maximum zu verzeichnen, was auf den Versuch einer vorzeitigen Beendigung der Tour deutet, indem anstatt den letzten Baustein zu besuchen, eine direkte Rückkehr zum Endpunkt erfolgte.

Im Durchschnitt haben die Touristen 50 % (6 von 12) der vom DTG Planer vorgeschlagenen Attraktionen besucht. Das Verhältnis von besuchten und ausgelassenen Tourbausteinen wird in Abbildung 7.12 dargestellt. Die meisten der ausgelassenen Tourbausteine waren zum Ende der Tour eingeplant. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass Touren auf Grund von Erschöpfung oder Müdigkeit oft abgebrochen und früher beendet wurden. Trotzdem wurde der als letzte Station geplante Baustein fast immer besucht, da es sich um den erwarteten Endpunkt der Tour handelte.

Die Ergebnisse lassen außerdem darauf schließen, dass eine Vielzahl von ungeplanten Attraktionen besucht wird. Der augenscheinlichste Grund dafür ergibt sich aus der Tatsache, dass die geplante Route sehr wahrscheinlich an weiteren (als weniger interessant eingestuften) Sehenswürdigkeiten vorbeiführt, welche die Touristen zu einem kurzen Aufenthalt einladen, selbst wenn dafür ein zeitweiliges Verlassen der vorgegebenen Route

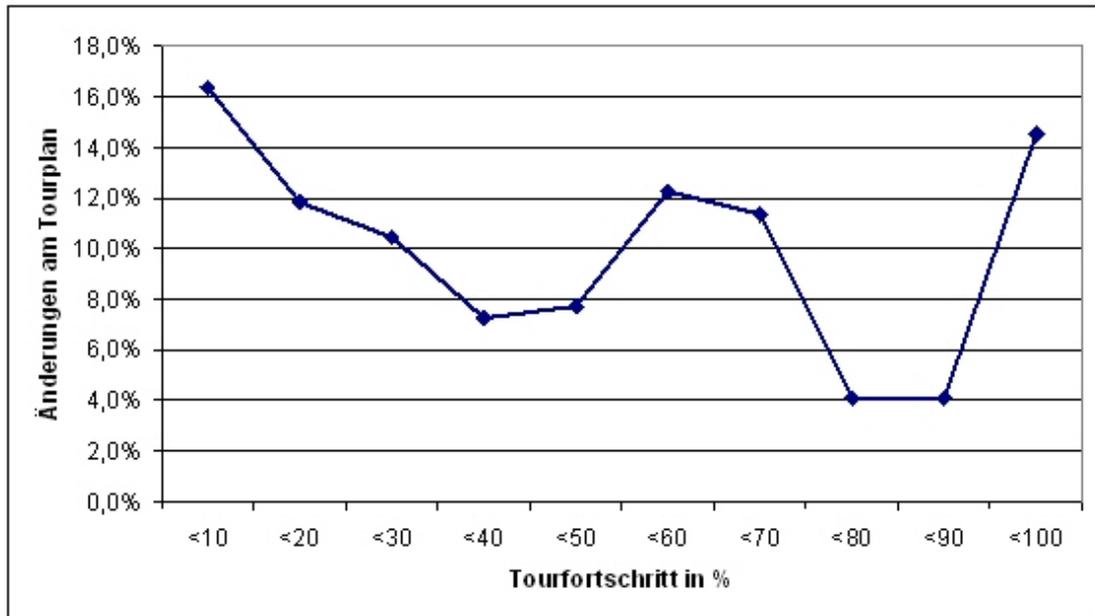


Abbildung 7.11: Verteilung der Modifikationen

notwendig ist.

Die mediane Dauer der tatsächlichen Touren beträgt 1,3 Stunden, was in etwa der Länge von herkömmlichen geführten Touren entspricht. Dieses Paradigma bestehender geführter Touren hat sich über Jahre hinweg entwickelt und aufgrund eintretender Müdigkeit und mangelnder Konzentration zu gängigen Touren mit einer Dauer bis maximal 2 Stunden geführt. Weiterhin wird aus den Zahlen klar ersichtlich, dass der DTG Planer genau für eine Aktivität genutzt wurde - eine Tour, welche nur einen kleinen Teil des gesamten (möglicherweise mehrtägigen) Aufenthaltes der Touristen in einer Region abdeckt.

Abbildung 7.13 zeigt die Verteilung der geplanten und tatsächlichen Tourdauern im Vergleich. Augenscheinlich sind Touristen bei der Tourplanung eher optimistisch, wobei die tatsächlichen Touren dann wesentlich kürzer als geplant sind.

Im Schnitt umfasst eine geplante Tour 12 Sehenswürdigkeiten. In zweieinhalb Stunden wäre dies eine Attraktion pro Viertelstunde, was ein durchaus realistisches Szenario ist. Sechs dieser Sehenswürdigkeiten sind auch tatsächlich besucht worden. Laut aufgezeichneten GPS Positionen sind auch weitere Sehenswürdigkeiten, die sich auf dem Weg befanden, aber wegen unzureichenden Punkten bzw. unzureichender Zeit nicht in die Tour aufgenommen werden konnten, besucht worden. Gemäß Tabelle 7.3 und Tabelle 7.4 beträgt die Aufenthaltsdauer der Touristen an ungeplanten Attraktionen aufgrund fehlender Informationen nur halb so lange wie an geplanten Attraktionen. Außerdem bleibt unbekannt ob die Touristen die zusätzlichen Sehenswürdigkeiten wirklich besucht, das heißt als solche erkannt haben. Denn viele Gebäude stellen ohne zugehörige Informationen keine offensichtlichen Attraktionen dar. Dies wurde bereits in Kapitel 7.4.3

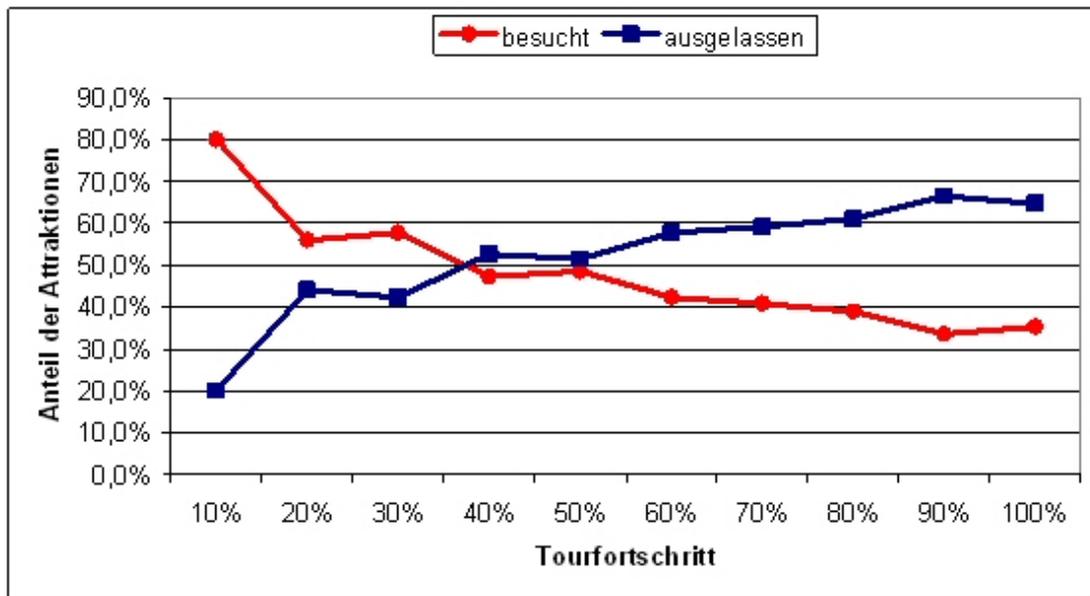


Abbildung 7.12: Verteilung der besuchten und ausgelassenen Attraktionen gemäß Tourplan

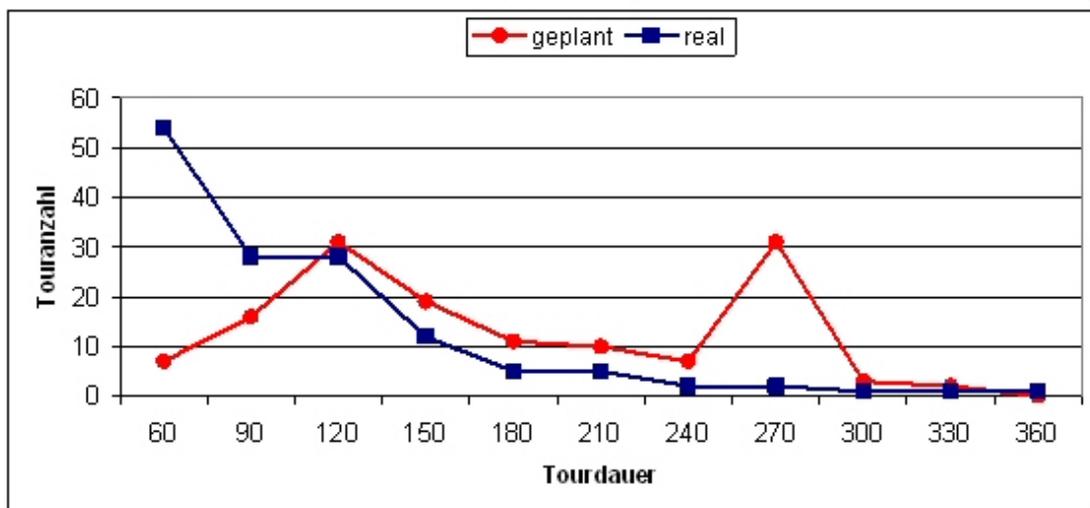


Abbildung 7.13: Vergleich der geplanten und tatsächlichen Tourdauer

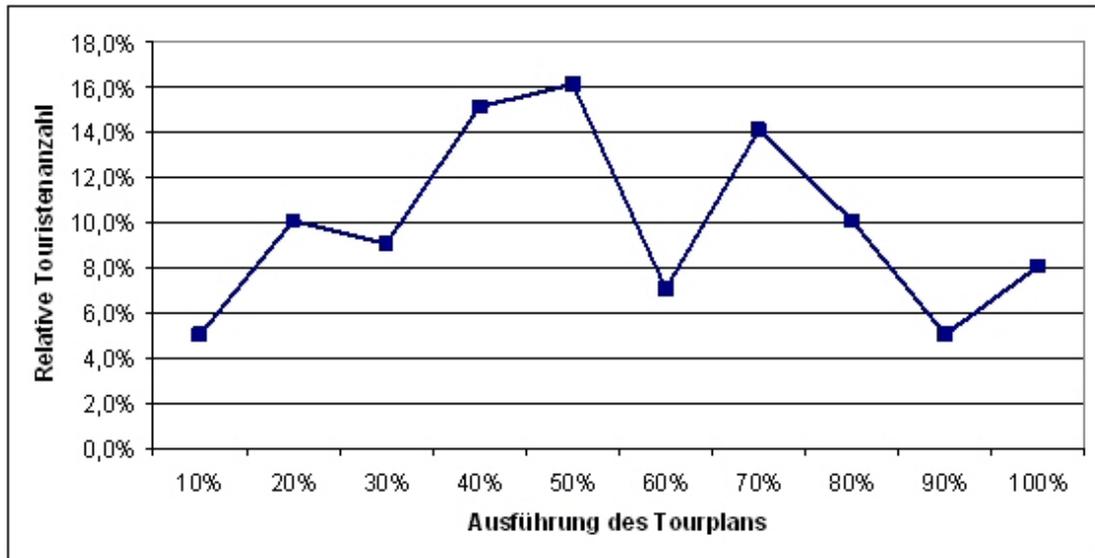


Abbildung 7.14: Prozentuale Erfüllung des Tourplans

diskutiert.

55 % der Nutzer sind während ihrer Tour zumindest einmal von der Route abgewichen. Ein Abweichen wird dann als solches angesehen, wenn bei drei aufeinander folgenden Messungen eine Entfernung von mehr als 100 Meter zur vorgegebenen Route besteht. Eine genauere Ermittlung ist durch die vorherrschenden Schwankungen und die sich daraus ergebenden Ungenauigkeiten des GPS Signals nicht möglich.

In 89 % der Fälle war der Besuch einer Sehenswürdigkeit außerhalb der Reihe der Grund zum Verlassen der empfohlenen Wegstrecke. In den anderen Fällen führten Orientierungsprobleme, scheinbar durch irreführende Navigationsanweisungen, welche durch ungenügende GPS Genauigkeit in der Görlitzer Innenstadt hervorgerufen wurden, dazu, dass sich Touristen verlaufen haben. Deutlich wird hierbei jedoch, dass Touristen sehr bestrebt sind sich an den Tourplan zu halten. Bezogen auf die zurückgelegten Entfernungen sind Abweichungen als selten und unkritisch einzustufen, da sie stets zu einer Fortsetzung des (mittlerweile angepassten) Tourplans führten.

Der DTG Planer verfolgt zudem die Ausführung des Tourplans bezogen auf die zur Verfügung stehende Zeit. Wenn der aktuelle Stand sich um mehr als eine halbe Stunde vom Plan unterscheidet, schlägt der DTG vor eine Touranpassung vorzunehmen, um die angehäuften Abweichungen aufzuwiegen. Stimmt der Nutzer dem zu, so wird eine neue Tour, ausgehend vom aktuellen Standpunkt und der restlichen Zeit, berechnet. Dies kann auch abgelehnt werden, unter der Inkaufnahme einer späteren oder früheren Ankunft am Endpunkt. Die Notwendigkeit eines Anpassungsmechanismus ergibt sich aus der Tatsache, dass sich Touristen schneller oder langsamer bewegen, oder kürzer bzw. länger an Attraktionen aufhalten als angenommen. Ein weiterer Grund sind die oben genannten Abweichungen vom Tourplan durch andere Attraktionen oder fehlleitende Navigationen.

Von den 132 geplanten Touren sind allerdings nur 9 % angepasst worden, obwohl zu 17 % eine Empfehlung einer Anpassung ausgesprochen wurde. Somit haben fast 50 % der betroffenen Touristen eine Anpassung ihrer Tour abgelehnt und diese wie gehabt fortgeführt. Hier spielt das Verständnis des Tourbegriffs eine wichtige Rolle. Wenn man an einer solchen teilnimmt gibt es eine ausgereifte Planung, dessen Umsetzung dann auch genau so erwartet wird.

Jene Adaptionen, denen zugestimmt wurde, fanden zur Hälfte während der letzten 10 % der Tour statt. Zu 78 % war ein aufgetretener Zeitmangel Auslöser dafür, der anschließend zu einer Verkürzung der Tour führte. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass der Grenzwert von 30 Minuten als Auslöser für eine Touranpassung in der Praxis für solch kurze Touren von 1,5 Stunden zu hoch angesetzt wurde und daher abgeändert werden muss.

Als zusätzliche Funktion des DTG Tourplaner gilt die Einplanung eines Restaurants. Ein durchschnittlicher Restaurantbesuch war während des Versuchs mit einer Aufenthaltszeit von 27 Minuten geprägt, wobei die meisten Touristen 'Café' als Typ ausgewählt hatten. Aber zu 69 % wurde das empfohlene und eingeplante Restaurant von den Touristen nicht besucht, das heißt sie gingen daran vorbei. Die ausgewerteten Daten der anschließend ausgegebenen Fragebögen enthüllen, dass 62 % sich entschieden haben kein Restaurant zu besuchen, während weitere 27 % spontan ein anderes Restaurant auf dem Weg, teilweise auch nur einen Imbiss oder eine Bäckerei, besucht haben. Im Hinterkopf spielte aber wohl vor allem die Tatsache eine Rolle, dass es sich um eine Tour handle, und eine Tour im traditionellen Sinn keine Unterbrechung für einen Cafe- oder Restaurantbesuch beinhaltet. Die Dauer von rund 1,5 Stunden ist dafür auch merklich zu kurz. Es ist daher anzunehmen, dass die meisten Touristen zuallererst und zielgerichtet ihre Tourführung beendet und die Geräte zurückgegeben haben, bevor sie anschließend eine weitere Etappe ihres Aufenthaltes - eine Mittags- oder Cafepause - in Angriff genommen haben. Die Ursache hierfür wurde bei der Auswertung der Touranpassungen bereits angesprochen. Der Planermodus bietet eine geführte Tour - ein bekanntes und anerkanntes Modell. Funktionen wie die Anpassung einer Tour sowie deren Unterbrechung für einen Restaurantbesuch beschreiben eher einen Tagesplaner. Dies stellt ein völlig neues Modell dar, wozu bisher kein traditionelles Pendant existiert, und was sich erst (in den Köpfen der Touristen) etablieren muss. Der Name 'Tourplaner' ist in diesem Fall nicht zutreffend, und daher im Nachhinein ungünstig gewählt und irreführend.

Tabelle 7.6: Übersicht der Aufenthaltszeiten an Attraktionen in Sekunden

	<b>Planer</b>	<b>Explorer</b>	<b>Logger</b>
Mit Informationen	127	136	-
Ohne Informationen	64	74	176

Tabelle 7.7: Anzahl der besuchten Attraktionen pro Tour

	<b>Planer</b>	<b>Explorer</b>	<b>Logger</b>
Mit Informationen	6	10	-
Ohne Informationen	3	3	2

## 7.4.7 Vergleich der drei Testgruppen

### 7.4.7.1 Besuchte Sehenswürdigkeiten

Wie in Kapitel 7.4.2 ausführlich erläutert, wurden die in Tabelle 7.6 aufgelisteten Aufenthaltszeiten an Attraktionen ermittelt. Die höheren Dauern für Touristen ohne mobiles Gerät kommen durch den zeitintensiven Prozess der Suche nach Informationsquellen zu Stande, wogegen die Besitzer eines mobilen Gerätes diese in digitaler Form jederzeit zur Verfügung hatten.

Aus den Daten war ebenfalls ersichtlich, dass sehr viele Sehenswürdigkeiten nur für ganz kurze Zeit besucht wurden. Um diese Besuche, die keine Besuche darstellen, aus weiteren Analysen auszuschließen wurde hier die Berechnung des Medianwertes als unterer Grenzwert verfolgt. Somit kann angenommen werden, dass alle Besuche die mindestens die als Medianwert berechnete Dauer von einer Minute in Anspruch genommen haben echte Besuche darstellen.

Damit kann nun herausgefunden werden wie viele Sehenswürdigkeiten im Durchschnitt pro Tour besucht worden sind. Für den Planer sind das insgesamt neun, für den Explorer 13 und für den Logger, auf Grundlage einer Aufenthaltsdauer von rund drei Minuten, nur zwei Sehenswürdigkeiten. Ein mobiles Informationssystem hilft den Touristen offensichtlich mehr Sehenswürdigkeiten zu entdecken und durch gezielte Informationen die Aufenthaltszeiten zu optimieren.

Abbildung 7.15 zeigt die Häufigkeitsverteilung der besuchten Sehenswürdigkeiten für alle drei Modi gegenübergestellt. Zu erkennen ist ein deutlicher Unterschied im Verlauf der lila Kurve im Vergleich zu den beiden anderen Kurven. Dies deutet auf unterschiedliche Verhaltensweisen der Benutzergruppen hin. Während Nutzer eines mobilen Informationssystems die vorgegebene Tour ausführten bzw. versuchten möglichst viele Informationen zu den vorhandenen Tourbausteinen zu sammeln, waren die Touristen auf der herkömmlichen Art und Weise einer individuellen Stadterkundung scheinbar weniger an den Attraktionen interessiert. Möglicherweise war es eher das Ziel die Atmosphäre der Stadt zu erfassen, und außerdem verschiedenen anderen Tätigkeiten wie Cafe- und Restaurantaufenthalten oder Einkäufen nachzugehen.

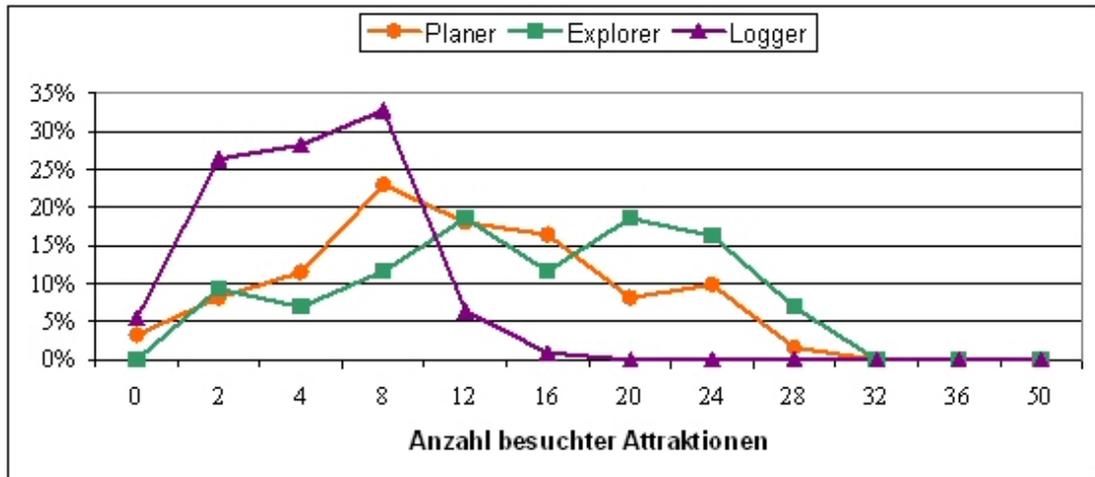


Abbildung 7.15: Vergleich der Anzahl besuchter Sehenswürdigkeiten

#### 7.4.7.2 Turlänge und -Dauer

Nutzer des DTG Planers wurden um die Eingabe eines Zeitraums für die Tour gebeten. Der Standardwert betrug zwei Stunden und wurde von 60 % der Nutzer so akzeptiert. Nach den Erfahrungen der ersten Woche wurde der Standardwert auf vier Stunden erhöht um zu sehen ob zwei Stunden tatsächlich der von den Touristen gewünschte Wert ist. Daraus resultierten starke Veränderungen bzgl. der geforderten Tourdauern. Die Auswertung der Verteilung ergibt einen bimodalen Graphen mit lokalen Maxima bei zwei und vier Stunden. Viele der Touristen haben also den Wert von vier Stunden ebenfalls akzeptiert. Dies kann auf fehlende Erfahrung im Umgang mit mobilen Geräten zurückgeführt werden. Verglichen mit den realen Werten der durchgeführten Touren, die im Mittel nur 1,3 Stunden dauerten, sind die geplanten Zeiten sichtlich zu hoch.

Abbildung 7.16 stellt die tatsächlichen Tourdauern für alle drei Gruppen gegenüber. Die Touren der Nutzer des Explorermodus weisen eine mediane Tourdauer von 1,7 Stunden auf und sind damit etwas länger als die Touren des Planermodus. Hingegen wurden die GPS Logger für weitaus längere Touren verwendet, nämlich vier Stunden. Offensichtlich haben sich jene Touristen unbeeinflusst, und ohne an den Logger zu denken, verhalten. Aus den aufgezeichneten Daten der Logger lassen sich Aktivitäten, die über den normalen Stadtrundgang hinausgehen, wie Restaurant- oder Museumsbesuche und Shopping ermitteln. Diese belegen die zuvor aufgestellte Theorie, dass Tagesausflüge mehrere Segmente beinhalten und mit dem Planer lediglich das Segment einer Stadtführung erfasst wurde.

Obwohl die beiden mobilen Applikationen Planer und Explorer fundamental verschieden sind, was ihre gezielte Unterstützung gegensätzlicher Verhaltensweisen von Touristen angeht, weisen sie trotzdem Ähnlichkeiten bzgl. der Tourdauern auf. Außerdem sind beide einer traditionellen Tour sehr ähnlich.

Anhand der Altersverteilung der Teilnehmer wird deutlich, dass durchschnittliche Tou-

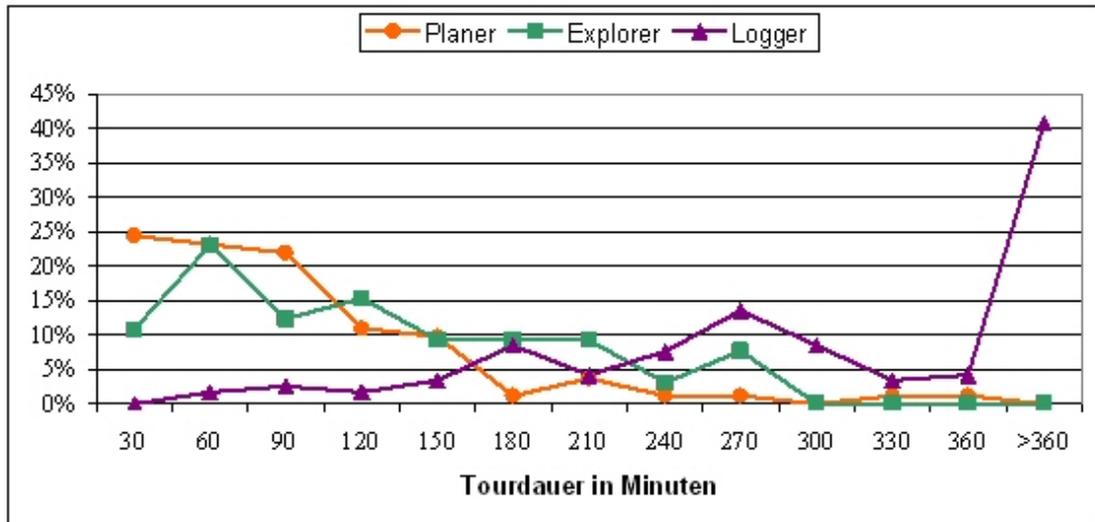


Abbildung 7.16: Vergleich der Tourdauern in Minuten

risten die Anwendungen bedient haben, damit gut zurecht gekommen sind und somit durchaus in der Lage sind die Vorteile von mobilen Hilfsmitteln zur Erkundung fremder Regionen zu nutzen und zu schätzen. Nun besteht aber die Frage für wie lange die Touristen bereit waren dem mobilen Informationssystem ihre Aufmerksamkeit zu schenken und damit zu interagieren. Die Tourdauern wurden bereits ausgewertet, Abbildung 7.17 zeigt weiterhin die zurückgelegten Tourdistanzen.

Die Medianwerte für die Tourlängen betragen 3,4 km für den Planer, 4,4 km für den Explorer und 6,6 km für die Loggergruppe. Aufgrund der kürzesten Zeit was die Tourdauer betrifft war auch die zurückgelegte Entfernung für die geplanten Touren am kürzesten. Hinzu kommt, dass hier eine Optimierung der Route durch den Tourberechnungsalgorithmus vorgenommen wurde, verbunden mit der Ermittlung der kürzesten Wege durch den Navigator und dessen Anweisungen.

#### 7.4.7.3 Zusammenfassung

Ein Vergleich des Nutzerverhaltens zwischen Planer und Explorer bzgl. zurückgelegter Distanz, zeitlicher Dauer und Anzahl der besuchten Sehenswürdigkeiten macht deutlich, dass die Verhaltensweisen der Touristen zum einen sehr ähnlich zueinander sind, und zum anderen sehr stark an traditionelle Touren ohne mobile Hilfsgeräte erinnern. Fundamentale Konstanten die das menschliche Wesen ausmachen, wie der Zeitraum der Konzentrationsfähigkeit, die Menge der verarbeitbaren Daten und die zumutbare Distanz scheinen durch das bereits angesprochene Tourparadigma definiert zu sein. Aus all diesen Ergebnissen entsteht das Bedürfnis nach einer kombinierten Lösung beider Modi für einen erfolgreichen Einsatz in der Praxis. Da viele Touristen an zusätzlichen Sehenswürdigkeiten während der geplanten Tour stehen bleiben, können ihnen diesbezüglich

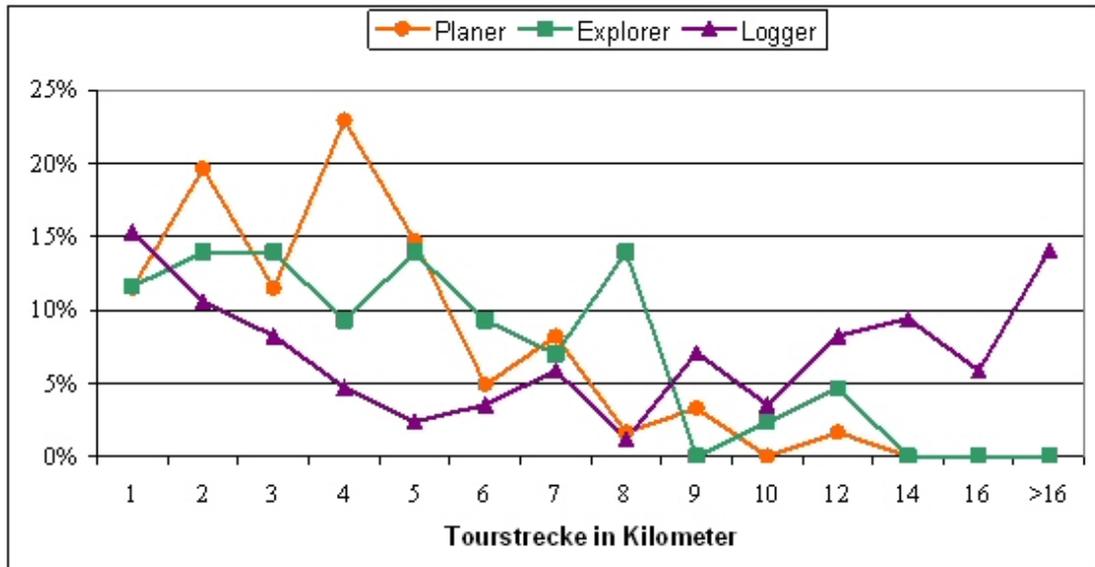


Abbildung 7.17: Vergleich der Tourlängen in km

che Informationen angeboten werden, so wie es das Konzept des Explorers vorsieht. Weiterhin zu erkennen ist ein ähnliches Verhaltensmuster bei Planer und Explorer. Zwar waren die Explorer Benutzer ein wenig länger unterwegs, was daran liegen könnte, dass der Planer eine Rundtour berechnet hat, wodurch die Touristen zurück zum Startpunkt geführt wurden, während der Explorer dem Nutzer den gesamten Weg, und somit auch den Rückweg selbst überlässt.

Aus einer zusammenfassenden Gegenüberstellung aller drei Testgruppen, wie in Tabelle 7.8 getan, wird ersichtlich, dass Touristen ohne den DTG wesentlich länger unterwegs waren aber auch wesentlich langsamer gelaufen sind, bzw. mehr Pausen gemacht haben. Im Vergleich zu Benutzern es DTG haben sie fast die doppelte Distanz zurückgelegt und dafür die dreifache Zeit verwendet. Ein durchschnittlicher Aufzeichnungszeitraum von vier Stunden lässt vermuten dass neben der Stadtbesichtigung weitere Aktivitäten wie Shopping oder ein Café- oder Restaurantbesuch enthalten sind. Der GPS Logger in der Tasche wurde schlichtweg vergessen. Wohingegen die Touristen mit DTG diesen für ihre Tour verwendet haben und anschließend wieder zurückbrachten, bevor sie sich anderen Aktivitäten widmeten. Hier lässt sich der Schluss ziehen, dass Touristen mit Hilfe eines mobilen Informationssystems zielgerichteter geführt werden, während Touristen ohne ein solches System eher herumschlendern. Aus dem Verhältnis der Attraktionen pro Zeiteinheit aus Tabelle 7.8 wird deutlich, dass Touristen mit mobiler Unterstützung eine Region um ein Vielfaches effektiver erkunden. Unter Beachtung der differenziert ermittelten Besuchszeiten für eine Sehenswürdigkeit haben Benutzer einer der DTG Varianten wesentlich mehr Sehenswürdigkeiten erfahren. Mobile Informationssysteme sorgen demnach für eine bessere Sichtbarkeit von Attraktionen in einer Region.

Der Grossteil der Interaktionen mit den mobilen Anwendungen fand während dem ers-

Tabelle 7.8: Vergleich der Testgruppen Planer, Explorer und Logger

<b>Kriterium</b>	<b>Planer</b>	<b>Explorer</b>	<b>Logger</b>
Tourdauer in h	1.3	1.7	4
Tourdistanz in km	3.4	4.4	6.6
Gehgeschwindigkeit (Distanz/Dauer)	2.6 km/h	2.6 km/h	1.65 km/h
Sehenswürdigkeiten	9	13	2
Sehenswürdigkeiten pro km	2.6	3	0.3

ten Viertel der Tour statt. 80 % der Touristen haben nie zuvor ein MDA/PDA ähnliches Gerät verwendet, was darauf schließen lässt, dass ein Grossteil der eingangs getätigten Interaktionen dazu dienten sich mit dem Gerät und der Anwendung vertraut zu machen. Des Weiteren erfordert der Planermodus die Eingabe von Nutzerinteressen und Tourangaben, wodurch die Anzahl der Interaktionen zu Beginn verständlicherweise doppelt so hoch wie beim Explorer war. Für beide Anwendungen wurde aber im weiteren Verlauf ein stabiles Interaktionsniveau von 1,1 Klicks pro Minute erreicht.

Der erhöhte Aufwand der mit der Interaktion mit dem mobilen Gerät verbunden ist, zeigt aber deutlich das anhaltende Interesse der Touristen an der Anwendung, welche eine wesentlich reichhaltigere Erfahrung des Reiseziels bietet. An Zahlen gemessen heißt dies, dass Nutzer von Planer und Explorer vier bis sechs Mal mehr Attraktionen entdeckten als Touristen die auf herkömmliche Informationsquellen angewiesen waren, und das in einem Drittel der Zeit. Kontextgesteuerte Informationen die auf mobilen Geräten präsentiert werden können daher von großem Nutzen, nicht nur für Touristen selbst, sondern auch für das Marketing einer Region sein, denn diese erscheint dadurch um ein Vielfaches reicher an Attraktionen und macht sie somit interessanter für potentielle Besucher.

Generell lässt sich schlussfolgern, dass jene Touristen die durch ein mobiles Informationssystem unterstützt wurden die gebotenen Möglichkeiten zu wenig ausgeschöpft haben. Der DTG wurde mit dem bekannten Paradigma einer Stadtführung assoziiert. Demnach blieben zusätzliche Optionen die über eine gewöhnliche Stadtführung hinausgehen, wie die Einplanung eines Restaurants oder die Modifikation der vorgeschlagenen Tour weitestgehend unberücksichtigt.

Bei der Vergleichsgruppe der Touristen ohne mobilem Informationssystem wurde hingegen ein wesentlich längerer Abschnitt des Tages (im Schnitt 4 Stunden) erfasst, wie von Touristen mit dem DTG (im Schnitt weniger als 2 Stunden). Dies erklärt die viel längere Tourdauer dieser Gruppe. Daher sind die Daten auch nur schwer vergleichbar, da ungewiss ist worin die wirkliche Absicht der Touristen, welche nur mit dem GPS Logger unterwegs waren, bestand. Dem gegenüber hatten die Nutzer mit mobilem Gerät die klare Absicht einer geführten Stadtbesichtigung.

## 7.5 Zufriedenheitsanalyse

Mittels eines Fragebogens wurde, zusätzlich zu den geloggtten Daten, die subjektive Meinung der Touristen zum Umgang mit der Anwendung erfasst. Da keine personenbezogenen Daten wie Name erfragt wurden, konnte eine anonyme Verfahrensweise garantiert werden. Bei Rückgabe des Gerätes wurden die Touristen gebeten den Fragebogen auszufüllen. Dies geschah entweder per Software am PC oder auf einem Papierbogen, wobei diese Daten anschließend digitalisiert wurden. Als Dankeschön erhielten alle Teilnehmer ein Rabattheft für örtliche Restaurants.

### 7.5.1 Hypothesen

Grundlage für die fragebogenbasierte Datenerfassung waren zwei Hypothesen, welche auf die Zufriedenheit der Benutzer mit ihrem Stadtbesuch abzielen. Neben dem Nachweise der Funktionsfähigkeit der Anwendung war es ein weiteres Ziel des Praxistests zu belegen, dass Touristen den Nutzwert eines solchen Systems erkennen, wodurch ihre Zufriedenheit im Vergleich zu früheren Reiseerfahrungen, ohne die Unterstützung durch ein mobiles Gerät, merklich gesteigert wird.

*Hypothese 1:* Touristen, die ein mobiles Endgerät nutzen, sind zufriedener mit ihrer räumlichen Orientierung in der Stadt als Touristen ohne ein solches Gerät.

*Hypothese 2:* Touristen, die ein mobiles Gerät verwenden, sind zufriedener mit den gegebenen Informationen als Touristen ohne mobiles Gerät.

Bereits beim selbständigen Test der Anwendung durch die Entwickler und Mitarbeiter der Forschungsgruppe sind die Probleme der für den praktischen Einsatz ungenügenden Ortungsgenauigkeit und unpassenden Konzepte der Fußgängernavigation mit der verwendeten Software deutlich geworden. Über die Audioausgabe des mobilen Gerätes wurden nur Richtungsanweisungen wie "Bitte jetzt rechts abbiegen" ausgegeben. An Kreuzungen wo mehrere kleinere Gassen sehr eng beieinander liegen stellt dies ein Problem dar. Die tatsächliche Blickrichtung des Touristen kann ebenfalls von der angenommenen abweichen, wodurch falsch empfundene Anweisungen zu Stande kommen. Da die Nutzer quasi blind auf die Anweisungen vertrauen und nur eine passive Rolle einnehmen, kann dies schnell zur Unzufriedenheit mit der Anwendung führen. Denn wie bei einer traditionell geführten Tour erweckt der mobile Tour Guide ähnliche Erwartungen beim Touristen. Diese beinhalten eine einwandfreie Führung, und punktgenaues sowie informativ und unterhaltsam gestaltetes Informationsmaterial. Können diese Erwartungen nicht erfüllt werden, wird die Anwendung nicht mehr als hilfreich sondern als unnützlich empfunden.

Parallel wurde vom Microsoft Innovation Center (EMIC) als Partner des Forschungsprojektes eine eigenständige Navigationslösung entwickelt. Diese, wie im Explorer Modus verwendet, berechnet jedoch keine Route, sondern zeigt die eigene aktuelle Position sowie den Zielpunkt in einer Karte an. Beide sind durch einen Richtungsvektor verbunden. Der Nutzer muss sich aktiv und nach eigenem Ermessen den kürzesten Weg zum Ziel suchen. Er hegt in dem Fall keinerlei Erwartungen gegenüber der Anwendung, dass er geführt wird, und kann demnach nicht enttäuscht werden. Jedoch kann in dem Fall auch

Tabelle 7.9: Zufriedenheit gegenüber Orientierung

Modus	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung
DTG Planer	128	2.75	2.89	1.07
DTG Explorer	141	2.25	2.35	0.74
GPS Logger	132	1.75	1.94	0.70
Gesamt	401	2.25	2.39	0.93

keine volle Zufriedenheit eintreten, da das Prinzip der geführten Anweisungen von der Autonavigation her bekannt ist und hier sehr wahrscheinlich als fehlend empfunden wird. Aus diesen Gründen war nicht mit einer Bestätigung von Hypothese 1 zu rechnen.

### 7.5.2 Untersuchungskriterien

Neben demografischen Daten wie Alter und Geschlecht wurden folgende inhaltlich relevante Daten anhand des Fragebogens ermittelt:

- Genutzte Informationsquellen
- Zufriedenheit mit den genutzten Informationsquellen
- Verwendete Orientierungshilfen
- Zufriedenheit mit den verwendeten Orientierungshilfen
- Zufriedenheit mit den einzelnen Funktionalitäten Zur detaillierten Übersicht der einzelnen Fragen befindet sich der verwendete Fragebogen unter Anhang A.

### 7.5.3 Auswertung der Fragebögen

Zur Auswertung wurden alle vollständig ausgefüllten Fragebögen herangezogen. Dies ergab eine Gesamtmenge von 406.

#### 7.5.3.1 Orientierungsfähigkeit als Zufriedenheitskriterium

Die nachstehende Tabelle bietet eine Übersicht der ermittelten Zufriedenheitswerte gegenüber der Orientierung. Der Fragebogen hat diesen Wert als Abstufung auf einer Skala von 1 bis 5 erfasst, wobei 1 sehr zufrieden und 5 sehr unzufrieden bedeutet.

( 1= sehr zufrieden; 2= zufrieden; 3= teils/teils; 4= wenig zufrieden; 5= überhaupt nicht zufrieden)

Die ermittelten Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Umkehrthese zutrifft und Touristen ohne mobile Hilfe ihre Orientierung weitaus besser einschätzen. Da die Variable Orientierungsfähigkeit nicht normalverteilt ist, soll anhand von Mann-Whitney-Tests<sup>31</sup> (U-Tests) geprüft werden, ob die Unterschiede zwischen den verschiedenen Testermodi

<sup>31</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Mann-Whitney-U-Test>, Stand: 22.11.08

Tabelle 7.10: Man Whitney Test: Orientierung bei Nutzung und Nicht-Nutzung eines MDA

	<b>Orientierungsfähigkeit</b>
Mann-Whitney-U	10345.5
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000

signifikant oder nur zufällig sind, dass heißt, ob ausgehend von der Stichprobe auf die Allgemeinheit geschlossen werden kann oder nicht. Ein Test kann jeweils zwei Verteilungen miteinander vergleichen. Die Nullhypothese lautet jeweils, dass die Verteilungen gleich sind und somit kein signifikanter Unterschied besteht, also  $A = B$ , wobei z.B.  $A =$  Orientierung mit MDA und  $B =$  Orientierung ohne MDA bedeuten.

Für beide Zahlenreihen wird jeweils eine Prüfsumme  $U$  gebildet:

$$U_A = \sum R_A - \frac{n_A * (n_A + 1)}{2}, U_B = \sum R_B - \frac{n_B * (n_B + 1)}{2} \quad (7.1)$$

$n_A$  und  $n_B$  entsprechen der Anzahl der Zahlenwerte pro Reihe, also 269 für die Gruppe mit MDA und 132 für die Vergleichsgruppe ohne MDA.  $R$  stellt die Rangsumme der geordneten Rangzahlen dar. Dazu werden die Zufriedenheitswerte aller 401 Testpersonen aufsteigend geordnet. Bei mehrfach auftretenden Werten werden verbundene Ränge gebildet. Abhängig von der zugehörigen Gruppe werden alle Rangplätze addiert und es ergeben sich die beiden Rangsummen.

Beim zweiseitigen Test ist das Minimum beider Prüfwerte entscheidend. Es wird, wie in Tabelle 7.10 angegeben, als Mann-Whitney-U bezeichnet. Für umfangreiche Stichproben wie in dem vorliegenden Fall wird zur Berechnung der Abweichung  $Z$  die folgende Annäherungsfunktion verwendet:

$$Z = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u}, \mu_u = \frac{n_1 * n_2}{2}, \sigma_u = \sqrt{\frac{n_1 * n_2 * (n_1 + n_2 + 1)}{12}} \quad (7.2)$$

Die Signifikanz kann anschließend aus einer Normalverteilungstabelle abgelesen werden. Statistikprogramme wie SPSS<sup>32</sup> bieten hier die Möglichkeit genaue Werte zu ermitteln. Diese sind in Tabelle 7.11 dargestellt. Aus dem angegebenen Signifikanzwert ergibt sich, dass tatsächlich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Verteilungen vorliegt.

Die Signifikanzbetrachtung kann nun für alle möglichen Kombinationen durchgeführt werden. Die beiden wichtigsten Erkenntnisse, welche in Tabelle 7.11 aufgeführt sind, sind die folgenden:

Es besteht eine statistische Signifikanz der dargestellten Ergebnisse in der Form, dass Nutzer eines Explorers signifikant zufriedener mit ihrer räumlichen Orientierung als DTG Nutzer sind, und generell, dass Touristen ohne MDA signifikant zufriedener mit ihrer Orientierung als Nutzer eines MDA sind. Das Signifikanzniveau beträgt jeweils 0.000, wodurch die Nullhypothese verworfen werden muss. Eine Zufälligkeit der Ergebnisse kann damit mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Auf die Praxis bezogen kann somit eine höhere Zufriedenheit mit der Orientierung von

<sup>32</sup><http://www.spss.com/de/>, Stand: 22.11.08

Tabelle 7.11: Signifikanzergebnisse

Vergleich	Ergebnis
Explorer n=141, median=2.25	DTG Planer n=128, median=2.75
Kein MDA n=132, median=1.75	MDA n=269, median=2.5
	Signifikant: 0.000 zweiseitig
	Signifikant: 0.000 zweiseitig

Tabelle 7.12: Orientierungsquellen

	Planungsmodus	Explorermodus	Ohne
Mobiles Gerät	35.6 %	46.5 %	-
Stadtplan	54.5 %	63.4 %	65.2 %
Straßenschilder	51.5 %	31.0 %	43.2 %
Wegweiser	50.0 %	53.5 %	50.8 %
Gebäude	42.4 %	38.0 %	43.9 %
Bekannte/Passanten	12.9 %	17.6 %	22.0 %

Teilnehmern ohne mobilem System abgeleitet werden. Hauptgrund dafür ist, wie schon angedeutet, die nicht einwandfrei gewährleistete Funktionsfähigkeit. Durch ungenaue Positionsbestimmungen werden falsche bzw. ungenaue Anweisungen geliefert. Diese leiten die Touristen gelegentlich fehl, wodurch sie ihr Vertrauen in die Anwendung verlieren und ihre ursprüngliche Meinung, dass diese verlässlich funktioniert, revidieren. Hingegen haben Nutzer ohne MDA aus eigenen Erfahrungen eine gute Einschätzung über die Möglichkeiten und Probleme der Orientierung in fremden Orten. Sie sind diese Verfahrensweise gewohnt. Eine Unzufriedenheit wäre hier nur auf die Beschilderung und Informationen der Stadt selbst zurückzuführen.

Um dies zu verdeutlichen stellt die folgende Tabelle die ermittelten Angaben der verwendeten Orientierungsquellen dar. Bei der Auswahl dieser waren mehrere Optionen möglich.

Die Mehrzahl der Nutzer von DTG Planer und Explorer haben einen Stadtplan/Faltplan zur Orientierung genutzt. Oft erfolgte eine zusätzliche Orientierung an Straßenschildern, Wegweisern und markanten Gebäuden. Die Nutzung des mobilen Gerätes weist überraschenderweise sehr geringe Werte auf. Daraus wird sehr deutlich, dass Nutzer des mobilen Systems gezwungen waren weitere Möglichkeiten zur Orientierung zu verwenden, und nicht blind auf das System vertrauen konnten. Daher ist eine gewisse Unzufriedenheit mit dem System nachvollziehbar.

### 7.5.3.2 Darbietung von Informationen als Zufriedenheitskriterium

Mit dem Fragebogen wurden zunächst die verwendeten Informationsquellen bzgl. ihrer Häufigkeit erfasst.

Touristen mit mobilem Endgerät haben dieses am häufigsten zum Abrufen von Informa-

Tabelle 7.13: Informationsquellen

Informationsquelle	DTG Planer	DTG Explorer	GPS Logger
DTG	2.73	2.5	-
Tafeln	3.06	3.12	3.1
Reiseführer (Buch)	3.06	3.14	2.55
Bekannte	5.18	4.84	4.57

Tabelle 7.14: Zufriedenheit mit Informationen

Modus	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung
Mit MDA	266	2.0	2.3	0.83
Ohne MDA	124	2.0	1.9	0.67
Gesamt	390	2.0	2.2	0.8

tionen verwendet. Außerdem wurden auch Informationstafeln und Reiseführer/Stadtpläne hinzugezogen. Touristen ohne MDA standen keine digitalen Informationen zur Verfügung. Demnach waren gedruckte Reiseführer die beliebteste Informationsquelle, sie wurden oft bis gelegentlich genutzt.

( 1= sehr zufrieden; 2= zufrieden; 3= teils/teils; 4= wenig zufrieden; 5= überhaupt nicht zufrieden)

Da DTG Planer- und Explorer-Nutzer die gleichen Informationen erhalten haben gibt es hier erwartungsgemäß keine Unterschiede in ihrer Zufriedenheit mit den erhaltenen Informationen, und daher auch keine nähere Untersuchung. Ausgehend von den Mittelwerten zeichnet sich aber ein Unterschied zwischen den Nutzern von mobilen Systemen und den Nutzern ohne ein solches ab.

Wie im vorangegangenen Abschnitt soll ebenfalls der Mann-Whitney-Test darüber Aufschluss geben, ob es einen signifikanten Unterschied gibt oder nicht.

Mit einem Signifikanzniveau von wiederum 0.000 bestätigt sich die Aussage, dass die Kontrollgruppe (GPS Logger) signifikant zufriedener mit den erhaltenen Informationen ist wie die Nutzer eines MDA (Planer oder Explorer).

Touristen mit mobilem Informationssystem haben zu allen besuchten Sehenswürdigkeiten eine gesprochene Audiodatei und Fotos präsentiert bekommen. Touristen ohne ein solches System haben zumeist Informationen in Papierform verwendet. Wiederum sind Touristen ohne mobilem System zufriedener mit ihren Informationen als jene, die ein sol-

Tabelle 7.15: Man Whitney Test Qualität der Information bei Nutzung und Nicht Nutzung eines MDA

	Qualität der Information
Mann-Whitney-U	12364.5
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000

ches benutzen. Gründe hierfür können die eingeschränkten Darstellungsmöglichkeiten auf mobilen Geräten im mobilen Kontext sein. Bilder können auf dem kleinen Display, besonders bei Sonneneinstrahlung, schwer erkennbar sein, und die Audioausgabe kann je nach Umgebungsgeräuschen ebenfalls schwer verständlich sein. Anscheinend sind auch hier falsche Erwartungen beim Nutzer bzgl. der gelieferten Informationen geweckt worden. Da es sich bei dem mobilen System um einen Prototypen handelte, wurde die Erstellung und Aufbereitung des Kontents nur exemplarisch durchgeführt. Das heißt, dass zumeist die an Informationstafeln oder in Stadtbroschüren vorhandenen Informationstexte vertont und auf dem mobilen Gerät abgespielt wurden. Da den Touristen auch diese Quellen zur Verfügung standen, und oft in Anspruch genommen wurden, kann durchaus der Eindruck entstanden sein, dass das mobile Gerät eben keine zusätzlichen Informationen bietet und daher unnötig sei. Von einem neuen technischen Medium wie dem MDA wird eine reichhaltigere Präsentation von Informationen erwartet. Die Nutzer sind also sehr anspruchsvoll, was im Gegenzug bedeutet, dass jegliche Informationen qualitativ sehr hochwertig aufbereitet werden müssen um eine Zufriedenstellung zu erreichen. Die Verwendung eines gebundenen Stadtführers stellt eine vertraute Art der Informationspräsentation dar, die sich über längere Zeit etabliert hat und somit die Nutzererwartungen auch erfüllt.

### 7.5.3.3 Akzeptanz der Gesamtanwendung

Die Akzeptanz der Anwendung ergab sich aus einer Kombination der Kriterien Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Lernförderlichkeit und einem Spaßfaktor.

Sie ist bei Explorer Nutzern signifikant größer als bei DTG Planer Nutzern (Signifikanz von 0,000, zweiseitig). Der Fragebogen hat hierzu ergeben, dass 54 % der Planer Tester und sogar 70 % der Explorer Nutzer den DTG wieder ausleihen würden. Bei Personen mit einer hohen Zufriedenheit mit den erhaltenen Informationen sowie mit der gebotenen Orientierungshilfe ist die Akzeptanz mobiler Endgeräte insgesamt auch signifikant größer als bei Personen mit einer niedrigen Zufriedenheit bzgl. der Informationen und Orientierung (Signifikanz von 0,000, zweiseitig).

Die Hauptgründe für die unterschiedliche Akzeptanz liegen auch hier auf der Hand. Es besteht eine starke Abhängigkeit zur gebotenen Orientierungsunterstützung und zur Qualität der Informationen. Da beide, wie schon begründet, die gestellten Erwartungen nur unzureichend erfüllten, wirkte sich dies negativ auf die Gesamtakzeptanz, vor allem beim DTG Planer aus. Die Benutzung erfordert zudem eine hohe Konzentration um die Navigationsanweisungen richtig zu interpretieren, und lenkt von der eigentlichen Umgebung der Stadt stark ab. Deshalb kommt der Spaß- und Erlebnissfaktor, welchen die Anwendung vermitteln soll, zu kurz. Dies wird als Hauptgrund dafür angesehen, dass die Zufriedenheitswerte nicht wie erhofft ausgefallen sind.

Aus dem Fragebogen geht weiterhin hervor, dass die meisten Nutzer (87 %) keine Kopfhörer verwendet haben. Dies lässt sich leicht damit erklären, dass viele in Kleingruppen unterwegs waren, wobei der Medianwert eine Größe von zwei ergab. Somit ist die Verwendung von Kopfhörern in dem Fall unpraktisch, und es wurde die Audioausgabe

über den Lautsprecher verwendet, sodass alle Mitglieder der Gruppe die Informationen wahrnehmen konnten.

### 7.5.3.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist anzumerken, dass die Funktionalitäten des Dynamischen Tour Guides, wie die Erfassung der Interessen und die Berechnung eines individuellen Tourplans, erfolgreich getestet und positiv bewertet worden sind. Die Frage nach der Wiederverwendung wurde überwiegend positiv beantwortet, was zeigt, dass großes Interesse an einem solchen System besteht. Eine Akzeptanz konnte ebenfalls nachgewiesen werden. Jedoch besteht eine sehr hohe Abhängigkeit vom Zusammenspiel des GPS Empfängers und der verwendeten Navigationssoftware, welche den beschriebenen Unzulänglichkeiten unterliegen. Erst wenn diese Schwächen behoben sind kann der Dynamische Tour Guide wirklich in der Praxis funktionieren und einen Mehrwert bieten.

Die zuvor aufgestellten Hypothesen fanden damit durch die Befragung keine Bestätigung und müssen verworfen werden. Somit konnte durch das System keine höhere Zufriedenheit bzgl. Orientierung und Informationsdarbietung erreicht werden. Die Gründe dafür sind bereits ausführlich erläutert worden. Es müssen bestimmte Komponenten des Systems überarbeitet werden um eine erhöhte Zufriedenheit bei den Anwendern zu erreichen. Wie dies erfolgen kann wird in einem Ausblick auf zukünftige Entwicklungen im nächsten Kapitel näher erörtert.

## 7.6 Diskussion

### 7.6.1 Funktionelle Schwachstellen

Mobile Informationssysteme wie der vorgestellte DTG sind sehr stark von der Verlässlichkeit ihrer Navigationskomponente abhängig, da mobile Navigationsunterstützung als eine der wichtigsten Funktionen in einer unbekanntenen Umgebung auf der Suche bestimmter Zielpunkte eingeschätzt wird. Bestehende Fußgängernavigationslösungen stellten sich im praktischen Einsatz als sehr mangelhaft heraus, sodass Fußgängernavigation als immer noch größte Herausforderung identifiziert wurde. Erfahrungen aus der vorgestellten Nutzerstudie haben belegt, dass die angewandten Konzepte der Autonavigation, welche für Autos sehr verlässlich funktionieren, für Fußgänger hingegen nicht tauglich sind, da die Ortungsgenauigkeit zu unbeständig ist. Und dies stellt ein großes Problem dar, da Touristen die Erfahrungen mit Autonavigationssystemen haben, ähnliche Erwartungen an Navigatoren für Fußgänger stellen und davon enttäuscht sind. Diese Enttäuschung schlägt sich auf das mobile System im Gesamten nieder. Besonders bei der Zielfindung sind ernsthafte Probleme aufgetreten. Als schwerwiegendster Grund haben sich fehlerhafte GPS Signalauswertungen mit herkömmlichen Empfängern aufgrund von Reflektionen in bebauten Gebieten ergeben. Eine systematische Messung mit den zur Umsetzung des DTG verwendeten Geräten in Görlitz ergab einen mittleren Fehler von 24 Metern [MKtH05]. Ein zweiter Grund sind die unpassenden Konzepte für Fußgänger, deren einziger Unterschied gegenüber der Autonavigation darin besteht, dass die Benutzung von

Einbahnstraßen in beiden Richtungen erlaubt ist. Die Anweisungen sind dieselben, z.B. "In 50 Metern rechts abbiegen!". Dabei wird weder die Blickrichtung des Nutzers noch sein Einschätzungsvermögen für Distanzen berücksichtigt. Fußgängernavigation ist jedoch ein wesentlich komplexeres Problem, da ein Fußgänger viel mehr Möglichkeiten als ein Autofahrer besitzt. Während Autos nur vorgegebene Straßen befahren können und ihre Bewegungsrichtung nicht plötzlich geändert werden kann, können sich Fußgänger kreuz und quer über Straßen und Plätze und in alle möglichen Richtungen fortbewegen. Die Verwendung von Straßennamen oder Angaben über die Anzahl der Abzweigungen, z.B. "Biegen Sie an der zweiten Einmündung nach links in die Goethestraße ein!" hätte hier bereits bessere Ergebnisse liefern können. Eine weitere Schwierigkeit bringt die limitierte Größe der Bildschirme von mobilen Geräten mit sich. Während Touristen traditionell faltbare Karten zur Orientierung benutzt haben, mit denen sie sich einen Überblick über die gesamte Stadt verschaffen konnten, lassen sich auf den Displays nur Ausschnitte von geringer Größe passend darstellen. Die Folge ist zeitaufwendiges Scrollen zum richtigen Kartenausschnitt.

### 7.6.2 Wertung der Ergebnisse

Sowohl die Durchführung als auch die Vorbereitung eines Feldversuches bringt diverse Tücken mit sich, wie u. a. von Borntraeger und Cheverst [BC03] diskutiert. Neben der Gewährleistung der technisch einwandfreien Funktionalität besteht die wahrscheinlich größte Schwierigkeit darin, unvoreingenommene und motivierte Versuchspersonen zu finden. Daher wurde besonders darauf geachtet nur Touristen und keine Einwohner in den Versuch einzubinden, und dabei vor allem die tatsächliche Verteilung von Altersgruppen annähernd widerzuspiegeln. Der Einsatz neuer Technologien wie mobiler Geräte und der zeitliche Aufwand für Ausleihe und Fragebogen stellten für viele Touristen die hauptsächlichen Barrieren dar. Auch die Rückgabe der Geräte, welche zwar an vielen Punkten der Stadt möglich war, wurde als Hemmnis angesehen. Somit war nur ein geringer Teil der angesprochenen Touristen bereit teilzunehmen, wodurch die Ergebnisse nur eine sehr selektive Auswahl darstellen.

Die entstandenen Ergebnisse erheben keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit. Vielmehr stellen sie die speziellen Verhaltensweisen ausgewählter Görlitzer Touristen dar. Um allgemeingültige Aussagen entnehmen zu können, müssen im Vorfeld bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Zunächst muss eine Erfassung der Touristenstruktur bzgl. Alter, Geschlecht und weiterer Merkmale erfolgen. Die Testgruppen müssen dann diese ermittelte Struktur widerspiegeln. Ein solcher Aufwand hätte jedoch mit den gegebenen finanziellen und zeitlichen Mitteln nicht bewältigt werden können. Ziel dieses Experimentes war es daher nicht allgemein anerkannte Aussagen zu gewinnen, sondern unter den gegebenen Umständen einen ersten Einblick in die praktische Verwendung einer noch neuen, in der Entwicklung steckenden Technologie zu erhalten.

Weitere Abhängigkeiten von technischen und menschlichen Faktoren erzwingt ebenfalls eine Relativierung der Ergebnisse. Die bereits erwähnten Ungenauigkeiten bei der Positionsermittlung durch GPS können zur Folge haben, dass Nutzer an einer anderen Stelle vermutet werden als sie sich tatsächlich befinden. Somit können falsche Attraktionen als

besucht gewertet werden. Die Dauer des Aufenthaltes hängt ebenfalls im starken Maß von der Lokalisierung ab und kann damit auch fehlerhafte Werte aufweisen.

Fehlende Erfahrungen im Umgang mit solchen mobilen Geräten können zu einem erhöhten zeitlichen Aufwand der Touristen bei der Interaktion mit der Anwendung geführt haben. Dadurch können die gewerteten Aufenthaltszeiten an diversen Sehenswürdigkeiten positiv beeinflusst worden sein. Da die Benutzungsoberfläche jedoch sehr einfach gestaltet ist, die Interaktionen im Gesamten relativ niedrig waren, und der Ablauf an jeder Sehenswürdigkeit gleich ist, dürfte dieser Effekt mit andauernder Tourdauer verblassen, und den Medianwert wenig beeinflussen.

Da eine ähnlich komplexe Studie mit den vergleichbaren Auswertungszielen derzeit nicht bekannt ist, und somit sehr wahrscheinlich auch nicht stattgefunden hat, können diese Ergebnisse als Grundlage für genauere Untersuchungen dienen.

### 7.6.3 Offene Fragen

In der Nutzerstudie konnte nicht erfasst werden wie zufrieden die Touristen mit der Auswahl der Attraktionen waren. Um eine glaubhafte Einschätzung der Qualität der ausgewählten Sehenswürdigkeiten zu erhalten könnte eine Studie mit Einwohnern der Stadt durchgeführt werden. Diese geben ihre Interessen an und bewerten anschließend die Auswahl von Sehenswürdigkeiten, indem davon ausgegangen wird, dass sie die Stadt kennen, und gut einschätzen können welche Sehenswürdigkeiten sie in der Tour erwarten und welche nicht. Die Beantwortung dieser Fragen stand jedoch nicht im Vordergrund dieser Arbeit. Daher erfolgt hier keine nähere Betrachtung dazu.

Da für die Touristen, welche ohne mobile Unterstützung unterwegs waren einzig die GPS Datensätze zur Auswertung vorhanden waren, bleibt ungeklärt was deren Absichten und wirkliche Aktivitäten waren. Bei der Explorer Gruppe können Anhaltspunkte anhand der abgerufenen Informationen, und bei der Planer Gruppe zusätzlich aus den Angaben zum Tourplan gewonnen werden. Jedoch kann keine vollständige Auswertung abgeleitet werden. Erst bei größerer Informationsvielfalt und -Abdeckung des Zielgebietes können genauere Aussagen darüber getroffen werden, womit sich Touristen tatsächlich beschäftigen und wofür sie sich interessieren. Solange die Informationen zu viele Lücken aufweisen muss davon ausgegangen werden, dass andere Informationsquellen verwendet wurden, die nicht erfasst werden konnten. Darüber kann anhand der aufgezeichneten Daten nur spekuliert werden.

## 8 Ausblick

Der DTG in seiner vorgestellten Form ist ein Technologiedemonstrator um die technische Realisierbarkeit eines solchen Vorhabens zu belegen. Da auch die Akzeptanz unter Görlitzer Touristen durchaus vorhanden ist, kann ebenfalls ein vorhandener Bedarf attestiert werden. Um eine kommerzielle Lösung daraus zu entwickeln bedarf es allerdings noch einigen entscheidenden Verbesserungen, basierend auf weiteren Forschungen und Analysen. Auch konnten viele weitere Ideen die zu Projektbeginn vorhanden waren mit den gegebenen zeitlichen und personellen Mitteln nicht umgesetzt werden. Mögliche Anpassungen mittels neuer Technologien, sowie einige verbesserungswürdige Ideen sollen in diesem Kapitel näher erläutert werden.

### 8.1 Einordnung in den aktuellen Kontext

Die Idee des Dynamischen Tour Guides, wie sie in dieser Arbeit vorgestellt wurde, fällt auf das Jahr 2003 zurück. Die Planung und Umsetzung erfolgte in den Jahren 2004 und 2005, basierend auf den damaligen technischen Mitteln und Gegebenheiten. Diese führten zu den im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Einschränkungen, und waren Grundlage aller damaliger relevanter Entscheidungen. Da mobile Geräte und Anwendungen ständigen Weiterentwicklungen unterliegen erfolgt im folgenden Abschnitt eine Ist-Analyse der gegenwärtigen Situation zum Ende des Jahres 2008, sowie einer Einschätzung aus heutiger Sichtweise.

#### 8.1.1 Ist-Analyse von Wissenschaft und Technik

##### 8.1.1.1 GPS

Erste Satelliten des Galileo Systems sind bereits im Umlauf, doch das System als Ganzes wird offiziellen Plänen zu Folge erst im Jahr 2012 in Betrieb genommen werden können. Zwar werden die GPS Empfänger stetig verfeinert, so dass Reflexionen weniger Einfluss haben und Empfindlichkeit und Genauigkeit erhöht werden, aber insgesamt ist von keiner grundlegenden Verbesserung der GPS Lokalisierung auszugehen. Das heißt, dass derzeitig erhältliche Navigatoren noch immer den gleichen Abweichungsproblemen bzgl. der Positionierung unterliegen. Neuere Versionen von Navigationssoftware wurden daher vor allem hinsichtlich ihrer Benutzerfreundlichkeit verbessert. Des Weiteren wird das Kartenmaterial ebenfalls ständig erweitert. Zum einen werden Points of Interest mit aufgenommen, zum anderen werden im Hinblick auf Fußgängerrouen immer mehr kleinere Wege wie z.B. in Parks erfasst. Eine der wichtigsten Unternehmen im Bereich der

Erstellung von Kartenmaterial ist Navteq. Die Karten finden aktuell in vielen Navigationssystemen Verwendung.

### 8.1.1.2 Mobile Geräte

Mobile Geräte als tragbare Navigationssysteme oder Stadtführer bestimmen den derzeitigen Trend und sorgen auf Technikmessen wie der CeBit immer wieder für großes Interesse. Zusätzlich zur schlichten Routenberechnung von Start zu Ziel weisen sie immer mehr zusätzliche Funktionen und Informationen über Hotels, Restaurants und Sehenswürdigkeiten auf. Dabei gibt es auch zusätzliche Software wie POI Finder 2.0, die neben der Navigationssoftware installiert werden kann und Informationen zu Sehenswürdigkeiten in über 30.000 Städten Deutschlands bereitstellt.

#### 1. iPhone

In Sachen ansprechender und massentauglicher Geräte setzt die Firma Apple<sup>33</sup> immer wieder neue Akzente. Aktuell beherrscht das iPhone der 3. Generation den Markt von Mobilfunkgeräten. Eine sich abzeichnende Tendenz ist die Funktionen einzelner Geräte in einem Gerät zu bündeln. Wurde vor einigen Jahren noch versucht die Mobiltelefone immer kleiner zu bauen, geht der Trend heute in die Gegenrichtung. Durch die Integration von immer mehr Funktionalität werden die Geräte zur besseren Handhabung auch wieder größer. Dadurch werden dann zusätzliche Geräte wie Digitalkamera oder MP3-Player überflüssig.

So besitzt das iPhone auch einen GPS-Empfänger, eine Navigationsfunktion und ein entsprechend großes Display um Kartenausschnitte geeignet darstellen zu können. Die Positionsbestimmung erfolgt über A-GPS (Assisted GPS) unter Einbeziehung von Funknetzdaten und WiFi Hot Spots, was eine schnellere Positionsermittlung verspricht. Die Darstellung der Position besteht aus einem Mittelpunkt und einem Kreis, welcher den Radius für etwaige Ungenauigkeiten angibt.

Das iPhone besitzt ebenfalls einen Beschleunigungssensor. Dieser wird vorwiegend dazu verwendet Kippbewegungen vom Hoch- ins Querformat zu erfassen und die Anzeige automatisch anzupassen. Ein solcher Sensor könnte eine wichtige Unterstützung bei der Ortung und Navigation sein. Eine weitere Besonderheit ist der Touchscreen, welcher für eine einhändige Bedienung mit den Fingern ausgelegt ist.

#### 2. MDA IV

Vom verwendeten MDA III von T-Mobile<sup>34</sup> wurden zwischenzeitlich auch Nachfolger entwickelt und auf den Markt gebracht. Seit dem Sommer 2008 werden der MDA Compact IV und der MDA Vario IV als Smartphones verkauft.

Beide besitzen eine Tastatur im Blackberry Format, das heißt es steht die gewohnte PC-Tastatur in kleiner Ausführung zur Verfügung, welche bei Bedarf hervorgeschooben werden kann. Für den DTG ist dies weniger von Bedeutung, da nur wenige Eingaben getätigt werden müssen, und alle über den Touchscreen erfolgen können.

<sup>33</sup><http://www.apple.com/de/>, Stand: 07.12.08

<sup>34</sup><http://www.t-mobile.de/>, Stand: 07.12.08



Abbildung 8.1: iPhone

Jedoch bietet das Gerät alle benötigten Schnittstellen, wie GPS, WLAN, UMTS und weitere. Mit einer Auflösung von 480 x 640 Pixel kann das Display im Hoch- und Querformat verwendet werden. Die Betriebszeit ist mit 10 Stunden angegeben, was gegenüber dem MDA III doppelt so lange ist. Auch die Prozessorleistung wurde mit nun 528 MHz gesteigert, als Betriebssystem wird Windows Mobile 6.1 eingesetzt.

### 8.1.1.3 Fußgängernavigation

Auf dem Gebiet der Fußgängernavigation gibt es derzeit<sup>35</sup> viele Anbieter mit verschiedenen Geräten. Wurde die Option einer Route für Fußgänger vor einigen Jahren eher als Nebenprodukt oder netter Zusatz betrachtet, so gibt es jetzt überarbeitete Ansätze die sich den Bedürfnissen von Fußgängern besser annehmen. Dennoch ist die Verlässlichkeit mit der bekannten Autonavigation noch nicht zu vergleichen.

Untersuchungen zu diesem Thema haben die Verwendung markanter Punkte wie Gebäude, Bäume und ähnliche als am besten geeignete Orientierungshilfe für Fußgänger identifiziert [CB05]. Die Nutzer erhalten Fotos ihrer Umgebung mit richtungweisenden Pfeilen wie in Abbildung 8.3. Diese Methode erfordert jedoch einen enormen Modellierungsaufwand um eine komplette Stadt abzudecken, da Fotos aller Kreuzungen und aus allen Blickrichtungen gemacht, und mit Pfeilen für alle denkbaren Zielrichtungen versehen werden müssen. Alternativ können die Pfeile auch zur Laufzeit generiert werden. Ein

<sup>35</sup>Der dargestellte Stand bezieht sich auf Recherchen im Zeitraum 10-11.2008



Abbildung 8.2: MDA Vario IV

Einsatz in jeder weiteren Stadt erfordert diesen Modellierungsaufwand jeweils erneut.

1. Google Maps

Die Firma Google, die durch ihre Suchmaschine bekannt wurde, zählt heute zu einer der einflussreichsten und wegweisenden was innovative Entwicklungen angeht. So wurde kürzlich die Anwendung Googlemaps<sup>36</sup> mit der Option für Fußgängernavigation erweitert. Dies ist bei weitem keine neue Idee, und auch diese Umsetzung weist noch Lücken auf. Jedoch werden im Fußgängermodus Einbahnstraßen in beide Richtungen sowie größere Parkanlagen mit einbezogen. Bei den Navigationsanweisungen in der Form: "Bei Theaterpassage rechts abbiegen." werden neben den Richtungen die Straßennamen mit angegeben, was im Gegensatz zur im DTG verwendeten Version von Navigon eine deutliche Verbesserung darstellt. Google selbst weist darauf hin, dass nicht immer gewährleistet ist, dass ein vorgeschlagener Weg für den Fußgänger auch begehbar ist, und andererseits, dass auch nicht immer der kürzeste Weg ermittelt werden kann. Dies liegt vor allem an der unzureichenden Erfassung der Strassen- und Wegdaten.

Eine weiterführende Entwicklung ist Googlemaps Mobile, welche ebenfalls für Handys verfügbar ist. Über das Internet können unter dem Namen 'StreetView' Bilder der umliegenden Gebäude und Straßen angefordert werden. In den USA sind diese Bilder bereits flächendeckend erfasst, in Europa ist dies noch in Arbeit.

2. Nokia Maps

---

<sup>36</sup><http://maps.google.de>, Stand: 07.12.08

## 8 Ausblick

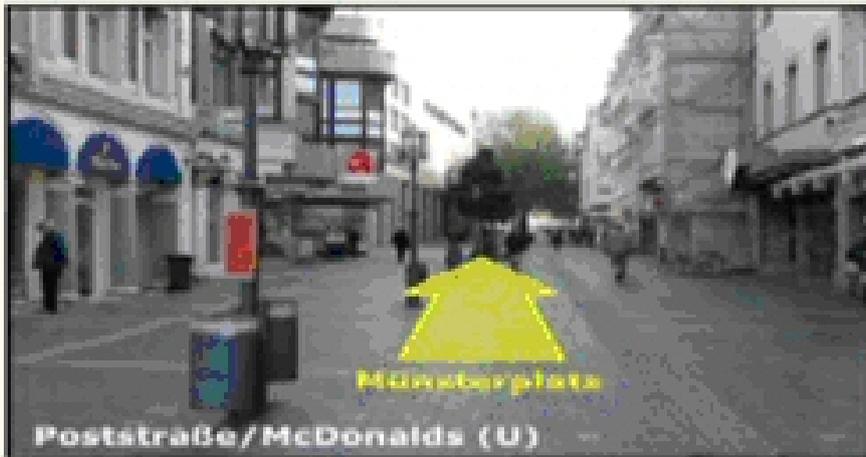


Abbildung 8.3: Richtungsweisende Pfeile

Bei der Peterskirche, 02826 Görlitz nach Bahnhofstraße, 02826 Görlitz - Google Maps - Microsoft Internet Explorer

Adresse <http://maps.google.de/maps?hl=de&tab=wl>

Web Bilder Maps News Shopping E-Mail Mehr

Google Maps Deutschland

Route berechnen Meine Karten

Ebenfalls verfügbar: [Mit dem Auto](#)

**Die Routenplanung für Fußgänger ist noch im Beta-Stadium.**  
Seien Sie vorsichtig! – Auf dieser Route gibt es möglicherweise keine Bürgersteige oder Fußwege.

**Fußweg nach zu Bahnhofstraße, 02826 Görlitz**  
1,7 km – ca. 21 Minuten

**A** Bei der Peterskirche  
02826 Görlitz

1. **West** auf **Bei der Peterskirche** Richtung **Krebsgasse** 29 m
2. Bei **Peterstraße** **links** abbiegen 0,1 km
3. **Links** halten bei **Untermarkt** 46 m
4. **Nach rechts** abbiegen, um auf **Untermarkt** zu bleiben 71 m
5. Weiter auf **Bruderstraße** 0,1 km
6. **Links** halten bei **Obermarkt** 0,3 km
7. Bei **Platz des 17. Juni** **links** abbiegen 94 m
8. Weiter auf **Demianiplatz** 78 m
9. **Nach links** abbiegen, um auf **Demianiplatz** zu bleiben 19 m
10. Bei **Theaterpassage** **rechts** abbiegen 0,1 km
11. Bei **Postplatz** **rechts** abbiegen 62 m
12. Weiter auf **Berliner Str.** 0,6 km

**B** Bahnhofstraße  
02826 Görlitz

Diese Wegbeschreibung dient nur zu Planungszwecken. Es ist möglich, dass die Verkehrsverhältnisse aufgrund von Baustellen, Verkehr, Wetter oder anderen Ereignissen von den in der Karte dargestellten Suchergebnissen abweichen können. Sie sollten daher Ihre Route entsprechend planen. Sie müssen alle Zeichen und Hinweise bezüglich Ihrer Route beachten.

Kartendaten ©2008 PPWK, Tele Atlas

Fertig

Abbildung 8.4: Fußgängernavigation mit Googlemaps

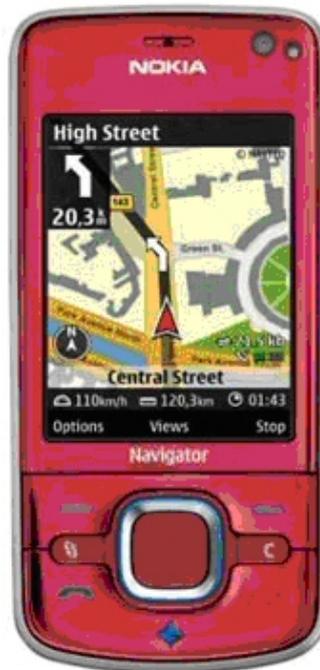


Abbildung 8.5: Nokia 6210 mit digitalem Kompass

Auf der MWC 2008<sup>37</sup> wurde die Software Nokia Maps 2.0<sup>38</sup> vorgestellt. Sie bietet die Möglichkeit der Fußgängernavigation, einschließlich von Wegen innerhalb von Parks. Auf dem Display werden Pfeile zur Visualisierung der Richtung dargestellt. Außerdem werden Informationen zu Straßen und Gebäuden angezeigt. Ein neues Gerät, das 6210 Navigator<sup>39</sup>, besitzt einen digitalen Kompass wodurch die Orientierung sehr erleichtert wird und die genaue Bewegungsrichtung angegeben werden kann.

Obwohl sie natürlich eine große Verbesserung gegenüber einfachen Richtungsanweisungen bieten, werden auch die heutigen Programme der ursprünglichen Idee des DTG, die Anweisungen als gesprochenen Text zu erhalten, ohne ständig das Display des Gerätes im Auge zu haben, noch nicht gerecht. Denn ein Hauptbedürfnis eines Touristen ist es soviel wie möglich von seinem Besuchsort zu sehen und Eindrücke zu gewinnen, auch während der Bewegung zu einem konkreten Ziel. Wenn man dabei gezwungen ist ständig Pfeile und Bilder auf dem Bildschirm zu verfolgen, stellt dies zumindest eine Ablenkung von der Umgebung und dem Geschehen herum dar. Jene Anwendungen verfolgen die Absicht eine Person schnell und direkt zu einem gewünschten Ziel in unbekanntem Terrain zu bringen, was durchaus auch eine große Praxisrelevanz besitzt.

<sup>37</sup><http://www.mobileworldcongress.com/>, Stand: 07.12.08

<sup>38</sup><http://www.nokia.de/A41084123>, Stand: 07.12.08

<sup>39</sup>Frank Kabodt: "Nokia Maps 2.0 mit Hybrid-Ansicht und Fußgängermodus", AreaMobile, 11.02.2008



Abbildung 8.6: Fußgänger-Ansicht

### 3. Navigon

Während für die hier vorgestellte Umsetzung der Tour Guide Applikation der Navigon Mobile Navigator 4 verwendet wurde, ist die aktuell erhältliche Version von Navigon der Mobile Navigator 7<sup>40</sup> und demnächst folgt Version 8<sup>41</sup>. Version 7 unterstützt das Betriebssystem Symbian<sup>42</sup> für Mobiltelefone und verspricht eine deutliche Verbesserung der Fußgängernavigation. Hauptmerkmale sind eine Kompassnadel sowie ein Richtungspfeil der die Luftlinie zum Zielpunkt metergenau anzeigt. Fußgänger werden dabei auch durch enge Gassen und Fußgängerzonen geleitet, die für ein Auto gesperrt sind.

Weitere Modelle von Navigon bieten im Automodus, als innovative Neuerung der Software, mögliche Ansichten von Landmarken und Panoramen in 3D. In der Panoramasicht werden die Höhenunterschiede von Berg und Tal abgebildet, während in der Landmarksicht markante Gebäude dargestellt sind. Diese Ansichten stellen eine klar bessere Orientierungshilfe dar, da sie die Realität weitaus besser abbilden. Weiterhin ist eine Spracherkennungsfunktion integriert, welche für Fußgänger ebenfalls sehr hilfreich wäre.

<sup>40</sup>Hans-Christian Dirscherl: "Mobile Navigator 7 lotst Fußgänger", PC Welt, 31.10.2008

<sup>41</sup>Wiebke Hellman: "Test: Navigon 8110 (Navigation)", Chip Online, 07.07.2008

<sup>42</sup><http://www.symbian.com/>, Stand: 25.05.05

8 Ausblick



Abbildung 8.7: Panorama-Ansicht



Abbildung 8.8: Landmark-Ansicht

### 4. Falk

Die Firma Falk bietet mit dem F10 ein lernendes Navigationssystem, welches, im Gegensatz zu anderen Systemen, die für gleiche Ausgangsdaten immer die gleiche Route berechnen, eine Optimierung anhand von Erfahrungen aller Nutzer bietet. Fährt z.B. ein Nutzer eine andere als die vorgeschlagene Route und ist damit schneller unterwegs, wird Nutzern die zukünftig die gleiche Strecke fahren wollen diese schnellere Route angeboten. Das ganze kann tages- und uhrzeitabhängig sein. Das Gerät ist außerdem vollkommen sprachsteuerfähig.

Bestandteil des Angebotes von Falk ist ebenfalls ein mobiles System namens Travel Guide 2.0, der als lernender Reiseführer beschrieben wird. Enthalten ist eine große Menge der wichtigsten Sehenswürdigkeiten in vielen Städten Europas die den Nutzern zur Verfügung stehen. Nutzer können daraus eigene Routen zusammenstellen und die Informationen als Text, teilweise auch über Bild- und Sprachausgabe abrufen. Die Lernkomponente besteht darin, dass Nutzer POIs bewerten können, und diese Informationen dann sowohl für den Nutzer selbst, bei einem wiederholten Besuch, als auch anderen Nutzern zur Verfügung stehen.

### 5. TomTom

Der TomTom Navigator in der Version 7 bietet ebenfalls mit POIs angereicherte Karten und einen Fußgängermodus mit einer stets zentrierten Karte.

### 6. Medion

Die aktuelle Software von Medion nennt sich GoPal E4435<sup>43</sup>. Sie weist neben der Navigationskomponente auch MP3- und Videoplayer, sowie einen Travel Guide auf. Großer Pluspunkt ist eine Sprachsteuerung, die vor allem im Auto praktisch ist.

Zur Fußgänger- und Fahrradnavigation steht der Medion MD96190 zur Verfügung. Mit einer getesteten Akkulaufzeit von über 6 Stunden ist dies für einen Stadtausflug oder eine Fahrradtour durchaus geeignet. Bei der Routenberechnung finden auch kleinere Strassen Berücksichtigung, und ein ebenfalls installierter Fremdenführer liefert Informationen zu Sehenswürdigkeiten und Restaurants.

#### 8.1.1.4 Kommerzielle Tour Guides

Zum heutigen Zeitpunkt, mehr als 2 Jahre nach der Fertigstellung des ersten Prototypen der DTG Anwendung und der durchgeführten Nutzerstudie, hat sich das Prinzip mobiler Geräte zur Unterstützung und Informationspräsentation in vielen Museen und Ausstellungen etabliert. Diese stehen zur Ausleihe zur Verfügung. Im Bereich der Tour Guides für Städte ist das Angebot noch sehr begrenzt. Folgende Anwendungen sind, neben den bereits in 3.4.2.1 erwähnten Produkten eNarro und iGuide, Beispiele für derzeit am Markt erfolgreich eingesetzte Lösungen.

---

<sup>43</sup>Oliver Stauch: "Medion GoPal E4435 EU Testbericht", Connect, 22.09.2008

### 1. London Travel Guide

Als ein Beispiel für eine spezielle iPhone Entwicklung steht der London Travel Guide<sup>44</sup> zur Verfügung. Dieser kann über das Applestore, der Verkaufsplattform der Firma Apple im Internet, als Download erworben werden. Es beinhaltet Video-, Bild-, und Textmaterial für bekannte Sehenswürdigkeiten der Stadt London. Zur Orientierung sind Karten integriert oder können zur Laufzeit von Googlemaps abgefragt werden. Es ist anzunehmen, dass das Angebot in naher Zukunft auf weitere Großstädte Europas bzw. weltweit ausgedehnt wird.

### 2. Geogad

Geogad<sup>45</sup> bietet Touren für Kanada und die U.S.A zum Download für mobile Geräte im MP3-Format. Daher sind sie auch für normale MP3-Player geeignet. Die Touren beinhalten gesprochene Texte die mit Bildern untermalt sind, sowie Wegbeschreibungen mit hinterlegten Karten. Es können auch eigene Touren zusammengestellt werden.

### 3. Mobile 3D

Die vielleicht umfangreichste und ausgereifteste Entwicklung stammt aus Italien und nennt sich Mobile 3D<sup>46</sup>. Es handelt sich dabei um einen Touristenführer für PDA und Mobiltelefone. Zur Ortung wird GPS verwendet. Neben Navigationsanweisungen in Verbindung mit Karten und Bildern mit integrierten Pfeilen (Abbildung 8.9, links), werden multimediale Informationen in Form von Audiotexten, Bildern, Videos und 3D Rekonstruktionen (Abbildung 8.9, rechts) zu den besuchten Plätzen präsentiert.

Zur Auswahl stehen vorbereitete themenbasierte Touren oder ein Entdeckungsmodus analog zum DTG Explorer. Dabei kann nach Sehenswürdigkeiten in Kategorien gesucht werden.

Zur Aufbereitung des Kontents steht ein CMS System zur Verfügung, welches die Auswahl von Sehenswürdigkeiten, die Zuordnung von Informationen und die Zusammenstellung von Touren erlaubt. Zur Darstellung von 3D Modellen auf mobilen Geräten wird die Software MobiX3D 1.0 verwendet.

Aus diesem System ging auch SICS Mobile, ein historisches Informationssystem für die Stadt Rom für Smartphones oder Palm Geräte hervor. Dieses besitzt eine ähnliche Architektur wie der DTG. Alle benötigten Daten sind auf einer Speicherkarte hinterlegt, und zur Ortung dient GPS. Der Nutzer erhält Richtungsanweisungen und multimediale Informationen zu den Sehenswürdigkeiten. Der Hauptunterschied besteht darin, dass keine Touren berechnet werden, sondern einige thematisch aufbereitete Touren zur Auswahl stehen.

---

<sup>44</sup><http://www.londontravelguide.com/>, Stand: 12.12.08

<sup>45</sup><http://www.geogad.com/geogad/index>, Stand: 12.12.08

<sup>46</sup><http://www.mobile3d.it/Mobileguide.aspx?l=en>, Stand: 12.12.08



Abbildung 8.9: Mobile 3D für Mobiltelefon und PDA

#### 8.1.1.5 Web 2.0

Unter Web 2.0 [O'R05] versteht man die zweite Generation der Webentwicklung, welche besonderen Wert auf Kommunikation und Informationsaustausch legt. Daraus resultierend haben sich viele Netzwerkgemeinschaften gebildet. Beispiele sind Wikipedia<sup>47</sup> zum Wissensaustausch, Youtube<sup>48</sup> zum Videoaustausch, Xing<sup>49</sup> zum Kontaktaustausch für private und geschäftliche Bekanntschaften, sowie themenspezifische Foren und Blogs. Eine ebenso große Rolle spielt der Gedanke Dienste, wie z.B. Webservices, statt Webseiten bzw. Webanwendungen anzubieten.

Für den mobilen Kontext ist vor allem die Möglichkeit der Annotation geografischer Objekte mit virtuellen Tags interessant. Diverse Systeme haben diese Idee umgesetzt. Ein Beispiel ist GeoNotes [EPC01]. Es ermöglicht Nutzern virtuelle Notizen an Objekten, welche durch ihre physische Position identifiziert werden, zu hinterlassen. Für andere Nutzer sind diese Notizen ersichtlich wenn sie sich in der Nähe befinden. Je nach eingestelltem Modus der Anwendung werden diese Informationen automatisch an das mobile Gerät gesendet und angezeigt (Push) oder auf manuelle Anfrage abgerufen (Pull). Die Grundidee ist es, dass jeder Nutzer Content für andere bereitstellen kann. Dies hat den Vorteil, dass der Content wie bei einem Wiki ständig aktualisiert und damit aktuell

<sup>47</sup><http://de.wikipedia.org/>, Stand: 25.05.2009

<sup>48</sup><http://de.youtube.com/>, Stand: 25.05.2009

<sup>49</sup><http://http://www.xing.com/>, Stand: 25.05.2009

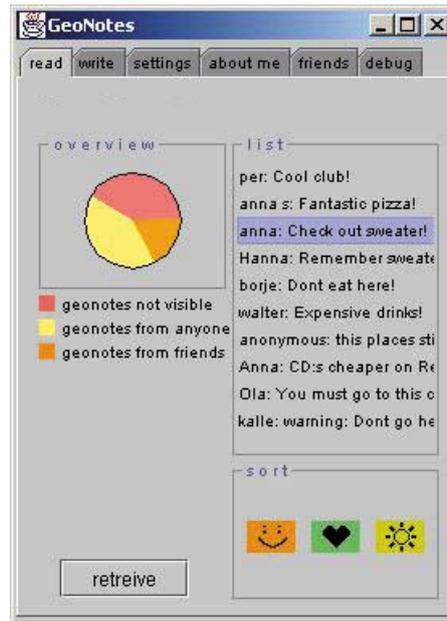


Abbildung 8.10: GeoNotes

gehalten wird. Da hier jedoch eine Informationsflut entstehen kann sind geeignete Filter notwendig. Ein Weg ist die Einteilung in Gruppen. Somit kann beispielsweise sichergestellt werden, dass nur Freunde der gleichen Gruppe die Informationen erhalten.

### 8.1.2 Umsetzung nach derzeitigem Stand

Wie bereits erwähnt liegen der in dieser Arbeit vorgestellten Anwendung die technologischen Voraussetzungen der Jahre 2004/2005 zu Grunde. Zu allererst kann deshalb der Einsatz neuerer und weiterentwickelter Versionen von Hard- und Software womöglich verbesserte Funktionalitäten bieten. Die vorgestellte verbesserte Version von Navigon könnte einen sehr guten Fortschritt bedeuten. Die neuen 3D Ansichten versprechen eine erhebliche Erleichterung der Orientierung. Da jedoch im Rahmen dieser Arbeit keine persönlichen Erfahrungen im Umgang damit gesammelt werden konnten, beziehen sich diese Aussagen lediglich auf die Produktpräsentation von Navigon selbst. Allerdings ist der Nutzer immer noch darauf angewiesen sich zum großen Teil auf dem Display des mobilen Gerätes zu orientieren. Die zu Anfang angedachte Navigation per Sprachanweisungen, so dass der Nutzer seinen Blick völlig frei auf die Umgebung richten kann, ist damit (noch) nicht gewährleistet.

Während der verwendete MDA III mit einem externen GPS-Empfänger betrieben werden musste, haben die aktuellen MDA Modelle inzwischen integrierte Empfänger. Mit der Kommunikation zu einem externen Gerät entfällt auch die ständige Bluetooth-Verbindung, und damit eine Quelle für mögliche Störungen. Neuere Modelle weisen ebenfalls mehr Speicher und höhere Prozessorleistung auf, was sich positiv auf das Lauf-

zeitverhalten der Anwendung auswirkt. Verbesserte Displays versprechen außerdem eine bessere Bedienbarkeit.

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt gibt es bereits einige Lösungen für Smartphones auf dem Markt. Daher macht es Sinn auch hier die damaligen Entscheidungen kritisch zu hinterfragen und sie aus heutiger Sichtweise neu zu überdenken. Die beiden grundlegenden Entscheidungen waren die Wahl des MDA als Endgerät und der Entschluss das Verleihmodell dem Vertriebsmodell vorzuziehen.

Nach damaligen Vermutungen wurde davon ausgegangen, dass PDA oder MDA auf längere Sicht die Mobiltelefone ablösen werden, weil sie alle Funktionen in einem Gerät vereinen. Dem ist bisher nicht so. Stattdessen wurde der Funktionsumfang bei Mobiltelefonen noch erweitert. So besitzen Standardgeräte neben dem Telefon zumindest Kamera und MP3-Player. Da außerdem bereits Mobiltelefone mit GPS Empfängern erhältlich sind, und damit alle benötigten Komponenten für einen mobilen Tour Guide aufweisen, wären Mobiltelefone wie das iPhone dem MDA vorzuziehen. Der Vorteil besteht in der größeren Verbreitung. Damit wäre zumindest auch die Grundlage für ein Vertriebsmodell der DTG Software vorhanden.

Eine wesentliche Verbesserung könnte durch die vorgestellten Ansätze in der Fußgänger-navigation erreicht werden. Der Einsatz von Umgebungsbildern mit Pfeilen, eine landmarkenbasierte Beschreibung, sowie eine Panoramansichtweise ermöglichen definitiv eine bessere Orientierung.

Bei einer Entscheidung für Mobiltelefone würde eine plattformspezifische Entwicklung für Windows CE keinen Sinn machen. Da viele Mobiltelefone auf unterschiedlichen Plattformen arbeiten wäre die einzig vernünftige Lösung ein Webclient. Somit läuft die Anwendung über einen Browser in dem alle Inhalte dargestellt werden. Damit vereinfacht sich die Architektur dahingehend, dass neben den Berechnungen auch alle Daten auf dem Server vorgehalten werden. Auch die Routenberechnung und Kartenerstellung müsste auf dem Server erfolgen, da nicht vorausgesetzt werden kann, dass die Touristen über eine kompatible Navigationssoftware mit entsprechenden Karten auf dem eigenen Gerät verfügen. Auf dem mobilen Gerät muss lediglich das Auslesen der aktuellen Position über den integrierten GPS Empfänger erfolgen, und in regelmäßigen Zeitintervallen eine Anfrage (z.B. durch Aufruf eines Webdienstes) an den Server mit den ermittelten Koordinaten gesendet werden. Als Antwort würde dann eine aktualisierte Karte mit Instruktionen verschickt werden. Im Falle des Planer Modus ist bereits im Vorfeld bekannt welche Sehenswürdigkeiten aufgesucht werden. Daher kann im Hintergrund bereits ein Download der Audio-, Video, und Bilddateien erfolgen. Im Explorer Modus kann dieser Download für Attraktionen der näheren Umgebung nach einem intelligenten Mechanismus angestrebt werden.

Durch den besseren Ausbau von Datennetzen in allen größeren Städten sind die Voraussetzungen für eine onlinebasierte Version geschaffen. Nach und nach wird der Ausbau auch auf andere Regionen erweitert, so dass die Entwicklung und Einführung einer entsprechenden mobilen Anwendung in Abhängigkeit der Netzverfügbarkeit erfolgen kann.

## 8.2 Erweiterbarkeit

Ein wichtiges Kriterium bei der Konzeption und Entwicklung des DTG war eine einfache Erweiterbarkeit auf andere Städte und Regionen, sowie die Portierbarkeit auf andere Technologien. In den nachfolgenden beiden Abschnitten werden dahingehende Möglichkeiten erörtert.

### 8.2.1 Portierung auf andere Technologien

Durch die konsequent komponentenbasierte Entwicklung können diese in der mobilen Anwendung einfach ausgetauscht werden, soweit die Schnittstellen übereinstimmen. Dies ist beispielsweise bei der Entwicklung des Explorers auf Grundlage des Planers geschehen. Die Navigationskomponente, der Navigon Mobile Navigator, wurde durch den EMIC Navigator ersetzt.

Des Weiteren sind wichtige Komponenten wie die Tourberechnung und das Matching auf dem Server ausgelagert und über das Standard WSDL Protokoll ansprechbar. Eine Internetverbindung vorausgesetzt stehen diese auch für andere Gerätetypen zur Verfügung. Bei einer Portierung auf Mobiltelefone werden vor allem die Komponenten der Tourüberwachung und Informationspräsentation auf die jeweilige Plattform konvertiert werden müssen, sowie das Layout entsprechend dem Display anzupassen sein. Bei einer vollständigen Onlineversion wie im Kapitel 8.1.2 beschrieben müssen die Komponenten vom mobilen Gerät auf den Server transferiert werden. Jeder Nutzer würde dann eine eigene Session erhalten in welcher der Tourplan gespeichert wird. Bei jeder Aktualisierungsanfrage kann auch der Tourplan, falls notwendig, angepasst werden. Diese Variante hätte den Vorteil der völligen Plattformunabhängigkeit, da alle Berechnungen auf dem Server erfolgen, und das mobile Gerät nur für die Darstellung verwendet wird. Die einzige Voraussetzung die das mobile Gerät erfüllen muss ist dann, neben dem GPS Empfänger und der Internetverbindung, das Vorhandensein eines geeigneten Webbrowsers.

### 8.2.2 Migration auf andere Zielgebiete

Die Attraktionsauswahl des vorgestellten Dynamischen Tour Guides beruht auf einer Taxonomie und Interessenprofilen. Beides existiert derzeit nur für die Stadt Görlitz. In den Augen eines potentiellen Betreibers stellt sich sofort die Frage wie hoch der Aufwand ist diese auf andere Städte zu erweitern.

Eine Migration des Systems auf eine weitere Stadt kann in folgenden Schritten durchgeführt werden:

- Die Navigationskomponente muss um die erforderlichen Karten ergänzt werden.
- Die einzubeziehenden Sehenswürdigkeiten müssen nach Profildaten und inhaltlichen Informationen erfasst und aufbereitet werden.
- Die Taxonomie muss in Abhängigkeit der vorhandenen Sehenswürdigkeiten angepasst werden.

Im Wesentlichen setzt eine Migration auf andere Zielgebiete die Erfassung der Daten im gleichen oder ähnlich verwertbaren Format voraus. Auf der einen Seite sind dies die inhaltlichen Informationen, auf der anderen Seite die Navigationsinformationen. Wenn ein Vorgehen mit wirklichen Bildern der Umgebung und integrierten Richtungspfeilen angestrebt wird, so ist hier ein hoher Erfassungsaufwand notwendig, sollten die Daten noch nicht erfasst worden sein. Um eine leichte Migration zu gewährleisten ist hier die Einbindung einer eigenständigen kommerziellen Navigationskomponente inklusive aller verfügbaren Informationen, so wie beim vorgestellten DTG geschehen, zu bevorzugen. Da die Betreiber der Navigationssoftware für die Erfassung des Kartenmaterials sorgen kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für andere Orte zur Verfügung steht, und dem Nutzer eine vertraute Art der Darstellung bietet. Demnach herrscht aber eine Abhängigkeit von dieser Komponente, auf deren Entwicklung kein Einfluss besteht. Es besteht lediglich die Wahl zwischen verschiedenen Anbietern.

Bzgl. der inhaltlichen Informationen kann der Aufwand durch ein entsprechendes Programm zur Datenerfassung und Datenpflege minimiert werden. In einer Stadt gibt es vornehmlich nur Gebäude, das heißt diese können Architekturstilen zugeordnet werden. Andere Zielorte können durchaus noch weitere Arten von Sehenswürdigkeiten bieten, welche die Angabe zusätzlicher Informationen verlangen. Alle Sehenswürdigkeiten haben jedoch gemeinsam, dass sie durch GPS Koordinaten und eine postalische Adresse genau bestimmbar sind. Eine Erweiterung dieser Profile ist jederzeit möglich. Auch die Anpassung einer vorhandenen Taxonomie, sowie die Migration einer Taxonomie auf ein anderes Zielgebiet ist durch das verwendete Modell, welches einfach erweiterbar ist, gewährleistet. Klassen der Taxonomie welche nicht benötigt werden sind zu entfernen, und Klassen die zusätzlich notwendig sind müssen ergänzt werden.

Für die mobile Anwendung sowie das Server Backend sind keine Anpassungen notwendig. Diese Ausführungen haben jedoch den Idealfall einer kompletten Neuerfassung betrachtet. In der Praxis wird dieser Fall aber kaum eintreten, da verschiedene Städte sich für verschiedene Systeme entscheiden und damit eine andere Art der Umsetzung vorliegt. Jegliche Informationen werden sich in Umfang und Format voneinander unterscheiden. Damit liegt die Lösung in der Verantwortung des DTG Betreibers die bereits vorhandenen Informationen aller Städte zusammenzutragen, zentral zu speichern und anzupassen. Alternativ zu einer Konvertierung der Daten kann auch eine Erweiterung der Software, insbesondere der Schnittstellen erfolgen, sodass die problemlose Verwendung ermöglicht wird. Bezogen auf unterschiedliche Taxonomien gibt es bereits Bestrebungen von [DMDH04] oder [SR03] um deren Mapping zu erreichen. Das heißt, dass zwei verschiedene Taxonomien aufeinander abgebildet werden, indem zu einem Konzept einer Taxonomie dementsprechende Konzepte in der anderen Taxonomie ausfindig gemacht werden.

Da auch Touristen durchaus verschiedene Systeme verwenden, welche persönliche Daten in Form von Nutzerprofilen ablegen, wäre es durchaus sinnvoll die dadurch gewonnenen Daten in einem universellen Nutzerprofil zu speichern bzw. sie durch den Zugriff auf verschiedene Profile verwenden zu können. Da es hier keinen Standard gibt ist dies eine große Herausforderung.

### 8.3 Zukünftige Entwicklungen

Auf Grund der eingeschränkt möglichen und oft fehlerbehafteten Positionsbestimmung über GPS musste das ursprünglich angedachte Konzept zur Auslösung und Steuerung einer ortsbezogenen Informationspräsentation, wie in 5.2.2 erwähnt, verworfen werden. Es wurde eine stark vereinfachte Form umgesetzt, die außerdem ein manuelles Starten der Präsentation durch den Touristen zulässt. In Abhängigkeit der Fortschritte bzgl. der Ortungsgenauigkeit mit GPS innerhalb der nächsten Jahre kann eine Umsetzung des geplanten Konzeptes in Angriff genommen werden, bzw. eine schrittweise Verbesserung und Annäherung an dieses erfolgen.

Aus zeitlichen und aufwandstechnischen Gründen sind die modellierten inhaltlichen Daten zu den Sehenswürdigkeiten von Görlitz in einem prototypischen Zustand, sodass jeweils höchstens ein Kurz- und Langtext vorliegt. Um auch in diesem Zusammenhang einen Interessenbezug herzustellen, könnte eine differenziertere Erfassung und Strukturierung dienen. Vorstellbar ist eine Zusammenstellung unter verschiedenen Kriterien wie z.B. Altersgruppe oder Detailliertheitsgrad, sowie eine Vertonung durch unterschiedliche Persönlichkeiten, wie z.B. Märchenerzähler oder Kunsthistoriker. Je nach Interesse könnten somit verschiedene Informationen, und je nach Vorlieben verschiedene Aufbereitungen der Informationen, angeboten werden. Verschiedene Touristen erleben die zahlreichen Sehenswürdigkeiten dann individuell und ganz unterschiedlich.

#### 8.3.1 Gruppenunterstützung

Aus den Nutzerbefragungen und -Erfahrungen ergab sich eine überwiegende Besucherstruktur von Kleingruppen wie Paaren und Familien, im Gegensatz zu ursprünglich angenommenen Einzelpersonen. Die Definition von Individualtouristen muss somit auf Kleingruppen ausgeweitet werden. Daraus ergeben sich neue Herausforderungen. Zum ersten muss ein Kompromiss für eine Tour für mehrere Interessenprofile gefunden werden, zum anderen muss eine synchronisierte Tourdurchführung und Informationspräsentation auf mehreren Geräten erfolgen. Es muss erprobt werden, ob es einen Gruppenführer gibt, welcher nur allein berechtigt ist die Tour zu verändern, oder ob dies allen Mitgliedern ermöglicht wird. Unter Umständen ist es auch sinnvoll die gemeinsame Tour in separate Teiltouren aufzubrechen und später wieder zusammenzuführen. Hierzu gibt es bereits erforschte Ansätze:

Von Franke [Fra02] wurden bereits Konzepte zur Gruppenunterstützung für Online Planungssysteme vorgestellt. Dies beinhaltet die Koordination mehrerer Interessen bei der Erstellung einer Tour. Hinzu kommen die Entscheidungsbildung bzw. die Behandlung von individuellen Entscheidungen, welche zu einer Anpassung der Tour führen können, sowie die verteilte Bereitstellung der Navigations- und Inhaltspräsentation während der Tour. Masthoff [Mas04] hat verschiedene Bewertungsstrategien bei der Auswahl eines Fernsehprogramms für mehrere Zuschauer mit verschiedenen Vorlieben entwickelt und anhand von Probanden evaluiert. Die Ergebnisse können als Ausgangspunkt für die Zusammenstellung einer gemeinsamen Tour für mehrere Personen angesehen werden. Von Kay und Niu [KN05] wurde ein Modellierungssystem für Gruppen entworfen welches ein

Gruppenmodell aus Individualmodellen erstellt. Intrigue [AGP<sup>+</sup>03] ist der Prototyp eines touristischen Informationsservers zur Präsentation von Informationen auf PCs oder mobilen Geräten. Es werden Sehenswürdigkeiten in Abhängigkeit von verschiedenen Interessen innerhalb einer Gruppe vorgeschlagen und erläutert. Dabei wird die Gruppe in Untergruppen mit ähnlichen Interessen untergliedert. Die untergruppenabhängig sortierten Listen von Sehenswürdigkeiten werden dann auf Gruppenebene kombiniert.

### 8.3.2 Personalisierung

Während der Nutzerstudie wurde den Touristen ein Gerät für wenige Stunden verliehen. Es handelte sich dabei also nicht um persönliche Geräte. Ausgehend von dem Szenario, dass die Touristen ein persönliches Gerät besitzen und nur die Software erwerben, bzw., dass sie das Gerät für einen längeren Zeitraum, z.B. einen kompletten Tag oder mehrere Tage ausleihen, macht die Speicherung ihrer Tourdaten auf dem Gerät erst Sinn. Denn angenommen die Touristen machen eine Tour von wenigen Stunden, und entscheiden sich nach zwischenzeitlichen anderen Aktivitäten am späten Nachmittag oder am nächsten Tag für eine weitere Tour, so müssten sie ihre Interessen nicht erneut eingeben, und die Anwendung kann die in der vorherigen Tour bereits besuchten Sehenswürdigkeiten selbständig ausschließen.

Für persönliche Geräte ergibt sich dadurch ein weiterer Vorteil. Durch Benutzung der Anwendung in mehreren Städten könnte das persönliche Profil kontinuierlich verbessert werden. Entweder durch eine explizite Bewertung der besuchten Sehenswürdigkeit durch den Touristen, oder durch Beobachtung von dessen Aufenthaltsdauern an den Attraktionen kann das Profil dahingehen angepasst werden, dass gut bewertete bzw. intensiv besuchte Interessengebiete stärker, und schlecht bewertete bzw. nur flüchtig besuchte schwächer gewichtet werden.

Aus Sicherheitsgründen ist der Umgang mit persönlichen Daten über Nutzerprofile aber mit Vorsicht zu genießen. Auch wenn dadurch eine große Unterstützung der Nutzer erreicht werden kann, so besteht immer auch die Gefahr des Missbrauchs solcher Daten. Einerseits ist es wünschenswert für Touristen Empfehlungen aufgrund ihres persönlichen Profils zu bekommen und das Profil basierend auf Entscheidungen anzupassen um die Empfehlungen sukzessive zu verbessern. Andererseits können die ausgewerteten Profilinformatoren zum direkten Versenden unerwünschter Werbung in Form von E-Mails (SPAM) führen und dadurch einen Überfluss an nutzlosen Informationen erzeugen, oder zur unrechtmäßigen Weitergabe an Dritte verwendet werden. Hier ist der Einsatz von Sicherheitsmechanismen gefragt, um persönliche Daten auf mobilen Geräten effektiv zu schützen.

Weiterhin kann die Art der Interessenerfassung selbst optimiert werden. Momentan erfolgt dies wie beschrieben über die Auswahl allgemeiner Interessenkategorien. Hauptgrund für diese Umsetzung waren die fehlenden Daten über andere Nutzer. Wenn das System eine gewisse Zeit im Einsatz war könnte darüber nachgedacht werden auch hier einen Collaborative Filtering Ansatz zu integrieren. Je nachdem welche Interessen ein Tourist angegeben hat und welche Sehenswürdigkeiten dann letztendlich besucht, bzw. welche Vorschläge missachtet wurden, können zukünftigen Touristen mit den gleichen

Interessen verbesserte Vorschläge geboten werden.

Möglicherweise können die Interessen auch über eine Art Persönlichkeitsprofil gewonnen werden. Wenn z.B. auffällig wird, dass verschiedene Gruppen von Touristen, abhängig von Alter, Geschlecht oder Beruf, häufig ähnliche Interessen haben, könnte eine Abfrage solcher Kriterien bereits ausreichend sein um auf die Interessen zu schließen. Die in der Vorstudie gesammelten Daten reichen dafür jedoch nicht aus, da einige Alters- und Berufsgruppen zu selten vertreten waren um allgemeingültige Schlüsse ziehen zu können. Auch hat die Untersuchung der Profile ergeben, dass diese weit reichend verschieden sind. Erst bei einem wesentlich größeren Stichprobenumfang kann von einer Abzeichnung möglicher Tendenzen ausgegangen werden.

Unter Anwendung der vorgestellten Web 2.0 Ansätze könnten die Attraktionen zusätzlich zur Einordnung in die Taxonomie mit verschiedenen Informationen versehen (annotiert) werden. Zum einen wäre eine initiale Annotation denkbar, um spontane Empfehlungen bei Abweichungen von der Tour geben zu können. Zum anderen ist eine ständige Anpassung der Tags durch andere Nutzer von höchster Relevanz, um Empfehlungen durch weitere Meinungen zu verbessern. Besonders für den Explorer Modus wäre es sinnvoll Tags anderer Touristen zu sehen und darauf aufmerksam gemacht zu werden. Neben Tags wäre auch zusätzlicher Content nach dem Vorbild von Wikipedia vorstellbar. Somit können spezielle Informationen aller Art verbreitet und der Wissens- und Informationsaustausch der Nutzer untereinander angeregt werden.

### 8.3.3 Mobile Assistenz

Heutzutage sind Hotelbuchungen über das Internet bereits weit verbreitet. Alle größeren Hotels setzen zur Verwaltung ihrer Buchungen Softwarelösungen ein. Einige Restaurants weisen ebenfalls Online Systeme zur Bestellung von Essenlieferungen (z.B. Pizza) auf. Zukünftig kann von einer immer stärkeren Umstellung aller Buchungsprozesse auf Onlinedienste ausgegangen werden. Die Einbindung der damit zur Verfügung stehenden Schnittstellen kann zu einer enormen Erweiterung und Bereicherung von mobilen Informationssystemen genutzt werden. Besonders für Großstädte wird die Einbindung weiterer Komponenten für die Zukunft eine große Rolle spielen. Zum einen betrifft dies den öffentlichen Nahverkehr, um ein größeres Gebiet der Stadt im Rahmen einer Tour abdecken zu können. Somit können automatisch Bus- und Bahnverbindungen eingeplant werden um entfernte Ziele zu erreichen. Da die Betreiber der öffentlichen Transportmittel meist unterschiedliche Systeme mit unterschiedlichen Schnittstellen haben wird hier eine Menge Arbeit zur Entwicklung und Anpassung notwendig sein. Zum anderen gilt dies wie bereits angesprochen für Restaurants und Hotels, um alle Aspekte eines Aufenthaltes mit nur einer mobilen Anwendung abzudecken. Die Nutzer könnten dann bei der Planung ihrer Tagesaktivitäten einen Tisch zum Abendessen reservieren, eine verfügbare Übernachtungsmöglichkeit buchen und dort mit öffentlichen Transportmitteln hingeführt werden.

Diese Szenarien und Überlegungen sind erst in Ansätzen umgesetzt und noch im Forschungsstadium anzusehen. Die Tendenzen derzeitiger Entwicklungen weisen jedoch eindeutig in die Richtung mobiler Assistenz in immer mehr Lebensbereichen. Die Möglich-

keiten welche die vorhandenen und ständig weiterentwickelten Technologien bieten stehen der praktischen Umsetzung nicht mehr im Weg, sodass dies nur eine Frage der Zeit ist. Der Erfolg wird aber von der Akzeptanz der Nutzer, und vom Verhältnis der Kosten gegenüber der gebotenen Leistung, abhängen.

#### **8.3.4 Dezentralisierung**

Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Betreiber von Attraktionen wie Museen oder Restaurants ihre Daten selbständig auf einem Server aktualisieren, hat die zentrale Speicherung aller Daten den Nachteil, dass diese von anderer Seite her aktuell gehalten werden müssen. Davon ausgehend, dass in naher Zukunft alle Betreiber von Sehenswürdigkeiten an das Internet angebunden sind und eine eigene Webpräsenz aufweisen, kann eine dezentrale Struktur realisiert werden. Dabei würden die Daten zur jeweiligen Attraktion über einen Webdienst von deren System immer in der aktuellen Form abgerufen werden. Die Datenpflege übernehmen die einzelnen Betreiber innerhalb ihres Systems selbst.

# Literaturverzeichnis

- [AGH<sup>+</sup>97] Gregory D. Abowd, Atkeson Christopher G., Jason Hong, Sue Long, Rob Kooper, and Mike Pinkerton. Cyberguide - a mobile context-aware tour guide. 1997.
- [AGP<sup>+</sup>03] L. Ardissono, A. Goy, G. Petrone, M. Segnan, and P. Torasso. Intrigue: Personalized recommendation of tourist attractions for desktop and handset devices. 2003.
- [BBM<sup>+</sup>99] G. Benelli, A. Bianchi, P. Marti, E. Not, and D. Sennati. Hips: Hyperinteraction within physical space. 1999.
- [BC03] C Borträger and K. Cheverst. Social and technical pitfalls designing a tourist guide system. 2003.
- [BCFS02] Christoph Bussler, Jorge Cardoso, Dieter Fensel, and Amit Sheth. Semantic web services and processes: Semantic composition and quality of service. 2002.
- [BD02] J. Bortz and N. Döring. Forschungsmethoden und evaluation für human- und sozialwissenschaftler. 2002.
- [Bor05] J. Bortz. Statistik - für human- und sozialwissenschaftler. 2005.
- [Bra04] Erin Bradner. Keeping your distance: remote usability testing or the lab - which is the best? 2004.
- [CB05] L. Chittaro and S. Burigat. Augmenting audio messages with visual directions in mobile guides: an evaluation of three approaches. 2005.
- [CDM<sup>+</sup>00] Keith Cheverst, Nigel Davies, Keith Mitchell, Adrian Friday, and Christos Efstratiou. Developing a context-aware electronic tourist guide: Some issues and experiences. 2000.
- [DC90] Michel De Certeau. *Invention of the daily (originally: L'Invention du quotidien)*. 1990.
- [DMDH04] Anhai Doan, Jayant Madhavan, Pedro Domingos, and Alon Halevy. Ontology matching: A machine learning approach. 2004.
- [Edw57] A. L. Edwards. The social desirability variable. 1957.

## *Literaturverzeichnis*

- [EPC01] Fredrik Espinoza, Per Persson, and Elenor Cacciato. Geonotes: social enhancement of physical space. 2001.
- [FK02] Josef Fink and Alfred Kobsa. User modeling for personalized city tours. 2002.
- [Fra02] T. Franke. Integration of group support tools into an online tourism advising system. 2002.
- [Fre03] Tim Freytag. Städtetourismus in heidleberg - ergebnisbericht zur gästebefragung 2003. 2003.
- [GF05] Ulrike Gretzel and Daniel Fesenmaier. Persuasiveness of preference elicitation processes in destination recommendation systems. 2005.
- [God03] Jean-Marc Godart. Beyond the trip planning problem for effective computer-assisted customization of sightseeing tours. 2003.
- [HL01] Jason I. Hong and James A. Landay. Webquilt: a framework for capturing and visualizing the web experience. 2001.
- [HL03] Ian Horrocks and Lei Li. A software framework for matchmaking based on semantic web technology. 2003.
- [J.99] Pazzani Michael J. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. 1999.
- [JL06] S. Jandt and P. Laue. Voraussetzungen und grenzen der profilbildung bei location based services. 2006.
- [Ka00] Mari Korkea-aho. Context aware applications survey. 2000.
- [KBOT03] Astrid Kempermann, Aloys Borgers, Harmen Oppewal, and Harry Timmermans. Predicting the duration of theme park visitors' activities: An ordered logit model using conjoint choice data. 2003.
- [KCHT04] Astrid Kempermann, Joh Chang-Hyeon, and Harry Timmermans. Comparing first-time and repeat visitors - activity patterns in a tourism environment. 2004.
- [KN05] Judy Kay and William Niu. Adapting information delivery to groups of people. 2005.
- [KR87] L. Kaufman and P. J. Rousseeuw. Clustering by means of medoids. 1987.
- [Lop02] Beatriz Lopez. Holiday scheduling for city visitors. 2002.
- [Low99] R. Lowry. Concepts and applications of inferential statistics, subchapter 3b: Rank-order correlation. 1999.

## *Literaturverzeichnis*

- [Mal01] Rainer Malaka. Deep map - the multilingual tourist guide. 2001.
- [Mal03] Alex Malison. Benefits of handheld order taking systems in full service restaurants. 2003.
- [Mas04] Judith Masthoff. Group modeling: Selecting a sequence of television items to suit a group of viewers. 2004.
- [MKtH05] M. Modsching, R. Kramer, and K. ten Hagen. Field trial on gps accuracy in a medium size city: The influence of built-up. 2005.
- [MRBT03] A.J. May, T. Ross, S. H. Bayer, and M.J. Tarkiainen. Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. 2003.
- [MS07] A. Millonig and K. Schechtner. Developing landmark-based pedestrian navigation systems. 2007.
- [MW02] T. Matthews and S. Waterson. Webquilt and mobile devices. a web usability testing analysis tool for the mobile internet. 2002.
- [OO02] Michael J. O’Grady and Gregory M.P. O’Hare. Accessing cultural tourist information via a context-sensitive tourist guide. 2002.
- [OR94] R. Oppermann and H. Reiterer. Software-ergonomische evaluation. 1994.
- [O’R05] Tim O’Reilly. What is web 2.0 - design patterns and business models for the next generation of software. 2005.
- [PLM<sup>+</sup>01] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, Buckle P., and A. Zipf. Crumpe: Creation of user-friendly mobile services personalised for tourism. 2001.
- [Pos01] G. et al. Pospischil. Lol@: A umts location based service. 2001.
- [RDM04] Francesco Ricci and Fabio Del Missier. Supporting travel decision making through personalized recommendation. 2004.
- [RPH01] A. Roßnagel, A. Pfitzmann, and Garstka H. Modernisierung des datenschutzrechts. 2001.
- [RWZ05] Francesco Ricci, Karl Woeber, and Andreas Zins. Recommendations by collaborative browsing. 2005.
- [SBP03] Barbara Schmidt-Belz and Stefan Poslad. User validation of a mobile tourism service. 2003.
- [SH05] M. Schuler-Harms. Die kommerzielle nutzung statistischer persönlichkeitsprofile als herausforderung für den datenschutz. 2005.
- [SKKR01] Badrul Sarwar, George Karypis, Joseph Konstant, and John Reidl. Item-based collaborative filtering recommendation algorithmus. 2001.

## *Literaturverzeichnis*

- [SR03] N. Silva and J. Rocha. Semantic web complex ontology mapping. 2003.
- [ST03] W. Schweibenz and F. Thissen. Qualität im web. benutzerfreundliche web-seiten durch usability evaluation. 2003.
- [Sta01] Max Starkov. Wireless in travel und hospitality: Hype or necessity. 2001.
- [SW75] A. Siegel and S. White. The development of spatial representations of large-scale environments. 1975.
- [TC05] Paul Tennent and Matthew Chalmers. Recording and understanding mobile people and mobile technology. 2005.
- [TCM06] Paul Tennent, Matthew Chalmers, and Alistair Morrison. Replayer: Collaborative evaluation of mobile applications. 2006.
- [VSPK04] Mark Van Setten, Stanislav Pokraev, and Johan Koolwaaij. Context-aware recommendations in the mobile tourist application compass. 2004.
- [WML02] S. Waterson, T. Matthews, and J.A. Landay. In the lab and out in the wild: Remote web usability testing for mobile devices. 2002.

## **Anhang: Fragebogen für den Planer-Modus**

Lieber Besucher der Stadt Görlitz,

der vorliegende Fragebogen dient dazu, um von Ihnen eine **persönliche Einschätzung** Ihres Städtebesuchs in Görlitz zu erhalten. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht Ihnen der Besuch der Stadt gefallen hat, welche Informationsquellen Sie genutzt haben und wie sich in der Stadt zurecht gefunden haben.

Ziel dieser Befragung ist es, Qualitätsmängel aufzudecken und Verbesserungsvorschläge zu entwickeln, um zukünftigen Touristen die Orientierung in der Stadt zu erleichtern und höherwertige touristische Informationen zur Verfügung zu stellen.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden kann.

Füllen Sie den Fragebogen bitte vollständig aus. Beantworten Sie die Fragen spontan. Sind Sie sich bei der Beantwortung einer Frage nicht ganz sicher, entscheiden Sie sich für die Antwort, die am ehesten auf Sie zutrifft.

Für Ihre Mitarbeit möchten wir uns nach Rückgabe des Fragebogens mit einem kleinen Dankeschön bei Ihnen bedanken.

Vielen für Dank für Ihre aktive Hilfe!

**1. Sind Sie zum ersten Mal in Görlitz?**

- Ja
- Nein

**2. Den wievielten Tag sind Sie heute in Görlitz?** den \_\_\_\_\_ Tag

**3. Zu wievielt waren Sie heute in Görlitz unterwegs?** mit  
\_\_\_\_\_ Person(en)

**4. Welcher dieser Gruppen ordnen Sie sich zu?**

- Schüler/Lehrling/Student
- Berufstätig
- Nicht berufstätig
- Rentner

**5. Wie alt sind Sie?** \_\_\_\_\_ Jahre

**6. Geschlecht:**

- weiblich
- männlich

**7. Seit wie vielen Jahren benutzen Sie ...**

Handy seit \_\_\_\_\_ Jahre(n)

PC/Laptop seit \_\_\_\_\_ Jahre(n)

Taschencomputer (PDA, Palm) seit \_\_\_\_\_ Jahre(n)

**8. Wie viele Stunden pro Woche benutzen Sie ...**

Handy \_\_\_\_\_ Stunde(n)

PC/Laptop \_\_\_\_\_ Stunde(n)

Taschencomputer (PDA, Palm) \_\_\_\_\_ Stunde(n)

**9. Wie hoch schätzen Sie Ihre Erfahrung mit diesen Geräten ein:**

	sehr hoch	hoch	niedrig	sehr niedrig
Handy	..	..	..	..
PC/Laptop	..	..	..	..
Taschencomputer (PDA, Palm)	..	..	..	..

**10. Welche der folgenden Informationsquellen haben Sie am häufigsten bei Ihrem Rundgang in Görlitz genutzt? Bilden Sie bitte eine Rangreihe! Für die am häufigsten verwendete Informationsquelle notieren Sie bitte die Ziffer 1, für die am zweithäufigsten verwendete Informationsquelle die Ziffer 2 usw. ...**

___ Stadtführer (bei Teilnahme an Stadtführung)	.. gar nicht genutzt
___ Reiseführer (Taschenbuch)/Stadtplan	.. gar nicht genutzt
___ Elektronischer Stadtführer (DTG)	.. gar nicht genutzt
___ Informationstafeln	.. gar nicht genutzt
___ Bekannte/Verwandte	.. gar nicht genutzt

**11. Bewerten Sie bitte die folgenden Aussagen und kreuzen Sie entsprechend an!**

	Sehr oft	Oft	Gelegentlich	Selten	Sehr selten
Die gelieferten Informationen haben voll und ganz meinen Interessen entsprochen.	<input type="checkbox"/>				
Die Informationen waren inhaltlich klar und verständlich.	<input type="checkbox"/>				
Die Menge der Informationen zu den einzelnen Sehenswürdigkeiten war zu gering.	<input type="checkbox"/>				

**12. Welche der folgenden Punkte haben Ihnen an meisten zur Orientierung in der Stadt geholfen? Bitte kreuzen Sie die für Sie 3 wichtigsten Orientierungshilfen an!**

- Stadtplan/Faltplan
- Reiseführer (Taschenbuch)
- Stadtführer (bei Teilnahme an Stadtführung)
- Straßenschilder
- Elektronischer Stadtführer (DTG)
- Bekannte/Verwandte/Passanten
- Hinweisschilder/Wegweiser
- Markante Gebäude

**13. Bewerten Sie bitte die folgenden Aussagen und kreuzen Sie entsprechend an!**

	trifft	trifft	teils/teils	trifft	trifft gar
	völlig zu	ziemlich		wenig zu	nicht zu
		zu			
Es war schwierig sich in der Stadt zurecht zu finden.	<input type="checkbox"/>				
Mir war immer klar, wie ich von einem Punkt zum nächsten gelange.	<input type="checkbox"/>				
Ich habe alle geplanten Orte in der Stadt besucht.	<input type="checkbox"/>				
Ich wusste immer, wo ich mich gerade befinde.	<input type="checkbox"/>				

**14. Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Punkte bei einer Städtereise?**

	sehr wichtig	wichtig	teils/teils	weniger wichtig	überhaupt nicht wichtig
Nette Menschen kennen lernen	<input type="checkbox"/>				
Wissenserweiterung	<input type="checkbox"/>				
Lokale Küche probieren	<input type="checkbox"/>				

Neues	kennen	i	i	i	i	i
lernen/ausprobieren						
Optimale Nutzung meiner Zeit		i	i	i	i	i
Orte besuchen, über die man daheim erzählen kann		i	i	i	i	i

**15. Wie zufrieden sind Sie mit folgenden Punkten bei Ihrer Städtereise in  
Görlitz?**

	sehr zufrieden	zufrieden	teils/teils	wenig zufrieden	überhaupt nicht zufrieden
Nette Menschen kennen lernen	i	i	i	i	i
Wissenserweiterung		i	i	i	i
Lokale Küche probieren		i	i	i	i
Neues	kennen	i	i	i	i
lernen/ausprobieren					
Optimale Nutzung meiner Zeit		i	i	i	i
Orte besuchen, über die man daheim erzählen kann		i	i	i	i

**Vielen Dank für Ihre aktive Hilfe!**