

Agnieszka Lewandowska

**Kontextsensitive Dienste und
Informationen für mobile Teilnehmer**

Kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer

Von Agnieszka Lewandowska



Universitätsverlag Ilmenau
2010

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Diese Arbeit hat der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Ilmenau als Dissertation vorgelegen.

Tag der Einreichung: 16. November 2009

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Jochen Seitz
(Technische Universität Ilmenau)

2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Kai-Uwe Sattler
(Technische Universität Ilmenau)

3. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schröder
(Hochschule Heilbronn)

Tag der Verteidigung: 27. August 2010

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISBN 978-3-939473-88-6 (Druckausgabe)

urn:nbn:de:gbv:ilm1-2010000345

Titelfoto: photocase.com | AlexFlint

*Für meine lieben Eltern,
die mich bei meiner Reise durch das Leben
und Erfüllung meiner Träume
immer unterstützt haben.
Für meinen Freund Maik für die Liebe.*

DLA MOICH KOCHANYCH RODZICÓW,
KTÓRZY ZAWSZE WSPIERALI MNIE
W MOJEJ PODRÓŻY PRZEZ ŻYCIE
I REALIZACJI MOICH MARZEŃ.
DLA MOJEGO PRZYJACIELA MAIKA, ZA MIŁOŚĆ.

Kurzzusammenfassung

Die Kommunikation zwischen Menschen basiert auf Sprache (explizite Kommunikation) und auf unmittelbaren Informationen (implizite Kommunikation). Die Sprache allein bildet aber nur einen kleinen Teil nutzbarer Informationen. Viel mehr von Bedeutung sind die unmittelbaren Informationen, die während der Kommunikation auftreten (z. B. Körpersprache, Zeit, Ort, aktuelle Situation usw.). Diese Informationen werden als Kontextinformationen bezeichnet und beschreiben somit einen Kontext, innerhalb dessen die Kommunikation stattfindet. Die unbewusste Berücksichtigung der Situation während der Kommunikation und somit das grundsätzliche Verständnis von zusätzlichen Informationen kann vom Computer nicht automatisch umgesetzt werden. Deswegen ist die Interaktion zwischen Mensch und Computer weitaus schwieriger zu realisieren.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dieser Problematik. Sie konzentriert sich auf die Erfassung, Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen. Wenn ein Benutzer mobil ist, ändert sich sein Kontext sehr schnell. Diese Änderungen können für die Anpassung des Benutzerinterfaces, für die Bereitstellung relevanter Informationen und Dienste oder auch, um kontextsensitive Dienste anbieten zu können, verwendet werden. Um einen Überblick über zurzeit bestehende Möglichkeiten und Lösungen zu gewinnen, wurde eine Literaturrecherche über Informationssysteme für mobile Teilnehmer sowie erforderliche Begriffe (Kontext, Kontextinformation, kontextsensitive Dienste usw.) durchgeführt. Deren Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Bewertungskriterien für ein kontextsensitives System werden in der Arbeit vorgestellt.

Kernpunkt der Dissertation bildet die Architektur des Informationssystems SFINKS. Das System zeichnet sich dadurch aus, dass es seinen Benutzern individuell zugeschnittene Informationen und Dienste zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort bereitstellt. Die wissenschaftliche Neuerung besteht in der Konzipierung der Datenverarbeitungsprozesse, die eine optimale Informationsanpassung an einen mobilen Benutzer und seinen wechselnden Kontext ermöglichen. Das System wird nicht nur theoretisch entworfen, sondern auch praktisch umgesetzt. In der Arbeit ist die Beschreibung des Demonstrators und des Benutzerinterfaces enthalten.

Das Verifizieren der vorgestellten Architektur erfolgt im Demonstrator auf Basis unterschiedlicher Tests. Die Validierung wird mit Hilfe der folgenden Bewertungskriterien durchgeführt. Das System wird bezüglich der Unabhängigkeit von Endgeräten, Schnittstellen und Kommunikationstechnologien sowie der Erweiterbarkeit der Architektur und der Kontextsensitivität bewertet.

Abstract

Communication between people is based on language (explicit communication) and immediate information (implicit communication). However, the language alone determines only some small parts of useful information. Much more of importance is the immediate information, which appear during the communication (such as body language, time, place, current situation etc.). This information is called context information and describes the context in which communication takes place. The unconscious consideration of the situation during the communication and the fundamental understanding of additional information cannot automatically be detected by the computer. Therefore the interaction between a person and a computer is much more difficult to be realize.

This work focuses on this topic. It deals with recording, processing and adoption of context information. If a user is mobile, his context changes very fast. These changes can be used for the adaptation of user interfaces, for the delivery of relevant information and services as well for the offer of context-sensitive services. To gain knowledge of existing possibilities and solutions, a literature retrieval was carried out about information systems for mobile users and required terms (context, context information, context-sensitive services etc.). The results of the retrieval and the concerning evaluation criteria for a context-sensitive system are introduced in this dissertation.

The central point of the dissertation is the architecture of the information system SFINKS. The system is characterized by the fact, that it provides individual information and services anytime and anywhere to the users. The scientific innovations consists in the conception of the data processing, which realizes an optimal adaptation of information to a mobile user and his changing context. The system has not only been theoretically designed, but also practically built. The dissertation contains the description of the demonstrator and the user interfaces.

The validation of the introduced architecture is carried out in the demonstrator based on different tests. It is executed based on the following evaluation criteria. The system is evaluated regarding the independence of user terminals, interfaces and communication technologies, as well as the extendibility of architecture and context sensitivity.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	2
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Gliederung der Arbeit	3
2	Stand der Technik	5
2.1	Ähnlich gelagerte Projekten	6
2.1.1	Navigation für Fahrzeuge, Fahrradfahrer, Fußgänger - NAFFF	6
2.1.2	Resource Adaptive Localisation - REAL	7
2.1.3	Mobile Multimodal Modular Interaction - M3I	8
2.1.4	Local Location Assistant - LoL@	9
2.1.5	Deep Map	9
2.1.6	Creation of User-friendly Mobile Services Personalized for Tourism - CRUMPET	10
2.1.7	Intelligent Mobility Agent for complex Geographical Environ- ments - IMAGE	11
2.2	Projekte für Benutzer mit besonderen Anforderungen	12
2.2.1	Behindertengerechter Touristischer Informationsassistent - BETINA	12
2.2.2	Mobility of Blind and Elderly People Interacting with Com- puters - MoBIC	13
2.2.3	Drishti	14
2.2.4	Brunel Navigation System	14
2.2.5	International Society for Augmentative & Alternative Com- munication - ISAAC	15
2.3	Gegenüberstellung der Projekte	16
2.4	Kapitelzusammenfassung	17

3	Genereller Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer	19
3.1	Einordnung der Informationssysteme	19
3.2	Vergleich der Informationssystemgruppen	21
3.3	Bestandteile des Client-Server-Modells	23
3.4	Mobile Endgeräte	24
3.4.1	Allgemeine Klassifikation	24
3.4.2	Geräte zur Sprachkommunikation	26
3.4.3	Digitale Assistenten	27
3.4.4	Geräte zur Datenkommunikation	28
3.4.5	Benutzerschnittstelle	29
3.5	Mobilkommunikation	31
3.5.1	Mobilfunknetze	32
3.5.2	Andere drahtlose Netze	33
3.6	Lokalisierungsverfahren	34
3.6.1	Mobilfunknetzbasierende Lokalisierung	36
3.6.2	Satellitenbasierte Lokalisierung	38
3.6.3	Sensorenbasierte Lokalisierung	39
3.6.4	Lokalisierung mit drahtlosen lokalen Kommunikationstechnologien	41
3.7	Dienste	42
3.8	Bewertungskriterien	44
3.9	Kapitelzusammenfassung	47
4	Kontext	49
4.1	Definition des Kontextes	49
4.2	Kontextinformationen	51
4.3	Klassifikation der Kontextinformationen	52
4.4	Kontextsensitivität	54
4.5	Kontextsensitive Dienste	55
4.6	Kapitelzusammenfassung	56

5	Architektur für die Verarbeitung der Kontextinformationen	57
5.1	Überblick über die Architektur von SFINKS	58
5.2	Erfassen der Kontextinformationen	59
5.2.1	Direkte Kontexterfassung	60
5.2.2	Indirekte Kontexterfassung	60
5.2.3	Kontexterfassung mit Hilfe von Sensoren	61
5.2.4	Optimale Kontexterfassung	62
5.2.5	Eigenschaften der Kontextinformationen	62
5.3	Übertragung der Kontextinformationen	64
5.4	Auswerten der Kontextinformationen	66
5.4.1	Speicherung der Kontextinformationen	66
5.4.2	Benutzerprofil	68
5.5	Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen	70
5.5.1	Beobachtungsprozess	70
5.5.2	Suchprozess	71
5.5.3	Adaptierende Prozesse	72
5.5.4	Priorisierungsprozess	73
5.5.5	Vorgehen beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinfor- mationen	73
5.6	Kapitelzusammenfassung	74
6	Konzept der Datenverarbeitungsprozesse	76
6.1	Beobachtungsprozess	76
6.1.1	Überblick	76
6.1.2	Beobachtung von Benutzeranfragen	77
6.1.3	Beobachtung von Kontextinformationen	79
6.1.4	Beobachtung von Einträgen aus den lokalen Quellen	80
6.1.5	Beobachtung von Einträgen aus den externen Quellen	81
6.1.6	Zusammenfassung	82
6.2	Suchprozess	82
6.2.1	Überblick	82
6.2.2	Formulierung einer Suchanfrage	83
6.2.3	Lokale Suche	84

6.2.3.1	Abbildung von Datenbanken	84
6.2.3.2	UND-Suche	84
6.2.3.3	ODER-Suche	85
6.2.4	Externe Suche	85
6.2.4.1	Webseitensuche	85
6.2.4.2	Externe Datenbanksuche	86
6.2.4.3	Schnittstelle für externe Quellen	86
6.2.5	Zusammenfassung	87
6.3	Selektionsprozess	88
6.3.1	Überblick	88
6.3.2	Einordnung von Informationen	89
6.3.3	Funktionsweise des Selektionsfilters	90
6.3.4	Selektion nach Zeit	90
6.3.5	Selektion nach Ort	91
6.3.6	Selektion nach Interesse	91
6.3.7	Selektion nach Kategorie	92
6.3.8	Zusammenfassung	92
6.4	Personalisierungsprozess	93
6.4.1	Überblick	93
6.4.2	Bestimmung der belegten Zeiten	94
6.4.3	Bestimmung der freien Zeiten	96
6.4.3.1	Verwendung von belegten Zeiten	96
6.4.3.2	Ergänzung um zugehörige Orte	98
6.4.3.3	Korrektur bezogen auf die aktuelle Zeit	99
6.4.3.4	Berücksichtigung der Benutzeranfragezeit	100
6.4.4	Personalisierung nach Zeit	101
6.4.4.1	Anpassung von Öffnungszeiten	101
6.4.4.2	Anpassung von Begrenzungszeiten	103
6.4.5	Personalisierung nach Ort	105
6.4.6	Zusammenfassung	105
6.5	Priorisierungsprozess	106
6.5.1	Überblick	106

6.5.2	Notmeldungen	107
6.5.3	Änderungsmeldungen	107
6.5.4	Termine	108
6.5.5	Suchergebnisse	108
6.5.5.1	Ausgaben aufgrund einer Benutzeranfrage	109
6.5.5.2	Ausgaben aufgrund einer Suchmeldung	110
6.5.6	Zusammenfassung	114
6.6	Abgrenzung zu anderen Systemen	114
6.7	Kapitelzusammenfassung	116
7	Realisierung	117
7.1	Verwendete Technologien	117
7.2	Datenbanken	118
7.2.1	Benutzerdatenbank	118
7.2.2	Allgemeine Datenbankstruktur für die Quellen	119
7.2.3	Ausgabedatenbank	121
7.3	Demonstrator	122
7.3.1	Benutzerinformationen	123
7.3.2	Profile	124
7.3.3	Sensordaten	126
7.3.4	Datenverarbeitungsprozesse	126
7.3.4.1	Beobachtungsprozess	128
7.3.4.2	Suchprozess	133
7.3.4.3	Selektionsprozess	135
7.3.4.4	Personalisierungsprozess	137
7.3.4.5	Priorisierungsprozess	138
7.4	Benutzerinterface	140
7.4.1	Anmeldung	140
7.4.2	Informationen über einen Benutzer	141
7.4.3	Dienste	142
7.5	Sicherheitsaspekte	143
7.5.1	Betriebssystem und Server	144
7.5.2	Verwendete Software	144

7.5.3	Webapplikation	144
7.5.4	Datenbank	146
7.5.5	Datenschutz	146
7.6	Kapitelzusammenfassung	147
8	Validierung	149
8.1	Überblick über den Testaufbau	149
8.2	Unabhängigkeit von Endgeräten	150
8.3	Unabhängigkeit von Schnittstellen	151
8.4	Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien	152
8.5	Erweiterbarkeit der Architektur	154
8.6	Kontextsensitivität	155
8.6.1	Benutzeranfrage	156
8.6.1.1	Suche infolge einer Benutzeranfrage (Test 1.1)	156
8.6.1.2	Weitere Suchergebnisse zur Benutzeranfrage (Test 1.2)	160
8.6.1.3	Abgebrochene Verbindung (Test 1.3)	161
8.6.2	Erweiterung des Benutzerprofils	163
8.6.2.1	Langfristige Beobachtung (Test 2.1)	163
8.6.2.2	Kurzfristige Beobachtung (Test 2.2)	166
8.6.3	Bestimmung und Aktualisierung der Sendezeit	168
8.6.4	Suchmeldung	172
8.6.4.1	Suche infolge einer Suchmeldung (Test 4.1)	172
8.6.4.2	Weitere Suchergebnisse zur Suchmeldung (Test 4.2)	174
8.6.4.3	Abgebrochene Verbindung (Test 4.3)	175
8.6.4.4	Änderungen im Benutzerprofil (Test 4.4)	176
8.6.5	Quantitative Untersuchung der Suchergebnisse	177
8.6.6	Änderungsmeldung	185
8.6.7	Notmeldung	188
8.6.8	Wartezeit	189
8.6.9	Aktualität der Informationen	190
8.7	Erfahrungen aus der Validierung	191
9	Zusammenfassung	194

A	Ausgewählte Informationen aus den Datenbanken	197
B	Suchergebnisse für den Test 1.2	200
C	Suchergebnisse für den Test 1.3	202
D	Suchergebnisse für den Test 4.1	205
E	Suchergebnisse für den Test 4.2	206
F	Suchergebnisse für den Test 4.3	208
G	Suchergebnisse für den Test 4.4	213
	Abkürzungsverzeichnis	215
	Abbildungsverzeichnis	219
	Tabellenverzeichnis	222
	Literatur	224

1. Einleitung

Kontextsensitive Dienste gewinnen immer mehr an Bedeutung, weil diese eine optimale Anpassung der Informationen und Dienste an einen Benutzer und seinen wechselnden Kontext ermöglichen. Die Kommunikation zwischen Menschen basiert auf Sprache und auf unmittelbaren Informationen. Mit der Sprache wird nur ein kleiner Teil der Informationen übertragen. Den größeren Teil des Informationsaustauschs bilden dagegen die unmittelbaren Informationen, die während der Kommunikation auftreten und für die Kommunikationspartner von der Bedeutung sind. Zu diesen gehören beispielsweise Mimik, Gestik, Körpersprache, Beziehungen der an der Kommunikation beteiligten Personen zueinander [DSFA99], aber auch Zeit, Aufenthaltsort, Anwesenheit von anderen Menschen und Objekten usw. Diese Informationen werden als Kontextinformationen bezeichnet und beschreiben somit einen Kontext, innerhalb dessen die Kommunikation zwischen den Menschen stattfindet. Die Kommunikationspartner sind in der Lage, sich zu jeder Zeit an neue Situationen oder ein wechselndes Umfeld und somit an den aktuellen Kontext anzupassen. Die unbewusste Berücksichtigung der Situation bei der Kommunikation von Menschen ist ein großer Vorteil gegenüber dem Informationsaustausch zwischen Mensch und Computer. Dieses grundsätzliche Verständnis von zusätzlichen Informationen kann vom Computer allerdings nicht automatisch wahrgenommen werden. Deswegen ist die Interaktion zwischen Mensch und Computer weitaus schwieriger. Um sich an die wechselnde Situation (Kontext) anpassen zu können, muss ein solches System typische Eigenschaften der jeweiligen Situation (Kontextinformationen) erkennen. Allerdings ist es nicht möglich, einen Kontext vollständig zu beschreiben, weil dieser sich aus einer Menge von Informationen zusammensetzt, die z. B. unterschiedlich interpretiert und nie vollständig erfasst werden können bzw. nur innerhalb eines bestimmten Zeitraumes von der Bedeutung sind. Da aber genau diese Informationen eine bedeutende Rolle bei der Kommunikation spielen, konzentriert sich die Forschung auf die Erfassung, Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen, um dadurch dem Benutzer entsprechende Dienste zur Verfügung stellen zu können. Die vorliegende Dissertation präsentiert die Architektur eines Informationssystems, das kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer liefert. Die folgenden Abschnitte zeigen, welche Anforderungen zur Entwicklung dieses Systems

geführt haben, welche Ziele dabei in Angriff genommen wurden und wie die Arbeit gegliedert ist.

1.1 Motivation

Im Juli 2003 wurde das Projekt TAS (*Touristisches Assistenzsystem für barrierefreie Urlaubs, Freizeit und Bildungsaktivitäten*) gestartet. Das Projekt wurde innerhalb der Förderinitiative InnoRegio „Entwicklung einer barrierefreien Modellregion für integrativen Tourismus in Thüringen“ durchgeführt. An diesem Projekt haben verschiedene Fachgebiete der TU Ilmenau und die Ilmenauer Firma SEI (*Systems Engineering Ilmenau*) gearbeitet. Das Projekt wurde vom *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) finanziert [Luth04].

Ziel des Projektes war die Entwicklung eines barrierefreien Assistenzsystems, das einen Zugang zu den bereitgestellten Tourismusangeboten in der Region ermöglicht. Der Zugang sollte Menschen ohne und mit Handicap und somit allen Benutzergruppen ermöglicht werden. Dabei sollten neuartige Kommunikations- und Informationstechniken, Systeme zur Unterstützung der Mensch-Computer-Kommunikation sowie zur Steuerung, Überwachung und Informationsaufbereitung für die Benutzer des Systems verknüpft werden.

Das Fachgebiet Kommunikationsnetze hat bis Ende des Jahres 2005 an diesem Projekt mitgearbeitet. In dieser Zeit wurden unter anderem Recherchen und erste Skizzen der in dieser Dissertation vorgestellten Architektur des Systems fertiggestellt, die als eine Grundlage für weitere Forschungen am Fachgebiet gedient haben. Allerdings konzentrierten sich die wissenschaftlichen Untersuchungen im Gegensatz zum Projekt TAS allgemein auf kontextsensitive Dienste, weil nur damit einem mobilen Benutzer Informationen und Dienste geliefert werden können, die optimal an ihn angepasst sind. Bisherige Projekte können nicht alle an ein Informationssystem gestellten Anforderungen erfüllen. Dies betrifft insbesondere die Bereitstellung von Informationen und Diensten, die an den jeweiligen Benutzer angepasst werden sollen. Deswegen wurde im Rahmen dieser Dissertation ein *flexibles System für Informationen in kontextsensitiven Telekommunikationsdiensten* (SFINKS) entwickelt, das kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer bereitstellt.

1.2 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll eine Architektur für eine kontextabhängige Diensterbringung entwickelt werden. Um festzustellen, welche Forschungen auf diesem Gebiet durchgeführt werden, ist eine Recherche über den Stand der Technik notwendig. Im Anschluss daran sollen einzelne Bestandteile, die beim Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer verwendet werden können, bestimmt und beschrieben werden. Da dabei der Begriff Kontext eine große Rolle spielt, soll definiert werden, was unter diesem Begriff zu verstehen ist, was beim Aufbau eines kontextsensitiven Systems beachtet werden muss und welche Bedingungen dabei erfüllt werden sollen.

Basierend auf diesen Informationen wird dann eine entsprechende Architektur konzipiert. Diese soll einem Benutzer relevante Informationen und Dienste unter Berücksichtigung seines aktuellen Kontextes (Zeit, Lokalisierung, Benutzerpräferenzen, Geräte- und Kommunikationstechnik etc.) zur Verfügung stellen. Um die Aktualität

der angebotenen Dienste zu sichern, ist eine Lösung mit einem zentralen Server zu erwägen. Die Dienstleistung soll auf mobile Benutzer orientiert werden. Sie soll aber nicht von den verwendeten Endgeräten, Kommunikationstechniken, Lokalisierungsverfahren usw. abhängig sein. Das System soll sämtliche für den Anwendungsfall formulierten Anforderungen erfüllen. Um aber auch andere Einsatzvoraussetzungen bedienen zu können, soll es gleichzeitig modular, flexibel und lernfähig sein. Für die Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen sind entsprechende Prozesse zu spezifizieren. Die auf den Kontext angepassten Informationen bzw. Dienste müssen gesucht, verarbeitet und aufgerufen werden, ohne dass der Benutzer mit Informationen überfordert wird.

Das kontextsensitive System soll nicht nur theoretisch konzipiert, sondern auch praktisch realisiert werden. Um die konzipierten Prozesse untersuchen zu können, ist ein Demonstrator aufzubauen. Während des Tests sollen mögliche Schwächen der Architektur aufgedeckt und beseitigt werden.

Mit dem System soll allen Benutzern ein uneingeschränkter Zugang zu reichhaltigen Angeboten ermöglicht werden. Für Personen mit Handicap bzw. Senioren sollen darüber hinaus Sicherheitsfunktionen, die eine automatische Notruf Funktion beinhalten, sowie die Überwachung wichtiger physiologischer Parameter gewährleisten, eingebaut werden.

1.3 Gliederung der Arbeit

Aus der Zielsetzung ergibt sich folgende Gliederung der Arbeit. In Kapitel 2 werden die Ergebnisse der Literaturrecherche über Informationssysteme für mobile Teilnehmer vorgestellt, um einen Überblick über zurzeit bestehende Möglichkeiten und Lösungen zu vermitteln.

Kapitel 3 gibt dagegen einen Überblick über einen generellen Aufbau eines Informationssystems. Daraus ergeben sich Bewertungskriterien, die von einem solchen System erfüllt werden müssen. Diese Kriterien werden bei der Konzeption des kontextsensitiven Informationssystems für mobile Benutzer berücksichtigt.

In Kapitel 4 wird untersucht, was in der Literatur unter den erforderlichen Begriffen wie Kontext, Kontextinformation, Kontexttyp, Kontextsensitivität, kontextsensitive Dienste usw. verstanden wird.

Die Architektur des Systems wird in Kapitel 5 vorgestellt. Es werden dabei alle Teile, die für ein kontextsensitives Informationssystem für mobile Teilnehmer nötig sind, erläutert. Es werden die Erfassung, die Übertragung, die Verarbeitung sowie die Anwendung der Kontextinformationen innerhalb des Systems kurz beschrieben.

Kapitel 6 befasst sich dann näher mit den Datenverarbeitungsprozessen des Systems. Zu diesen Prozessen gehören der Beobachtungs-, der Such-, der Selektions-, der Personalisierungs- sowie der Priorisierungsprozess. Sie bilden einen innovativen Vorschlag für die Verarbeitung und Anwendung von Kontextinformationen. Deshalb wird deren Konzept genauer vorgestellt.

Die praktische Umsetzung des gesamten Systems wird dagegen in Kapitel 7 dargestellt. Es erfolgt die Beschreibung der verwendeten Technologien und der umgesetzten Datenbankstrukturen. Daran schließt sich ein Einblick in die Realisierung des

Demonstrators und des Benutzerinterfaces an. Außerdem wird auf Sicherheitsaspekte, die das System betreffen, eingegangen.

In Kapitel 8 folgt die Validierung des Systems. Mit Hilfe der in Kapitel 3 dargestellten Kriterien wird das System bezüglich der Unabhängigkeit von Endgeräten, Schnittstellen und Kommunikationstechnologien sowie der Erweiterbarkeit der Architektur und der Kontextsensitivität bewertet.

Abschließend fasst Kapitel 9 die wichtigsten Punkte dieser Arbeit zusammen. Es wird dabei auf einige weiterführende Aspekte zukünftiger Forschungs- und Entwicklungsarbeiten eingegangen.

2. Stand der Technik

Seit einiger Zeit gibt es ein immer größeres Interesse an Informationssystemen, die einen Benutzer zu jeder Zeit und an jedem Ort mit Informationen und Diensten versorgen. Damit die Benutzer auf solche Informationen zugreifen können, benötigen sie mobile Endgeräte. Handys, PDAs (*Personal Digital Assistants*) oder Netbooks gehören schon fast zum Alltagsleben. Diese Geräte dienen nicht mehr nur als Hilfsmittel zur Kommunikation, um Daten o.ä. auszutauschen. Sie besitzen heutzutage vielfältige Fähigkeiten (z. B. Navigation), die ständig weiter ausgebaut werden. Die Benutzer erwarten, dass ihnen die Geräte beispielsweise sagen, wo sie sich gerade befinden, wie sie weiter gehen sollen, um ihren Zielort zu erreichen, oder was für Angebote in ihrer Nähe für sie interessant sein könnten. Diese neuen Möglichkeiten sollen nicht mehr auf eine bestimmte Gruppe wie Geschäftsleute oder Militär begrenzt sein. Vielmehr ist es wichtig, dass diese Geräte auch für Personen mit verschiedensten Behinderungen geeignet sind. Dadurch werden an solche Systeme sehr hohe Anforderungen gestellt.

Die Entwicklung eines unbegrenzten Zugangs zu den Tourismusangeboten aus der Region für alle Benutzergruppen war beispielsweise ein Ziel des Projektes TAS, in dessen Rahmen die Arbeiten zu dieser Dissertation begannen. Um sich einen Überblick über die zurzeit bestehenden Möglichkeiten und Lösungen zu verschaffen, wurde eine Literaturrecherche über Informationssysteme für mobile Benutzer ohne und mit Handicap durchgeführt. Die Auswahl der Systeme erfolgte bereits im Projekt TAS und wurde dann am Fachgebiet Kommunikationsnetze weiter bearbeitet. Die Ergebnisse der Recherche werden in diesem Kapitel vorgestellt. Die Klassifikation der Projekte sowie die Beschreibung des generellen Aufbaus eines Informationssystems für mobile Benutzer erfolgen allerdings erst im nächsten Kapitel.

Kapitel 2 stellt somit führende aktuelle Forschungen in Richtung Informationssysteme für mobile Benutzer und Projekte für Personen mit besonderen Anforderungen dar. Für jedes Projekt werden kurz die einzelnen Komponenten des jeweiligen Systems sowie die Funktionen zur Lokalisierung und zur Navigation, als auch die Kommunikation zwischen einem mobilen Endgerät und einem System beschrieben. Zu beachten ist hierbei, dass sich um Projekte handelt, die meistens Prototypen sind und noch nicht praktisch genutzt werden.

2.1 Ähnlich gelagerte Projekten

Zurzeit begegnet man einer Reihe technologischer Entwicklungen, die den Menschen helfen, sich in ihrer Umgebung zurechtzufinden. Mobilfunk- und Datendienste wie GSM (*Global System for Mobile Communication*) sowie globale Satellitensysteme zur Positionsbestimmung wie GPS (*Global Positioning System*) bieten schon jetzt die Möglichkeit, den Standort einzelner Personen zu bestimmen und Informationen zu übertragen.

Im Ergebnis der durchgeführten Recherche im Bereich der Informationstechnologien konnte festgestellt werden, dass zwar eine große Anzahl von Projekten existiert, die sich jedoch nur auf einzelne Dienste für Benutzer konzentrieren. In diesem Abschnitt werden einige Projekte, die sich insbesondere mit der Bereitstellung von Informationen und Diensten für den mobilen Benutzer beschäftigen, vorgestellt. Zu den im Rahmen des Projektes TAS ausgewählten Projekten gehören:

- **NAFFF** (*Navigation für Fahrzeuge, Fahrradfahrer, Fußgänger*),
- **REAL** (*Resource Adaptive Localisation*) mit zwei Teilsystemen **ARREAL** (*Augmented Reality REAL*) und **IRREAL** (*Infrared REAL*),
- **M3I** (*Mobile Multimodal Modular Interaction*),
- **LoL@** (*Local Location Assistant*),
- **Deep Map**,
- **CRUMPET** (*Creation of User-friendly Mobile Services Personalized for Tourism*),
- **IMAGE** (*Intelligent Mobility Agent for Complex Geographical Environments*).

2.1.1 Navigation für Fahrzeuge, Fahrradfahrer, Fußgänger - NAFFF

Das Projekt NAFFF [Bosc03] wurde vom BMBF gefördert. Der Hauptauftragnehmer war die Firma Bosch GmbH aus Deutschland. Das Ziel dieses Projektes war die Integration von Navigationssystemen aus verschiedenen Anwendungsbereichen z. B. Autos, Fahrräder und Fußgänger. Die On-Board-Unit des Fahrzeugnavigationssystems stellt eine große Auswahl digitaler Karten zur Verfügung, die auf den PDA übertragen werden können. Die Landkarten enthalten PoIs (*Points of Interest*), zu denen der Benutzer weitere Informationen abrufen kann. Der aktuelle Standort des Benutzers wird kontinuierlich durch GPS bestimmt und auf einer Karte dargestellt. Eine Anfrage nach Kartenmaterial an den Kartenserver erfolgt in Abhängigkeit von der aktuellen Position des mobilen Benutzers. Der Server sendet daraufhin eine Liste mit den zur Verfügung stehenden Landkarten an den PDA. Zur Auswahl stehen Straßen-, Fahrrad- und Fußgängerkarten. Der Benutzer wählt eine entsprechende Karte aus, die dann vom System über Bluetooth an den PDA übertragen wird.

2.1.2 Resource Adaptive Localisation - REAL

Das Projekt REAL [BaKW02] wurde an der Universität in Saarbrücken entwickelt. Das System verbindet die Navigation im Freien und im Gebäude. Es reagiert adaptiv auf wechselnde Benutzersituationen und passt sich an den Benutzerkontext an. Das Projekt REAL unterteilt sich in ARREAL und IRREAL.

ARREAL

Das Teilsystem ARREAL [BaKW02][Müll02] unterstützt die Navigation mittels GPS im Freien. Das System besteht aus einem Laptop mit einem GPS-Empfänger, der in einem kleinen Rucksack getragen wird, einem Headset, das sich aus einem an einer Brille befestigten Mini-Monitor (*Clip-on-Display*) und einem Mikrofon zur Sprachsteuerung zusammensetzt, und einer speziell entwickelten Zweiknopf-Bedienungseinheit mit einem Kompass.

ARREAL ermöglicht dem Benutzer, ein digitales Modell einer Stadt von einer CD auf einen Rechner zu laden. Die Karte wird über ein Clip-on-Display in einer Brille angezeigt. Mit Hilfe von GPS ermittelt das System die Position des Benutzers. Darüber hinaus kann es dessen Standort auf einer Karte visualisieren und den aktuellen Weg anzeigen. Dazu unterstützt das System verschiedene Perspektiven der Visualisierung (*birds-eye, ego-centric-perspective*) und verschiedene Detailstufen. Das System unterstützt außerdem Anfragen zu Gebäuden in der unmittelbaren Umgebung des Benutzers. Zu diesem Zweck wird eine Bedienungseinheit mit einem Kompass verwendet, die auch bei der Orientierung in der Umgebung hilft. Diese wird als 3D-Anzeiger genutzt. Um zusätzliche Informationen zu Gebäuden abzurufen, reicht es, wenn der Benutzer mit der Bedienungseinheit auf ein Gebäude zeigt. Es kann auch ein Ziel ausgewählt werden. ARREAL leitet den Benutzer mittels Richtungspfeilen und Sprachausgabe. Das System kann mit Hilfe der Positionsbestimmung die Geschwindigkeit des Benutzers messen und sowohl die Navigation als auch die Art und Menge der präsentierten Informationen automatisch anpassen.

IRREAL

Das Teilsystem IRREAL [BuBK00][Butz00][BBKL01] unterstützt die Navigation mittels Infrarotsender innerhalb eines Gebäudes. Das System besteht aus einem Präsentationsserver, mehreren Infrarotsendern, die von einem Linux-Server aus gesteuert werden, und mehreren PDAs. IRREAL kann einen Benutzer mit Hilfe verschiedener grafischer Präsentationen durch ein Gebäude führen. Das wird durch einen Präsentationsserver und mit Hilfe eines Endgeräts möglich.

Der Präsentationsserver wird fest in einem Infopoint installiert und dient als ein Informationsstand. Auf ihm ist ein detailliertes 3D-Modell des Gebäudes abgespeichert. Das Modell ist die Basis für die grafische Darstellung auf verschiedenen Endgeräten (PDA, Laptop). Am Infopoint besteht die Möglichkeit, direkt auf dem Server auf Informationen über bestimmte Wegpunkte oder Wege im Gebäude zuzugreifen. Diese können durch einen virtuellen Führer unterstützt werden. An strategisch wichtigen Stellen innerhalb des Gebäudes sind Infrarotsender platziert. Jeder Sender erhält von einem Linux-Server die Daten über seine Umgebung. Die Infrarotsender übertragen die Daten mittels Broadcast zu den Endgeräten (z. B. PDAs). Die Informationen werden nur in eine Richtung gesendet, deshalb ist die Kommunikation zwischen PDA

und Infrarotsendern unidirektional. Aus diesem Grund sind die einzelnen Benutzer innerhalb eines Gebäudes nicht lokalisierbar, was einen gewissen Datenschutz gewährt. Ihre Richtung und Position kann durch die Software auf dem PDA anhand des kommunizierenden Infrarotsenders bestimmt werden.

Über das Display des Endgerätes werden die empfangenen Informationen angezeigt. Dabei handelt es sich um einfache grafische Darstellungen und Text zur Angabe der Richtung oder der Position des Benutzers. Der Informationsfluss wird dem Tempo des Benutzers angepasst. Ihm werden Informationen mit einer hohen Priorität immer zuerst gesendet (z. B. der Pfeil, der die Richtung der Bewegung zeigt). Je länger sich der Benutzer in einem Strahlungsbereich eines Infrarotsenders aufhält, desto detaillierter werden die ihm zugestellten Informationen über seine Umgebung.

2.1.3 Mobile Multimodal Modular Interaction - M3I

Das Projekt M3I [WaSK03b] wurde vom DFKI (*Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*) Saarbrücken in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl von Prof. Wahlster aus der Universität des Saarlandes entwickelt. Die M3I-Plattform ist ein Fußgängernavigationssystem, das mit dem Ziel, eine Indoor- (*innerhalb eines Gebäudes*) und Outdoor- (*im Freien*) Navigation zu unterstützen, entwickelt wurde. Dabei werden Kombinationen verschiedener Arten von Nutzereingaben und Präsentationsaufgaben sowie verschiedene Präsentations- und Interaktionstechniken verwendet.

Das System benötigt einen PDA als mobiles Endgerät sowie einen Navigationsserver. Der PDA besitzt ein eingebautes IrDA-Interface (IrDA, *Infrared Data Association*), damit er Signale von Infrarot-Baken empfangen kann, und ein Bluetooth-Interface zur Verbindung mit einem GSM- oder UMTS- (*Universal Mobile Telecommunications System*) Handy bzw. einem GPS-Empfänger. Die M3I-Plattform kombiniert 2D/3D-Grafik mit synthetischer Sprachausgabe. Die Benutzereingabe erfolgt durch Sprach- und Gestikerkennung. Sie kann aber auch Objekte auf dem Display des PDAs oder der realen Umgebung mit Hilfe eines magnetischen Kompasses beinhalten [WaSK03c].

Ein GIS (*Geographic Information System*) auf dem Navigationsserver generiert die graphische und textbasierte Beschreibung einer bestimmten Route. Alle zur Präsentation benötigten Informationen werden in einer XML-Datei (XML, *eXtensible Markup Language*) gesammelt und zu den Komponenten der M3I-Plattform geschickt [KBMS⁺04]. Das Endgerät kommuniziert mit dem Server via HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) mittels WLAN (*Wireless Local Area Network*), Bluetooth oder USB (*Universal Serial Bus*) [WaSK03b]. Das System erlaubt dem Benutzer, vordefinierte Routen aus dem Internet auf den PDA herunterzuladen. Der Navigationsmodus führt den Benutzer mit Hilfe einer Kombination von Sprach- und Grafikausgabe vom Start zum Ziel. Es besteht die Möglichkeit, die Karte zu drehen und deren Größe zu verändern. Sie kann, ähnlich wie im ARREAL, aus der Vogel- oder aus der Benutzerperspektive betrachtet werden [WOHB⁺03]. Die Positionsbestimmung erfolgt durch einen GPS-Empfänger, der auch Informationen über Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung zulässt. Er wird verwendet, um den Benutzer außerhalb von Gebäuden zu lokalisieren. Ein Kompass gibt die Information über die momentane Blickrichtung an und unterstützt die Auswertung von Benutzergesten. Innerhalb von Gebäuden werden Infrarot-Baken oder funkzellenbasierte Techniken zur Benutzerlokalisierung verwendet [WaSK03a].

2.1.4 Local Location Assistant - LoL@

Das Projekt LoL@ [Lech03][GaUh01] wurde vom *Forschungszentrum Telekommunikation Wien* (FTW) und der Technischen Universität Wien entwickelt. LoL@ ist ein kartographisches LBS (*Location Based System*). Der Prototyp bietet einen auf UMTS basierten mobilen multimedialen Touristenführer an. Er liefert dem Benutzer abhängig von seiner Position angepasste Kartenausschnitte, kartenbasierte Routenfunktionen und multimediale Informationen über PoIs [UhLe02]. Die Architektur des Systems ist in drei Bereiche unterteilt: Domäne des Benutzerendgeräts, Domäne des Servers, Domäne des Mobilfunknetzes [PoKK01].

Das Benutzerendgerät hat einen Farbbildschirm als graphisches Interface sowie Audioein- und -ausgänge für Spracherkennung und Sprachsynthese. Das Endgerät besitzt auch einen GPS- und einen GSM-Empfänger [AKMP⁺02].

Die Domäne des Servers ist in zwei weitere Bereiche unterteilt: Domäne des Diensteanbieters und Domäne des Netzbetreibers. Der Diensteanbieter stellt die Daten (z. B. über Sehenswürdigkeiten) und Services zur Verfügung. Die Domäne des Netzbetreibers umfasst Funktionen des Netzwerks (z. B. Multimedia Call Control, Positionsbestimmung) [LoL@02]. Die Domäne des Mobilfunknetzes stellt die Verbindung zwischen dem Benutzerendgerät und dem Diensteanbieter her. Die Verbindung erfolgt über UMTS oder GPRS (*General Packet Radio Service*). Der Zugang des Benutzerendgeräts zum Internet ist über UMTS oder WLAN möglich [Uhli01].

LoL@ kann die Position des Benutzers bestimmen und ihn über ausgewählte Routen zu verschiedenen Sehenswürdigkeiten führen. Die Lokalisierung des Benutzers erfolgt mit Hilfe von GPS-Koordinaten und der aktuell von ihm genutzten GSM-Zelle. Der Benutzer kann auch zusätzlich den entsprechenden Straßennamen über das Menü angeben. Sein Standort wird auf der Karte angezeigt. Die Routenfunktionalität wird in zwei Varianten unterteilt: Routing von einer beliebigen Position zu einem ausgewählten PoI und Routing entlang der vorgegebenen Strecke von einem PoI zum nächsten [LoL@02]. Die Anzeige erfolgt durch einen Pfeil auf der Karte. Zusätzlich werden Wegbeschreibungen, Orientierungshilfen und multimediale Inhalte mit Hilfe von Audio, Bilder oder Videosequenzen ausgegeben. Die Karten werden als interaktives Dialogfenster auf den mobilen Endgeräten (PDA's, Mobiltelefone) dargestellt. Auf dem Display kann die Karte in zwei verschiedenen Maßstäben als Übersichtskarte (ca. 1:25000) oder als Detailkarte (ca. 1:7500) dargestellt werden. Die Übersichtskarte stellt die komplette Route dar. Auf der Karte werden bedeutende Sehenswürdigkeiten als PoIs dargestellt. Die Detailkarte bietet einen scrollbaren Ausschnitt der Karte mit den jeweiligen PoIs. Die Karte ist interaktiv nutzbar und ermöglicht den Abruf einer großen Anzahl von multimedialen Informationen. Die Detailkarte zeigt zudem auch die aktuelle Position des Benutzers an [BFKLP01].

2.1.5 Deep Map

Das Projekt Deep Map [ZiMa99][ZCHM00] wurde durch das *European Media Laboratory* (EML) in Zusammenarbeit mit dem Geographischen Institut der Universität Heidelberg realisiert. Deep Map ist ein Touristeninformationssystem für die Stadt Heidelberg. Ziel des Projektes war, ein Computersystem zu entwickeln, das es dem Benutzer sowohl erleichtert, sich in einer Stadt zu orientieren, als auch durch virtuelle Datenwelten in Raum und Zeit zu reisen. Die Routenvorschläge können über eine

stationäre oder mobile Version von Deep Map realisiert werden. Mit der stationären Version kann sich ein Benutzer von zu Hause aus auf eine Tour vorbereiten. Dazu steht ihm eine Webschnittstelle zur Verfügung. Über das Web-GUI (GUI, *Graphical User Interface*) wird die Möglichkeit geboten, gesuchte Lokalitäten (z. B. Sehenswürdigkeiten, Hotels, Restaurants) zu finden und den Weg dorthin anzuzeigen. Die Routenplanung durch die Stadt erfolgt sowohl über eine zweidimensionale als auch über eine dreidimensionale Visualisierung der Tourkarte. Die mobile Version von Deep Map unterstützt eine reale Navigation durch die Stadt. Dieser Prototyp wird in einem mobilen PC (*Personal Computer*) implementiert, der am Körper des Benutzers getragen wird und ihm während der Tour notwendige Informationen über die gewünschten Objekte an Ort und Stelle liefert.

Die Position des Benutzers wird mit Hilfe von DGPS (*Differential Global Positioning System*) bestimmt, das von einem 3D-Modell der Stadt und der Digitalkamera unterstützt wird [Mala99]. Die Interaktion mit dem Mobilteil erfolgt mittels eines Headsets sowie über einen Touchscreen oder Maus-/Druckknopfingabe. Die Steuerung des Systems und die Ausgabe von Informationen erfolgt auch akustisch [ZCHM00].

Deep Map [CoKP00][ZCHM00] ist aus verschiedenen Komponenten, die als unabhängige Agenten realisiert sind, aufgebaut. Die Kommunikation zwischen den Komponenten erfolgt mit Hilfe des JAM-Frame (*Java Agent Management Framework*). JAM-Frame ist eine Java-basierte Agenten-Plattform, die am EML entwickelt wurde. Die Grundlage des Projektes bildet ein GIS in Kombination mit einer multimedialen Datenbank. Der Geodatenserver [Mala99][MaMe01] ist für die Erstellung der Routen und Karten verantwortlich. Er stellt die Geodaten und darüber hinaus weitere Basisdienste bereit. Das 3D-Modell der Stadt wird aus 2D/3D-Geodaten erzeugt. Es stellt die Struktur der Stadt virtuell dar und ermöglicht den virtuellen Spaziergang durch die Stadt. Das Modell enthält auch 3D-Rekonstruktionen zur virtuellen Darstellung von historischen Gebäuden. Die multimediale Datenbank [MaZi00] stellt die historischen und tourismusrelevanten Informationen zur Verfügung. Zusätzlich können Informationen aus dem Veranstaltungs- und Terminkalender genutzt, Sehenswürdigkeiten angezeigt, Informationen zu Reiseleitern abgerufen oder eine Tour geplant werden. Die Karten werden als Stadtplan oder Wanderkarte visualisiert.

2.1.6 Creation of User-friendly Mobile Services Personalized for Tourism - CRUMPET

Das Projekt CRUMPET ist ein Gemeinschaftsprojekt von acht europäischen Organisationen, mit dem britischen Queen Mary & Westfield College in London als Koordinator [SBLPZ03]. CRUMPET ist ein touristischer Informationsservice. Das Projekt unterstützt eine Reihe von Mehrwertdiensten. Dazu zählen beratende Dienste, die auf Interessen bzw. der Position des Benutzers basieren, Dienste für Reservierungen (z. B. Restaurant, Informationsdienste zu Einkaufszentren, Veranstaltungen usw.) [SBPZ02]. Das System wurde in Heidelberg, Helsinki, London und Aveiro eingesetzt und getestet. Als Basis dienen hier die Erfahrungen aus dem Projekt Deep Map [PLMN⁺01][Mala02].

Das Projekt CRUMPET [SBLPZ03] unterstützt mobile Endgeräte wie z. B. PDAs. Diese bieten schon eine entsprechende Bildschirmgröße und Auflösung zur Darstellung der Landkarten und HTML-Seiten (HTML, *Hyper Text Markup Language*) an.

CRUMPET [PLMN⁺01] verbindet die Personalisierung von Services, die Multi-Agent-Technologie, ein LBS und eine mobile Datenübertragung. Die Softwareagenten bieten eine autonome Dienstbearbeitung und gute Kommunikationsmöglichkeiten. Bei der Personalisierung der Services werden Informationen und Dienste an persönliche Interessen des Benutzers und seine aktuelle Position angepasst. Die Adaption basiert auf einem Benutzerprofil, das seine Interessen, Fähigkeiten sowie seinen Charakter beschreibt, und auf seiner Position.

LBS ermöglichen dem mobilen Benutzer die Geodaten, die von seiner Positionsbestimmung und von raum- und zeitbezogenen Daten abhängig sind, zu nutzen [Lech03]. Die Positionsbestimmung erfolgt mittels GPS-Empfänger und wird mit Geokoordinaten angegeben. Ein großer Teil der Dienste im Tourismusbereich ist an Adressen angelehnt, deshalb muss die Position durch ein GIS übersetzt werden [SBLPZ03]. Für die mobile Datenübertragung verwendet das System aktuell verfügbare Netze (z. B. GPRS, WLAN und UMTS).

2.1.7 Intelligent Mobility Agent for complex Geographical Environments - IMAGE

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts IMAGE [IMAG03b] hat die PTV AG (PTV, *Planung Transport Verkehr*) in Karlsruhe eine Fußgängernavigation entwickelt. Das Ziel war, eine offene Plattform für Mobilitätsdienste und Agenten für den automatisierten Datenaustausch zu schaffen.

Das System [EdBS03] liefert Informationen, die für eine Reise notwendig sind. Diese Informationen und Dienste werden auf dem Endgerät angeboten. Sie sind auf das Profil des Benutzers und auf seinen persönlichen Bedarf angepasst. Das System ermöglicht den Zugang zu aktuellen Diensten wie z. B. Fahrplanauskunft. Die entsprechenden Informationen werden von öffentlichen und privaten Datenlieferanten in mehreren Datenbanken bereitgestellt. Der Zugang zu diesen Diensten ist über Handy, PDA, PC oder einen Informationskiosk möglich.

Beim mobilen Systemteil handelt sich um eine Ausrüstung mit Handy, PDA und GPS-Maus. Diese Geräte kommunizieren untereinander über Bluetooth. Das System ermöglicht eine Routenplanung. Um den richtigen Weg zu finden, stellt der Benutzer seine Routenanfrage über das mobile Endgerät an die Servicezentrale der PTV AG. Die Routenanfrage wird von der Software „PTV NaviGuide“ beantwortet.

Die Route wird mit dem aktuellsten Kartenmaterial berechnet und via GPRS auf den PDA übertragen. Dabei wird auch ein Routenkorridor gesendet, der zusätzlich verwendet werden kann, wenn der Benutzer die Route verlässt. Der Benutzer sieht die Wegführung auf detaillierten digitalen Karten. Zur Positionsbestimmung werden vom System GPS, GIS und gebührenpflichtige Dienste benutzt [IMAG03b]. Das System wird durch die „Intelligent Software Agents“-Technologie unterstützt. Die Agenten passen sich den ändernden Szenarien, der dynamischen Natur der zu übertragenden Informationen und dem individuellen Bedarf des Benutzers an. Das System kann selbständig lernen. Die Agenten können somit die Gewohnheiten des Benutzers adaptieren. In Verbindung mit der genutzten Technik zur Lokalisierung beobachten die Agenten ständig die Position und die Route des Benutzers. Sie liefern zusätzlich an die Lokalisierung angelehnte Dienstleistungen. Die Agenten wurden mit Hilfe des JADE (*Java Agent Development Framework*) realisiert und sind deshalb mit FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) kompatibel [IMAG03a].

2.2 Projekte für Benutzer mit besonderen Anforderungen

Mobile kleine Endgeräte wie z. B. PDAs haben in der letzten Zeit auch eine neue Anwendung gefunden, die den Menschen das tägliche Leben erleichtern. Mit Hilfe dieser Technologien wird eine barrierefreie Mobilität auch für ältere und behinderte Menschen verwirklicht. Diese Menschen haben oft Orientierungsprobleme und können sich nicht frei in ihrer Umgebung bewegen. Jede zusätzliche Unterstützung kann diesen Menschen sehr helfen. Der Abschnitt konzentriert sich auf Systeme für Benutzer mit besonderen Anforderungen. Hier werden folgende Projekte beschrieben:

- **BETINA** (*Behindertengerechter Touristischer Informationsassistent*),
- **MoBIC** (*Mobility of Blind and Elderly People Interacting with Computers*) mit zwei Teilsystemen **MoPS** (*Mobility of Prejourney System*) und **MoODS** (*Mobility of Outdoor System*),
- **Drishiti**,
- **Brunel Navigation System**,
- **ISAAC** (*International Society for Augmentative & Alternative Communication*).

Diese Projekte sind aus Sicht der Forschung besonders interessant, weil sie weitere Aspekte von Systemen für mobile Nutzer zeigen. Sie stellen auch größere Herausforderungen an Systeme, die über andere Interaktionstechniken (z. B. grafische Darstellungen in akustischer Form) verfügen müssen. Systeme, die Anforderungen dieser Benutzer erfüllen, sind in der Regel auch für Menschen ohne Handicap geeignet.

2.2.1 Behindertengerechter Touristischer Informationsassistent - BETINA

Das Projekt BETINA [BETI03c] wurde im Rahmen des Sonderforschungsprogramms zum Aufbau der Informationsgesellschaft des Landes Sachsen-Anhalt entwickelt. BETINA ist ein mobiler elektronischer Stadtführer, der kleine Reisegruppen wie Familien, Radfahrer aber auch Menschen mit Behinderungen begleitet.

Während einer Tour durch die Stadt Magdeburg empfängt ein Tourist auf seinem mobilen Endgerät Informationen aus einer internetbasierten Datenbank [Schn03]. Als Endgerät wird ein PDA genutzt. Dieser enthält Daten, die einen Rundgang durch die Stadt beschreiben und in Form von Sprache, Text, Bild und Grafik vorgelegt werden. Die Positionsbestimmung erfolgt über GPS [BETI03a]. Ein Tourist erhält nicht nur touristische Informationen (z. B. Öffnungszeiten, Einkaufsmöglichkeiten, Sehenswürdigkeiten etc.), sondern auch solche, die von seinem Kontext abhängig sind. Diese werden für den Benutzer individuell zusammengestellt und auf seine Behinderungen zugeschnitten. Somit bekommen Rollstuhlfahrer beispielsweise barrierefreie Routenvorschläge oder für Sehbehinderte wird ein Text in Sprache umgewandelt [BETI03b].

2.2.2 Mobility of Blind and Elderly People Interacting with Computers - MoBIC

Das Projekt MoBIC war Teil des TIDE-Rahmenprogramms (TIDE, *Technology Initiative for Disabled and Elderly People*) der Europäischen Union. Das Ziel des Projektes war, die unabhängige Mobilität sehbehinderter und älterer Menschen in einer für sie unbekanntem Umgebung durch das Bereitstellen nützlicher Informationen sowohl vor als auch während einer Tour zu verbessern. Das System besteht aus zwei Teilen: dem Vorreisesystem (MoPS) und dem Outdoorsystem zur Verwendung unterwegs (MoODS) [SPJR95][RHDC98][MoKo98][MoBI95].

MoPS

MoPS unterstützt eine Routenplanung von zu Hause aus. Es hilft einem Benutzer noch vor der Wanderung eine zuvor unbekannte Gegend zu erkunden [MäPr01]. Um den Benutzer bei der Planung zu unterstützen, stellt MoPS einen Routenplaner bereit, welcher besondere Benutzerpräferenzen (z. B. nur gesicherte Straßenübergänge, kürzeste Wegstrecken, öffentliche Verkehrsmittel) in die Planung einbezieht [SPJR95]. Die Vorbereitung erfolgt über einen Standard-PC, der über eine spezielle MoBIC-Software verfügt.

Die Informationen können akustisch oder visuell dargestellt werden. Bei der verbalen Beschreibung kann der Benutzer festlegen, welche Informationsmenge notwendig ist [PJRS⁺97]. Bei einer virtuellen Erkundung kann der Benutzer eine Tour simulieren und als virtuelle Person einen Spaziergang in der Umgebung machen. Auf diese Art bekommt er alle Informationen über das betreffende Gebiet [RHDC98][ScSt00].

Das Herz von MoPS [SPJR95] ist eine Datenbank, welche Informationen über die Erkundungs- und Planungsvorhaben des Benutzers enthält. Diese Datenbank beinhaltet z. B. Karteninformationen aus öffentlichen Quellen, Fahrpläne von öffentlichen Verkehrsmitteln sowie persönliche Informationen wie z. B. Adressen. Zusätzlich werden Daten bereitgestellt, die speziell die Bedürfnisse von blinden Reisenden betreffen.

MoODS

MoODS [PJRS⁺97] gibt den Benutzer eine Orientierungs- und Navigationshilfe im Freien. Es ist ein portables System, welches dem Benutzer während einer Wanderung assistiert [MäPr01]. Es bietet Auskünfte über den momentanen Standort des Benutzers an und hilft ihm, sich auf der Route zurechtzufinden. MoODS ergänzt einfache Mobilitätshilfen sehbehinderter Menschen (z. B. Stock oder Blindenhund). Es besteht aus einem Rucksack mit einem kleinen mobilen PC, Akkus, einem GSM- und GPS-Empfänger. Dazu gehören weiterhin ein elektronischer Kompass, ein Paar spezielle Kopfhörer, eine Antenne und eine Handtastatur [RHDC98][MoKo98].

Der Benutzer kommuniziert mit dem System durch eine kleine Tastatur, die an einem Armband getragen wird. Sie wird zur Eingabe von Fragen verwendet und stellt spezielle Funktionstasten für vordefinierte Fragen (z. B. „Wo bin ich?“, „Was ist in der Nähe?“ usw.) zur Verfügung [SPJR95]. Verbale Informationen werden über spezielle Kopfhörer ausgegeben. Diese unterdrücken nicht die Hintergrundgeräusche der Umgebung, was insbesondere für sehbehinderte Menschen sehr wichtig ist. Außerdem wird ein GSM-Handy für den Fall, dass der Benutzer einmal Hilfe benötigt, genutzt [MäPr01].

MoODS [PeFS98][RHDC98] wertet die Routenpläne von MoPS aus und hilft dem Benutzer, sein Ziel zu erreichen. Die ausgewählte Route kann auf einen mobilen Computer heruntergeladen werden. Die Informationen werden im GIS mit der aktuellen Position des Benutzers verglichen. Diese Positionsdaten werden von einem in das MoODS integrierten DGPS-Empfänger ermittelt. Dazu wird noch ein elektronischer Kompass genutzt, um die Reiserichtung anzuzeigen. Aus Sicherheitsgründen warnt das System den Reisenden sofort, wenn er von der Route abkommt oder die Genauigkeit des Systems abnimmt. Das System [MoKo98] zielt auf die Bereitstellung von Informationen zu Punkten, die sich in einer mittleren Reichweite zum Benutzer befinden. Das können z. B. bestimmte Geschäfte und Straßenkreuzungen sein. Die Karte beinhaltet Standardinformationen (z. B. Straßennetz, Orientierungspunkte) sowie zusätzliche, speziell für blinde Reisende interessante Details.

2.2.3 Drishti

Das Projekt Drishti [HeMR01][Hoov02][Ran02] wurde an der Universität Florida in den USA entwickelt. Hierbei handelt es sich um ein interaktives Navigationssystem für Benutzer, das auch für blinde Menschen mit Stock oder Blindenhund und für gehbehinderte Menschen, die auf einen Rollstuhl angewiesen sind, ergänzt wurde. Das System basiert auf den Präferenzen des Benutzers. Drishti bietet eine Lokalisierung des Benutzers und unterstützt eine Richtungsbestimmung. Damit man eine kontextsensitive Richtungsangabe in Echtzeit erhält, ist das System auf zahlreiche mobile und stationäre Hardware- und Softwarekomponenten angewiesen.

Das System besteht aus einem mobilen Computer, einem Headset, einer Kopfkamera, einem Display, einem GPS-Empfänger, einem Kompass und einem Handy. Das Projekt integriert Software und Hardware für eine Spracherkennung, die eine verbale Kommunikation des Benutzers mit dem System ermöglicht. Es bindet außerdem WLAN für die drahtlose Verbindung mit einem Datenbankserver und ein GIS für die Bearbeitung der geographischen Daten ein. Der Datenbankserver beinhaltet auch die Datenbank des Campus der Universität Florida im Maßstab 1:1200. Zur Positionsbestimmung wird DGPS oder eine Kombination aus GPS und GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) verwendet. Zusätzlich wird sie von einer Kamera, die der Benutzer auf dem Kopf trägt, unterstützt. Die Bilder der Kamera werden mit einer 3D-Darstellung aus der virtuellen Realität verglichen, um den Standort des Benutzers zu bestimmen. Das System ermöglicht eine dynamische Bestimmung der Routen, sodass z. B. der Benutzer um schwer passierbare Plätze, Baustellen etc. herumgeführt werden kann. Um eine neue Route zu finden, gleicht das System den Standort des Benutzers mit den durch den Datenbankserver bereitgestellten Informationen in Echtzeit ab. Wenn der Benutzer den Gehweg verlässt oder sich zu weit von der ursprünglichen Route entfernt, wird eine neue vorgeschlagen. Das System warnt zusätzlich vor Hindernissen und Gefahren. Die Ausgabe von Informationen erfolgt hierbei verbal.

2.2.4 Brunel Navigation System

Die ESIT-Forschungsgruppe (ESIT, *Electronic Systems and Information Technology*) an der Brunel Universität in London, Großbritannien, hat das so genannte Brunel Navigation System [GaCB][GaCB00] entwickelt, das mit einem „sehenden“

Führer (dem Guide) arbeitet und über eine entfernte Wegeleitung blinde und sehbehinderte Benutzer unterstützt. Die Entfernung zwischen Guide und Nutzer spielt hierbei keine Rolle.

Das System besteht aus einem Benutzerinterface und einem Guide-Interface. Das Benutzerinterface ist mobil und erlaubt eine freihändige Nutzung. Es beinhaltet eine digitale Videokamera zur Aufnahme der Umgebung des Benutzers und einen GPS-Empfänger zur Positionsbestimmung. Zusätzlich sind eine GPS-Antenne, eine Tastatur zur Systembedienung, ein portables Mikrophon und Lautsprecher zur Sprachkommunikation mit dem Guide integriert. Das Guide-Interface kann mobil oder stationär sein. Ein stationäres Interface besteht aus einer Tastatur, einem Bildschirm zur Anzeige von empfangenem Videomaterial, einer digitalen Karte mit der aktuellen Position und Ausrichtung des Benutzers sowie einem Headset.

Die Navigationsinformation, die durch die Sensoren im mobilen Interface des Benutzers aufgenommen wird, wird mit Hilfe einer breitbandigen Mobilfunktechnik (*3G Communication Network*) zum Interface des Guides übertragen. Es wird eine Echtzeitvideoübertragung unterstützt. Die dadurch erhaltene Information wird durch den Guide identifiziert, interpretiert und an den Benutzer in Form gesprochener bildhafter Nachrichten zur Richtungsbeschreibung zurückgegeben. Der Typ und die zeitlichen Anforderungen der bereitgestellten Information korrespondieren entweder mit der Anfrage des Benutzers oder werden durch den Guide entsprechend der speziellen Teilnehmeranforderungen bestimmt. Die Positionsbestimmung erfolgt über eine GPS-Einheit.

2.2.5 International Society for Augmentative & Alternative Communication - ISAAC

Das CERTEC (*Centre for Rehabilitation Engineering*) an der Universität Lund in Schweden hat den persönlichen Assistenten ISAAC [RHDC98] entwickelt, der zur Unterstützung behinderter Menschen genutzt werden kann. Das System besteht aus einem mobilen Endgerät, mit Hilfe dessen ein Benutzer in ständiger Verbindung mit dem Servicezentrum bleibt.

ISAAC [Isaa95b] basiert auf einem mobilen Gerät (PDA). Das Gerät besitzt einen Touchscreen, eine GSM-Schnittstelle, eine digitale Kamera und einen GPS-Empfänger [JöSv95]. Der Touchscreen dient zur Interaktion des Benutzers mit dem System. Auf ihm wird eine Information in erster Linie in Form von Bildern dargestellt und Text soweit wie möglich vermieden. Die Sprachkommunikation erfolgt über GSM. Darüber werden auch die Daten mit dem Servicezentrum ausgetauscht. Eine eingebaute digitale Kamera ermöglicht die Aufnahme von Fotos, die zum Zentrum geschickt oder auf dem Gerät zum persönlichen Gebrauch gespeichert werden können. Um die Benutzerposition im Freien zu bestimmen, wird ein GPS-Empfänger verwendet. Daten von jedem Benutzer werden in einer persönlichen Datenbank im Servicezentrum und teilweise auf dem Benutzerendgerät gespeichert [Isaa95a]. Das Gerät erlaubt eine Kommunikation zwischen einem mobilen Benutzer und dem Servicezentrum. Im Servicezentrum befindet sich ein Service-Team, das die Benutzer unterstützt. Dazu werden Bilder von einer im PDA eingebauten Miniaturkamera aufgenommen und an das Servicezentrum übertragen, wo ein Mitarbeiter des Service-Teams die Bilder analysiert und dann dem Benutzer per Handy weiter hilft. Zusätzlich werden Informationen, die mit Hilfe von Videoauskünften, Bildern und Symbolen

(Piktogrammen) dargestellt werden, verwendet [JöPS98]. Die Piktogramme dienen zum Führen des Benutzers und helfen dem Service-Team bei sich wiederholenden Tätigkeiten [Isaa95a]. Zugleich können auch die Positionsdaten des Benutzers mit Hilfe von GPS bestimmt und auf einer Karte angezeigt werden. Die letzte bekannte Benutzerposition wird immer gespeichert und kann jederzeit an das Servicezentrum übertragen werden [RHDC98].

2.3 Gegenüberstellung der Projekte

Die vorgestellten Projekte, die einem Nutzer Informationen und Dienste liefern, sind in Tabelle 2.1 gegenüber gestellt. Dabei werden prinzipiell nur Punkte betrachtet, die für die Unterstützung mobiler Teilnehmer relevant sind.

ANFORDERUNGEN		PROJEKTE											
		NAFF	REAL	M3I	LoL@	Deep Map	CRUMPET	IMAGE	BETINA	MoBIC	Drishti	Brunel	ISAAC
INTERNETZUGANG				+	+	+				+			
GERÄT	RUCKSACK		+							+	+		
	BASIIERT AUF PDA	+	+	+			+	+	+			+	+
	SPEZIELLES GERÄT		+			+				+	+		
SERVER		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
LOKALISIERUNG	GPS	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
	DGPS					+				+	+		
	GLONASS										+		
	GSM				+								
	INFRAROT		+	+									
	FUNK		+										
ORIENTIERUNG	KAMERA					+					+	+	+
	KOMPASS		+	+						+	+		
SERVICEZENTRALE		+						+				+	+
KOMMUNIKATIONS-TECHNIK	GSM			+	+					+			+
	GPRS				+		+	+					
	UMTS			+	+		+					+	
	INFRAROT		+	+									
	WLAN			+	+		+				+		
	BLUETOOTH	+		+				+					
INFORMATIONSS-ÜBERTRAGUNG	SIMPLEX		+									+	+
	DUPLEX	+						+		+			
SOFTWAREAGENTEN						+	+	+					
GIS				+		+	+	+		+	+		
LBS					+		+						
KONTEXTINFORMATIONEN		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 2.1: Gegenüberstellung der Projekte

Die Tabelle zeigt, dass nur einige Systeme dem Benutzer ermöglichen, Informationen aus dem Internet zu erhalten und sich somit schon zu Hause für eine Tour vorzubereiten (M3I, LoL@, Deep Map, MoBIC). Werden die verwendeten Geräte betrachtet, ist die Tendenz erkennbar, dass die Entwicklung in Richtung kleiner mobiler Endgeräte basierend auf einem PDA geht. Berechnungen und Datenbearbeitung finden dagegen auf einem zentralen Server statt. Die Systemlösung mit einem Rucksack, die einen Benutzer unabhängig von anderen Diensten macht, scheint nicht der richtige Schlüssel zu sein. Der Rucksack ist unbequem und zu schwer zu tragen. Wenn alle

nötigen Teile einer Hardware dezentral am Körper des Benutzers getragen werden, ist das nicht nur unbequem, sondern zurzeit noch sehr teuer. Deshalb wurden solche Systeme nicht mehr betrachtet.

Zur Lokalisierung des Benutzers wird von den vorgestellten Systemen in der Regel GPS verwendet, das immer öfter zur Erhöhung der Genauigkeit durch andere Systeme (z. B. Infrarot, Funk) ergänzt wird. Außerdem werden zur Erhöhung der Lokalisierungsgenauigkeit und zur Unterstützung der Orientierung auch zusätzlich Kompass (REAL, M3I, MoBIC, Drishti) oder Kameras (Deep Map, Drishti, Brunel, ISAAC) genutzt.

Einige Projekte (Brunel, ISAAC) binden eine Servicezentrale in das System ein, wo die Informationen vom Benutzer interpretiert und in Form gesprochener bildhafter Nachrichten zurückgegeben werden. Zur Datenübertragung zwischen System und mobilen Benutzer werden verschiedene Kommunikationstechniken verwendet, wobei der Datentransport eher unidirektional vom System zum mobilen Endgerät als bidirektional realisiert wird. Die Kommunikation erfolgt bei Sprache über GSM (M3I, LoL@, MoBIC, ISAAC), beim Texten und Bildern über GPRS (LoL@, CRUMPET, IMAGE), bei der Übertragung von Grafiken oder Echtzeitvideo über UMTS (M3I, LoL@, CRUMPET, Brunel). Für die Datenübermittlung innerhalb von Gebäuden wird Infrarotübertragung genutzt (REAL, M3I). Der Zugang des Benutzerendgeräts zum Internet erfolgt oft über WLAN. Um die Daten vom System im Auto an den PDA zu senden, wird im NAFFF Bluetooth verwendet. Einige Systeme nutzen für die mobile Datenübertragung Softwareagenten (Deep Map, CRUMPET, IMAGE).

Immer öfter werden neben GIS und LBS (LoL@, CRUMPET) auch Informationen, die vom Kontext des Benutzers abhängig sind, eingesetzt. Diese ermöglichen es besonders für Menschen mit Handicap, die aufgrund ihrer Behinderung in bestimmten Situationen eingeschränkt sind, eine geeignete Informations- und Diensteanpassung durchzuführen.

2.4 Kapitelzusammenfassung

In Kapitel 2 wurden die im Rahmen des Projektes TAS ausgewählten Systeme, die einem mobilen Nutzer Informationen und Dienste liefern, vorgestellt und detailliert untersucht.

In Abschnitt 2.1 wurden Projekte für Benutzer ohne Handicap zusammengefasst. Am Anfang wurde das Projekt NAFFF beschrieben, das Navigations- und Informationssysteme für Autos, Fahrräder und Fußgänger integriert. Als nächstes wurde das Projekt REAL vorgestellt, welches die Navigation mittels GPS im Freien (ARREAL) und durch Infrarot innerhalb eines Gebäudes (IRREAL) verbindet. Die M3I-Plattform verwendet dagegen verschiedene Arten von Benutzereingaben und Präsentationsausgaben sowie unterschiedliche Präsentations- und Interaktionstechniken. Als ein weiteres Beispiel für ein Projekt, das solche Techniken verwendet, wurde das Projekt LoL@ erläutert. Wie ein GIS mit einer multimedialen Datenbank kombiniert werden kann, wurde anhand des Projektes Deep Map ausgeführt. Das Projekt CRUMPET bietet zusätzlich eine Personalisierung von Services an. Im Projekt IMAGE werden dagegen die Informationen und Dienste von öffentlichen und privaten Datenlieferanten bereitgestellt.

Da der Zugang zu den Angeboten allen Benutzergruppen, d. h. ohne und mit Handicap, ermöglicht werden soll, wurden auch Projekte, die Menschen mit Handicap unterstützen, untersucht. Wenn ein System für diese Personengruppe geeignet ist, ist es in der Regel auch für Benutzer ohne Handicap einsetzbar. Deshalb beschäftigt sich Abschnitt 2.2 auch mit Aspekten der Systemen, die allgemein für mobile Teilnehmer von Interesse sind. Im Projekt BETINA wurde ein mobiler elektronischer Stadtführer entwickelt. Anhand des Projektes MoBIC wurde gezeigt, wie ein Benutzer sich vor einer Tour mit einem Routen-Planungssystem zu Hause vorbereiten kann. Wie ein interaktives Navigationssystem für Fußgänger aussehen kann, wurde mit dem Projekt Drishti gezeigt. Das Brunel Navigation System basiert auf einer Servicezentrale. Eine ähnliche Lösung wird auch im Projekt ISAAC angewendet.

Mit dem in diesem Kapitel erfolgten Überblick über Informationssysteme für mobile Benutzer wurde der aktuelle Stand der Technik dargestellt. Um die einzelnen Komponente der Systeme sowie aufgetretene Unterschiede vergleichen zu können, wurden die Projekte gegenübergestellt (Abschnitt 2.3, Tab. 2.1). Diese Projekte wurden jeweils für spezielle Anwendungen konzipiert, sodass Endgeräte, Kommunikationstechniken, Lokalisierungsverfahren usw. darauf abgestimmt sind. Die Bereitstellung von Informationen und Diensten, die für ältere und Menschen mit Handicap angepasst werden, sind zwar von deren Kontext abhängig, der aber generell auf die Lokalisierung des Benutzers begrenzt ist. In Anlehnung an diese Erkenntnisse ist ein Bedarf an ein System feststellbar, das unabhängig von den eingesetzten Endgeräten, Kommunikationstechniken sowie Lokalisierungsverfahren ist und mobilen Benutzern kontextsensitive Informationen und Dienste liefert. Um so ein System konzipieren zu können, muss zuerst untersucht werden, welche technischen Möglichkeiten aktuell zur Verfügung stehen. Deshalb ist eine Recherche über zurzeit vorhandene Hardwarelösungen, Softwaremöglichkeiten sowie Kommunikations- und Lokalisationsverfahren erforderlich. Dies wird im nächsten Kapitel untersucht und daraus Anforderungen an den Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer abgeleitet.

3. Genereller Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer

Moderne Informationssysteme zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihren Benutzern individuell zugeschnittene Informationen und Dienste zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort bereitstellen. Dadurch können die Benutzer mobil bleiben. Mit solchen Systemen d. h. Informationssystemen für mobile Teilnehmer beschäftigt sich diese Arbeit. Es geht dabei nicht um die Navigation der Benutzer, sondern um ein Informationssystem, das Benutzer unterstützt und diesen kontextabhängige Informationen und Dienste zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort bereitstellt.

In Kapitel 2 wurden sehr unterschiedliche Informationssysteme vorgestellt. Die Gegenüberstellung hat gezeigt, dass kein Projekt alle Punkte, die für die Unterstützung mobiler Benutzer relevant sind, erfüllt. Das liegt daran, dass diese Systeme gewöhnlich für eine spezielle Anwendung entwickelt wurden. Deshalb soll zunächst untersucht werden, welche Anforderungen ein solches System erfüllen muss. Dieses Kapitel gibt somit einen Überblick über den generellen Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer. Es beginnt mit einer allgemeinen Einordnung von Informationssystemen und einer kurzen Erläuterung der zugehörigen Komponenten. In den folgenden Abschnitten werden diese Komponenten genauer beschrieben. Im Anschluss werden Bewertungskriterien eingeführt, die von einem kontextsensitiven Informationssystem für mobile Teilnehmer erfüllt werden müssen. Diese Kriterien werden dann beim Konzept des in dieser Arbeit zu entwickelnden Informationssystems berücksichtigt.

3.1 Einordnung der Informationssysteme

Informationssysteme für mobile Teilnehmer können in Systeme unterteilt werden, die einen Zugriff von stationären, mobilen oder Endgeräten, die in Fahrzeugen arbeiten, erlauben. Die in Abbildung 3.1 illustrierte Einordnung basiert auf der im vorherigen Kapitel vorgestellten Projektrecherche.

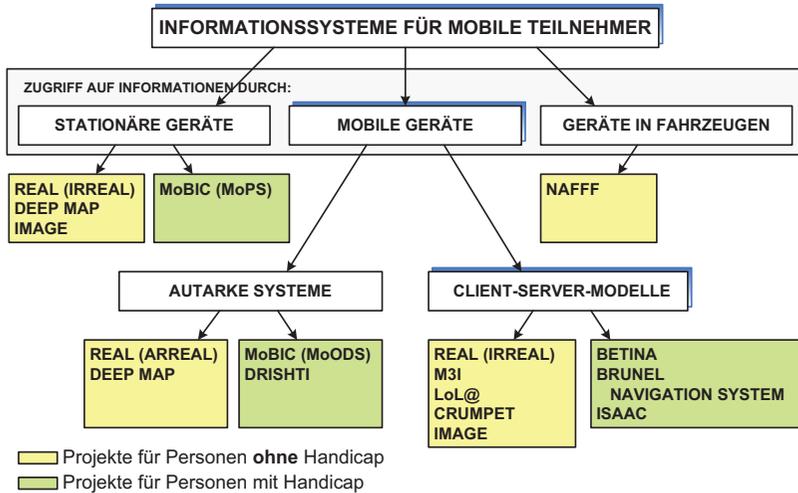


Abbildung 3.1: Einordnung der Informationssysteme für mobile Teilnehmer

Die Gruppe der Informationssysteme, die den Benutzer einen Zugriff auf Informationen mit Hilfe von *stationären Geräten* ermöglicht, bilden die Projekte IRREAL, Deep Map, IMAGE und MoPS. Zu den stationären Geräten zählen beispielsweise Infopoints, Informationskioske usw. in öffentlichen Orten. In einem Informationskiosk kann z. B. eine 3D-Workstation, die mit einem Lokalisierungsserver verbunden ist, integriert sein. Im Informationskiosk kann der Benutzer für ihn relevante Informationen abrufen.

Informationssysteme, die mit *mobilen Endgeräten* arbeiten und *autark* sind (ARREAL, Deep Map, MoODS, Drishti), basieren auf tragbaren Geräten, die unabhängig eigenständig sind. Diese können mit verschiedenen Komponenten wie GPS-Empfänger, Kompass, Digitalkamera, Handy, Kopfhörer mit Mikrofon, Tastatur, Display usw. ausgestattet sein. Auf dem Gerät werden die Informationen von allen mit ihm verbundenen Komponenten gesammelt und verarbeitet sowie alle erforderlichen Berechnungen, wie beispielsweise die Darstellung der Position in einer Karte, durchgeführt. Kritisch ist dabei die Korrektheit von gespeicherten Informationen, die nicht durch eine Komponente erfasst wurden, sondern vom Endgerät vorgehalten werden (z. B. Kartenmaterial), da diese nie oder selten aktualisiert werden. Die einzelnen zusätzlichen Komponenten sind zwar relativ klein und leicht, ergeben jedoch zusammen ein deutlich spürbares Gewicht, welches vom Benutzer in der Regel im Rucksack getragen werden muss.

Systeme, die dagegen auf einem *Client-Server-Modell* basieren (Abb. 3.1), bestehen grundsätzlich aus einem zentralen Rechner (Server) und mehreren mobilen Endgeräten (Clients) (IRREAL, M3I, LoL@, CRUMPET, IMAGE, BETINA, Brunel Navigation System, ISAAC). Auf dem *Server* (Dienstbringer) können sich Datenbanken mit verschiedenen Informationen über Benutzer, Multimedia-Datenbanken, Datenquellen und Dienste von externen Lieferanten usw. befinden. Informationen und Dienste werden dem Benutzer vor allem auf seinen Wunsch hin geliefert. Zu den

Clients (Dienstnehmer) gehören ähnliche Komponenten wie beim bereits erwähnten „Rucksack-System“ (z. B. Digitalkamera, integrierte GPS-Empfänger, Mikrophon, Lautsprecher, Kopfhörer usw.). Diese Komponenten besitzen zwar eine niedrigere Qualität, dafür ist aber das ganze Gerät leichter, „unsichtbarer“ und praktisch in jeder Jackentasche zu verstauen (PDA). Da sich die mobilen Endgeräte durch geringe Rechenleistung und eingeschränkte Funktionalität auszeichnen, werden die angenommenen Informationen grundsätzlich von den Endgeräten an einen Server übermittelt, dort bearbeitet und zurück an die Clients gesendet.

Informationssysteme, die *in Fahrzeugen* arbeiten (NAFFF), bilden die letzte Gruppe. Um dem Benutzer während einer Autofahrt Informationen zur Verfügung zu stellen, wird im Fahrzeug üblicherweise ein Bordcomputer, in welchem Funktionen zur Positionsbestimmung und Navigation integriert sind, eingesetzt. Die Position des Autos wird gewöhnlich über GPS bestimmt. Viele Hersteller setzen dazu immer häufiger auf eine Koppelnavigation von Geschwindigkeitssensoren und Richtungssensoren. Neben einer reinen Navigation erfolgt auch die Ausgabe von Informationen zur aktuellen Verkehrssituation und über sich in der Nähe befindende PoIs (Tankstellen, Hotels, Supermärkte usw.).

3.2 Vergleich der Informationssystemgruppen

Die Gegenüberstellung der Projekte in Abschnitt 2.3 führte zu der Feststellung, dass eine Untersuchung über die Anforderungen eines kontextsensitiven Informationssystems für mobile Teilnehmer notwendig ist. Die einzelnen Gruppen wurden deshalb gegenübergestellt und verglichen, um zu ermitteln, zu welcher Gruppe der in Abbildung 3.1 vorgeschlagenen Einordnung ein solches System gehören soll. Tabelle 3.1 zeigt Kriterien, nach denen der Vergleich durchgeführt wurde.

GRUPPEN	KRITERIEN							
		ANSCHAFFUNGS- KOSTEN	BENUTZER- MOBILITÄT	UNABHÄNGIGKEIT	GERÄTEMOBILITÄT	AKTUALITÄT	DATENQUELLE	KONTEXT
	– nicht erfüllt ½ teilweise erfüllt + erfüllt							
STATIONÄRE GERÄTE		+	–	–	–	½	–	½
MOBILE GERÄTE (AUTARKES SYSTEM)		–	+	½	½	–	½	+
MOBILE GERÄTE (CLIENT-SERVER-MODELL)		½	+	+	+	+	+	+
GERÄTE IN FAHRZEUGEN		–	½	½	–	–	½	½

Tabelle 3.1: Vergleich der Informationssystemgruppen

Bei der Auswahl der Kriterien wurden solche Aspekte berücksichtigt, die vor allem beim Aufbau eines Systems für mobile Benutzer von Bedeutung sind. Im Folgenden werden diese Kriterien kurz erläutert.

Anschaffungskosten: Um ein Informationssystem realisieren zu können, müssen zuerst die damit verbundenen finanziellen Ausgaben analysiert werden. Mit (+) werden minimale Anschaffungskosten für die Benutzer bezeichnet. (1/2) weist darauf hin, dass der Benutzer etwas investieren muss (z. B. Einkauf eines Endgerätes). Die Kosten sind aber immer noch akzeptabel. (-) gibt an, dass die finanziellen Ausgaben sehr hoch sind.

Benutzermobilität: Die Mobilität der Benutzer sollte unabhängig vom System sein (+), sodass ihnen zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort Informationen und Dienste bereitgestellt werden können. Ist die Nutzung des Systems örtlich beschränkt, wird die Gruppe mit (1/2) bewertet. (-) kennzeichnet die Systeme, die nur stationär genutzt werden können.

Unabhängigkeit: Bei der Unabhängigkeit wird eine Aussage darüber getroffen, inwieweit ein Benutzer vom verwendeten Endgerät abhängig ist. (+) bedeutet, dass der Benutzer ein beliebiges mobiles Gerät verwenden kann. (1/2) deutet darauf hin, dass das Gerät weitere systemspezifische Anforderungen erfüllen muss. Bei (-) ist der Benutzer nur auf ein spezielles Gerät beschränkt.

Gerätemobilität: Die Mobilität der Benutzer bleibt dann uneingeschränkt, wenn der Benutzer ein Zugangsgerät immer bei sich tragen kann. Das Kriterium bezieht sich deshalb auf das Gewicht und die Größe des verwendeten Endgerätes. Ein Gerät kann in jeder Jackentasche verstaut werden (+), stellt „schweres Gepäck“ dar (1/2) oder ist nicht vom Benutzer tragbar (-).

Aktualität: Mit diesem Kriterium wird der Aktualitätsgrad der dem Benutzer bereitgestellten Informationen beschrieben. Mit (+) werden Systeme bewertet, die immer aktuelle Informationen bereitstellen können. (1/2) bezeichnet Systeme, die Informationen periodisch aktualisieren. Bei (-) findet keine Aktualisierung statt.

Datenquelle: Um den Benutzer zusätzliche Informationen, die sich zwar nicht im System befinden aber mit der aktuellen Situation im Zusammenhang stehen, liefern zu können, sollte ein Informationssystem auch Verbindung zu externen Datenquellen unterstützen. (+) kennzeichnet Systeme mit der Möglichkeit eines uneingeschränkten Zugangs zu solchen Quellen. (1/2) bedeutet, dass solche Quellen nur eingeschränkt verwendet werden. (-) gibt an, dass Informationen nur von lokalen Quellen bereitgestellt werden.

Kontext: Diese Eigenschaft beschreibt, inwieweit ein System Informationen über den Benutzerkontext berücksichtigt, um dem Benutzer individuell zugeschnittene Informationen bereitzustellen. (+) gibt an, dass das System in der Lage ist, viele verschiedene Kontextinformationen zu sammeln und zu verarbeiten. (1/2) bedeutet, dass systembedingt nur einige Informationen über den Benutzerkontext (Zeit oder Ort) berücksichtigt werden. (-) kennzeichnet die Systeme, die den Kontext nicht berücksichtigen.

Ein Vergleich der Informationssysteme in Tabelle 3.1 ergibt, dass die auf einem Client-Server-Modell basierenden Systeme am besten geeignet sind. Die Anschaffungskosten für einen Benutzer können hierbei mit Einkauf eines Endgerätes verbunden sein, wenn dieser noch kein mobiles Endgerät (z. B. Handy, Smartphone,

PDA) besitzt. Beim autarken System wird zwar auch ein Gerät (ein tragbarer Rechner mit einer zusätzlichen Ausstattung) erforderlich, das aber meistens teurer als z. B. ein Mobiltelefon ist. Die Kosten steigen allerdings im zweiten Fall mit einer wachsenden Anzahl von Benutzern schneller.

Das Client-Server-System kann auf externe Datenquellen zugreifen und damit eine große Anzahl von Diensten zur Verfügung stellen. Um Zugang zu den Informationen zu erhalten, benötigt ein Benutzer ein Endgerät, das internetfähig ist. Da dafür meist kleine und leichte Geräte verwendet werden, spielt deren Gewicht keine große Rolle. Die Mobilität des Benutzers bleibt uneingeschränkt. Er ist nicht von einem Fahrzeug oder einem Infopoint abhängig. Informationen und Dienste können ihm zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort bereitgestellt werden.

Die Ressourcen beim Client-Server-System werden zentral verwaltet. Somit entsteht keine Redundanz durch die Bereitstellung gleicher Informationen für verschiedene Clients. Die Konsistenz der Informationen kann darüber hinaus gewährleistet werden, weil diese nur an einem Ort gespeichert und verarbeitet werden. Auch Softwareaktualisierungen müssen nur auf den Servern durchgeführt werden, sodass der Benutzer nicht belästigt wird. Die Änderungen der zentral gespeicherten Informationen sind direkt für alle Benutzer des Systems zugänglich. Dadurch kann die Aktualität der den Benutzern gelieferten Informationen gesichert werden. Das System ist in der Lage, unterschiedliche Informationen (auch Kontextinformationen) von verschiedenen Quellen zu sammeln. Dank der großen Leistungsfähigkeit des Systems können diese Daten bei der Vorbereitung der auf den Benutzer individuell zugeschnittenen Informationen besser verwendet werden.

Die Zentralisierung birgt allerdings auch Gefahren, die bis jetzt noch nicht diskutiert wurden. Zu diesen gehören beispielsweise Angriffe auf den Server oder Hardwaredefekte, die den Ausfall des gesamten Systems verursachen und somit den Benutzern den Zugang auf die Daten und Dienste des Servers verwehren können. Auf der Serverseite können auch Staus entstehen, wenn gleichzeitig Anfragen von vielen Benutzern gestellt werden. Dadurch entstehen längere Wartezeiten. Da solche Probleme auch bei anderen Systemen auftreten, hatten diese keinen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl des Systems.

Da sich aus dem Vergleich in Tabelle 3.1 ein auf dem Client-Server-Modell basierendes Informationssystem für mobile Teilnehmer als vorteilhaft erwiesen hat, werden im Folgenden die Bestandteile der Client-Server-Architektur vorgestellt.

3.3 Bestandteile des Client-Server-Modells

Ein Informationssystem dient nach [Enzy09f] der rechnergestützten Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von Information bzw. Daten. Es besteht aus Hardware (Rechner oder Rechnerverbund), Datenbank(en), Software, Daten und ist oft aus unterschiedlichen Teilsystemen (z. B. für die Kommunikation bzw. Bereitstellung von Information) zusammengesetzt. Deshalb können solche Systeme oft sehr komplex sein. Da sie Informationen und Dienste für bestimmte Zielgruppen anbieten, sind diese zweck- und zielorientiert. Dadurch gibt es auch kein System, das mit einem anderen völlig identisch ist. Dennoch existieren einige gemeinsame Komponenten, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Ein Informationssystem, das auf dem Client-Server-Modell basiert, bildet ein Netzwerk, das aus einem zentralen Applikationsserver und mehreren Clients besteht. Der Server ist ein leistungsstarker zentraler Netzwerkrechner. Auf dem Server laufen Anwendungsprogramme, auf die die Clients zugreifen können [ITWi09a]. Diese sind auf bestimmte Zielgruppen ausgerichtet und werden in Kapitel 6 bei der Vorstellung der Datenverarbeitungsprozesse diskutiert. Der Client bezeichnet dagegen ein mobiles Endgerät, das mit einer Schnittstelle ausgerüstet ist, über die ein Benutzer über das Netzwerk auf die Ressourcen des Servers zugreifen kann. Die zurzeit zur Verfügung stehenden mobilen Endgeräte und Benutzerschnittstellen werden in Abschnitt 3.4 beschrieben.

Um eine Kommunikation zwischen dem Server und dem Client zu ermöglichen, ist eine Verbindung erforderlich. Im Fall der mobilen Teilnehmer spielen dabei mobile Kommunikationstechniken eine große Rolle. Da sie für die Informations- und Dienstübertragung verantwortlich sind, werden die zurzeit verfügbaren und bedeutsamen drahtlose Kommunikationstechnologien in Abschnitt 3.5 vorgestellt.

Ein Client kann auf Wunsch einen Dienst beim Server anfordern. Ein Dienst ist nach [Enzy09c] ein Angebot eines Servers, das der Client nutzen kann. Dienste, die vom in dieser Arbeit entwickelten System angeboten werden, sollen vom Kontext des Benutzers abhängig sein. Um dies zu ermöglichen, werden Informationen über den Benutzerkontext benötigt. Zu diesem gehören vor allem die Zeit und Lokalisierung des Benutzers, welche hauptsächlich zur Anpassung von Informationen und Diensten an die Bedürfnisse des mobilen Benutzers dienen. Deshalb wird in Abschnitt 3.6 ein Überblick über die derzeit bestehenden technischen Möglichkeiten einer Positionsbestimmung des Benutzers, die im Freien und in Gebäuden erfolgen kann, gegeben.

Für bestimmte Dienstarten ist keine Verbindung zum Server nötig. Viele Dienste können auch von der Anwendung auf der Clientseite realisiert werden (offline). Die Verbindung zum Server ist nur dann zwingend notwendig, wenn auf dessen oder andere externe Ressource zugegriffen werden soll. In Abschnitt 3.7 wird mehr über die unterschiedlichen Dienstleistungen in Informationssystemen für mobile Teilnehmer beschrieben. Im Weiteren werden die oben erwähnten Bestandteile des Client-Server-Modells detaillierter untersucht.

3.4 Mobile Endgeräte

Derzeit verfügbare mobile Kommunikationstechniken sind in der Lage, mobile Endgeräte ad-hoc untereinander oder mit leistungsfähigen Datenbankrechnern zu verbinden. Da die Benutzer in zukünftigen Informationssystemen in der Mehrheit mobile Endgeräte verwenden werden, gibt dieser Abschnitt einen allgemeinen Überblick über die in diesem Bereich eingesetzten Geräte. Hierbei erfolgt eine allgemeine Klassifikation der Geräte. Danach wird über Benutzerschnittstellen auf solchen Endgeräten diskutiert. Dabei wird ein Überblick darüber gegeben, wie Webseiten und Applikationen für mobile Endgeräte programmiert werden können.

3.4.1 Allgemeine Klassifikation

Die derzeitige technische Entwicklung im Bereich mobiler Computersysteme erfolgt in Richtung mobiler Multifunktionsgeräte, die immer mehr Funktionalitäten wie z. B.

Navigation, Videotelefonie und Mobilfernsehen unterstützen [ITWi09e][Enzy09l]. Die Geräte werden kleiner, leichter und gleichzeitig leistungsfähiger (Abb. 3.2).



Abbildung 3.2: Entwicklung von mobilen Endgeräten [Gryg09]

Standen anfangs noch herkömmliche Desktops, Telefone oder Organizer im Mittelpunkt der Kommunikation, wurden diese Geräte in den letzten Jahren immer mehr an den mobilen Benutzer und seine Anforderungen angepasst. Aus einem Desktop wurde ein tragbarer Rechner - das Notebook - entwickelt. Notebooks der ersten Generation konnten zwar ohne größere körperliche Anstrengung getragen werden, eine gleichzeitige Bedienung war jedoch nur schwer möglich. Dagegen existieren aktuell Geräte, die auf den mobilen Einsatz optimiert sind. Gleichzeitig ist es zu beobachten, dass auch einfache Handys neben dem Telefonieren um viele weitere Funktionen wie IP-Telefonie (IP, *Internet Protocol*), Uhr, Radio, MP3-Player, Kamera, Navigation usw. ergänzt wurden. Daraus entwickelten sich schließlich die heutzutage gebräuchlichen Smartphones [Enzy09l]. Anhand dieser Beispiele lässt sich erkennen, dass die Entwicklung dahin geht, Funktionen aus unterschiedlichen Geräten in einem neuen Endgerät zu integrieren, um dessen Leistungsfähigkeit zu verbessern. Der Übergang von einer Generation zur nächsten wird somit zwischen den verschiedenen Geräteklassen immer fließender. Deshalb ist es jetzt schon schwierig, zwischen den einzelnen Klassen zu unterscheiden [Enzy09k]. Nicht jedes kleine tragbare Gerät (z. B. Fotoapparat, Videokamera, Armbanduhr, Taschenrechner, Handheld, Spielkonsole usw.) wird als mobiles Gerät betrachtet. Diese sind nach [ITWi09e] vielmehr wie folgt definiert:

Definition 3.1 (Mobile Endgeräten [ITWi09e]) „Unter Mobilgeräten sind alle elektronischen Geräte für die mobile, netzunabhängige Daten-, Sprach- und Bildkommunikation, Navigation, Datenspeicherung und das Mobile Computing zu verstehen.“

In Bezug auf Abbildung 3.2 können mobile Endgeräte daher gemäß Abbildung 3.3 klassifiziert werden. Mobile Endgeräte können demzufolge in Mobiltelefone (*Cell Phone*), Smartphone und PDA unterschieden werden. Solche werden vor allem zur Sprachübermittlung verwendet. Unter der zweiten Gruppe mobiler Endgeräte werden dagegen leichte, portable Geräte wie Notebook, Netbook, UMPc (*Ultra Mobile Personal Computer*) und PDA zusammengefasst.

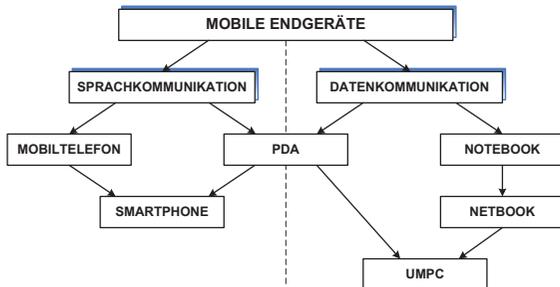


Abbildung 3.3: Allgemeine Klassifikation von mobilen Endgeräten

Diese werden hauptsächlich für die Datenkommunikation verwendet. Der PDA stellt hierbei einen Spezialfall dar. Er befindet sich bei dieser Klassifikation auf der Grenze zwischen den beiden Gruppen, weil dieser sowohl zur Sprach- als auch zur Datenkommunikation verwendet werden kann. In den folgenden Abschnitten werden die in Abbildung 3.3 eingeordneten mobilen Endgeräte kurz beschrieben.

3.4.2 Geräte zur Sprachkommunikation

Zur Sprachübermittlung werden nach Abbildung 3.3 Mobiltelefone, Smartphone, PDA und ähnliche Geräte verwendet. Das klassische Handy bietet im Gegensatz zum Smartphone meist nur geringe Rechenleistung und eingeschränkte Funktionalitäten. Die Entwicklung von Handys geht aber zunehmend in Richtung Multifunktionsgeräte mit Funktionen wie integrierte Kamera, Radio, MP3-Player, Navigationsgerät, Taschenrechner usw. [Enzy09]. Deshalb ist auch eine scharfe Abgrenzung zwischen einem Smartphone und der neuesten Handygeneration immer weniger möglich [Telt09c]. Der Übergang ist fließend.

Ein **Mobiltelefon**, bekannt auch als Handy, Funktelefon, GSM-Telefon, Funker usw., ist ein kleines tragbares Telefon, das über Funk an das Telefonnetz angebunden ist und dadurch ortsunabhängig einsetzbar ist [Enzy09]. Als Betriebssystem werden neben Symbian OS oder Windows Mobile auch Linux, Mac OS X, Nucleus, REX, OSE und o.ä. verwendet [Enzy09q]. Auf dem Betriebssystem wird häufig eine Softwareplattform für die Benutzeroberfläche aufgesetzt. Eine solche Laufzeitumgebung unterstützt die Programmierung leistungsfähiger Software. Zu den am häufigsten verwendeten Softwareplattformen der modernen Mobiltelefone gehören unter anderem die S60 (Series 60) von Nokia (Symbian OS), APOXI von Infineon (auf unterschiedlichen Betriebssystemen) und Android von Google (Linux) [Enzy09v]. Handys haben normalerweise eine vordefinierte Programmoberfläche, die nur begrenzt, z. B. durch Java-Anwendungen erweitert werden kann [Enzy09q]. Die meisten Handys besitzen Browser für WAP- oder Mobile-HTML-Seiten [Enzy09] wie z. B. Opera Mini für J2ME-kompatible Handys (J2ME, *Java2 Micro Edition*) oder Doris Browser für auf Symbian OS basierende Handys [Enzy09j]. Leider sind die Browser oft nur mit einem geringen Funktionsumfang ausgestattet.

Ein **Smartphone**, auch als PDA-Phone bezeichnet [Enzy09], ist im Prinzip ein Mobiltelefon mit höherer Rechenleistung, das um PDA-Funktionen erweitert wurde.

Dadurch kann ein Smartphone auch als Terminplaner, Adressbuch und Internet-Terminal genutzt werden. Die meisten Smartphones sind allerdings schlanker als PDAs und verfügen über eine Tastatur [Enzy09q]. Smartphones verfügen im Gegensatz zu Mobiltelefonen über erweiterbare Betriebssysteme. Dadurch lässt sich der Funktionsumfang der Geräte weiter ausbauen. Zu den populären Betriebssystemen gehören Symbian OS, Windows Mobile, Mac OS X, Linux sowie Palm OS (ab 2009 abgelöst durch webOS) [Enzy09q][Telt09d]. Smartphones sind ähnlich wie Handys mit einer Softwareplattform für die Benutzeroberfläche ausgestattet. Zu den derzeit gebräuchlichen Softwareplattformen zählen Android von Google (Linux), Mobilinux von MontaVista (Linux) [Enzy09q], S60 von Nokia (Symbian OS), BREW von Qualcomm (REX), UIQ von UIQ (Symbian OS) [Enzy09r] usw. Applikationen für Smartphones können z. B. nicht nur in Java, sondern auch in C/C++, Python, Web Runtime oder Flash Lite programmiert werden [Noki09]. Mit den Browsern wie z. B. NetFront, Smartphone-Browser oder Opera Mini lassen sich Webseiten, die nicht speziell für Mobilgeräte angepasst wurden, relativ komfortabel betrachten [Enzy09l]. Weitere verbreitete Browser sind Safari, Internet Explorer Mobile, Chrome Lite [Telt09b], Deepfish, der iPhone-Browser, Mozilla Minimo [ITWi09i] sowie WebKit und Skyfire [Enzy09j]. Ein Smartphone bietet umfangreiche Multimedia-Funktionen inklusive Videoaufzeichnung und den einfachen Zugang zu mobilen Diensten [Telt09b]. Für die Übertragung und Synchronisierung mit auf einem Rechner gespeicherten Daten können WLAN, Bluetooth, USB [Telt09f] sowie GSM, UMTS, HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), GPRS und HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) [Enzy09q] verwendet werden.

3.4.3 Digitale Assistenten

Der PDA gehört neben dem MDA (*Mobile Digital Assistant*), dem PocketPC und anderen ähnlichen Geräte zu den digitalen Assistenten. Dieser wird sowohl zur Sprachals auch zur Datenkommunikation verwendet. Während ein Smartphone eher als ein Handy mit erweiterten Funktionen für die Datenverarbeitung betrachtet wird, stellt ein PDA eher einen tragbaren Rechner dar, mit dem auch das Telefonieren möglich ist. Der Übergang von Smartphones zu PDAs ist jedoch ebenfalls fließend [Enzy09l].

Ein **PDA**, der auch als Handheld, Palmtop oder PocketPC [E-Te09] bezeichnet wird, ist ein kompakter tragbarer Computer, der hauptsächlich für die persönliche Datenverwaltung verwendet wird [Enzy09o]. Er ist meistens mit einem berührungsempfindlichen Display ausgestattet. Ein PDA verfügt gegenüber einem Handy über eine größere Leistungsfähigkeit. Deshalb wird er oft als tragbarer Rechner im Hosentaschenformat bezeichnet [E-Te09]. Als Betriebssysteme werden unter anderem Palm OS, Windows Mobile oder Pocket PC (früher Windows CE), Symbian OS, Newton OS, iPhone OS, Linux, NetBSD, OpenBSD und EPOC verwendet [Enzy09o][Enzy09h]. Die Applikationen lassen sich in Java, C, C++, C# usw. programmieren. Als Webbrowser sind auf solchen Geräten oft mobile Netfront, PocketIE (*Pocket Internet Explorer*), Opera Mini, Opera Mobile, Internet Explorer [Enzy09o][Telt09h] sowie Newtscape und Nethopper [Enzy09j] verbreitet. Die geringen Ressourcen des PDAs können mit verschiedenen Modulen vergrößert werden. Es können beispielsweise zusätzlich eine Speicherkarte, ein GPS-Empfänger oder eine Karte zur drahtlosen Kommunikation mit GSM/GPRS, Bluetooth oder WLAN [Diet05] integriert werden. Neben Adressbuch, Terminplaner, Kalender, Notizblock, Aufgabenplaner, E-Mail und

Projektmanagementsoftware werden oft auch weitere Anwendungen wie z. B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Taschenrechner (Office-Programme) und Spiele in einem PDA integriert [Enzy09o]. Die meisten PDAs ermöglichen auch die Wiedergabe von Musik, Bildern und Videos sowie das Surfen im Internet. Dank der steigenden Leistungsfähigkeit lassen sich PDAs auch zur mobilen Datenerfassung nutzen, als IP-Telefon verwenden oder als Navigationssysteme einsetzen [Enzy09o].

3.4.4 Geräte zur Datenkommunikation

Leichte, portable Geräte wie Notebook, Netbook, UMPC, PDA usw. werden nach Abbildung 3.3 der Datenübermittlung zugeordnet. Netbooks, UMPC und ähnliche Geräte (z. B. Subnotebook, MID (*Mobile Internet Device*)), die nach Hersteller- und Benutzersicht sehr unterschiedlich benannt werden können, wurden vor allem für die mobile Internetnutzung entwickelt. Diese können sehr gut bei den auf einer Client-Server-Architektur basierenden Systemen verwendet werden. Die einzelnen Geräteklassen lassen sich allerdings auch hier wegen der fließenden Grenzen kaum mehr voneinander trennen [Enzy09k].

Ein **Notebook** [Enzy09n], auch als Laptop bekannt, ist ein kleiner, tragbarer Rechner. Heutzutage werden diese Geräte immer häufiger anstelle stationärer Standard-PCs verwendet. Von der Leistungsfähigkeit, Displaygröße oder der Dateneingabe sind sie den Standard-PCs ähnlich. Dementsprechend werden auch dieselben Betriebssysteme (siehe Liste der Betriebssysteme unter [Enzy09h]), Programmiersprachen (siehe Liste der Programmiersprachen unter [Enzy09i]), Webbrowser (siehe Liste von Webbrowsern unter [Enzy09j]) usw. verwendet. Notebooks besitzen bereits eine Reihe eingebauter Schnittstellen für kabellose Verbindungen wie IrDA, Bluetooth, WLAN, UMTS usw. [E-Te07]. Sie können ähnlich den digitalen Assistenten um zusätzliche Module erweitert werden. Notebooks, bei denen Eingaben per Stift oder Finger direkt auf dem Bildschirm möglich sind (z. B. Tablet PC), werden nach [Enzy09u] als tragbare stiftbedienbare Computers bezeichnet. Somit stellen diese Geräte eine Erweiterung herkömmlicher Notebooks dar. Obwohl Notebooks getragen werden können, stoßen sie im Gegensatz zu den anderen mobilen Endgeräten an ihre Grenzen, da sie nicht auf einen mobilen Einsatz hin optimiert sind. Deshalb ist die Bedienung des Gerätes während des Tragens mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Außerdem ist die Akku-Laufzeit immer noch auf wenige Stunden begrenzt. Trotzdem werden diese Geräte beispielsweise von autarken Systemen, die in Kapitel 2 dargestellt sind, verwendet.

Ein **Netbook** wird auch Mini-Notebook genannt [Enzy09m]. Gegenüber einem Notebook kann es besser während des Tragens bedient werden. Obwohl es keine allgemeingültige Definition für ein Netbook gibt, grenzen sich diese Geräte von den Notebooks durch ein geringeres Gewicht, eine kleinere aber vollständige Tastatur, eine Bildschirmdiagonale, die bei 10 Zoll oder weniger liegt, längere Akku-Laufzeiten [Telt09e] und eine abgespeckte Ausstattung, bei der in der Regel ein optisches Laufwerk oder große Festplatten fehlen [Telt09a], ab. Ein Netbook ist aber kein Notebook-Ersatz [Telt09g]. Diese Geräte wurden speziell für die mobile Internetnutzung, Office-Anwendungen und zum Abspielen von Musik oder Videos konzipiert [Enzy09m]. Die weitere Entwicklung führte zu Spezial-Netbooks, die als Fernseher und für Desktopanwendungen eingesetzt werden können [ITWi09f]. Sie verfügen meistens über ein integriertes WLAN und Mobilfunkmodem. Es gibt mittlerweile

auch Geräte mit eingebautem UMTS-Modem [Telt09g]. Als Betriebssysteme kommen Linux, Windows XP aber auch Windows CE [Telt09e] [Telt09g] [ITWi09f] zum Einsatz.

Ein **UMPC** ist eigentlich eine Weiterentwicklung des PDAs [Telt09a]. Der kleine tragbare Computer wurde von Microsoft und Intel im Rahmen des Origami-Projektes entwickelt [Telt09a]. Von der Leistung entspricht dieser einem vollwertigen Windows-PC [Enzy09w], der aber kaum größer als ein PDA ist [Telt07]. Ein UMPC ist somit leichter und mobiler als ein Notebook, aber funktioneller als ein PDA [Enzy09w]. Geräte dieser Klasse zeichnen sich meistens durch einen 5 bis 7 Zoll großen Touchscreen [Telt09a] und eine kleine Tastatur, die sich neben oder unter dem Display befindet, aus. Bei Bedarf kann auch eine externe Tastatur angeschlossen werden [Enzy09w]. Der Internetzugang kann über Bluetooth, UMTS und WLAN (802.11 a/b/g) realisiert werden. Für die Datenübertragung stehen auch GPRS und EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) zur Verfügung [Telt07]. Die UMPC besitzen in der Regel ein oder mehr USB-Anschlüsse. Oft ist auch ein GPS-Empfänger integriert [Telt07]. Es werden Navigation mit ortsbezogenen Diensten, Mobilfernsehen und multimediale Applikationen unterstützt. [ITWi09k]. Die UMPC sind mit verschiedenen Büroanwendungen, die ohne wesentliche Einschränkungen mobil genutzt werden können [Enzy09w], ausgestattet. Als Betriebssysteme werden zurzeit Linux, Windows XP Tablet PC und Windows Vista eingesetzt [Enzy09w][ITWi09k][Telt09a]. Da die UMPC zumindest teilweise mit den gleichen Betriebssystemen wie ein Notebook oder ein PC arbeiten, bieten sie daher nahezu den gleichen Funktionsumfang. Deshalb können sie mit Hilfe einer Docking-Station als stationärer PC verwendet werden [Telt07].

Es gibt weitere mobile Endgeräte, die allerdings bezüglich ihrer Funktionalität in Richtung der oben vorgestellten (Abb. 3.3) gehen. Oft werden auch nur andere Namen für schon auf dem Markt existierende Geräteklassen verwendet. Der Begriff **Subnotebook** bezeichnet beispielsweise nur einen Notebook mit einer Displaygröße von 11 bis 14 Zoll [Telt09a]. Der Begriff **MID** wird dagegen für einen tragbaren Computer mit einem mobilen Internetzugang verwendet.

3.4.5 Benutzerschnittstelle

Informationssysteme liefern den Benutzern verschiedene Informationen an ihre mobilen Endgeräte. Um diese Informationen verwenden zu können, benötigt ein Benutzer an seinem Endgerät eine entsprechende Schnittstelle. Für die Realisierung einer Benutzerschnittstelle gibt es grundsätzlich zwei Lösungen. Es können **Webseiten** auf einem Server gespeichert werden. Diese kann ein Benutzer mit einem **Browser** auf seinem Endgerät aufrufen. Dadurch erhält er Zugriff zu den auf dem Server gespeicherten Informationen. Um dagegen **Applikationen** zu schreiben, können unterschiedliche **Programmiersprachen**, die speziell für mobile Endgeräte vorgesehen sind, verwendet werden. Die Applikationen arbeiten auf dem mobilen Endgerät und bauen dann eine Verbindungssession mit einem Server auf, wenn der Benutzer irgendwelche Informationen von dort benötigt.

Die auf einem Server gespeicherten Webseiten können mit Hilfe von HTML, JavaSkript oder PHP (*Hypertext Preprocessor*) erstellt werden. Mit **HTML** können statische Webseiten generiert werden. Ein HTML-Dokument enthält Verknüpfungen zu anderen Dokumenten oder zu anderen Teilen desselben Dokuments. Um ein

HTML-Dokument zu senden, wird HTTP verwendet. HTTP ist ein zustandsloses Protokoll zur Übertragung von Daten. Beim Senden einer Anfrage vom Client zum Server werden neben der Anfrage auch Informationen über den Browser, das Betriebssystem und die Eigenschaften des mobilen Endgerätes übertragen [HeWu05]. Um eine dynamische Webseite zu erstellen, wird eine Skriptsprache, die zur Laufzeit Informationen verarbeitet und im Dokument einbettet, benötigt. Kleinere Aufgaben können gut mit **JavaScript** programmiert werden. JavaScript ist eine client- und serverseitige Skriptsprache, die als Erweiterung von HTML eingeführt wurde. Mit JavaScript können zur Laufzeit clientseitige Ereignisse abgefragt und verarbeitet werden. Es können aber keine Dateien ausgelesen und geschrieben, keine Programme ausgeführt und keine Verbindungen zu anderen Computern aufgebaut werden. Große Projekte können mit **PHP**, das serverseitig Befehle, Datenbankzugriffe sowie Datei-manipulationsaufgaben ausführen kann, realisiert werden. PHP ist auch eine Skriptsprache, die speziell für die Webprogrammierung entwickelt wurde und in HTML integriert werden kann. Dazu existieren bereits Installationspakete (z. B. XAMPP), die den Apache-Server, das PHP-Modul und das MySQL-Datenbanksystem enthalten.

Webseiten kann der Benutzer mit verschiedenen Webbrowersern wie z. B. PocketIE unter Windows CE, Opera Mobile unter Symbian OS, Netfront Browser unter Palm OS usw. auf seinem mobilen Endgerät aufrufen. Bei Mobiltelefonen werden allerdings Browser verwendet, die auf eine minimale Standardunterstützung begrenzt sind [HeWu05].

Um Applikationen für mobile Endgeräte zu schreiben, können speziell prädestinierte objektorientierte Programmiersprachen wie C++, J2ME oder C# für mobile Endgeräte genutzt werden. In C++ muss ein Quellcode in einen Maschinencode kompiliert werden. Der Maschinencode kann aber nur auf einem Gerätetyp ausgeführt werden. Somit ist die Programmierung in C++ von der Plattform abhängig. Java ist dagegen theoretisch plattformunabhängig. Die Geräte müssen nur über eine VM (*Virtual Machine*), die den Quellcode auf dem Zielgerät übersetzt, verfügen. Speziell für mobile Endgeräte wurde **J2ME**, die die geringen Ressourcen der Endgeräte berücksichtigt, entwickelt [HeWu05]. Mit C# können windowspezifische Benutzeroberflächenelemente von Microsoft-Betriebssystemen verwendet werden. Bei der Programmierung in C# muss aber auf dem mobilen Endgeräten das .NET Compact Framework installiert sein. Ein C#-Programm wird erst in einen Zwischencode portiert. Dann wird dieser mit .NET auf dem Zielgerät kompiliert. Auf der Serverseite kann C# in Verbindung mit ASP .NET, das die Erzeugung von dynamischen Webseiten unterstützt, verwendet werden.

Die in Abschnitt 3.4 präsentierten mobilen Endgeräte können alle in einem Informationssystem für mobile Teilnehmer genutzt werden. Ob das jeweilige Gerät besser oder schlechter für eine bestimmte Anwendung geeignet ist, hängt grundsätzlich von den speziellen Anforderungen, die das System stellt und vom mobilen Endgerät erfüllt werden sollen, ab. Ähnlich ist es bei der Benutzerschnittstelle. Wie eine Schnittstelle realisiert wird, hängt zum Beispiel von der Zweckbestimmung ab. Wenn ein Benutzer Zugriff auf Informationen und Dienste verschiedener Webserver erhalten soll, dann ist zu empfehlen, anstelle spezieller Applikation Webbrowser zu verwenden. Für den Fall, dass ein System einen sehr speziellen und eingeschränkten Dienst bietet, sollte eine entsprechende Applikation geschrieben werden. Auf jeden Fall sind die Anfor-

derungen und Anwendungen eines jeden Informationssystems wichtig und müssen deshalb immer sorgfältig analysiert und berücksichtigt werden.

3.5 Mobilkommunikation

Eine Eigenschaft der auf einer Client-Server-Architektur basierenden Systeme ist, dass die Clients mit einem Server in Verbindung bleiben müssen. Diese Verbindung kann mittels verschiedener mobiler Kommunikationstechniken realisiert werden. Unter Mobilkommunikation wird die Sprach- und Datenübertragung von und zu mobilen Endgeräten durch ein drahtloses Zugangsnetz verstanden. Eine Einordnung der mobilen Kommunikationstechniken, die im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der Literaturrecherche erfolgte, ist in Abbildung 3.4 dargestellt.

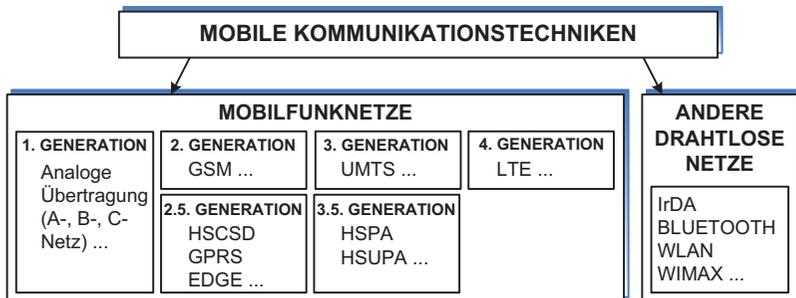


Abbildung 3.4: Einordnung der mobilen Kommunikationstechniken

Mobilfunknetze sind chronologisch in Generationen gegliedert. Jede Generation charakterisiert für sich einen Entwicklungssprung, der durch neue Technologien und höhere Datenübertragungsraten gekennzeichnet ist. Diese Einteilung wird in der Literatur allerdings sehr unterschiedlich durchgeführt. Die 1. Generation bezeichnet nach [SDHT06] die analogen mobilen Telefonnetze (A-, B-, C-Netz). Mit der 2. Generation begann die Einführung digitaler Verfahren zur Sprachübertragung. In diese Generation wird GSM eingeordnet [Saut08]. Die Standards der 2. Generation wurden um die paketorientierte Datenübertragung erweitert. Damit war eine Steigerung der Übertragungsraten möglich. Dies wird als 2.5. Generation bezeichnet. Zu deren wichtigsten Standards gehören HSCSD, GPRS sowie EDGE. Diese unterstützen zwar schon das Senden und Empfangen von Daten, für Multimedia-Dienste reicht die Kapazität jedoch nicht aus. Die Entwicklung der 3. Generation hat sich somit auf die Unterstützung höherer Übertragungsraten und Multimedia-Anwendungen konzentriert. Im Ergebnis ist der UMTS-Standard entstanden. Um den Datenempfang als auch den Datenversand zu beschleunigen, wurde das UMTS-Netz um HSDPA und HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*) erweitert. Die beiden Technologien sind somit in die 3.5. Generation einzuordnen.

Obwohl die GSM-Netze nach wie vor im Betrieb sind, geht die Entwicklung der Mobilfunknetze weiter. Ab der 2. Generation geht es vor allem darum, ins Internet zu kommen bzw. Daten zu übertragen. Nach der Einführung der Mobilfunksysteme der 3. Generation (z. B. UMTS) hat die Umstellung der Sprachdienste auf IP begonnen. Systeme der 4. Generation stehen unter dem Motto „Always best connected“, und

„Beyond 3G“ [Alby08]. Die Benutzer sollen zu jeder Zeit und an jedem Ort eine Verbindung zum Internet aufbauen können. Um Benutzern weltweit unterschiedliche Dienste netzübergreifend anbieten zu können, wurde LTE (*Long Term Evolution*) konzipiert.

Neben den Mobilfunknetzen existieren auch zahlreiche andere drahtlose Netze, zu denen vor allem IrDA, Bluetooth, WLAN und WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) gehören.

In den folgenden Abschnitten folgt eine kurze Beschreibung der erwähnten mobilen Kommunikationstechniken. Dabei werden allerdings keine detaillierten Informationen bezüglich der Leistungsparameter wie Übertragungsraten, Geschwindigkeiten usw. angegeben, weil diese gerade bei den drahtlosen Netzen, aufgrund der schnellen Entwicklung schon nach kurzer Zeit nicht mehr aktuell sind. Solche Informationen sind jedoch in den Spezifikationen der Standards leicht zu finden.

3.5.1 Mobilfunknetze

Ein Mobilfunknetz erstreckt sich meistens über das Gebiet eines Staates. Eine Sprach- und Datenübertragung über Staatsgrenzen hinweg wird durch Roaming realisiert. Ein Mobilfunknetz wird in kleine Funkzellen unterteilt. Die maximale Größe einer Zelle beträgt einige Kilometer. Im Weiteren werden einige ausgewählte Systeme (Abb. 3.4), die zu den wichtigsten gehören, kurz vorgestellt.

GSM ist ein weltweit verbreiteter digitaler Mobilfunkstandard. In Deutschland arbeitet GSM im Frequenzbereich 900 MHz (GSM-900: D1-Netz von T-Mobile und D2-Netz von Vodafone) und 1800 MHz (GSM-1800: O2 und E-Plus). Um die beiden Frequenzbereiche nutzen zu können, wird ein Dualband-Endgerät benötigt [Fuch09]. Obwohl GSM neben dem Sprachdienst auch Datenübertragung unterstützt, ist dies nur in einer leistungsmäßig eingeschränkten Form möglich.

HSCSD erweitert den verbindungsorientierten GSM-Standard. Es handelt sich dementsprechend auch um eine leitungsvermittelte Übertragungstechnik. HSCSD wurde eingeführt, um die Nutzdatenrate pro Teilnehmer zu erhöhen. Die Steigerung der Datenrate wird durch die Bündelung von mehreren Kanälen erreicht. Dabei werden allerdings immer komplette Kanäle reserviert, was zu einer ineffizienten Ressourcennutzung führt. Ähnlich dem GSM wird hier nach der Verbindungsdauer abgerechnet [Alby08].

GPRS ist eine paketorientierte Erweiterung des GSM. Diese Übertragungstechnik wird eingesetzt, um eine schnellere Datenübertragung zu ermöglichen. Die Daten werden in Pakete zerlegt und über verschiedene Kanäle übertragen [Saut08]. Dadurch können die vorhandenen Netzressourcen effektiver als bei GSM genutzt werden. Die zur Verfügung stehende Bandbreite wird nur dann genutzt, wenn Daten verschickt oder angefordert werden. Abgerechnet wird nicht mehr nach Verbindungsdauer, sondern nach wirklich übertragener Datenmenge. GPRS unterstützt Protokolle zur Datenübertragung wie z. B. IP. Dadurch ist es möglich, Daten mit öffentlichen Datennetzen wie z. B. dem Internet auszutauschen.

EDGE wurde zur Beschleunigung von GPRS und HSCSD eingeführt und verbessert nochmals die Datenübertragung im GSM-Netz. GPRS wird damit zu E-GPRS (*Enhanced-GPRS*) und HSCSD zu ECSD [Alby08]. Beide Erweiterungen bieten

deutlich höhere Übertragungsraten. Mit EDGE werden auch Echtzeitanwendungen wie z. B. die Internet-Telefonie unterstützt.

UMTS ist ein standardisiertes System für die universelle Mobilfunktelekommunikation. UMTS verbindet die Leistungsmerkmale von Leitungsvermittlung (GSM) und Paketvermittlung (GPRS) [Alby08], um noch höhere Datentransferraten zu erreichen. Es ermöglicht den Datentransport auf Basis von IP. Damit legt es die Grundlage für ein funkgestütztes mobiles Internet. UMTS wurde für mobile Multimedia-Anwendungen entwickelt. Mit UMTS können somit unterschiedliche Multimedia-Dienste wie z. B. Videokonferenz, Bildtelefonie, Internetzugang, interaktives Entertainment usw. in Anspruch genommen werden.

HSDPA ist eine Erweiterung des Mobilfunkstandards UMTS. Das Verfahren wurde eingeführt, um die Datenrate für den Downlink zu erhöhen. Die HSDPA-Technik unterstützt einen paketorientierten Datendienst. Für die Datenübertragung können bis zu 15 Kanäle [Saut08] gleichzeitig genutzt werden.

HSUPA ist ein verbessertes Verfahren der UMTS-Technik zum Versenden großer Datenmengen und somit eine Weiterentwicklung für den mobilen Uplink-Bereich [Saut08]. Um die HSUPA/HSDPA-Technik nutzen zu können, sind spezielle Endgeräte nötig.

LTE ist ein Mobilfunkstandard, der als Nachfolger für UMTS im Rahmen der 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) definiert wird. Dieser ist auch auf die mobile Datenübertragung ausgerichtet. Mit LTE ist die Übertragung von Sprachdiensten (VoIP, *Voice over IP*) und Videotelefonie über das Internetprotokoll möglich. Dadurch erfolgt kein Unterschied mehr zwischen Daten- und Sprachübertragung. Dank höherer Übertragungsgeschwindigkeiten und kürzerer Verbindungszeiten, die durch bessere Modulationsverfahren, größere Kanalbandbreiten und höheren Frequenzen erreicht werden, soll das mobile Internet generell zugänglich sein [Enzy09t].

3.5.2 Andere drahtlose Netze

In diesem Abschnitt folgt eine kurze Beschreibung der wichtigsten Vertreter der anderen drahtlosen Netzen gemäß der Abbildung 3.4.

IrDA ist ein Standard, der eine physische Spezifikation und ein Kommunikationsprotokoll für den Austausch von Daten mittels Infrarotlicht beschreibt. Die Daten werden drahtlos im Raum über sehr kurze Strecken übertragen. Mit IrDA lässt sich eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung realisieren, wobei Sichtkontakt notwendig ist [Fuch09].

Bluetooth ist eine standardisierte drahtlose Datenschnittstelle, die für eine Kommunikation zwischen mobilen Endgeräten verwendet wird. Sie eignet sich gut für die Übermittlung von Daten, Bildern und Sprache über Kurzstrecken [Saut08]. Die Verbindung findet über Funk statt. Die Daten werden im lizenzfreien ISM-Band (ISM, *Industrial, Scientific, Medical*) gesendet, das weltweit für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Zwecke frei gegeben wurde.

WLAN bezeichnet ein drahtloses lokales Netz, das auf dem Standard IEEE 802.11 basiert und im ISM-Band arbeitet. Die maximale Datenübertragungsrate kann nicht garantiert werden, weil diese von der Anzahl der Benutzer und der Qualität der

Funkübertragungstrecke abhängig ist. Bei gleichzeitiger Datenübertragung mehrerer Stationen wird die Datenrate drastisch reduziert, da die verfügbaren Ressourcen zwischen allen Benutzern geteilt werden müssen. Die Funkübertragung erfolgt auf einzelnen Kanälen, wobei jeder Kanal eine andere Frequenz nutzt. Dadurch können mehrere Sende- und Empfangseinheiten nebeneinander arbeiten, ohne sich gegenseitig zu stören. Der Zugriff auf den Funkkanal erfolgt mittels CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) [Saut08]. Bei WLAN können zwei oder mehrere mobile Endgeräte durch eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung direkt miteinander kommunizieren. Sie können aber auch indirekt über einen Access Point, der einen funkbasierten Zugang zum drahtgebundenen LAN ermöglicht, kommunizieren.

WiMAX ist eine international standardisierte Technologie, die den breitbandigen Zugang zum Internet über Funk ermöglicht. WiMAX wurde vom IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) unter dem Namen IEEE-802.16 standardisiert. Innerhalb der 802.16-Familie gibt es Standards, die nicht nur stationäre (802.16a, 802.16d), sondern auch mobile (802.16e) Einsatzvarianten unterstützen [Alby08]. Die zur Verfügung stehende Datenrate muss allerdings in beiden Fällen zwischen allen beteiligten Benutzern aufgeteilt werden. Für die Sprachübertragung, die auf der Basis des Internetprotokolls (VoIP) realisiert wird, wurde ein spezieller Modus zur Gewährleistung einer QoS (*Quality of Service*) vorgesehen. WiMAX wurde als drahtloser Netzstandard für Großstädte und ländliche Regionen konzipiert, um Teilnehmer in größeren Reichweiten anzubinden.

Die in Abschnitt 3.5 präsentierten mobilen Kommunikationstechniken können entweder ein großes Abdeckungsgebiet mit niedrigen Datenraten oder kurze Strecken mit hohen Datenraten versorgen. Welche Technik besser geeignet ist, hängt von den Anwendungen eines Informationssystems für mobile Teilnehmer ab. Ein derartiges System sollte jedoch nicht auf den Einsatz einer Technologie beschränkt sein, sondern verschiedene mobile Übertragungstechniken unterstützen. Bei der Nutzung eines Endgerätes sollte die Auswahl der verfügbaren Technologien ohne Eingreifen des Benutzers erfolgen.

3.6 Lokalisierungsverfahren

Die Position von Benutzern kann im Freien sowie in Gebäuden mittels unterschiedlicher Lokalisierungsverfahren bestimmt werden. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über unterschiedliche Positionsbestimmungstechnologien gegeben. Die Einordnung der Lokalisierungsverfahren, die in Abbildung 3.5 dargestellt ist, erfolgte aufgrund der Literaturrecherche, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde.

Die Positionsbestimmung kann auf Mobilfunknetzen, Satelliten, Sensoren sowie drahtlosen lokalen Kommunikation basieren. Lokalisierungsverfahren, die mit Hilfe der Mobilfunknetze arbeiten, basieren auf Netzwerk-, Geräte- und hybriden Lokalisierungsmethoden. Zu den netzwerkbasierten Methoden können beispielsweise COO (*Cell of Origin*), AOA (*Angle of Arrival*), RSS (*Received Signal Strength*), TOA (*Time of Arrival*), TDOA (*Time Difference of Arrival*) und LF (*Location Fingerprinting*) eingeordnet werden. Zu den gerätebasierten Methoden gehören TA (*Timing Advance*) und EOTD (*Enhanced Observed Time Difference*). Zu den hybriden Methoden zählen AGPS (*Assisted Global Positioning System*), die Kombination von TOA/AOA (*Time of Arrival and Angle of Arrival*) sowie AOA/RTT (*Angle of Arrival and Round Trip Time*).

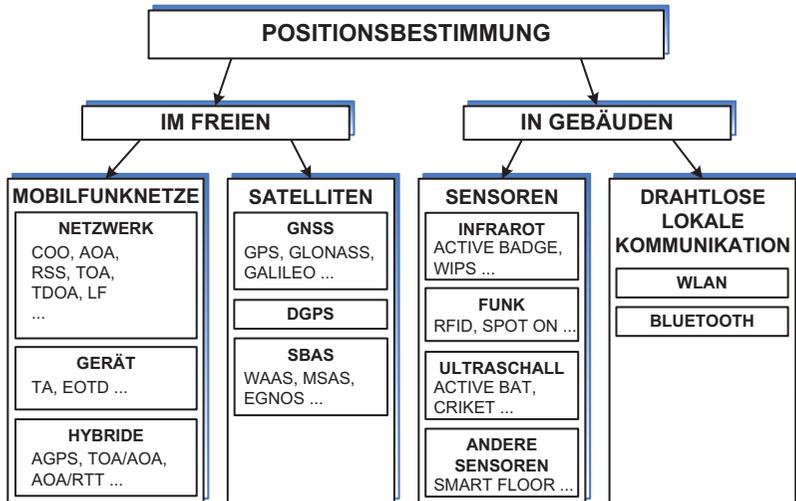


Abbildung 3.5: Einordnung der Lokalisierungsverfahren

Alle diese Methoden ermöglichen die Bestimmung der Benutzerpositionen im Freien sowie innerhalb von Gebäuden. Sie wurden aber als „Positionsbestimmung im Freien“ klassifiziert, weil sich ihre gesamte Infrastruktur im freien Feld befindet und von Benutzern, die sich in den meisten Fällen draußen befinden, verwendet wird.

Zu den weltweiten Navigationssatellitensystemen GNSS (*Global Navigation Satellite System*) werden GPS, GLONASS und GALILEO gezählt. Die Verbesserung der GPS-Positionsgenauigkeit erfolgt bei DGPS durch Korrektursignale, die der Benutzer über stationäre Referenzstationen erhält. Satellitenbasierte Ergänzungssysteme wie SBAS (*Satellite Based Augmentation Systems*) senden dagegen die Korrektursignale über geostationäre Satelliten. Dazu gehören zurzeit WAAS (*Wide Area Augmentation System*), MSAS (*Multimission Satellite Augmentation System*) und EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay System*).

Zur zweiten Gruppe gehören Lokalisierungssysteme, die die Benutzerposition innerhalb von Gebäuden bestimmen und deren Struktur schon in die Infrastruktur des Gebäudes integriert ist. Dazu können Systeme, die auf unterschiedlichen Sensoren oder auf einer drahtlosen lokalen Kommunikation basieren, aufgenommen werden. Zu den Systemen, die auf Infrarotsensoren basieren, werden oft das Active Badge System und WIPS (*Wireless Indoor Positioning System*) gezählt. RFID (*Radio Frequency Identification*) und Spot On stützen sich auf Funkensoren. Beim Active Bat System und Cricket werden dagegen Ultraschallsignale verwendet. Für sensorbasierte Lokalisierungssysteme können noch andere Sensoren genutzt werden. Ein Beispiel hierfür wäre Smart Floor, das die Benutzerposition anhand von Drucksensoren bestimmt. Von den drahtlosen lokalen Kommunikationstechnologien können z. B. WLAN und Bluetooth zur Positionsbestimmung verwendet werden. Alle diese Lokalisierungsverfahren werden kurz in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3.6.1 Mobilfunknetzbasierter Lokalisierung

Die Methoden zur Positionsbestimmung eines Mobilgeräts in Mobilfunknetzen können abhängig vom Funktionsanteil des Netzes und des Geräts klassifiziert werden. Die Position wird durch Messungen und Lokalisationsberechnungen bestimmt. Das kann durch mehrere BS (*Basisstation*), die gleichzeitig ein Signal vom Mobilgerät messen (*multilateral*), oder durch eine MS (*Mobilstation*), die hintereinander Signale von den BS misst (*unilateral*), oder durch BS und MS gleichzeitig (*bilateral*) erfolgen [KoCi03].

Netzwerkbasierter Lokalisierungsmethoden können die Endgerätposition ohne (*pure network based*) oder mit Hilfe des Mobilgeräts (*mobile assisted network based*) bestimmen. Bei der ersten Variante werden die Messungen der Signale, die von einem Mobilgerät emittiert werden, durch eine oder mehrere BS durchgeführt. Die Daten werden zu einem sich im Netz befindenden Rechenzentrum geschickt. Dort wird aufgrund der Messungen die Position des Mobilgeräts bestimmt. Bei der Lokalisierung mit Hilfe mobiler Geräte werden die Messungen nur mit diesem Gerät durchgeführt. Danach können sie vom Gerät oder auch im Netz berechnet werden. Mit Hilfe der netzwerkbasierten Lokalisierungsmethoden können COO, AOA, RSS, TOA und TDOA sowie LF (Abb. 3.5) realisiert werden.

COO ist eine Methode, die die Identifikationsnummer einer Funkzelle verwendet. Um zu telefonieren, muss in einem Mobilfunknetz ein Mobiltelefon eine Verbindung zu einer BS aufbauen. Das Mobilfunknetz ist in Funkzellen geteilt. Jede Zelle hat eine zugeordnete Nummer (*Cell-ID*). Bei der Verbindung eines Mobiltelefons mit einer BS wird diese Funkzellennummer ermittelt. Deshalb kann festgestellt werden, in welcher Zelle sich der Benutzer des Telefons gerade befindet. Um diese Information zur Positionsbestimmung zu nutzen, muss der entsprechenden Cell-ID eine Geokoordinate zugeordnet werden. Unabhängig von der Zellgröße wird der Mittelpunkt der Zelle als Position angenommen. Die Lokalisierungsgenauigkeit dieser Methode ist leider oft zu gering, weil sie von der Anzahl der BS und der Größe der Funkzelle abhängig ist. Die COO-Methode kann auch für die Lokalisierung im Gebäude verwendet werden [Diet05][Wint03].

AOA misst die Richtung der Wellenausbreitung. AOA fordert, dass in der BS ein Antennensystem, das die Signale der MS empfangen und deren Richtung definieren kann, installiert ist [SiWa02]. Ein Mobiltelefon sendet ein Signal. Die Antennen messen die Richtung der Wellenausbreitung vom Mobiltelefon aus. Es sind mindestens zwei BS erforderlich. Aufgrund der gemessenen Signale und der Antennenlagen kann die Lokalisierung des Geräts erfolgen. In diesem Fall ist die Lokalisierungsgenauigkeit auch leider oft ungenügend. AOA benötigt einen Sichtkontakt zwischen MS und den genutzten BS, um Reflexionen der Funkwellen auszuschließen [Diet05][KoCi03].

RSS misst zur Lokalisierung des Mobilgeräts die Signalstärke, die von den BS emittiert wird. Hier wird der Fakt benutzt, dass die Empfangssignalstärke von der Quelleentfernung abhängig ist. Die Lokalisierungsgenauigkeit ist vom Model für die Signalausbreitung, das für einen gegebenen Bereich zuvor erstellt werden muss, abhängig [KoCi03].

TOA gehört zu den Methoden, bei denen die Position des Mobilgeräts anhand der Zeitmessung der Signalausbreitung bestimmt wird. Sie nutzen eine proportionale Abhängigkeit der Zeit von der Entfernung zwischen MS und BS. TOA benötigt mehrere

BS. Ein Mobilgerät strahlt ein Funksignal zu mehreren BS aus. Die BS müssen synchronisiert sein. Deshalb wird die MS für die Messungen während der Sendesignalzeit in eine andere Zelle umgeschaltet (*forced handover*) [SiWa02]. Aufgrund der Laufzeiten des Funksignals, die von mindestens drei BS gemessen werden, kann um jede BS ein Ring, dessen Radius durch die Zeit unter Berücksichtigung eines Messfehlers bestimmt wird, definiert werden. Die MS befindet sich auf der Schnittstelle der Ringe. Die Lokalisierungsgenauigkeit sinkt, wenn es keine direkte Verbindung zwischen MS und BS gibt, weil das eine Verfälschung des Radius verursacht [KoCi03].

TDOA bestimmt den Standort des Mobilgerätes aufgrund der Zeitdifferenz zwischen der Signalausbreitung zu benachbarten BS. Diese Methode ist dem TOA ähnlich. Sie benötigt aber keine Synchronisation der BS. Die MS sendet ein Signal zu mehreren BS. Es wird die Laufzeit des Funksignals von der MS zu mindestens drei BS gemessen. Dann wird die Zeitdifferenz der Signalausbreitungen zu den benachbarten BS berechnet. Für die einzelnen Basisstationspaare wird eine Hyperbel berechnet. Die Position des Mobilgeräts ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Hyperbeln [KoCi03].

LF gehört zu den Korrelationsmethoden, die eine Datenbank mit Messergebnissen nutzen. Der Ausgangspunkt für diese Methoden ist, dass sich die Eigenschaften eines Signals, das über Funk übermittelt wird, durch Störungen auf der Übertragungstrecke ändern [Pott04]. Jedes Signal hat spezielle Eigenschaften. Während einer Transmission eines Funksignals zwischen BS und MS wird es für eine gegebene Situation gemessen. Bei LF wird beispielsweise die Leistung des Empfängersignals gemessen. Die Messergebnisse werden in einer Datenbank gesammelt. Aufgrund dieser Messergebnisse und deren Korrelationen bei späteren Messungen ist es möglich, die Position einer MS festzustellen [KoCi03].

Bei den **gerätebasierten Lokalisierungsmethoden** (*network assisted handset based*) werden Messungen und Positionsberechnungen hauptsächlich auf dem Mobilgerät realisiert. Das Gerät wird aber durch Informationen aus dem Netz wie beispielsweise die Position der BS, von welcher dieses die Signale bekommen hat, unterstützt. Mittels gerätebasierter Lokalisierungsmethoden können z. B. TA und EOTD (Abb. 3.5) durchgeführt werden.

Bei **TA** wird die Zeit der Signalausbreitung von einer BS gemessen. Diese Methode ist dem TOA ähnlich. Sie verwendet auch die proportionale Abhängigkeit der Zeit der Signalausbreitung von der Entfernung zwischen MS und BS [KoCi03]. Hier werden die Signalmessergebnisse nur von einer BS verwendet. Im GSM heißt diese Methode TA, im UMTS RTT (*Round Trip Time*).

EOTD ist dem TDOA sehr ähnlich. Der Unterschied besteht darin, dass zur Zeitdifferenzmessung der Signalausbreitungen eine MS benutzt wird. Auch die notwendigen Berechnungen werden oft auf dem Gerät durchgeführt [KoCi03]. Ein Mobilgerät bekommt Funksignale von mehreren BS. Es werden die Laufzeiten der Funksignale, die von mindestens drei BS ausgestrahlt werden, gemessen. Dann wird die Zeitdifferenz für die Paketankunft (OTD, *Observed Time Difference*) berechnet. Die BS sind auch hier nicht synchronisiert, deshalb bekommt die MS Pakete, deren Sendezeit (RTD, *Real Time Difference*) verschieden ist. Das Gerät befindet sich in unterschiedlichen Entfernungen zu den BS, was unterschiedliche Laufzeiten (GTD, *Geographical Time Difference*) verursacht. Aufgrund dieser Messungen wird die Position berechnet. Das kann durch die MS oder auch im Netz realisiert werden. Die Lokalisierungsgenauigkeit ist ähnlich zu TOA [SiWa02]. Diese Methode heißt unterschiedlich in

verschiedenen Systemen. Im GSM wird sie EOTD, im UMTS als OTDOA (*Observed Time Difference of Arrival*) und im CDMA als AFLT (*Advanced Forward Link Trilateration*) bezeichnet.

Jede Lokalisierungsmethode hat Nachteile und Vorteile. Eine Verbesserung der Positionsbestimmung kann durch eine Kombination von verschiedenen Lokalisierungsmethoden erfolgen. Das wird durch die **hybriden Lokalisierungsmethoden** (*hybrid methods*) für Mobilfunknetze realisiert [KoCi03]. Dazu gehören solche Methoden wie AGPS, eine Kombination von TOA/AOA oder AOA/RTT (Abb. 3.5).

AGPS nutzt neben dem GPS ein Netz (z. B. Mobilfunknetz), um zusätzliche Informationen für eine Positionsbestimmung zu übertragen. So werden beispielsweise sich in der Nähe befindende BS dieses Netzes genutzt, um über die Signallaufzeiten die Position des Mobilgerätes zu bestimmen. Oder es werden Informationen bereitgestellt, die von einem als Referenz dienenden GPS-Empfänger stammen, dessen genaue Position bekannt ist [KoCi03]. Beide Methoden dienen dazu, die Zeit bis zur Positionsbestimmung insbesondere nach längerer Inaktivität des Gerätes bzw. bei schlechten Empfangsbedingungen zu verkürzen. Die Berechnung der Koordinaten kann hierbei direkt beim Endgerät oder im Netzwerk erfolgen.

Die Kombination von **TOA/AOA** misst Zeit und Richtung der Signalausbreitung zu mehreren BS. Die Verknüpfung **AOA/RTT** führt die Messung von einer Richtung und Zeit der Signalausbreitung durch eine BS aus. Die einzelnen Bestandteile der Methoden wurden bereits oben beschrieben.

3.6.2 Satellitenbasierte Lokalisierung

Bei den globalen Satellitennavigationssystemen werden zur Lokalisierung eines Objektes Satelliten, die über Funk ihre genaue Position und Uhrzeit mitteilen, verwendet. Um eine Objektposition zu ermitteln, müssen die Abstände zu mindestens drei unabhängigen Satelliten gemessen werden. Dazu müssen die Satellitensignale gleichzeitig empfangen werden [Nark03]. Ein Abstand wird anhand der gemessenen Laufzeit des Signals von einem Satelliten zum Empfänger definiert. Die Geschwindigkeit des Signals ist gleich der Lichtgeschwindigkeit und beträgt im luftleeren Raum ca. 300.000 km/s. Aufgrund des Abstandes zu einem Satelliten wird eine Kugeloberfläche berechnet. Auf dieser Oberfläche befindet sich das Objekt. Durch die Überlagerung von drei Kugeloberflächen werden zwei Punkte bestimmt. Um einen von den beiden Punkten zu eliminieren, ist noch ein Signal von einem vierten Satellit nötig. Der gebliebene Punkt ist die gesuchte Position des Objektes. Die Lokalisierungsgenauigkeit ist von der Genauigkeit der Abstands- und Zeitmessungen abhängig. Dazu ist ein Empfänger notwendig, der aus den Satellitensignalen den Abstand zu den Satelliten berechnet [Zaja03]. Jedes Satellitennavigationssystem besteht aus drei Segmenten: einem Boden-, einem Weltraum- und einem Benutzersegment. Zu den globalen Satellitennavigationssystemen werden vor allem GPS, GLONASS und GALILEO (Abb. 3.5) gezählt.

GPS ist ein allgemein zugängliches satellitenbasiertes Navigationssystem, das von den USA gebaut wurde. Es dient der Positions-, der Zeit- und der Geschwindigkeitsbestimmung eines Objektes aufgrund von Signalen, die von um die Erde kreisenden Satelliten ausgestrahlt werden. Das System kann dort benutzt werden, wo der Empfang von mindestens vier Satellitensignalen möglich ist. Das kann auf der Erde aber auch in der Atmosphäre sowie im Weltraum in Erdnähe sein [Nark03].

GLONASS wurde in der ehemaligen Sowjetunion für militärische Anwendungen entwickelt. Zurzeit wird dieses satellitenbasierte Navigationssystem vom Verteidigungsministerium der Russischen Föderation betrieben. Bis jetzt war das System nicht für eine kommerzielle Nutzung zugänglich, was allerdings in der Zukunft vorgesehen ist. GLONASS sollte mit den Satellitennavigationssystemen GPS (USA) und GALILEO (Europa) konkurrieren. Es ist aber auch eine Zusammenarbeit mit dem GPS geplant. Durch den Empfang und die Kombination der Signale von den GLONASS- und GPS-Satelliten soll die Genauigkeit der Ortsbestimmung erhöht werden [Klah09].

GALILEO ist eine gemeinsame Initiative der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumorganisation. Dieses Satellitennavigationssystem liefert ähnlich wie GPS und GLONASS weltweit Daten zur Positionsbestimmung. Da GALILEO zu GPS kompatibel sein sollte, ist es vorgesehen, dass nach Abschluss des Aufbaus von GALILEO insgesamt etwa 60 Navigationssatelliten zur Verfügung stehen sollten [Lehm04]. Es ist auch geplant, sofern GLONASS und GALILEO in vollem Maße funktionieren werden, die drei globalen Satellitennavigationssysteme zu einem weltweiten Navigationssatellitensystem GNSS zu verbinden. Dafür müssen spezielle Empfangsgeräte konstruiert werden, die Daten von Satelliten dieser drei Navigationssysteme empfangen und durch deren Kombination eine sehr hohe Genauigkeit erzielen können [Diet05].

Eine Verbesserung der Positionsgenauigkeit kann durch die Übermittlung der Korrektursignale mit Hilfe von **DGPS**, d. h., durch stationäre Referenzstationen erreicht werden. GPS-Signalstörungen entstehen, wenn das Signal die Atmosphäre durchquert. Dabei entstehen Laufzeitfehler, die durch DGPS korrigiert werden können [Diet05]. Im DGPS werden Referenzstationen, deren geographische Positionen mit sehr hoher Genauigkeit bekannt sind, genutzt. In jeder dieser Stationen wird ein GPS-Empfänger, der zusätzlich die Position der Referenzstation berechnet, integriert. Aufgrund des Vergleiches eines bekannten mit dem berechneten Standort einer Referenzstation werden für jeden Satelliten Korrekturen berechnet. Diese Korrekturinformationen werden mittels Funk von Referenzstationen an die DGPS-Empfänger übermittelt. Damit können die fehlerhaften GPS-Signale für jeden Satelliten korrigiert und die Positionsbestimmung des Empfängers verbessert werden.

Die DGPS-Korrektursignale können auch über geostationäre Satelliten abgestrahlt werden. Das wird im satellitenbasierten Ergänzungssystem SBAS realisiert. Zu **SBAS** werden drei weltweite Systeme gezählt: das amerikanische **WAAS** für den nordamerikanischen Kontinent, das japanische **MSAS** für den südostasiatischen Raum und das europäische **EGNOS** für den europäischen Kontinent. Sie sollen die gesamte Erde abdecken. Diese Systeme übertragen die DGPS-Korrekturwerte mit Hilfe von Satelliten zu den Empfängern und erweitern dadurch die Leistungsfähigkeit von GPS [Nark03][Zaja03].

3.6.3 Sensorenbasierte Lokalisierung

Lokalisierungsmethoden, die innerhalb von Gebäuden genutzt werden, können in solche Systeme eingeteilt werden, die in die Gebäudeinfrastruktur eingreifen oder diese nicht verändern. Systeme ohne Eingriff nehmen alle benötigten Informationen mittels Sensoren, die von den Benutzern getragen werden, auf. Mehr darüber ist in [Ran02] zu finden. Diese Variante kommt jedoch nicht für Client-Server-Systeme

in Frage, weil der Benutzer dort nur mit einem kleinen Endgerät ausgerüstet sein soll. Systeme, bei denen ein Eingriff erfolgt, benötigen in den meisten Fällen ein Sensornetzwerk, das in die Infrastruktur des Gebäudes integriert werden muss. Die Sensoren werden an strategisch wichtigen Punkten (z. B. an Wänden, Zimmerdecken) platziert. Die Lokalisierung kann mit Hilfe von Infrarot-, Funk-, Ultraschall- oder ähnlichen Sensorarten (Abb. 3.5) realisiert werden.

Lokalisierungsmethoden, die auf **Infrarotsensoren** basieren, benötigen zwischen Sender und Empfänger Sichtkontakt, weil das Infrarotlicht keine massiven Gegenstände durchdringen kann. Infrarotsensoren werden z. B. beim Active Badge System, WIPS oder auch IRREAL und M3I, die schon in Kapitel 2 dargestellt wurden, eingesetzt.

Das **Active Badge System** zählt zu den ersten Lokalisierungssystemen in Gebäuden. Das System besteht aus Infrarotsensoren, die in einem Netzwerk verbunden sind, aus einem Lokalisationsserver und Infrarotsendern, die von den Benutzern getragen werden. Ein Infrarotsender versendet regelmäßig einen Identifizierungscode. Der Code wird vom Infrarotsensornetzwerk empfangen und zum Lokalisationsserver gesendet. Aufgrund dieses Codes wird auf dem Server die Benutzerposition ermittelt. Die Lokalisationsinformationen werden zentral beim Server vorgehalten [Wint03].

Bei **WIPS** sind die Infrarotsender fest im Gebäude eingerichtet. Vom Benutzer wird ein Sensor getragen, in dem ein Infrarotempfänger und eine WLAN-Schnittstelle eingebaut sind. Wenn ein Benutzer sich in der Nähe eines Infrarotsenders befindet, empfängt er eine Information darüber, in welchem Raum er sich gerade aufhält. Seine Position wird über WLAN an den Lokalisationsserver gesendet. Dadurch können dem Benutzer (ebenfalls über WLAN) weitere seine Position betreffende Informationen geliefert werden [Wint03].

Eine Positionsbestimmung mittels **Funksignalen** (RFID, SPOT ON) benötigt keinen Sichtkontakt, weil die Funkwellen auch die Wände durchdringen können.

Unter **RFID** [Wint03] wird eine kontaktlose Identifikation durch eine Funkübermittlung bezeichnet. Ein RFID-System besteht aus Tag(s) (Transponder(n)) und Lesegerät(en). Im Transponder sind die Informationen (z.B. eine ID) gespeichert, die mit dem Lesegerät ausgelesen werden können. Dabei kann das Tag aktiv oder passiv sein und sich an oder in einem Objekt befinden. Das passive Tag wird über das Funksignal des Lesegerätes mit Energie versorgt. Nach der Verarbeitung wird das Signal an das Lesegerät zurückgeschickt. Der Abstand zwischen Tag und Lesegerät ist in der Regel auf kurze Distanzen (ca. ein Meter) begrenzt. Das aktive Tag ist dagegen mit einer eigenen Energieversorgung ausgestattet. Es sendet in regelmäßigen Abständen eine Kennung, die von einem Lesegerät empfangen wird und anhand derer ein Objekt identifiziert werden kann. RFID-Systeme, die für eine Positionsbestimmung verwendet werden, ermitteln keine Koordinaten der Benutzerposition. Sie registrieren nur, ob der Benutzer bestimmte Wegpunkte, die mit Tags versehen sind, erreicht hat.

Ein Beispiel für eine Positionsbestimmung unter Verwendung von aktiven Tags ist **Spot On**. Jeder Benutzer trägt einen Funksender. Das Signal des Funksenders wird von im Gebäude aufgestellten Sensoren aufgenommen. Aufgrund der Messung der Signalstärke kann die Entfernung zwischen Sender und Empfänger bestimmt werden. Die Signalstärke wird von Sensoren an einen Server übertragen [Wint03].

Für eine Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden werden immer häufiger auch Ultraschallsignale verwendet. Dadurch ist es möglich, eine genauere Entfernung zwischen Sender und Empfänger zu ermitteln [Wint03]. Mit Hilfe von **Ultraschallsensoren** wurden das Active Bat System und Cricket realisiert.

Das **Active Bat System** wurde als Nachfolger des Active Badge Systems entwickelt. In diesem Fall wird aber statt einer Infrarot- die Ultraschalltechnik verwendet. Um die Position des Benutzers zu bestimmen, wird vom Server eine Anfrage an eine Marke (Bat), die vom Benutzer getragen wird, und an alle anderen Empfänger ein synchronisiertes Reset-Signal gesendet. Als Antwort bekommt der Server vom Bat des Benutzers einen Ultraschallimpuls. Auf Basis der Signallaufzeit wird die Entfernung des Benutzers vom Server und damit seine Position bestimmt [Wint03].

Bei **Cricket** werden Funk- und Ultraschalltechnik gleichzeitig verwendet. Von fest installierten Baken aus werden die Ultraschall- und Funksignale gleichzeitig an mobile Benutzer ausgesendet. Wenn das Benutzergerät das Funksignal erhält, aktiviert es seinen Ultraschallempfänger für die Impulsaufnahme. Aufgrund der Laufzeit von Ultraschall- und Funksignalen wird auf dem Gerät die Benutzerposition ermittelt [Wint03].

Um eine Position zu bestimmen, können auch **andere Sensoren** wie z. B. Drucksensoren beim System **Smart Floor** genutzt werden. Sie werden für eine Identifikation von Schrittmustern und eine Verfolgung der Benutzer in Bodenplatten eingesetzt. Die Kennung eines Schrittmusters erfolgt anhand der Kraft, mit der der Benutzer auf den Bodenplatten auftritt. Dann wird es mit bekannten Signaturen aus einer Datenbank verglichen. Daraufhin wird der Benutzer identifiziert. Für eine solche Identifikation braucht der Benutzer kein Gerät bei sich zu haben [Diet05].

3.6.4 Lokalisierung mit drahtlosen lokalen Kommunikationstechnologien

Für eine Positionsbestimmung im Gebäude können auch drahtlose lokale Kommunikationstechnologien wie WLAN oder Bluetooth verwendet werden.

Die bestehende Netzinfrastruktur von **WLAN** [Wint03], die für eine Datenübertragung benötigt wird, kann ohne Änderungen zur Lokalisierung eines Benutzers im Gebäude dienen. Die Positionsbestimmung kann auf der Funkzellenortung oder der Signalstärkemethode basieren. Bei der Funkzellenortung wird die Netzinfrastruktur ähnlich den Mobilfunknetzen in Zellen aufgeteilt. Die Access Points funktionieren analog zu den BS. Form und Größe einer Zelle wird durch den vom Access Point ausgeleuchteten Bereich definiert. Bei der Signalstärkemethode wird anhand der Stärke des Signals die Entfernung zu den erreichbaren Access Points und daraus die Benutzerposition bestimmt.

Bei der Positionsbestimmung mittels **Bluetooth** muss zuerst das mobile Gerät des Benutzers seine Umgebung darauf hin prüfen, ob sich in seiner Nähe andere Bluetooth-Geräte, deren Positionen schon bekannt sind, befinden. Dann wird zu jedem der Geräte eine Verbindung aufgebaut, um die Positionsdaten anzufordern. Für jede Verbindung wird eine Entfernungsschätzung durchgeführt. Wenn die Position und die Entfernungsdaten von mindestens drei Bluetooth Geräte ermittelt werden können, kann der Benutzer seine eigene Position berechnen [Wint03].

Wie in Abschnitt 3.6 gezeigt wurde, gibt es zurzeit verschiedene Verfahren, mit denen die Position eines Objektes bestimmt werden kann. Die Technologien zeichnen sich unter anderem durch unterschiedliche Genauigkeit aus. Allerdings kann eine Auswahl nicht nur aufgrund der Genauigkeit erfolgen, da nicht jede Methode oder jedes System in jeder Situation realisierbar ist. Als Beispiel kann Smart Floor genommen werden. Obwohl hier die Positionsgenauigkeit sehr hoch ist, kann es nur im Gebäude verwendet werden und nur wenn vorher dazu die Drucksensoren in den Bodenplatten eingesetzt wurden. Deshalb ist das System für eine Lokalisierung im Freien eher uninteressant. Ähnlich ist es mit GPS, das innerhalb von Gebäuden allein, ohne Unterstützung von anderen Systemen, nicht funktionieren kann. Eine Lösung wäre in diesem Fall AGPS, das die Funktionalität eines Mobiltelefons mit der eines GPS-Empfängers verbindet und deshalb auch die Lokalisierung im Gebäude ermöglicht. Für Informationssysteme ist aber jedes Lokalisierungsverfahren wichtig, solange entsprechende Anforderungen erfüllt werden. Ein optimales System würde aus verschiedenen Lokalisierungsmethoden, die in Kombination miteinander verwendet werden können, bestehen. Dadurch könnte die Position im Freien und in Gebäuden mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Dabei sollten die Gebäudeinfrastrukturen nicht verändert und die Sensoren nicht vom Benutzer getragen werden müssen.

3.7 Dienste

Moderne Informationssysteme, die auf einer Client-Server-Architektur basieren, müssen häufig gleichzeitig Anforderungen einer großen Anzahl von Benutzern bedienen [HeSS03]. Ein wichtiger Bestandteil eines solchen Systems bildet das auf dem Server betriebene *Datenbanksystem* (DBS). Das DBS besteht aus einem *Datenbankmanagementsystem* (DBMS) und einer oder mehreren Datenbanken. Das DBMS dient dazu, die Informationen, die in den Datenbanken gespeichert wurden, zu verwalten. Diese Informationen werden den Clients zusammen mit unterschiedlichen Diensten bereitgestellt. Ein Dienst ist eine Funktionalität, die von einem Dienstanbieter zur Verfügung gestellt wird. Das kann beispielsweise ein Zugang zu einem Mobilfunknetz oder der Aufruf eines Programms auf einem mobilen Endgerät usw. sein. In dieser Arbeit wird ein Dienst als eine Dienstleistung im Bereich mobiler Computersysteme betrachtet.

Ein Beispiel für einen Dienstanbieter ist eine **Servicezentrale**, wie z. B. im Brunel Navigation System oder im ISAAC-Projekt, die eine zusätzliche Hilfe für Menschen mit Behinderungen anbietet. Ein Benutzer kann mit Hilfe des GPS-Empfängers lokalisiert werden. Diese Lokalisierung wird mit Bildern von einer Kamera des Benutzers ergänzt und zum Zentrum übersandt. Dort verarbeitet das Service-Team die Informationen und antwortet auf gegebenenfalls gestellte Fragen. Hinweise werden durch Sprachausgaben, Piktogramme und Bilder an den behinderten Benutzer weitergegeben. Das Service-Team kann den behinderten Menschen auch bei der Orientierung und Navigation während eines Spaziergangs helfen [RHDCC98].

Die Mobilität der Benutzer bedingt, dass viele Dienste ohne Kenntnis des Ortes nicht realisierbar sind. Vielmehr sind sie vom Aufenthaltsort des Benutzers abhängig. Ein Beispiel für standortbezogene Dienste sind **LBS**. LBS umfassen generell drei Aktivitäten wie die Bestimmung des Benutzerstandortes, die Generierung von Diensten aufgrund der bestimmten Position und die Bereitstellung dieses Mehrwertdienstes

auf dem mobilen Endgerät des Benutzers [Diet05]. Daher wird der LBS als eine Vermittlung von Diensten, Informationen oder Anwendungen, die auf den aktuellen Aufenthaltsort oder den gewünschten Zielort des Benutzers maßgeschneidert wird, betrachtet. Der aktuelle Standort kann durch unterschiedliche Lokalisierungsverfahren (Abschnitt 3.6) bestimmt werden. Der Aufenthaltsort des mobilen Benutzers wird von LBS-Anbietern verwendet. Sie bieten aktuelle, orts- und personenbezogene Informationen und Dienstleistungen an. Das kann z. B. ein PoI sein, der sich in der Nähe des Benutzers befindet (z. B. Tankstelle, Hotel usw.).

Bei der **Lokalisierung** des Benutzers ist oft die Genauigkeit der Positionsbestimmung (z. B. in Gebieten mit hohen Gebäuden oder Bäumen) problematisch, weil sich die Daten vom GPS-Empfänger nicht immer mit der Wirklichkeit decken. Hier kann ein Ergänzungspositionsdienst behilflich sein. Daher wird zuerst die Position des Benutzers mit GPS/DGPS- oder GPS/AGPS-Empfänger festgestellt und zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit mit Informationen von z. B. Kompass, Kamera, GIS usw. ergänzt [Ran02]. Die vom Benutzer aufgenommenen Fotos können beispielsweise mit einer virtuellen Darstellung der Umgebung verglichen werden (Deep Map) [MaZi00].

Neben der Lokalisierung gehört beispielsweise die Routenplanung zu den sehr verbreiteten Diensten. Die **Navigation** steht für die Wegewahl von einem beliebigen Punkt auf der Karte zu einem gewählten Zielpunkt. Die aktuelle Position des Benutzers wird hierbei auf der Karte angezeigt. Nach der Eingabe des Start- und Zielpunktes durch den Benutzer wird die Route berechnet. Die Route wird in Abschnitte geteilt. Für jeden Abschnitt werden detaillierte Informationen geliefert (z. B. Richtung, Straßennamen usw.). Nachdem der Benutzer den aktuellen Abschnitt der Route absolviert hat, wird auf der Karte der nächste gezeigt. Eine solche Lösung bietet dem Benutzer eine bessere Orientierung in seiner Umgebung. Im Fall einer Routenkorrektur beginnt der Algorithmus von vorn.

Die ortsabhängigen Informationen können beispielsweise von einem **Informationsdienst** bereitgestellt werden. Genannt seien hier Inhalte wie z. B. bei den Gelben Seiten, die entfernungsabhängig sortiert werden müssen, um schnell die nächste Bank, Werkstatt oder ein Restaurant zu finden [AmWe01]. Diese Informationen können in unterschiedlicher Form dargestellt werden. Das kann eine Präsentation sein, die einem Benutzer während einer Navigation Informationen liefert und von der Darstellung eines einfachen Navigationspfeils bis hin zu einer vollständigen Karte der Umgebung reicht. Diese Informationen können grafisch, als Text sowie akustisch ausgegeben werden. Die Karten können in Form einer allgemeinen Landkarte (*Totalansicht*), wo ein Benutzer die komplette Reiseroute sehen kann und welche ihn bei der selbständigen Orientierung unterstützt, oder als Umgebungskarte (*detaillierte Ansicht*), die einem Benutzer alle Multimediainformationen abzurufen erlaubt und welche zur Lokalisierung und Navigation des Benutzers (*Benutzerperspektive*) verwendet wird, dargestellt werden [UhLe02]. Die Menge der Informationen hängt oft von der Geschwindigkeit des Benutzers ab. Wenn er sich schnell bewegt, werden ihm weniger Informationen präsentiert [BaKW02]. Bei Systemen, die einem Benutzer erlauben, sich zu Hause für eine Tour vorzubereiten, werden z. B. virtuelle Landkarten genutzt. Damit kann der Benutzer einen Spaziergang durch eine virtuelle Stadt machen (Deep Map). Die virtuelle Landkarte unterstützt auch die Outdoor-Lokalisierung des Benutzers. Fotos von der Digitalkamera des Benutzers können mit einem virtuellen 3D-Modell einer Stadt verglichen werden. Diese Informationen ergänzen z. B. die GPS-Positionsbestimmung [MaZi00]. Die virtuelle 3D-Struktur der

Stadt kann auch zur Darstellung historischer Gebäude genutzt werden, welche nicht mehr existieren. Man kann einen virtuellen Spaziergang durch die Stadt wie z. B. vor 100 Jahren machen.

Es gibt noch weitere Dienste, die vom Aufenthaltsort des Benutzers abhängig sind. Ein **Ereignisdienst** teilt beispielsweise mit, wenn sich die Netzwerkanbindung des mobilen Endgeräts ändert. Durch periodisches Nachfragen kann festgestellt werden, wann WLAN verfügbar ist [Kuba02]. **Reisedienstleistungen** bieten beispielsweise Routenplaner, City-Guide, Hotel- und Restaurantführer, Shopping-Tipps, Geldautomatenfinder, Wetter- und Verkehrsinformationen an. Ein **Entertainmentdienst** konzentriert sich hauptsächlich auf unterschiedliche Veranstaltungshinweise, die den Benutzer interessieren könnten. Oder ein **Notfalldienst** löst in einem Pannenfall oder bei Unfällen sofort einen Notruf aus und ruft die Rettungskräfte zu Hilfe.

Informationssysteme sind dadurch gekennzeichnet, dass sie ein bestimmtes Angebot aufgrund einer bestimmten Nachfrage bereitstellen. Das Informationsangebot und die Informationsnachfrage stimmen allerdings nur selten überein. Vielmehr gibt es eine Nachfrage nach Informationen, die nicht angeboten werden, oder ein Angebot an Informationen, die nicht nachgefragt werden. Um einem Benutzer passende Auskünfte zu liefern, werden über ihn und seine Umgebung (Kontext) immer mehr Informationen (Kontextinformationen) angefordert. Anhand dieser können dem Benutzer auf ihn und seine aktuelle Situation entsprechend zugeschnittene Informationen und Dienste zur Verfügung gestellt werden. Aus diesem Grund steigt das Bedürfnis nach kontextsensitiven Systemen, die aus dem Verhältnis von Angebot und Nachfragen sowie dem Benutzerkontext lernen und entsprechende kontextsensitive Dienste bereitstellen. Deshalb konzentriert sich diese Arbeit auf die Konzeption und Entwicklung eines kontextsensitiven Systems.

3.8 Bewertungskriterien

Nachdem in Kapitel 2 verschiedene Projekte über Informationssysteme für mobile Teilnehmer dargestellt worden sind und in diesem Kapitel ein Überblick über den generellen Aufbau eines solchen Informationssystems gegeben worden ist, erfolgt in diesem Abschnitt eine Diskussion zu den Bewertungskriterien. Diese sollten von einem Informationssystem, das auf einem Client-Server-Modell basiert (Abschnitt 3.2) und kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer bereitstellt, erfüllt werden.

Auf Basis der in Kapitel 2 erfolgten Analyse und Gegenüberstellung von bereits existierenden Projekten wurde für den vorliegenden Abschnitt ursprünglich sehr detaillierte Bewertungskriterien entwickelt. Obwohl diese in einer hierarchischen Struktur eingeordnet werden konnten, war ihre Darstellung sehr verwirrend und nicht transparent. Um eine klare Richtung für weitere Forschungsarbeiten und Entwicklungen zu geben, wurden daraufhin die Bewertungskriterien verallgemeinert und in fünf wesentlichen Punkten untergebracht. Im Weiteren folgt eine kurze Beschreibung der ausgewählten Kriterien.

Unabhängigkeit von Endgeräten: Um einen Zugang zum System zu erhalten, benötigen die Benutzer Endgeräte. Um dabei mobil bleiben zu können, sollten diese klein, leicht und tragbar sein. Mit dem Kriterium „Unabhängigkeit von

Endgeräten” soll eine Aussage getroffen werden, inwieweit ein System von der Art des mobilen Endgerätes abhängig ist. Sind Benutzer auf ein bestimmtes spezielles Gerät begrenzt oder können sie beliebige Endgeräte verwenden? Das Kriterium ist wichtig, weil dadurch die Akzeptanz des Systems durch Benutzer steigt.

Unabhängigkeit von Schnittstellen: Der Komfort bei der Nutzung eines Informationssystems hängt nicht nur allein von der verwendeten Hardware ab, sondern auch von der Benutzerschnittstelle (Software). Im Fall der meisten mobilen Endgeräte werden wichtige Einstellungen, persönliche Daten sowie zusätzlich installierte Programme lediglich im RAM (*Random-Access Memory*) gespeichert. Ist der Akku des Gerätes leer, werden alle Daten, Einstellungen und Programme gelöscht. Diese müssen nach Neustart langwierig wiederhergestellt werden. Daraus ergeben sich verschiedene Fragen. Ist eine Schnittstelle vom Gerät abhängig oder kann diese auf verschiedenen Endgeräten verwendet werden? Kann diese auch beim Wechseln des Gerätes vom Benutzer oder darf sie nur vom Hersteller nachinstalliert werden? Die sich dadurch ergebenden Abhängigkeiten und Probleme zeigen die Wichtigkeit des Kriteriums „Unabhängigkeit von Schnittstellen“. Vorteilhaft wäre es, wenn für die Nutzung des Informationssystems keine Installation der Benutzerschnittstelle benötigt wird.

Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien: Um mobilen Benutzern Informationen und Dienste zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort liefern zu können, müssen die Benutzer vom System erreicht werden. Ist ein System von einer bestimmten Übertragungstechnik wie z. B. von WLAN abhängig, kann ein Benutzer sich nicht weit vom Access Point entfernen. Dadurch wird seine Mobilität eingeschränkt oder ihm kann kein Zugang zum System gesichert werden. Beide Optionen sind für die Nutzung des Systems für mobile Teilnehmer kritisch. Deshalb ist die Unabhängigkeit von der Kommunikationstechnologie so wichtig. Ein Informationssystem sollte nicht auf den Einsatz einer Technologie begrenzt werden, sondern in der Lage sein, verschiedene Kommunikationsverfahren zu verwenden. Die Auswahl der aktuell zur Verfügung stehenden Technologie sollte allerdings für die Benutzer unsichtbar erfolgen.

Erweiterbarkeit der Architektur: Soll ein System in der Lage sein, im Moment zur Verfügung stehende Sensoren, lokale und externe Datenquellen zu nutzen, um den Benutzer aktuelle Informationen und Dienste bereitzustellen, muss dieses erweiterbar sein. Mit der „Erweiterbarkeit der Architektur“ soll eine Aussage getroffen werden, inwieweit das System mit neuen Komponenten ausgebaut werden kann. Wurde die Erweiterung des Systems um neue Ressourcen vorgesehen, oder wurde dessen Architektur monolithisch definiert? Dieses Kriterium ist besonders für ein kontextsensitives System wichtig, weil dank der Erweiterbarkeit des Systems die Erfassung der Kontextinformationen und die Gewinnung der Informationen von neuen Quellen nicht eingeschränkt werden müssen.

Kontextsensitivität: In der Zeit des Internets, wo die Benutzer mit Informationen überflutet werden, gewinnen Systeme, die jedem Benutzer individuell auf ihn zugeschnittene Informationen und Dienste anbieten, immer mehr an Bedeutung. Die Bereitstellung solcher Dienste ist nur dann möglich, wenn ein Sys-

tem kontextsensitiv ist. Das Kriterium „Kontextsensitivität“ trifft eine Aussage über die Anpassungsfähigkeit von Informationen und Diensten an den Benutzerkontext. Die Anpassung sollte unter anderem an den persönlichen Bedarf des Benutzers erfolgen. Ist das System in der Lage, viele verschiedene Kontextinformationen wie z. B. Zeitverhältnisse, Benutzerinteressen, Tätigkeiten des Benutzers, seine Lokalisierung usw. zu sammeln und zu verarbeiten oder wird nur die Lokalisierung des Benutzers unterstützt? Dieses Kriterium ist besonders wichtig, weil es ermöglicht festzustellen, inwieweit ein System Informationen vom Benutzerkontext verwenden und auf deren Änderungen reagieren kann. Mit dieser Anforderung wird die Empfindlichkeit des Systems auf die Änderungen des Kontextes bewertet.

Die oben dargestellten Bewertungskriterien werden in Tabelle 3.2 zusammengefasst und den Projekten aus Kapitel 2 gegenübergestellt.

KRI TER IEN	PROJEKTE											
	NAFF	REAL	M3I	Lo@	Deep Map	CRUMPET	IMAGE	BETINA	MoBIC	Drishti	Brunel	ISAAC
– nicht erfüllt ½ teilweise erfüllt + erfüllt												
UNABHÄNGIGKEIT VON ENDGERÄTEN	½	–	½	½	–	½	½	½	–	–	½	½
UNABHÄNGIGKEIT VON SCHNITTSTELLEN	–	–	–	–	–	½	½	–	–	–	–	–
UNABHÄNGIGKEIT VON KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–
ERWEITERBARKEIT DER ARCHITEKTUR	–	–	–	–	–	½	½	–	–	–	–	–
KONTEXTSENSITIVITÄT	½	½	½	½	½	½	+	+	½	+	½	+

Tabelle 3.2: Zusammenstellung der Bewertungskriterien

Tabelle 3.2 zeigt, dass viele Punkte von den recherchierten Projekten nicht erfüllt werden. Über die Gründe wurde teilweise schon in diesem und in Kapitel 2 diskutiert.

Die Projekte REAL, Deep Map, MoBIC und Drishti fallen beim ersten Kriterium durch, weil diese von den Endgeräten abhängig sind. Bei diesen Projekten kann nur ein Gerätetyp, der die Anforderungen des Systems erfüllt, verwendet werden oder es wurde ein ganz spezielles Gerät eingebaut. Dadurch wurden diese Projekte schon von Anfang an auf bestimmte mobile Endgeräte begrenzt und die Nutzung weiterer Endgeräte damit ausgeschlossen.

Die Projekte NAFF, BETINA, Brunel und ISAAC basieren zwar auf PDAs, sind aber von der Software abhängig. Die Schnittstellen wurden speziell für diese Geräte entwickelt und angepasst. Dadurch können keine anderen Endgeräte verwendet werden. Die Geräte wurden schon vom Dienstleister vorprogrammiert und erst dann dem Benutzer zur Verfügung gestellt. Da die Schnittstellen bei diesen Projekten von den Endgeräten abhängig sind, scheidet auch diese Projekte aus.

Obwohl die untersuchten Projekte schon verschiedene Kommunikationstechniken verwenden, wurde bei diesen leider oft vordefiniert, welche Technik wo genutzt

werden kann. Dadurch wird die Erreichbarkeit der Benutzer vom Zugang und der Reichweite des jeweiligen Netzes abhängig. Aus diesem Grund muss als nächstes das Projekt IMAGE ausgeschlossen werden. Das Kriterium wird auch von den bereits genannten Projekten nicht erfüllt. Da aber diese schon bei anderen Kriterien unterschieden sind, wurden sie hier nicht weiter berücksichtigt.

Die Architekturen der Systeme wurden bei den meisten Projekten schon am Anfang fest definiert. Der weitere Ausbau dieser Systeme ist dabei leider nicht vorgesehen. Deshalb sind z. B. die Projekte M3I und LoL@ nicht in der Lage, neue Datenquellen zu nutzen. Die Architekturen dieser Projekte können somit nicht weiter ausgebaut werden. Deswegen erfüllen diese Systeme das Kriterium „Erweiterbarkeit der Architektur“ nicht.

Viele Dienste, die dem Benutzer von den in Tabelle 3.2 aufgelisteten Projekten angeboten werden, basieren grundsätzlich auf dessen Lokalisierung. Die Positionsbestimmung eines mobilen Benutzers ist zwar wichtig, ein System benötigt aber viel mehr Informationen über den Benutzerkontext, um kontextsensitive Dienste liefern zu können. Da das Projekt CRUMPET neben der Lokalisierung nicht in der Lage ist, andere Kontextinformationen zu sammeln und zu verarbeiten und somit auf die Änderungen des Benutzerkontextes zu reagieren, kann dieses auch nicht als Basis für ein Informationssystem für mobile Teilnehmer dienen.

Wie die oben durchgeführte Analyse zeigt, gibt es kein System, das alle formulierten Kriterien erfüllt. Deshalb soll ein System entwickelt werden, das von den Endgeräten, Schnittstellen und Kommunikationstechnologien unabhängig ist. Die Architektur soll so konzipiert werden, dass das System erweiterbar ist. Um dem mobilen Benutzer kontextsensitive Informationen und Dienste liefern zu können, muss es vor allem kontextsensitiv sein.

Es gibt einen sehr großen Bedarf an Systemen, die dem mobilen Benutzer Informationen und Dienste zu jeder Zeit und an jedem Ort zur Verfügung stellen können. Diese Informationen sollen aber dabei an den Benutzer und seinen aktuellen Kontext angepasst werden. Deswegen sollte so ein System im Rahmen dieser Arbeit entwickelt werden. Als Ausgangspunkt dienen dafür die formulierten Bewertungskriterien. Im weiteren Teil der Arbeit werden ein entsprechendes Konzept und die Realisierung eines kontextsensitiven Systems vorgestellt.

3.9 Kapitelzusammenfassung

In Kapitel 3 wurde ein genereller Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer diskutiert. Zuerst wurde eine allgemeine Einordnung der Informationssysteme aufgrund der im vorherigen Kapitel dargestellten Projekte vorgeschlagen. Die daraus entstandenen Gruppen von Informationssystemen wurden verglichen. Daraus hat sich ergeben, dass es vorteilhaft ist, wenn ein System auf dem Client-Server-Modell basiert. Deshalb wurden als nächstes dessen Bestandteile wie Server, Endgeräte, Kommunikation usw. beschrieben.

Mobile Benutzer der Informationssysteme verwenden in der Mehrheit tragbare Geräte. Daher wurde in Abschnitt 3.4 eine allgemeine Einordnung der Geräte vorgenommen. Es wurden Geräte zur Sprachkommunikation, Digitale Assistenten und Geräte zur Datenkommunikation kurz beschrieben. Dabei wurden solche mobilen Endgeräte

betrachtet, die zurzeit auf dem Markt verfügbar und für eine mobile Verwendung geeignet sind.

Da sich diese Arbeit im Weiteren auf ein Informationssystem konzentriert, das auf dem Client-Server-Modell basiert und für mobile Teilnehmer geeignet ist, wurden als nächstes Technologien vorgestellt, mit denen die Mobilkommunikation realisiert werden kann. Sie ermöglichen Informationen und Dienste dem Benutzer zu jeder Zeit und an jedem Ort zu liefern. Die mobilen Kommunikationstechniken wurden in Mobilfunknetze und andere drahtlose Netze aufgeteilt. Dabei wurden die wichtigsten Stellvertreter kurz beschrieben.

Um Informationen und Dienste an den mobilen Benutzer anpassen zu können, wird unter anderem oft die Position des Benutzers verwendet. Deshalb wurden in Abschnitt 3.6 verschiedene Methoden und Systeme zur Positionsbestimmung im Freien anhand von Mobilfunknetzen und Satelliten sowie innerhalb von Gebäuden anhand von Sensoren und drahtlosen lokalen Kommunikationstechnologien dargestellt. Dazu wurde jedes Lokalisierungsverfahren kurz beschrieben.

Anschließend wurden unterschiedliche Dienste, die von Informationssystemen bereitgestellt werden können, erläutert. Dabei wurde ein Bedürfnis nach kontextsensitiven Diensten festgestellt.

Nach der Untersuchung des generellen Aufbaus eines Informationssystems für mobile Teilnehmer wurden Bewertungskriterien formuliert. Diese werden im Weiteren beim Konzept und bei der Realisierung eines kontextsensitiven Systems für mobile Teilnehmer berücksichtigt.

4. Kontext

Wenn ein Benutzer mobil ist, ändert sich sein Kontext sehr schnell. Diese Änderungen können für die Anpassung des Benutzerinterfaces, für die Lieferung relevanter Informationen und Dienste oder auch, um kontextsensitive Dienste anbieten zu können, verwendet werden. Das alles kann von einem kontextsensitiven System realisiert werden. Es ist aber schwer, so ein komplexes System zu realisieren. Informationen über die Kontextänderungen, die als Kontextinformationen betrachtet werden, hängen stark von der sie nutzenden Anwendung ab. Aus diesem Grund werden solche Informationen von unterschiedlichen Systemen verschieden interpretiert. Deshalb ist es notwendig zuerst Begriffe wie Kontext, Kontextinformation usw. zu definieren. In diesem Kapitel werden aufgrund einer Literaturrecherche die erforderlichen Begriffe diskutiert.

Zuerst wird dargestellt, was man unter Kontext versteht und wie er definiert wird. Dann wird erläutert, welche Informationen den Kontext beschreiben und wie sie klassifiziert werden können. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, wozu die Einteilung der Kontextinformationen dient. Danach wird untersucht, was in der Literatur unter dem Begriff der Kontextsensitivität verstanden wird. Daran schließt sich ein kurzer Abschnitt über kontextsensitive Dienste an, die auf die Benutzerbedürfnisse optimal angepasst werden können.

4.1 Definition des Kontextes

Der Begriff des Kontextes wird in der Literatur unterschiedlich behandelt. Nachfolgend werden einige Literaturstellen aufgeführt, die einen Überblick über die Begriffsdeutung geben sollen. Natürlich kann die Liste nicht als erschöpfend angesehen werden. Dey [DeAb99] definiert beispielsweise als Kontext alle Informationen, die für eine Applikation und ihre Benutzer in einer bestimmten Situation relevant sind.

Definition 4.1 (Kontext [DeAb99]) „*Context is all about the whole situation relevant to an application and its set of users.*”

Eine genauere Aussage mittels Beispielen wird hier vermieden und als fast unmöglich dargestellt. Ein Grund dafür ist, dass man nicht aufzählen kann, welche Aspekte für

alle möglichen Situationen wichtig sind. Diese Aspekte ändern sich je nach Situation. In einem Fall ist z. B. die physikalische Umwelt wichtig, in einem anderen Fall aber nicht mehr.

Ein Kontext kann auf eine Umgebung in der realen oder in der virtuellen Welt verweisen. Ein prinzipieller Unterschied besteht darin, ob ein Kontext eine Beziehung zur Umwelt eines Benutzers oder einer Applikation hat. Franklin [FrF198] sieht z. B. nur eine Benutzerumgebung als entscheidend an. Ward [WaJH97] erwägt dagegen die Umwelt einer Anwendung. Rodden [RCDD98] interpretiert hier eine Anwendung als eine Software, welche ein Benutzer verwendet. Deshalb definiert er den Kontext als Einstellungen für diese Anwendung.

Die meisten Forscher konzentrieren sich aber auf die Umgebung eines Benutzers in der realen Welt. Schilit [ScMT94] hat die Meinung, dass wichtige Aspekte des Kontextes der Aufenthaltsort eines Benutzers, die Anwesenheit von Menschen und Objekten sowie Ressourcen in seiner Umgebung sind. Dazu führt er noch die ständige Änderung der Objekte über die Zeit auf. Ryan [RyPM98] versteht dagegen den Kontext als Teilnehmerposition, Umgebung, Identität und Zeit. Ähnlich erfolgt die Definition bei Brown [Brow96][BrBC97]. Er definiert den Kontext als Position, Identitäten von Menschen in der Umgebung des Benutzers, Tageszeit, Jahreszeit und Temperatur. Zusätzlich meint er, dass nur die Elemente aus der Benutzerumgebung von Bedeutung sind, die von der Anwendung erfasst werden. Bei all diesen Definitionen handelt es sich weniger um eine allgemeine Definition, als vielmehr schon um einzelne Informationen über den Kontext.

Allgemeiner wird Kontext in [SATT⁺99] definiert. Er dient hier zur Beschreibung von Umwelt, Umgebung, Situation, Status, Anwendung usw. Des Weiteren existieren allgemein gehaltene Definitionen, wo im Mittelpunkt der Beschreibung des Kontextes nicht mehr der Benutzer, sondern eine so genannte Entität steht. So eine Definition stammt von [DSAF99].

Definition 4.2 (Kontext [DSAF99]) „Context is to be any information that can be used to characterize the situation of an entity.“

Unter dem Begriff Entität kann somit eine Person, ein Ort oder ein Objekt identifiziert werden. Eine weitere Definition kommt von Pascoe [Pasc98]. Dort wird ausgesagt, dass Kontext eine Teilmenge eines physischen oder konzeptionellen Zustandes definiert, der für eine bestimmte Entität von Interesse ist. In [Dey98][DeAW98][DeAb99] wird diese Definition für den Benutzer näher erläutert und erklärt, dass es sich hier um physische, soziale und emotionale Aspekte oder informelle Zustände des Benutzers handelt. Hierbei spielen der Zustand, in dem sich der Benutzer gerade befindet, wie auch der Fokus, auf den sich sein Augenmerk richtet, eine wesentliche Rolle. In [Dey00a] wird zusätzlich ausgeführt, dass der Kontext bei einer Mensch-Computer-Interaktion alle Informationen über die Entitäten, die bei dieser Interaktion eine Rolle spielen, umfasst. Auffallend ist, dass hier der Kontext des eventuell zur Interaktion benötigten Kommunikationsnetzes berücksichtigt wird („the situation of entities . . . that are considered relevant to the interaction“), während bei den meisten anderen Definitionen lediglich Endanwender und Anwendung eine Rolle spielen.

Eine andere Meinung wird von Winograd [Wino01] geäußert. Er findet, dass Informationen nicht wegen ihres Charakters zum Kontext gehören, sondern erst durch die Art ihrer Interpretation zu Kontext werden. Deshalb kann eine Information in einem bestimmten Zusammenhang einen Kontext beschreiben, in einem anderen Zusammenhang jedoch nicht mehr. Ähnlich ist es mit den oben ausgeführten Kontextdefinitionen. Sie sind auch immer nur für einen bestimmten Fall richtig, weil sie oft genau auf eine bestimmte Anwendung zugeschnitten sind. Sie erklären den Kontext durch Beispiele, die aber in einer bestimmten Situation nicht immer zum Kontext beitragen. Diese Definitionen sind auch nicht vollständig, weil sie nicht alle Aspekte des Kontextes umfassen. Manche Definitionen stellen auch Synonyme für den Kontext bereit, ohne den Begriff zu erklären. Deshalb ist es schwer, solche Definitionen in der Praxis zu verwenden.

Eine Kontextdefinition sollte den gesamten Bereich des Kontextes umfassen und zwar so allgemein, dass sie auf die verschiedensten Fälle der Anwendung abgebildet werden kann. So eine Definition wurde beispielsweise von Dey und Abowd [DeAb99] vorgeschlagen.

Definition 4.3 (Kontext [DeAb99]) *„Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves.“*

Daraus ergibt sich, dass jegliche Information, die eine Entität näher beschreibt und für die Interaktion zwischen einem Benutzer und einer Anwendung relevant ist, zum Kontext beiträgt. Dies gilt insbesondere für den Ort, die Identität und den gegenwärtigen Zustand der beteiligten Objekte. Kontext kann also ein Benutzerkontext, ein physikalischer Kontext oder aber auch ein Datenverarbeitungskontext usw. sein. Ansonsten werden auch verfügbare Ressourcen und Interaktionen zwischen einem Benutzer und einer Applikation angesprochen. Auf Definition 4.3 stützt sich auch diese Arbeit.

Zusammenfassend kann sich hier auch auf [Dey01] bezogen werden, wo ganz allgemein ausgesagt wird, dass Kontext all das verkörpert, was über eine Situation für eine Anwendung und deren Benutzer von Interesse ist.

4.2 Kontextinformationen

Nach dem Bezug zur Definition 4.3 wird offensichtlich, dass eine Reihe von Informationen gesammelt und ausgewertet werden müssen, um einen bestimmten Kontext beschreiben zu können. Ziel der Kontexterfassung ist festzustellen, was der Benutzer versucht zu tun. Da es schwer ist, dies direkt zu erkennen, können somit die Kontextinformationen dabei helfen und die entsprechenden Anwendungen darüber informieren, wie der Benutzer am besten unterstützt werden kann.

Unter einer Kontextinformation wurde in [Dey01] eine Information, die eine Situation eines an einer Interaktion teilnehmenden Benutzers beschreibt, verstanden.

Definition 4.4 (Kontextinformation [Dey01]) *„If a piece of information can be used to characterize the situation of a participant in an interaction, then that information is context.“*

Somit kann eine Kontextinformation mit der folgenden Definition dargestellt werden:

Definition 4.5 (Kontextinformation) *Die Kontextinformation stellt einen Informationsgehalt dar, mit dem der Kontext beschrieben wird.*

Bei Schmidt [SATT+99] werden bezüglich dem Benutzer folgende Kontextinformationen aufgezählt: Aktivität (z. B. bewegen, gehen, fahren, stehen, reden, schauen); emotionaler Zustand; auftretende Ereignisse in der Umgebung; gegenwärtige Position und Orientierung; Datum und Zeit; Objekte und Menschen in der Umgebung; aktuelle Situation unter Einbeziehung des physischen Zustands; Historie der Kontextinformationen (z. B. Lokalisation); Präferenzen; Anzahl zugehöriger oder in der Nähe befindlicher Personen; Größe und Art der aktuell verwendeten Geräte; Wetter; Hintergrundgeräusche; Lichtverhältnisse; Zustand von Kommunikationsverbindungen etc. Ein Kontext kann mit den zuvor genannten Informationen beschrieben werden, ist aber auf diese nicht begrenzt. An dieser Stelle ist es auch unmöglich, alle Kontextinformationen aufzuzählen, weil sie sehr vielfältig sein können.

Ein Problem besteht darin, die Relevanz einzelner Kontextinformationen abzuschätzen, weil diese direkt mit einer Interaktion zwischen Benutzer und Anwendung zusammenhängt. Je nach angebotenen Dienst sind unterschiedliche Informationen notwendig, um die Benutzerbedürfnisse optimal darauf abstimmen zu können. Zusätzlich ist es schwer, sich schnell ändernde Kontextinformationen wiederzuerkennen, weil sie schon nach kurzer Zeit nicht mehr stimmen könnten. Das liegt an der Dynamik des Kontextes, weil die Kontextinformationen nur zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Bedeutung besitzen und zur Anpassung der Anwendung dienen können.

Weiterhin wird in [Dey00a] auf einen wesentlichen, häufig vergessenen Punkt verwiesen. Die gewonnenen Kontextinformationen müssen für die entsprechende Anwendung aufbereitet werden. Aus GPS-Daten muss z. B. erst die Position berechnet werden, bevor diese Informationen innerhalb eines Tour-Guides verwendet werden können. Hinzu kommt, dass ein bestimmter Kontext niemals vollständig beschrieben werden kann [Dey00b]. Damit wird es unmöglich aus aufgenommenen Kontextinformationen den Kontext 100%ig zu rekonstruieren.

4.3 Klassifikation der Kontextinformationen

In der Literatur findet man verschiedene Klassifikationen und Meinungen über Kontextinformationen. Gegenüberstellungen solcher Einordnungen sind beispielsweise in [DeLS05] zu finden. Sie sind behilflich um herauszufinden, welche unterschiedlichen Informationen in einer Applikation benötigt werden könnten.

Eine Gliederung des Kontextes und die dazu benötigten Informationen stammen von [DeAb97]. Es wurden drei Kategorien wie **physikalischer Kontext** (*physical*), der sachliche Informationen über den Benutzer wie Position, Orientierung, Zeit und Datum beinhaltet, auf **Aktion basierender Kontext** (*action-based*), der Aktionen des Benutzers, wie seine aktuelle Tätigkeit, enthält, und **emotionaler Kontext** (*emotional*), der den emotionalen Zustand des Benutzers wie Glück, Trauer usw. darstellt, eingeführt. Diese Kategorien beziehen sich nicht nur auf den Benutzer, sondern auch auf andere Personen oder Objekte in der Umgebung.

Eine andere Klassifikation stammt von Ryan [RyPM98]. Er hat zum Beispiel folgende Typen des Kontextes wie **Aufenthaltort** (*location*), **Umgebung** (*environment*), **Identität** (*identity*) und **Zeit** (*time*) vorgeschlagen.

Eine ähnliche Klassifikation findet man bei Dey [DeAb99]. Er hat festgestellt, dass gewisse Kontexttypen wichtiger als andere sind. Zu diesen gehören **Aufenthaltort** (*location*), **Identität** (*identity*), **Aktivität** (*activity*) und **Zeit** (*time*). Er hat sie **primärer Kontext** genannt. Der primäre Kontext erlaubt, die Situation des gegebenen Objektes zu charakterisieren. Aus dem primären Kontext können Hinweise zu anderen Quellen für die Kontextinformationen, zum so genannten **sekundären Kontext**, der alle anderen Typen des Kontextes enthält, abgeleitet werden.

Die Teilung in primären und sekundären Kontext wird auch von manchen Forschern als Low- und High-Level-Kontextinformationen interpretiert. Die **Low-Level-Kontextinformationen** sind gewöhnlich mit Hilfe von Sensoren messbar (z. B. Lokalisierung, Zeit, optische oder akustische Informationen usw.). Die **High-Level-Kontextinformationen** werden durch eine Kombination und eine Verarbeitung von Low-Level-Kontextinformationen gewonnen [Hogr05].

Die Einteilung von [DeAb99] ist auch bei [DeSA01] zu finden. Hier wurden fünf grundlegende Kategorien der Kontextinformationen, nämlich **Identität** (*identity*), **Aufenthaltort** (*location*), **Status** (*status*), **Aktivität** (*activity*) und **Zeit** (*time*) eingeführt. Identität determiniert ein eindeutiges Kennzeichen, welches auch im Namensraum der Anwendung eindeutig sein muss. Aufenthaltsort umfasst Positionsdaten und Orientierung. Dazu gehören sowohl geographische Koordinaten als auch relative räumliche Beziehungen. Status beinhaltet Eigenschaften, die eine Empfindung hervorrufen. Bei einem Ort kann das beispielsweise die aktuelle Temperatur, die umgebende Beleuchtung oder der Geräuschpegel sein. Bei Personen bezieht sich das auf physiologische Faktoren wie Vitalzeichen, Müdigkeit oder die aktuelle Tätigkeit. Zeit wird als ein Datumstempel oder ein Zeitraum verwendet und umfasst auch den aktuellen Zeitpunkt. Diese Kategorien dienen zur Beschreibung von Entitäten. Als wesentlich relevante Entitäten wurden **Orte** (*places*), **Menschen** (*people*) und **Dinge** (*things*) erkannt. Bei Orten handelt es sich um geographische Räume wie Zimmer, Büros, Gebäude oder Vergleichbares. Bei Menschen unterscheidet man beispielsweise Individuen und Gruppen. Bei den Dingen sind physikalische Objekte, Softwarekomponenten oder Ähnliches gemeint.

Infolgedessen ist zu erkennen, dass ein Kontext in unterschiedliche Kategorien bzw. Kontexttypen eingeteilt werden kann. Ein Kontexttyp kann dagegen beliebig weiter untergliedert werden, sodass am Ende mindestens eine Kontextinformation den jeweiligen Typ beschreibt. So eine Definition des Kontexttyps, die für den Zweck dieser Arbeit sehr gut geeignet ist, wurde von [Debe09] vorgeschlagen.

Definition 4.6 (Kontexttyp [Debe09]) „Als Kontexttyp wird ein charakteristischer Bestandteil eines Kontextes bezeichnet, der durch seinen Informationsgehalt zur Beschreibung dieses Kontextes beiträgt. Ein Kontexttyp kann dabei in weitere untergeordnete Kontexttypen gegliedert sein, die dann die komplette Information beinhalten.“

In dieser Arbeit wird als wesentliche Entität der Benutzer selbst angesehen. Um seinen Kontext zu beschreiben, wird der Benutzerkontext auf die folgenden Kontexttypen gegliedert: einen **persönlichen Kontext**, einen **technischen Kontext**

und einen *Umgebungskontext*. Die Einordnung des Benutzerkontextes ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

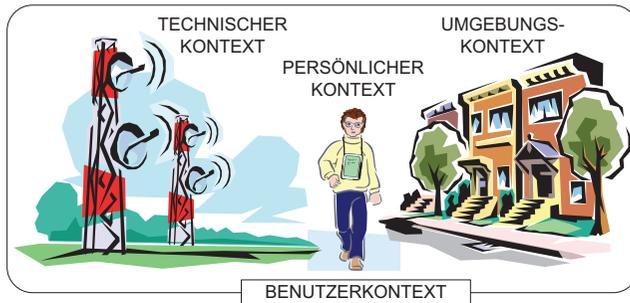


Abbildung 4.1: Gliederung des Kontextes

Der persönliche Kontext umfasst Informationen über den Benutzer selbst, soziale Verhältnisse usw. Der technische Kontext enthält Informationen über verfügbare Ressourcen wie ein von einem Benutzer verwendetes mobiles Endgerät oder aber auch über verfügbare Netzwerkverbindungen usw. Der Umgebungskontext schließt Informationen über die Benutzerumgebung wie den gegenwärtigen Aufenthaltsort anderer Personen, Temperatur, Geräuschpegel, Verkehrsverhältnisse usw. mit ein. Jede dieser Kategorien umfasst auch Informationen über die Zeitverhältnisse (z. B. Zeitstempel, Zeitraum). Diese drei Typen von Kontextinformationen können je nach Bedarf weiter von allgemeinen zu detaillierten Informationen hin geteilt werden. Unter Berücksichtigung dieser Klassifikation kann ein kontextsensitives System die Informationen und Dienste besser an die Benutzer anpassen.

4.4 Kontextsensitivität

Es gibt heutzutage viele verschiedene Applikationen, die Informationen über den Kontext verwenden. Während einige Applikationen Benutzern die Kontextinformationen zeigen, speichern andere sie für eine spätere Verwendung. Noch andere Applikationen liefern unterschiedliche Auskünfte, die auf einem Kontext basieren [SaDA99]. Von großem Interesse sind auch Applikationen, die in der Lage sind, ihr Verhalten gemäß dem Kontext ohne Eingriff des Benutzers zu modifizieren.

Zum ersten Mal wurde in der Literatur der Begriff Kontextsensitivität von Schilit und Theimer [ScMT94] eingeführt. Heutzutage werden oft auch verschiedene Synonyme wie *context-awareness*, *context-sensitive*, *context adaptation* usw. verwendet.

Als Kontextsensitivität bezeichnet man allgemein eine Verwertung des Kontextes, eine Reaktion oder eine Anpassung auf einen Kontext. Daher kann Kontextsensitivität in zwei Kategorien eingeteilt werden, nämlich **Nutzung des Kontextes** (*using context*) und **Anpassung auf einen Kontext** (*adapting to context*) [DeAb99].

Die erste Kategorie „Nutzung des Kontextes“ zeichnet sich durch die Verwertung der Kontextinformationen aus. Zu dieser Gruppe gehört beispielsweise eine Definition von Hull [HuNBR97] und Pascoe [Pasc98]. Sie definieren die Kontextsensitivität

(*context-aware computing*) als eine Fähigkeit eines Gerätes Aspekte der Benutzerumgebung und des Gerätes selbst zu erkennen (*detect*), wahrzunehmen (*sense*), zu interpretieren (*interpret*) und zu reagieren (*respond*). Die Kontextsensitivität wurde dagegen von Dey in [Dey98] auf eine Mensch-Computer-Interaktion (*human-computer interface*) begrenzt und nachher in [DeAW98] als eine Handlung, die auf dem Benutzerkontext basiert und zur Automatisierung des Systems führt, beschrieben. Eine weitere Definition kommt von Salber [SaDA98], wo Kontextsensitivität als eine Fähigkeit, auf den Kontext angepasste echtzeitfähige Dienste bereitzustellen, definiert wurde.

Die zweite Kategorie „Anpassung auf einen Kontext“ zeichnet sich dadurch aus, dass ein System nicht nur auf einen Kontext reagiert, sondern sich auch daran adaptiert. Dazu findet man bei Ryan [Ryan97] und Brown [Brow98], dass eine kontextsensitive Applikation die Kontextinformationen über eine Umgebung durch Sensoren gewinnt. Im Unterschied zu der Applikation von Ryan, wo ein Benutzer die Informationen nach seinen aktuellen Interessen oder Tätigkeiten auswählen kann, liefert diese die Applikation von Brown automatisch. Sie passt sich an den aktuellen Benutzerkontext an. Eine Applikation von Fickas [FiKS97] adaptiert dagegen ihr Verhalten an Benutzerpräferenzen. Im Vergleich zu obengenannten Definitionen wurde von Dey und Abowd in [DeAb99] eine allgemein gehaltene Definition einer kontextsensitiven Applikation verfasst.

Definition 4.7 (Kontextsensitives System [DeAb99]) „*A system is context-aware if it uses context to provide relevant information and/or services to the user, where relevancy depends on the user’s task.*“

So eine Applikation verwendet die Kontextinformationen, um dem Benutzer relevante Informationen oder Dienste, die von der Benutzertätigkeit abhängig sind, zu liefern. Sie ändert oder adaptiert dynamisch ihr Verhalten aufgrund des Applikations- und Benutzerkontextes. In dieser Definition fordert Dey keine Echtzeiterfassung von Kontextinformationen und auch keine automatische Ausführung von Diensten. Deswegen ist Definition 4.7 gut in der Praxis anzuwenden. Diese Arbeit stützt sich auf diese Definition.

4.5 Kontextsensitive Dienste

Ein kontextsensitiver Dienst kann als Erweiterung des generellen Dienstes gesehen werden. Der Begriff Dienst wird von [Debe09] folgendermaßen definiert.

Definition 4.8 (Dienst [Debe09]) „*Ein Dienst ist von einer Entität zu einem Zeitpunkt oder in einem Zeitrahmen erbrachte Leistung zur Befriedigung eines Bedürfnisses einer anderen Entität.*“

Ein so bezeichneter Dienst wird an dieser Stelle erweitert, indem dieser durch die zusätzlichen Kontextinformationen an den Benutzer und seine Umgebung angepasst wird. Im Allgemeinen besitzen kontextsensitive Dienste die Möglichkeit, mit jedem Gerät vernetzt zu arbeiten und auf Informationen, die den Benutzerkontext und seine Präferenzen berücksichtigen, zuzugreifen. Eine genauere Definition kommt von [Hogr05].

Definition 4.9 (Kontextsensitiver Dienst [Hogr05]) „*Ein Dienst heißt kontextsensitiv, wenn er den Kontext verwendet, um relevante Informationen und Dienste dem Benutzer zur Verfügung zu stellen, wobei die Relevanz von der Aufgabe des Benutzers abhängt.*“

Also besitzt ein kontextsensitiver Dienst die Fähigkeit, sich bezüglich einer konkreten und beschreibbaren Situation bzw. mehrerer Situationen sowie deren Veränderungen im Laufe der Zeit anzupassen. Ein Anwendungsfall für kontextsensitive Dienste besteht in einem erweiterten Angebot von Informationen. Die dem Benutzer angebotenen Informationen sollen sowohl an ihn als auch an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden. D. h., durch den aktuellen Kontext wird definiert, was dem Endbenutzer angeboten wird. Dementsprechend werden dem Benutzer Informationen zu unterschiedlichen Themen bereitgestellt. Besonderer Wert wird darauf gelegt, dass diese Informationen sowohl inhaltlich als auch in ihrer Darstellung so adaptiert werden, dass sie eine optimale Nutzung ermöglichen. Dazu werden Informationen über den Benutzer, die Umgebung, in der er sich befindet usw. benötigt. Diese Bereitstellung von Informationen kann auch als Dienst aufgefasst werden. Daneben können auch andere Dienste existieren. So kann beispielsweise der Benutzer auf in der Nähe liegende Angebote (Restaurants, Supermärkte, Souvenirläden, ...) aufmerksam gemacht werden.

4.6 Kapitelzusammenfassung

Um einem mobilen Benutzer kontextsensitive Dienste anbieten zu können, wird ein kontextsensitives System benötigt. Da diese Thematik noch ganz jung ist, gibt es keine festen Definitionen, die beim Aufbau eines solchen Systems verwendet werden können. Deshalb wurden in diesem Kapitel aufgrund einer Literaturrecherche für ein kontextsensitives System relevante Begriffe untersucht. Wie zu sehen war, gibt es keine eindeutige Definition des Kontextes. Das liegt daran, dass der Kontext von unterschiedlichen Systemen verschieden interpretiert wird. Kontextinformationen, die einen Kontext beschreiben, hängen stark von der Anwendung ab. Für jedes System sind somit andere Kontextinformationen von Bedeutung.

Für eine kontextsensitive Anwendung, die in dieser Arbeit unterstützt wird, wurde aus den untersuchten Kontextdefinitionen Definition 4.3 ausgewählt. In dieser Definition werden unter dem Kontext beliebige Informationen, die zum Charakterisieren einer Situation von Entitäten genutzt werden können und für die Interaktion zwischen Benutzer und Applikation relevant sind, sowie Informationen über den Benutzer und die Applikation selbst verstanden. Da die kontextsensitiven Dienste einem mobilen Benutzer geliefert werden sollen, steht der Benutzerkontext im Zentrum des Interesses. Die gesammelten Kontextinformationen werden in drei Kontexttypen wie persönlicher Kontext, der Informationen über den Benutzer selbst umfasst, Umgebungskontext, der Informationen über die Benutzerumgebung enthält, und technischer Kontext, der Informationen über verfügbare Ressourcen enthält, eingeordnet.

Unter Berücksichtigung dieser Klassifikation kann ein kontextsensitives System die Informationen und Dienste besser an jeden Benutzer anpassen. Unter einem kontextsensitiven System wird nach Definition 4.7 ein System verstanden, das Kontextinformationen für die Bereitstellung relevanter Informationen und Dienste verwendet und sein Verhalten dynamisch aufgrund seines eigenen und des Benutzerkontextes ändert oder adaptiert.

5. Architektur für die Verarbeitung der Kontextinformationen

In modernen Kommunikationsnetzen wächst mit jedem Tag die Bedeutung kontextsensitiver Dienste. Daneben ist auch die Attraktivität der Mobilfunknetze ungebrochen. So möchte der Benutzer heutzutage Informationen und Dienste auch über sein mobiles Endgerät abrufen können. Diese Möglichkeit des Dienstzugriffs kann verbessert werden, indem man Informationen und Dienste kontextsensitiv adaptiert und damit dem Benutzer einen optimal angepassten Dienst bietet. Der Kontext drückt sich dabei zum einen in den Fähigkeiten und Interessen des Benutzers und zum anderen in den Möglichkeiten, die das mobile Endgerät und der aktuelle Netzzugang bieten, aus.

Um die kontextsensitiven Dienste erbringen zu können, ist eine entsprechende Architektur notwendig. In Kapitel 2 wurden deswegen unterschiedliche Informationssysteme für mobile Teilnehmer untersucht, die bezüglich der in Kapitel 3 formulierten Kriterien bewertet wurden. Infolgedessen konnte festgestellt werden, dass es kein System gibt, das diese Bewertungskriterien erfüllt. Deshalb besteht nun die Aufgabe ein System zu entwickeln, das von Endgeräten, Schnittstellen und Kommunikationstechnologien unabhängig ist. Gleichzeitig soll dieses aber so modular und flexibel sein, dass auch später ein weiterer Ausbau möglich ist. Um mobilen Benutzern kontextsensitive Dienste und Informationen bereitzustellen, muss das System kontextsensitiv sein. Ein Vorschlag einer solchen Architektur, die gegenüber den recherchierten Projekten diese Anforderungen (Abschnitt 3.8) unterstützt, wird in diesem Kapitel vorgestellt.

Zu Beginn wird ein allgemeiner Überblick über die gesamte Architektur gegeben, sodass in den folgenden Abschnitten einzelne Teile des Systems beschrieben werden können. Es wird zuerst erläutert, wie die Kontextinformationen erfasst und gesammelt werden können. Dann wird eine Methode vorgeschlagen, die die Kontexterfassung optimiert. Hierbei wird gezeigt, wie ein System adaptiv lernfähig sein kann. Darauf wird auch später bei der detaillierten Beschreibung des Beobachtungsprozesses in Kapitel 6 noch einmal eingegangen.

Dann erfolgt eine Beschreibung darüber, wie die Informationen zwischen einem Benutzer und dem System übertragen werden können und welche Einschränkungen hierbei berücksichtigt werden müssen. Als Ergebnis wird die Konzeption für eine Kommunikationsinfrastruktur vorgestellt. Der nächste Abschnitt befasst sich mit dem Auswerten der Kontextinformationen. Hierbei wird ein Beispiel für die Speicherung des Benutzerkontextes und anderer benötigter Informationen beschrieben. Aufgrund der erfassten Informationen wird ein Benutzerprofil erstellt.

Im Anschluss werden die Datenverarbeitungsprozesse vorgestellt, die eine Innovation für die Verarbeitung und die Anwendung der Kontextinformationen bilden. Es wird beschrieben, wie die vom Benutzer oder System angeforderten Informationen und Dienste entsprechend dem Kontext abgerufen und angepasst werden können und was dabei zu berücksichtigen ist. An dieser Stelle wird außerdem auf die Struktur der Informationsverarbeitung eingegangen. Dank der in diesem Kapitel vorgestellten Architektur wird somit ein Ansatz zur generellen Erfassung für die Verarbeitung und Anwendung von Kontextinformationen vorgeschlagen.

5.1 Überblick über die Architektur von SFINKS

Um die kontextsensitiven Dienste zu liefern, wurde das kontextsensitive System **SFINKS** entworfen [LeDS05]. Das Hauptziel des Systems ist, einem mobilen Benutzer Informationen und Dienste, die genau an ihn und seinen Kontext angepasst sind, zu erbringen. Das System basiert auf einem Client-Server-Modell (Kapitel 3). D. h., prinzipiell werden alle erfassten Informationen an einen Server übermittelt und erst dort bearbeitet. Die Architektur von SFINKS ist in Abbildung 5.1 illustriert.

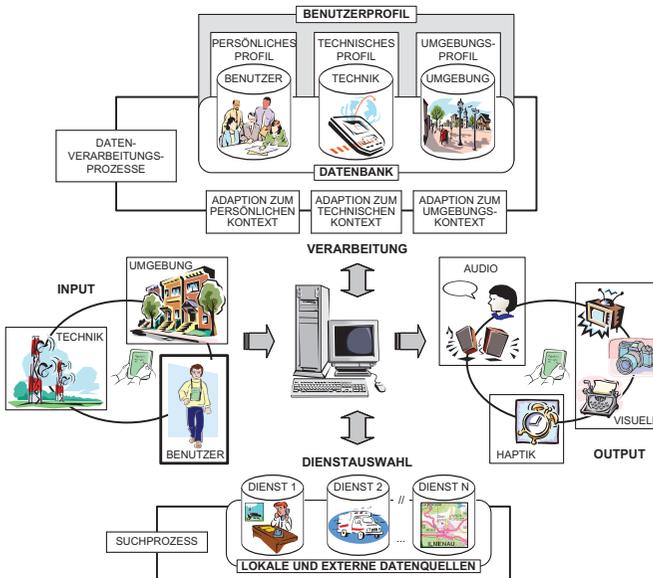


Abbildung 5.1: Architektur von SFINKS zur Erbringung kontextsensitiver Dienste

Der **Input des Systems** besteht aus den Kontextinformationen. Damit sind die Informationen über den Benutzer selbst, das Endgerät, vorhandene Kommunikationsnetze sowie die aktuelle Umgebung des Benutzers gemeint. Allerdings konzentriert sich diese Arbeit grundsätzlich auf den Kontext des Benutzers. Deshalb sind nur die Endgeräten und Kommunikationsnetze relevant, die dem Benutzer zum aktuellen Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Ähnlich ist es mit den Informationen über die Umgebung. Diese sind für das System nur dann relevant, wenn sie mit dem Benutzer in Zusammenhang stehen. Deswegen wurde auch zusätzlich der Benutzer in Abbildung 5.1 angedeutet. Die Kontexterfassung kann direkt, indirekt oder mit Hilfe von Sensoren erfolgen. Eine weitere Möglichkeit wäre, alle diese Methoden gleichzeitig zu verwenden. Die erfassten Kontextinformationen können aber verschiedenartig sein, deshalb benötigt man Eigenschaften, mit denen sie beschrieben werden können (Abschnitt 5.2).

Nachdem die Kontextinformationen erfasst worden sind, werden sie an den Server übermittelt. Zur **Kommunikation** mit dem Server sind unterschiedliche Netztechniken wie WLAN, GSM, UMTS, GPRS, analoges Telefon, ISDN usw. vorgesehen. Jedoch spielen an dieser Stelle die Funktechniken eine herausragende Rolle. Die einzelnen Netztechniken wurden schon in Kapitel 3 genauer betrachtet. Abschnitt 5.3 konzentriert sich nun auf die Kommunikationsinfrastruktur für SFINKS.

Die an den Server gesendeten Kontextinformationen werden entsprechend ausgewertet, verarbeitet und angewendet. Die Speicherung des Benutzerkontextes wird in Abschnitt 5.4 dargestellt. Aufgrund der erfassten Informationen wird ein **Benutzerprofil** erzeugt. Dieses basiert auf drei Arten von Kontextinformationen: dem persönlichen Kontext, dem technischen Kontext sowie dem Umgebungskontext. Das Benutzerprofil wird für die Ausführung kontextsensitiver Dienste benötigt.

Die Kontextinformationen dienen den Datenverarbeitungsprozessen zur Anpassung von Diensten und Informationen (**Verarbeitung**). Die kontextsensitiven Dienste können vom Benutzer durch eine direkte Anfrage oder vom System abgerufen werden. In jedem Fall werden die Dienste und Informationen in den lokalen und externen Datenquellen gesucht (**Dienstauswahl**). Der Suchprozess arbeitet sehr allgemein und liefert eine Anzahl von Ergebnissen. Erst die adaptierenden Prozesse ermitteln mit Hilfe des Benutzerprofils die für den aktuellen Kontext passenden Dienste. Die Verarbeitungsprozesse werden in Abschnitt 5.5 vorgestellt.

Der **Output des Systems** (Abb. 5.1) liefert kontextsensitive Informationen und Dienste. Aufgrund der Sicherheitsanforderung, dass der Benutzer auch bei einem Systemausfall mit den wichtigsten Daten versorgt wird, werden sie vom Priorisierungsprozess nach Wichtig- und Dringlichkeiten gewichtet und dann an den Benutzer gesendet. Sie werden dem Benutzer je nach dessen Endgerät über unterschiedliche Ausgabemethoden wie z. B. Video, akustisch oder haptisch präsentiert.

5.2 Erfassen der Kontextinformationen

Der erste Schritt, um einem Benutzer kontextsensitive Informationen und Dienste liefern zu können, ist die Erfassung der Informationen über den Kontext des Benutzers. Danach kann der Benutzerkontext ausgewertet und weiter verarbeitet werden. Das Problem besteht darin, wie die zur Beschreibung notwendigen Informationen gesammelt werden können?

Der Vorgang der Kontexterfassung kann von vielen verschiedenen Quellen erfolgen [LeDS05]. Zum Beispiel erfordert die Anwesenheit des Benutzers in einem Büro das Sammeln der Informationen durch mehrere unterschiedliche Sensoren. Informationen, die auf sensorischem Weg gewonnen werden, können mit Messfehlern behaftet sein. Deshalb verknüpft man die Erfassungsergebnisse von mehreren Sensoren, um ein möglichst fehlerfreies Gesamtbild einer Situation zu erhalten.

Die Kontexterfassung ist bei der Nutzung mobiler Endgeräte noch schwieriger. Sie ermöglichen dem Benutzer maximale Bewegungsfreiheit. Demzufolge können sich die Kontextinformationen wie z. B. der Aufenthaltsort des Benutzers oder die Menschen und Objekte in seiner Umgebung usw. schnell ändern. Damit sich das System diesen Änderungen anpassen kann, sollten sie in Echtzeit registriert werden. In den meisten Fällen besitzt der Benutzer sehr begrenzte Möglichkeiten, die Informationen mit seinem mobilen Endgerät aufzunehmen. Deswegen kann der Benutzerkontext vom Endgerät nicht vollständig erkannt werden. Also erfolgt die Kontexterfassung von verschiedenen Quellen und die Informationen werden auf einem Server gesammelt.

5.2.1 Direkte Kontexterfassung

Die Kontextinformationen können auf unterschiedliche Weise erfasst werden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Kontextinformationen direkt durch den Benutzer erfasst und dem System übergeben werden. Diese Methode wird nach Poslad [PLMN⁺01] direkte Erfassung (*explicit feedback*) genannt (Abb. 5.2). Die Informationen werden dann beispielsweise durch direktes Fragestellen oder durch Ausfüllen von Fragebögen durch den Benutzer gewonnen und dem System über ein entsprechendes Benutzerinterface übergeben.

Szenario: Der Benutzer loggt sich das erste Mal am System an. Neben der Begrüßung wird er nach seinen Interessen gefragt. Der Benutzer gibt an, dass er sich für Horrorfilme interessiert.

Diese Methode ist zwar sehr genau und liefert glaubwürdige Ergebnisse, der Benutzer wird jedoch bei seiner aktuellen Tätigkeit gestört. Er verliert dadurch Zeit und damit stellt sich eventuell eine Unzufriedenheit gegenüber dem System ein. Des Weiteren zeigt die Erfahrung, dass nur ungern Formulare ausgefüllt oder langwierige Eingaben getätigt werden. Hinzu kommt, dass sich hierbei auch die kleine Displaygröße von Handhelds nachteilig auswirkt. Die Fragestellungen und Eingaben müssen so eindeutig und einfach gestaltet sein, dass der Benutzer mit der Beantwortung nicht überfordert wird. Ihm muss zu jedem Zeitpunkt klar sein, welche Informationen für die Kontextbeschreibung wesentlich und angemessen sind.

5.2.2 Indirekte Kontexterfassung

Das Gegenteil zur Methode der direkten Erfassung wird in [PLMN⁺01] als indirekte Erfassung (*implicit feedback*) definiert. Hier werden die zur Beschreibung des Kontextes notwendigen Informationen durch das Beobachten bzw. Verfolgen der Interaktionen zwischen dem Benutzer und dem System gewonnen (Abb. 5.2). Das System registriert sozusagen die Verhaltensweise des Benutzers und lernt so seine Vorlieben, Verhaltensmuster usw. kennen. Wenn der Benutzer z. B. immer wieder bestimmte Informationen vom System abrufen kann, kann dadurch festgestellt werden, dass er sich für diese ganz bestimmte Art von Information interessiert. Diese Informationen können

dann entsprechend für ihn aufbereitet und angeboten werden. Andererseits könnte er auch auf neue Informationen dieser Art aufmerksam gemacht werden. Der Vorgang, der die Erkennung wiederholter Anfragen eines Benutzers ermöglicht, ist als History-Funktionalität bekannt. Mit dieser Methode wird die adaptive Lernfähigkeit eines Systems unterstützt.

Szenario: Der Benutzer will ins Kino gehen. Bei einem Anfrageformular gibt er an, dass er eine Komödie sehen wird. Beim nächsten Mal wird der Benutzer nach einem lustigen Buch suchen, wobei bei der Kategorie wieder der Begriff „Komödie“ angegeben wird. Infolge der wiederholten Nachfragen nimmt das System an, dass der Benutzer sich für Komödien interessiert.

Ein großer Vorteil dieser Methode besteht darin, dass der Benutzer bei seiner Tätigkeit weder unterbrochen noch anderweitig gestört wird. Außerdem trägt der Benutzer auch keine Verantwortung bezüglich der Richtigkeit der aufgenommenen Informationen. Man kann davon ausgehen, dass sich die durch das System gewonnenen Informationen mit den realen Interessen und Präferenzen des Benutzers decken. Nachteilig ist jedoch, dass die gesicherte Feststellung der Interessen und Präferenzen des Benutzers eine entsprechend hohe Anzahl von detektierten Ereignissen erfordert, was wiederum eine gewisse Zeitdauer in Anspruch nimmt. Das System muss also erst die Vorlieben des Benutzers lernen.

5.2.3 Kontexterfassung mit Hilfe von Sensoren

Die dritte Möglichkeit, Kontextinformationen zu erfassen, besteht darin, Sensoren zu verwenden (Abb. 5.2). Mit Hilfe von Sensoren ist es möglich, Informationen über den Benutzer, das Endgerät oder die Umgebung zu sammeln. Die Baugröße der Sensoren ist auf ein Minimum gesunken, deshalb sind aktuelle Sensoren für beliebige Bereiche nutzbar. Sie können sich dazu auf dem Körper des Benutzers, in bzw. an den mobilen Endgeräten oder in der unmittelbaren Umgebung des Benutzers befinden. Unsichtbar und vom Benutzer nicht wahrnehmbar passen sie sich in jede Umgebung ein und liefern die gewünschten Kontextinformationen. Solche Informationen können Temperatur (Körper, Umgebung), Helligkeit, Luftfeuchtigkeit, Luftverschmutzung, Bewegungen o. ä. sein. Der Benutzer merkt von dieser Informationserfassung nichts. So kann mit Hilfe von Sensoren im Fußboden eines Raumes detektiert werden, ob sich dort gerade eine Person befindet. Ein weiteres Anwendungsgebiet von Sensoren ist z. B. das Bestimmen der Bewegungsgeschwindigkeit des Benutzers bzw. das Feststellen seiner Blick- oder Bewegungsrichtung und abhängig davon die Bereitstellung der Informationen.

Szenario: Der Benutzer ist auf einer Dienstreise. Um 12 Uhr ist er am Ziel angekommen. Der erste Termin beginnt erst um 15 Uhr. Aufgrund der Lokalisierung des Benutzers und der aktuellen Zeit empfiehlt das System dem Benutzer ein sich in der Nähe befindendes Restaurant.

Vorteilhaft bei dieser Methode ist die Unabhängigkeit vom System selbst. Das System fragt nur zu den relevanten Zeitpunkten den zugehörigen Sensor ab, d. h., wenn die entsprechende Information benötigt wird. Als nachteilig können der erhöhte Hardwareaufwand und die damit verbundenen Management-, Wartungs- und Administrationsaufgaben gesehen werden.

5.2.4 Optimale Kontexterfassung

Die Anwendung der drei oben dargestellten Methoden ist auch im Einzelfall von der Art der Kontextinformation abhängig. Es gibt Informationen wie z. B. Name oder Alter des Benutzers, die nur direkt vom Benutzer gewonnen werden können. Wenn es aber um die Positionsbestimmung des Benutzers geht, stehen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl (z. B. Sensoren). Die drei Methoden der Kontexterfassung sind in Abbildung 5.2 dargestellt.

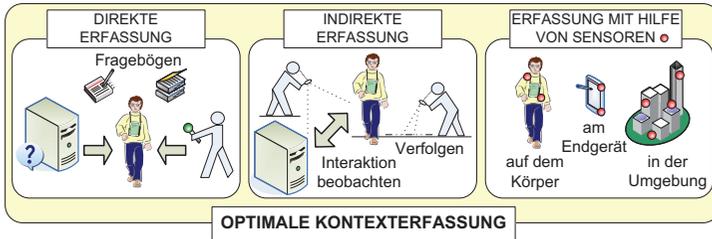


Abbildung 5.2: Erfassung des Kontextes

Diese drei Methoden unterscheiden sich auch in ihrer möglichen Fehlerhaftigkeit. Informationen, die durch Beobachtungen oder Sensoren gewonnen werden, können mit Messfehlern behaftet sein. Bei einer direkten Anfrage ist die Wahrscheinlichkeit der Fehler geringer. Sensoren und die indirekte Methode ermöglichen eine Datenerfassung ohne direkte Einflussnahme des Benutzers. Er weiß nicht, welche personenbezogenen Daten über ihn erhoben werden, was wiederum zu Problemen beim Datenschutz führen kann.

Szenario: Der Benutzer ist auf einer Dienstreise. Um 18 Uhr hat er schon frei und würde gern noch etwas unternehmen. Beim Anfrageformular gibt er an, dass er ins Kino gehen will. Das System sucht für ihn Kinos in der Nähe (Sensor: Lokalisierung, Zeit) heraus, wo Horrorfilme (direkte Erfassung) oder Komödien (indirekte Erfassung) gespielt werden.

Anhand der Vor- und Nachteile kann festgestellt werden, dass keine dieser Methoden allein die Anforderungen eines umfassenden kontextsensitiven Systems erfüllen kann. Deshalb muss je nach Verwendungszweck zwischen den drei Methoden gewählt oder kombiniert werden, um so eine optimale Ausgangsposition zur Erfassung des Kontextes zu schaffen.

5.2.5 Eigenschaften der Kontextinformationen

Am Anfang dieses Abschnittes wurde auf das Problem der Kontexterfassung hingewiesen. Das zweite Problem sind die Kontextinformationen selbst. Sie können, wie das schon erwähnt wurde, aus verschiedenen Quellen abgeleitet werden. Dadurch sind sie auch nach Art und Qualität sehr unterschiedlich. Einige davon ändern sich so schnell, dass sie schon nach kurzer Zeit veraltet sind. Dazu können sie fehlerbehaftet oder mehrdeutig sein. Das alles führt dazu, dass die Kontextinformationen in einem System sehr schwer zu verwenden sind. Dennoch lassen sich einige Kontextinformationen allgemein nach [HeIR02] durch Eigenschaften wie zeitliche Veränderungen des Kontextes, Fehlerhaftigkeit, alternative Repräsentationsformen sowie Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen beschreiben.

Aus Sicht der *zeitlichen Veränderungen* können Kontextinformationen statisch oder dynamischen sein. Informationen sind statisch, wenn sie unveränderliche Eigenschaften beschreiben wie z. B. ein Geburtsdatum. Die Mehrheit der Kontextinformationen ist aber dynamisch, ändert sich also über die Zeit. Die zeitlichen Eigenschaften der Kontextinformationen sind bei der Auswahl der Erfassungs- und Übermittlungsmethoden zu berücksichtigen. Abbildung 5.3 fasst nach [DeLS05] die Übermittlungsmethoden der Kontextinformationen zusammen.

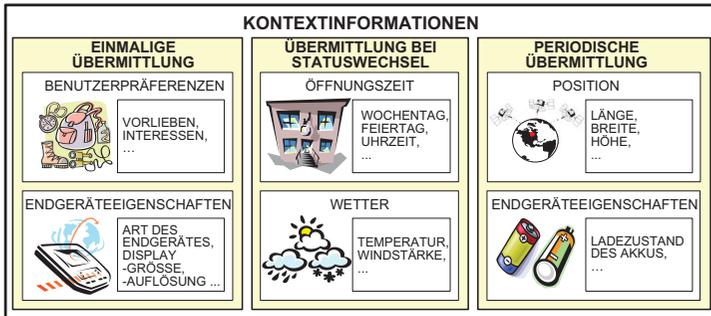


Abbildung 5.3: Übermittlungsmethoden der Kontextinformationen [DeLS05]

Abbildung 5.3 zeigt Beispiele für Kontextinformationen zu den Methoden einmalige Übermittlung, Übermittlung bei Statuswechsel und periodische Übermittlung. Um statische Informationen zu erhalten, kann der Benutzer direkt angefragt werden. Solche Informationen werden üblicherweise nur einmalig an den Server übertragen. Die Übermittlung bei Statuswechsel betrifft meist dynamische Informationen, deren Zustand geändert bzw. bei denen ein festgelegter Grenzwert über- oder unterschritten wurde. Zur Ermittlung sich häufig ändernder Informationen, die regelmäßig übertragen werden müssen, ist es günstiger, Sensoren zu verwenden.

Die Arten der *Fehlerhaftigkeit* von Kontextinformationen wurde bereits in Abschnitt 5.2.4 erwähnt. Die erfassten Informationen können falsch, ungenau oder unvollständig sein. Das kann von den Erfassungsmethoden oder aber auch von den Kontextquellen, die zum gleichen Sachverhalt widersprüchliche Informationen liefern, abhängig sein. Dazu kommt eine Verzögerungszeit, die zwischen der Erfassung und Anwendung der Kontextinformationen auftritt. Sie hat vor allem Einfluss auf Informationen, die sich besonders häufig ändern. Obwohl diese korrekt erfasst wurden, veralten sie schon nach kurzer Zeit und werden somit falsch. Um das soweit wie möglich zu vermeiden, sollten dynamische Informationen mit einem Zeitstempel, der den Zeitpunkt ihrer Erfassung dokumentiert, versehen werden.

Kontextinformationen, die von Sensoren bereitgestellt werden, können oft nicht direkt von einer Applikation verwendet werden. Bezogen wird sich hierbei auf die Aussage zu Low- und High-Level-Kontextinformationen in Abschnitt 4.3. Die Kontextinformationen müssen in der Regel zuerst verarbeitet werden, da sie von den Sensoren in unterschiedlichen Formaten oder Abstraktionsleveln bereitgestellt wurden. Mit Hilfe von geeigneten Programmen lassen sich *alternative Repräsentationsformen* für die Informationen erzeugen. Aus diesem Grund wurde in dieser

Arbeit angenommen, dass alle benötigten Informationen durch solche Programme unabhängig vom System entsprechend vorbereitet werden können. Deshalb wird an dieser Stelle auf die Beschreibungen solcher Verfahren verzichtet.

Aus den zeitlichen Verläufen der Kontextinformationen lassen sich auch weitere Informationen ableiten. Beispielsweise kann aus dem Verlauf von Positionsbestimmungen die Bewegungsgeschwindigkeit eines Benutzers berechnet werden. Ähnlich können auch aus der Verknüpfung unterschiedlicher Low-Level-Kontextinformationen weitere Informationen abgeleitet werden. Das ergibt sich aus den **Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen** unterschiedlicher Informationen. Beispielsweise kann anhand der Benutzerposition und den Geräuschinformationen, die von akustischen Sensoren an demselben Ort registriert wurden, erkannt werden, ob der Benutzer in einer Besprechung teilnimmt. Einerseits können solche Ableitungen zur Bestätigung existierender Informationen verwendet werden. Andererseits können sie zu falschen Informationen führen und dadurch Doppeldeutigkeiten oder undefinierte Zustände entstehen.

5.3 Übertragung der Kontextinformationen

Wurden die Kontextinformationen erst einmal erfasst, müssen sie zur weiteren Verarbeitung an eine zentrale Instanz übertragen werden. Dazu steht eine Vielzahl an Techniken zur Verfügung. Einen allgemeinen Überblick über die gesamte Kommunikationsinfrastruktur von SFINKS zeigt Abbildung 5.4.

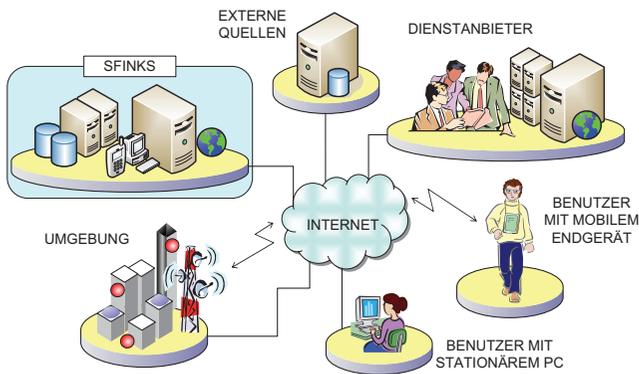


Abbildung 5.4: Kommunikationsinfrastruktur von SFINKS

Die Verbindung mit SFINKS erfolgt über das Internet. So können Informationen in externen Quellen gesucht und Dienste von Diensteanbieter in Anspruch genommen werden. Der Benutzer kann einen Zugriff zu SFINKS unabhängig davon haben, ob er unterwegs oder zu Hause ist.

Die Kontextinformationen werden direkt von Sensoren oder vom Endgerät des betreffenden Benutzers an den Server, der diese Informationen auswertet, gesendet. Bei der direkten Variante handelt es sich um Sensoren, die nicht mit dem Benutzer selbst interagieren. In der Regel werden sie stationär verwendet, um Kontextinformationen

aus einer bestimmten Umgebung zu sammeln (z. B. Wetterdaten). Diese Variante der Kommunikation ist vor allem dann interessant, wenn viele Benutzer einmalig oder selten auf die Sensoren angewiesen sind. Zur Übertragung der Sensordaten muss im einfachsten Fall das durch die Sensoren vorgegebene Protokoll verwendet werden. Bei Nutzung der herkömmlichen Netztechniken ist es ähnlich. Entweder ist das Sensorsystem mit Sendern und Empfängern gekoppelt, die eine standardisierte Verbindung zum Server unterstützen oder die Sensoren müssen solche Standards selber unterstützen, damit eine direkte Kommunikation möglich wird.

Die Netztechniken zur Kommunikation mit dem Server entsprechen dann denen, die für die Kommunikation zwischen Endgerät und Server vorgesehen sind (z. B. WLAN). Andererseits spielen, begründet durch die feste Position der Sensoren, Vorgänge wie Roaming oder Handover keine Rolle bei der Kommunikation.

Werden dagegen die erfassten Kontextdaten mit Hilfe des Endgeräts an den Server übertragen, sind auch solche Vorgänge wie vertikaler und horizontaler Handover sowie Roaming zu berücksichtigen. Da die einzelnen Netze nicht überall verfügbar sind, sollte zur Aufrechterhaltung der Kommunikation bzw. Datenübertragung ein Wechsel in andere Netze möglich sein. Als Übertragungstechniken lassen sich prinzipiell alle Varianten, die in Abschnitt 3.5 vorgestellt wurden (z. B. WLAN, GSM, UMTS, GPRS usw.) sowie auch das analoge Telefonnetz und ISDN nutzen. Die Bitraten, die von den einzelnen Netztechniken unterstützt werden, unterscheiden sich sehr stark. Demnach muss je nach Anwendungsfall entschieden werden, welche Techniken tatsächlich geeignet sind, da sich die benötigten Bitraten je nach Art und Menge der Kontextinformationen stark unterscheiden können. Neben der Leistung spielen bei der Wahl der Technik in der Praxis häufig auch die Kosten eine wichtige Rolle.

Ein kontextsensitives System wird in der Regel als Backbone ein Festnetz nutzen, sodass dort eine Vielzahl standardisierter Protokolle (z. B. IP, TCP, ...) genutzt werden kann und sollte, um von Anfang an Interoperabilitätsproblemen aus dem Wege zu gehen. Die Kontextinformationen selber sollten dann mit Hilfe einer allgemeingültigen Auszeichnungssprache beschrieben werden. Nach [LeDS05] würde sich dazu z. B. XML gut anbieten.

Auf die Übertragung von Daten durch die angeforderten Dienste wird an dieser Stelle nicht explizit eingegangen, da man hier eigentlich die gleichen Probleme, wie weiter oben beschrieben, zu lösen hat. Die Übertragungsrichtung ist zwar umgekehrt und anstatt der Kontextinformationen werden jetzt Anwendungsdaten übertragen. Das hat jedoch keine Auswirkungen auf die verwendeten Protokolle. Zu beachten wäre aber die verfügbare Bitrate, da für die Nutzung bestimmter Dienste (z. B. Streamingdienste) Mindestbitraten, geringe Verzögerungszeiten usw. benötigt werden. Unter diesen Umständen müssen diese Kriterien auch unbedingt bei einem Netzwechsel (Handover, Roaming) berücksichtigt werden.

Informationen über aktuell verfügbare Netztechniken zur Kommunikation zwischen Endgerät und Server beschreiben den technischen Kontext des Benutzers. Da am Fachgebiet Kommunikationsnetze solche Forschungen schon durchgeführt werden ([Ever08]), wird an dieser Stelle auf weitere Untersuchungen in dieser Richtung verzichtet. Stattdessen wird sich diese Arbeit auf das persönliche Profil des Benutzers konzentrieren.

5.4 Auswerten der Kontextinformationen

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Frage, wie die mit der vorgestellten Architektur (Abb. 5.1) erfassten Kontextinformationen an den Server gesendet, dort gespeichert und ausgewertet werden können.

5.4.1 Speicherung der Kontextinformationen

Die vom System gewonnenen Informationen beziehen sich auf den persönlichen Kontext, den technischen Kontext oder den Umgebungskontext (Abschnitt 4.3). Zur Beschreibung eines bestimmten Kontextes dienen die in der folgenden Aufzählung enthaltenen Kontextinformationen, wobei deren Umfang je nach Anwendungsfall beliebig erweitert werden kann [DeLS05]. Die Kontextinformationen werden an den Server gesendet und in einer Datenbank gespeichert. Ein Beispiel für die aufgezählten Kontextinformationen illustriert Tabelle 5.1.

PERSÖNLICHER KONTEXT	BENUTZERDATEN	PERSONALANGABEN	ID	0176
		INTERESSE	Name	Anna
			Art	Musik
	GRUPPENMITGLIEDSCHAFT	ZUGEHÖRIGKEIT	Einzelperson	x
			Gruppe	---
	STATUS	KÖRPERFUNKTIONEN	Herzfrequenz (Schläge/Minute)	70
			Blutdruck (mmHg)	120/80
			Körpertemperatur (°C)	36,2
			Zuckerspiegel (mg/dl)	---
		BEWEGUNGS- GESCHWINDIGKEIT	Langsam	---
Normal	x			
Schnell	---			
BEHINDERUNGEN / EINSCHRÄNKUNGEN		Art	Sehbehinderung	
		Grad (%)	50	
TECHNISCHER KONTEXT	GERÄT	TYP	Pocket PC	
		MOBILITÄT	Stationär	---
			Mobil	x
		DISPLAY	Auflösung (dpi)	240x320
			Farbe	Monochrom
		HARDWARETASTEN	Anzahl	4
			Notruf	x
	AUDIOAUSGANG		x	
	SPRACHSYNTHESE		x	
	BATTERIESTATUS	Ladezustand (%)	30	
Restlaufdauer (Minuten)		35		
ISDN		---		
TECHNISCHE UMWELT	NETZ	GSM/ GPRS	x	
		WLAN	---	
		Verfügbare Zeit (Stunden)	2,5	
ZEIT	TYP	Datum	09.03.2009	
		Uhrzeit	08:30:46	
		ORT	Außerhalb von Gebäuden	x
Innerhalb von Gebäuden	---			
POSITION	ART	GPS	10°56'22"öL 50°40'57"nB	
		GSM	---	
		RFID-Daten	---	
		ORIENTIERUNG	ORIENTIERUNGSART	Richtung
UMGEBUNG	WETTERBEDINGUNGEN	Koordinaten	---	
		Temperatur (°C)	10	
		Niederschlag	Regen	

x: vorhanden, -: nicht vorhanden

Tabelle 5.1: Beispiel für einen Datenbankeintrag nach [LeDS05][Lewa07]

Zur Gruppe des persönlichen Kontextes gehören nach [CDMF+00] alle Informationen, die unmittelbar die Person des Benutzers betreffen. Dazu gehören beispielsweise:

- die **Benutzerdaten**: Angaben zur Identität (Name, Vorname, Geburtsdatum und Heimatort, Adresse, ...), Interessen (Hobbys, aktuelle Interessen, ...), kognitive Informationen (auf Erfahrung basierende Informationen), Präferenzen (Vorlieben des Benutzers);
- die **Gruppenmitgliedschaft**: Einzelperson oder Zugehörigkeit zu einer Gruppe (Touristengruppe);
- der **Status**: Körperfunktionen (Herzfrequenz, Blutdruck, Körpertemperatur, Zuckerspiegel, ...), emotionaler und psychischer Status, Verhalten bzw. Tätigkeit, Bewegungsgeschwindigkeit (langsam, normal, schnell);
- **Behinderungen/Einschränkungen**: Art und Grad der Behinderung bzw. Einschränkung des Benutzers.

Zur Gruppe des technischen Kontextes zählen Informationen über das Endgerät sowie über die technischen Möglichkeiten der Kommunikation. Dazu gehören folgende Informationen:

- das **Gerät**: Typ (PDA, Handy, Laptop, ...), Mobilität (stationär, mobil), Display (Größe, Auflösung, ...), Hardwaretasten (Anzahl, Audioausgang (ja/nein), Sprachsynthese (ja/nein), Batteriestatus (Ladezustand, Restlaufdauer);
- die **technische Umgebung**: Netz (ISDN, GSM, WLAN, ...).

Die letzte Kontextgruppe umfasst Informationen über die Umgebung des Benutzers. Man spricht hier vom Umgebungskontext. Nach [Zipf01], [SBPZ02] und [CDMF⁺00] wird diese Kontextgruppe durch folgende Informationen beschrieben:

- die **Zeit**: Art (Öffnungszeit, verfügbare Zeit, ...), Typ (Datum, Tageszeit, Jahreszeit, ...);
- die **Position**: Ort (außer-/innerhalb von Gebäuden), Koordinaten und -art (GPS-, RFID-Daten, Feldstärke);
- die **Orientierung**: Orientierungsart (Richtung, Koordinaten, ...);
- die **Umgebung**: Wetterbedingungen (Temperatur, Bewölkung, Niederschlag, ...) und Sonstiges (zusätzliche wichtige Informationen über die Umgebung).

Die oben beschriebenen Kontextinformationen werden in den entsprechenden Datenbankfeldern (Benutzer, Technik, Umgebung) gruppiert, sodass ein Zugriff auf den Kontext des Benutzers möglich wird [LeDS05]. Die Struktur der Datenbank hängt von dem Einsatzzweck des kontextsensitiven Systems ab. Je nach angebotenen Dienst können unterschiedliche Kontextinformationen erforderlich sein (Abschnitt 4.2). Deshalb kann dazu an dieser Stelle keine konkrete Aussage erfolgen.

5.4.2 Benutzerprofil

Aufgrund der erfassten Informationen kann nun ein Benutzerprofil erstellt werden. In der Literatur wird ein Benutzerprofil auch als Userprofil [Enzy09b] oder als Benutzermodell [Soft09] bezeichnet. Generell werden darunter die wichtigsten Informationen (persönlichen Daten, Benutzereigenschaften, Konfigurationsdateien, Einstellungen, Rechte usw.) zu dem gerade angemeldeten Benutzer verstanden. Sensible Daten werden oft zusätzlich gesichert. Um dem individuellen Benutzer optimal gerecht zu werden, muss für jeden ein explizites Benutzerprofil angelegt werden. Es gibt allerdings keine eindeutigen Definitionen bezüglich des Benutzerprofils, des Allgemeinprofils sowie der Profilmodellierung. Deshalb werden an dieser Stelle die in dieser Arbeit verwendeten Begriffe erläutert.

In SFINKS wird das Benutzerprofil zur Anpassung der Anwendung und der Informationsverarbeitung verwendet. Das Benutzerprofil entsteht aus einem Allgemeinprofil infolge einer Profilmodellierung. Dieser Vorgang wird mit Hilfe des folgenden Beispiels erläutert.

Im Fall einer gesuchten Person wird ein Fragebogen (Allgemeinprofil) verwendet, indem die zum Finden einer Person benötigten Fragen (Mann oder Frau? Alter? Nationalität? usw.) zusammengestellt sind. Um das Formular auszufüllen (Profilmodellierung), müssen alle möglichen Informationen, die diese Person direkt sowie indirekt betreffen, erfasst und gespeichert werden. Anhand dieser Informationen wird ein Gesamtbild dieser Person erstellt (Benutzerprofil). Aufgrund des Personenprofils (Inhalt des Fragebogens) kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorausgesehen werden, wo sich die gesuchte Person befinden kann.

Dieser Ansatz wird auch in dieser Arbeit verwendet. Abbildung 5.5 zeigt einen Überblick über die Erstellung eines auf einen Benutzer bezogenen Profils.

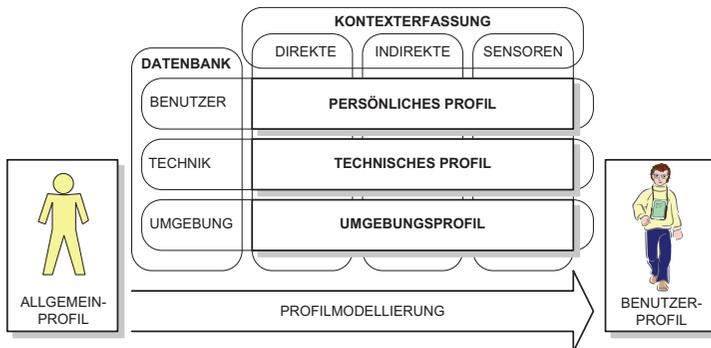


Abbildung 5.5: Erstellung des Benutzerprofils

Das Allgemeinprofil umfasst solche Informationsarten bzw. Kontexttypen, die bei einer kontextsensitiven Anwendung meistens verwendet werden. Deswegen muss dieses Profil in Bezug auf einen Einsatzzweck vorbereitet werden. In SFINKS dient das Allgemeinprofil als Grundlage für die Erstellung eines Benutzerprofils. Deshalb enthält dieses grundsätzlich Kontexttypen, die sich auf einen Benutzer und seinen Kontext beziehen.

Definition 5.1 (Allgemeinprofil) Als Allgemeinprofil wird eine allgemeine Vorlage bezeichnet, die eine Art von Struktur darstellt und somit als Muster, Grundlage oder Modell dient und bei der Anfertigung eines individuellen Profils verwendet wird.

Definition 5.2 (Profilmodellierung) Als Profilmodellierung wird ein Vorgang bezeichnet, bei dem aus einem Allgemeinprofil ein Benutzerprofil entsteht.

Definition 5.3 (Benutzerprofil) Als Benutzerprofil wird eine Zusammenstellung der Kontextinformationen bezeichnet, die zu einem Zeitpunkt aufgrund des Allgemeinprofils berücksichtigt werden.

Infolge der Profilmodellierung wird somit das Allgemeinprofil mit Informationen über den Benutzer und seinen Kontext bzw. Kontextinformationen ergänzt, sodass schließlich das Benutzerprofil entsteht. Die zur Erstellung des Benutzerprofils benötigten Informationen befinden sich in der Datenbank. Diese werden infolge der permanenten Kontexterfassung gewonnen (Abschnitt 5.2) und somit immer wieder aktualisiert. Dadurch bleibt das Benutzerprofil auf dem neusten Stand. Wie sich das Benutzerprofil in der Datenbank widerspiegelt, ist in Abbildung 5.6 gezeigt.

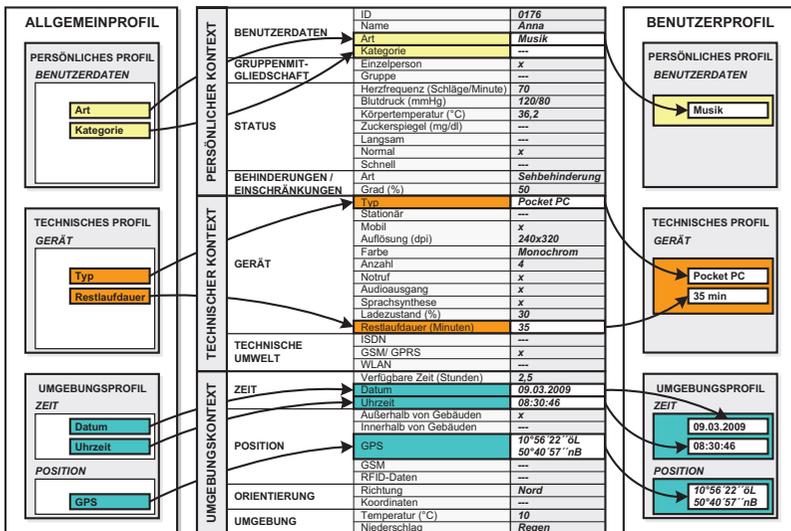


Abbildung 5.6: Benutzerprofil

Das Benutzerprofil beschreibt die Charakteristik des Benutzers. Es hilft nicht nur, ein Gesamtbild vom Benutzer und seinem Kontext zu schaffen, sondern auch detaillierte nur diesen Benutzer betreffende Informationen zu erhalten. Das Profil enthält somit Informationen, die es ermöglichen, einen bestimmten Benutzer zu beschreiben (Interessen, Präferenzen, Möglichkeiten usw.). Dabei handelt es sich um Informationen über seinen Kontext (z. B. die Umgebung, in der er sich gerade befindet oder

das Endgerät, das er gerade verwendet usw.). Deswegen ist das Benutzerprofil in ein **persönliches**, ein **technisches** und ein **Umgebungsprofil** eingeteilt. Mit jedem Teil des Profils kann ein bestimmter Bereich des Benutzerkontextes beschrieben werden.

In Abbildung 5.6 ist zu erkennen, dass das Allgemeinprofil die Informationsarten enthält, die für die Anwendung von SFINKS gewünscht sind. Diese zeigen auf die benutzerbezogenen Daten, die in der Datenbank gespeichert wurden. Infolge der Profilmodellierung werden für ein Benutzer (ID 0176) aufgrund des Allgemeinprofils Informationen aus der Datenbank ausgelesen und als Benutzerprofil zusammengestellt. Dadurch bleibt das Benutzerprofil immer aktuell und Informationsredundanzen werden vermieden. Das Allgemeinprofil gilt zwar für alle Benutzer des Systems. Jeder Benutzer besitzt aber ein separates Benutzerprofil. Letztlich wird das Benutzerprofil von den Datenverarbeitungsprozessen zur Bereitstellung der kontextsensitiven Informationen und Dienste verwendet, womit sich der weitere Teil des Kapitels beschäftigt.

5.5 Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen

Nachdem die Kontextinformationen erfasst, übertragen und in einer Datenbank gespeichert worden sind, ist es möglich, sie zur Anpassung von Diensten und Informationen zu nutzen. Ist dem System also der Kontext des Benutzers bekannt, sind verschiedene Ausgangsszenarien für den Abruf kontextsensitiver Dienste denkbar. So kann der Benutzer eine direkte Anfrage stellen und danach wird sein aktuell bekannter Kontext bei der Suche eines geeigneten Dienstes genutzt. Andererseits können dem Benutzer automatisch bestimmte Dienste oder Informationen anhand der aktuellen Kontextinformationen bereitgestellt werden.

5.5.1 Beobachtungsprozess

Um dem Benutzer automatisch entsprechende Dienste anbieten zu können, werden die Interaktionen zwischen Benutzer und System beobachtet sowie entsprechende Ereignisse innerhalb der Datenbank detektiert. Der Prozess arbeitet unabhängig vom Benutzer und wird als **Beobachtungsprozess** bezeichnet. Er unterteilt sich in drei Unterprozesse: Kontrolle, Analyse und Reaktion. Abbildung 5.7 stellt den Beobachtungsprozess mit den drei Unterprozessen dar.

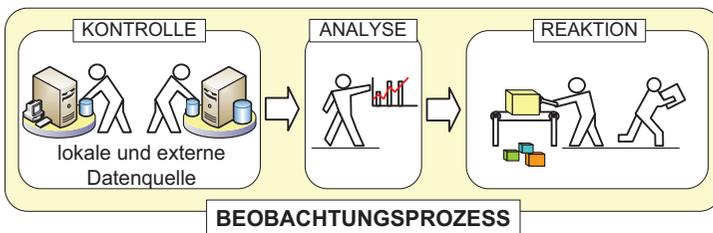


Abbildung 5.7: Beobachtungsprozess

Der **Kontrollprozess** beobachtet Informationen in den lokalen Quellen sowie Informationen, die aus den externen Quellen gewonnen und lokal gespeichert wurden. Sofern dort die Änderung eines Wertes festgestellt wird, startet der **Analyseprozess**. Dieser Prozess überprüft wiederum die Art der geänderten Information. Abhängig davon werden vom **Reaktionsprozess** entsprechende Datenverarbeitungsprozesse gestartet.

Das System kann mit Hilfe des Beobachtungsprozesses auf die Änderung(en) des Benutzerkontextes reagieren. Dies soll mit den folgenden Beispielen kurz verdeutlicht werden. So könnte der Kontrollprozess melden, dass sich eine Kontextinformation des Benutzers verändert hat. Der Analyseprozess prüft daraufhin, ob zu dieser Informationsart ein Toleranzbereich definiert ist. Überschreitet z. B. der neue Wert des Zuckerspiegels den (festgelegten) zulässigen Wertebereich, aktiviert der Reaktionsprozess einen weiteren Prozess (den Priorisierungsprozess), der dann die entsprechenden Dienste aufruft. Wird aber z. B. die Änderung der Benutzerposition registriert, wird vom Analyseprozess überprüft, ob diese bedeutend ist. Abhängig davon wird der Reaktionsprozess gestartet. Das System kann dann anhand der neuen Benutzerposition und seiner Interessen prüfen, ob dort etwas für ihn interessant sein könnte. Das führt wiederum dazu, dass die Suche nach entsprechenden Informationen gestartet wird.

Der Beobachtungsprozess ist nicht nur auf die Kontextinformationen beschränkt. Auch Dateneinträge von lokalen und entfernten Quellen können mit einbezogen und auf Änderungen überprüft werden. Beispielsweise können die Öffnungs- und Schließzeiten eines Museums beobachtet werden. Möchte der Benutzer nun dieses Museum besuchen, dieses aber aus „höheren“ Gründen kurzfristig geschlossen wurde, so kann er sofort darüber informiert werden. Daraus ergibt sich, dass sich ständig ändernde Informationen (z. B. Wetter = zeit- und ortsabhängig) immer wieder aktualisiert werden müssen. Nur so können dem Benutzer aktuelle Informationen und Dienste geliefert werden. Dabei ist es auch wichtig, dass sie ihm diskret bereitgestellt werden. Dem Benutzer sollte nur signalisiert werden, dass mehr Informationen zur Verfügung stehen. Ansonsten würde er eventuell bei seinen Tätigkeiten gestört werden und dadurch eine Unzufriedenheit gegenüber dem System entwickeln.

5.5.2 Suchprozess

Bei Suchmaschinen im Internet gibt man ein Stichwort ein und als Ergebnis erscheinen Tausende von Informationen. Problem dabei ist, dass viele Suchergebnisse nicht mit zum eigentlichen Suchziel passen. Wenn letztlich passende Ergebnisse gefunden werden, sind diese manchmal nicht mehr aktuell oder der Benutzer kann darauf nicht zugreifen. Ein Grund dafür kann ein mobiles Endgerät des Benutzers sein. Das Gerät kann für die gefundenen Informationen z. B. zu alt sein, ein zu kleines Display haben oder über ungenügende Leistung verfügen.

In SFINKS ist für die Suche in den lokalen Ressourcen sowie im Netz der **Suchprozess** verantwortlich. Informationen und Dienste werden aufgrund einer Anfrage, die von einem Benutzer oder dem System gestellt wird, gesucht. Die Suchanfrage kann aus unterschiedlichen Informationen bestehen. Wird vom Benutzer beispielsweise ein Stichwort eingegeben, kann sie um ein Synonym dieses Wortes erweitert werden. Um die geeignete Information zu finden, kann diese Suchanfrage um andere Informationen wie z. B. Zeit, Lokalisierung des Benutzers usw. erweitert werden.

Diese Informationen werden je nach Bedarf unterschiedlich gewählt. Im Gegensatz zu Suchmaschinen werden die gefundenen Informationen dem Benutzer nicht sofort bereitgestellt. Sie müssen zuerst entsprechend verarbeitet werden. Dazu werden die adaptierenden Prozesse benötigt. Durch diese werden die für den aktuellen Benutzerkontext passenden Informationen und Dienste ermittelt.

5.5.3 Adaptierende Prozesse

Die durch den Suchprozess gefundenen Informationen und Dienste werden zuerst gefiltert, um überflüssige Informationen zu entfernen. Man spricht an dieser Stelle vom **Selektionsprozess**. Das Benutzerprofil liefert die Basis für diesen Prozess.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, gefundene Informationen und Dienste zu personalisieren. Die Personalisierung bezeichnet die individuelle Anpassung der Informationen und Dienste an den Benutzerkontext. Diese erfolgt über den **Personalisierungsprozess**. Hierbei werden die entsprechenden Informationen und Dienste mit Hilfe des Benutzerprofils möglichst gut auf den Kontext des Benutzers adaptiert.

Abbildung 5.8 zeigt, wie die Informationen und Dienste von den adaptierenden Prozessen verarbeitet werden. Wie auf dem Bild zu sehen ist, spielt das Benutzerprofil (Abschnitt 5.4.2) an dieser Stelle eine sehr wichtige Rolle. Bei der Personalisierung wird versucht, Informationen und Dienste dem persönlichen, dem technischen sowie dem Umgebungsprofil und damit dem Benutzerprofil anzupassen.

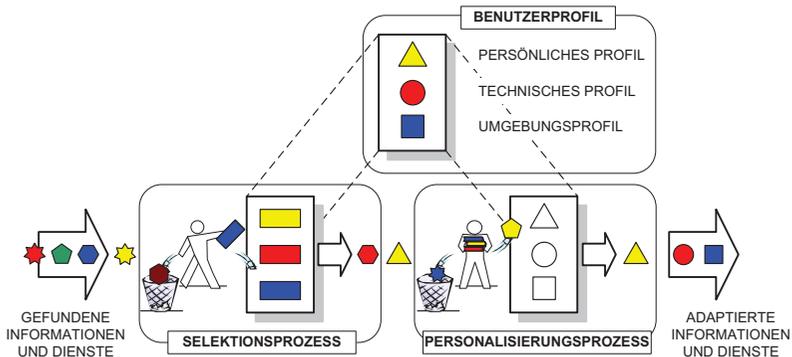


Abbildung 5.8: Adaptierende Prozesse

Die Anpassung an den Benutzer findet während der Laufzeit der Anwendung statt und kann beispielsweise durch die Berücksichtigung seiner Interessen und Präferenzen erfolgen. Im Fall des Endgeräts kann die Anpassung durch die Berücksichtigung der Gerätparameter (Art des Endgerätes, Größe des Displays usw.) erfolgen. Dagegen werden die Informationen und Dienste an die Umgebung des Benutzers mit Hilfe seiner Position, Bewegungsgeschwindigkeit, Wetterbedingungen usw. angepasst. Demzufolge sind die adaptierenden Prozesse dafür verantwortlich, dass nur der Dienst favorisiert wird, der auf den aktuellen Kontext am besten zugeschnitten ist.

5.5.4 Priorisierungsprozess

Neben den oben vorgestellten Möglichkeiten der kontextsensitiven Dienstleistung soll auch noch kurz diskutiert werden, wie sichergestellt werden kann, dass auch bei einem Systemausfall der Benutzer zumindest bis dahin mit den wichtigsten Daten versorgt wird. Dafür ist der *Priorisierungsprozess* verantwortlich. Hierbei wird festgelegt, welche Daten und Informationen in welcher Reihenfolge an den Benutzer gesandt werden. Wichtige oder grundlegende Informationen müssen zuerst übertragen werden, danach können Details oder spezifische und ergänzende Daten gesandt werden.

5.5.5 Vorgehen beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen

Da alle benötigten Prozesse kurz vorgestellt wurden, kann jetzt die Vorgehensweise beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen innerhalb von SFINKS dargestellt werden. In Abbildung 5.9 ist dies mit Hilfe eines Ablaufdiagramms gezeigt.

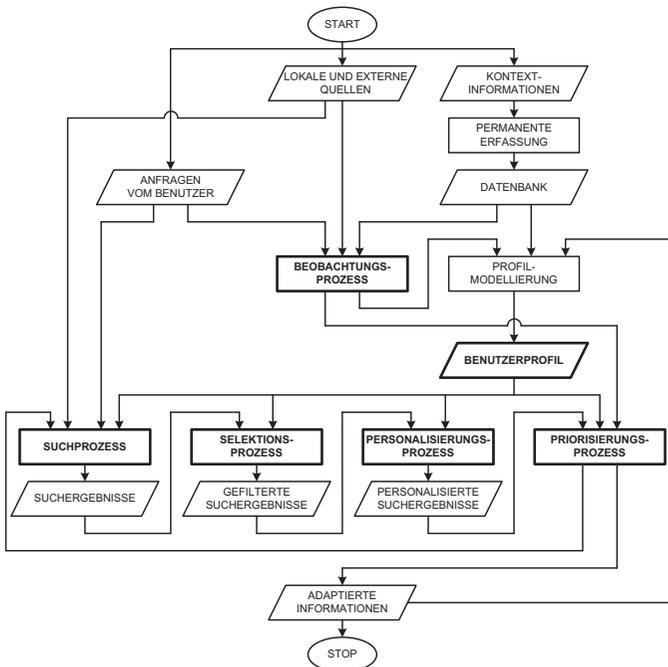


Abbildung 5.9: Vorgehen beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen

Am Eingang des Systems werden Kontextinformationen, Informationen aus lokalen und externen Quellen sowie Anfragen vom Benutzer übergeben und ständig vom

Beobachtungsprozess überwacht. Die Beobachtung der Anfragen entspricht der indirekten Erfassung der Informationen über den Benutzer (Abschnitt 5.2.2). Die Erkennung von wiederholten Anfragen beeinflusst hierbei die Profilmodellierung. Mit der Überwachung der Informationen aus den lokalen und externen Quellen wird erreicht, dass dem Benutzer immer aktuelle Informationen und Dienste geliefert werden. Stellt der Beobachtungsprozess die Änderung eines Datenbankeintrages fest, informiert er den Priorisierungsprozess, der dies dem Benutzer diskret signalisiert.

Die Kontextinformationen werden permanent erfasst, an den Server gesendet und in der Datenbank gespeichert. Aufgrund dieser Informationen wird infolge der Profilmodellierung ein Benutzerprofil erstellt. Dieses Profil wird von allen Datenverarbeitungsprozessen (Beobachtungs-, Such-, Selektions-, Personalisierungs-, Priorisierungsprozess) verwendet. Die Beobachtung der Kontextinformationen ermöglicht es, auf die Änderungen des Benutzerkontextes zu reagieren. Sofern ein neuer Wert den zugelassenen Wertebereich überschreitet, erfolgt eine vordefinierte Reaktion. Anderenfalls wird vom Priorisierungsprozess überprüft, ob dem Benutzer sachgemäße Informationen zur Verfügung gestellt werden können. Erst dann wird mit der Suche begonnen.

Der Suchprozess (Abb. 5.9) kann ebenso auf Wunsch des Benutzers (Anfrage vom Benutzer) aktiviert werden. Es werden daraufhin Informationen und Dienste in den lokalen sowie in den externen Ressourcen gesucht. Die gefundenen Daten werden vom Suchprozess mit Hilfe vom Benutzerprofil gefiltert. Vom Personalisierungsprozess werden diese bezüglich des Benutzerprofils an den aktuellen Benutzerkontext angepasst. Informationen und Dienste, die auf den aktuellen Kontext nicht zugeschnitten werden konnten, werden entfernt. Die personalisierten Suchergebnisse werden an den Priorisierungsprozess weitergeleitet. Diese werden vom Priorisierungsprozess in einer Reihenfolge angeordnet, sodass die wichtigsten oder grundlegendsten Informationen als erste übertragen werden. Am Ausgang des Systems werden somit Informationen und Dienste angeboten, die an den Benutzer und sein Kontext angepasst sind.

Das Konzept der Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen sieht auch die Verwendung von adaptierten Informationen für das weitere Präzisieren des Benutzerprofils vor. Die Profilmodellierung kann vom Benutzer unterstützt werden, indem er positive oder negative Bemerkungen zu den ihm zur Verfügung gestellten Informationen signalisiert. Demzufolge kann dieses Feedback dem System helfen, die Anpassung der Informationen an den Benutzer zu verbessern.

5.6 Kapitelzusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die Architektur von SFINKS für die Verarbeitung von Kontextinformationen beschrieben. Ziel dieser Architektur ist es, Kontextinformationen eines Benutzers so zu verarbeiten, dass dafür geeignete Informationen und Dienste optimal auf die Bedürfnisse des mobilen Benutzers angepasst werden können. Die Architektur wurde zuerst in einer kurzen Einleitung vorgestellt. Die darauf folgenden Abschnitte gingen auf die grundlegenden Aufgaben, die von einem kontextsensitiven System erfüllt werden müssen, ein.

Es wurde in Abschnitt 5.2 diskutiert, wie die zur Beschreibung nötigen Kontextinformationen erfasst und gesammelt werden können. Es wurde gezeigt, dass es vorteilhaft ist, wenn die Kontexterfassung durch mehrere Informationsquellen in

Echtzeit erfolgt. Dann wurde auf die unterschiedlichen Methoden der Kontexterfassung (direkt, indirekt und mit Hilfe von Sensoren) eingegangen. Aufgrund der Vor- und Nachteile konnte festgestellt werden, dass eine optimale Kontexterfassung erfolgt, wenn je nach Verwendungszweck zwischen den drei Methoden gewählt wird oder diese kombiniert werden. Da Kontextinformationen nach Art und Qualität sehr unterschiedlich sind, wurden Eigenschaften wie zeitliche Veränderungen, alternative Repräsentationsformen sowie Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen zu ihrer Beschreibung eingeführt.

Weiterhin wurde in Abschnitt 5.3 eine allgemeine Kommunikationsinfrastruktur für SFINKS dargestellt. Es wurde auch dargelegt, welche Möglichkeiten zur Übertragung der Kontextinformationen bestehen und was hierbei zu berücksichtigen ist.

In Abschnitt 5.4 wurde erläutert, wie die übertragenen Kontextinformationen ausgewertet werden können. Die an den Server gesendeten Kontextinformationen werden in der Datenbank gespeichert und als Grundlage für das Benutzerprofil verwendet. Dieses Profil gibt ein zeitgemäßes Gesamtbild über den Benutzerkontext.

In Abschnitt 5.5 wurde dann darüber diskutiert, wie die Anwendungen mit Hilfe des Kontextes auf die Bedürfnisse des Benutzers abgestimmt werden können. Es erfolgte eine Beschreibung des Abrufs kontextsensitiver Dienste infolge von direkten Anfragen durch den Benutzer und von Reaktionen auf Änderungen des Benutzerkontextes. Als Nächstes wurde der Suchprozess, der für die Suche von Informationen und Diensten im Internet verantwortlich ist, erläutert. Danach wurden die adaptierenden Prozesse dargestellt. Es erfolgte eine Einteilung in Selektions- und Personalisierungsprozess. Mit diesen und mit Hilfe des Benutzerprofils werden die Daten gefiltert und angepasst. Daraus ergeben sich Informationen und Dienste, die optimal auf den Benutzerkontext adaptiert und in Abstimmung mit dem Priorisierungsprozess an den Benutzer übermittelt werden. Am Ende des Abschnittes wurde grafisch die Vorgehensweise beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen erläutert. Die in diesem Kapitel erwähnten Datenverarbeitungsprozesse werden im folgenden Kapitel genauer beschrieben.

6. Konzept der Datenverarbeitungsprozesse

In SFINKS werden dem Benutzer unterschiedliche Auskünfte geliefert. Einerseits handelt es sich um Informationen, nach welchen er direkt angefragt hat. Andererseits können dies verschiedene Ereignisse wie Not- und Änderungsmeldungen, Terminerinnerungen, Suchergebnisse usw. sein, die vom System generiert werden. Bevor jedoch einem Benutzer Daten bereitgestellt werden, erfolgt entsprechend seinem Kontext eine Verarbeitung durch die Datenverarbeitungsprozesse, sodass nur die an den Benutzer angepassten Informationen und Dienste zur Verfügung gestellt werden.

In Kapitel 5 wurde die Architektur von SFINKS beschrieben. Es wurden dabei alle Teile, die für ein kontextsensitives System nötig sind, allgemein dargestellt. Es wurden die Erfassung und das Sammeln, die Übertragung in einer Kommunikationsinfrastruktur, die Speicherung sowie die Verarbeitung der Kontextinformationen erläutert. Das vorliegende Kapitel befasst sich näher mit den Datenverarbeitungsprozessen von SFINKS. Diese bilden einen innovativen Vorschlag für die Verarbeitung der Kontextinformationen. Zu den Prozessen gehören: Beobachtungsprozess, Suchprozess, adaptierende Prozesse (Selektion, Personalisierung), Priorisierungsprozess.

6.1 Beobachtungsprozess

Um eine Anpassung der Informationen und Dienste an einen Benutzer zu ermöglichen, muss dessen Kontext bekannt sein. Je größer das Wissen eines Systems über einen Benutzer ist, desto besser kann eine solche Anpassung durchgeführt werden. Deswegen werden mit dem Beobachtungsprozess in SFINKS alle möglichen Kontextinformationen über die Benutzer gesammelt.

6.1.1 Überblick

Der Beobachtungsprozess wurde schon in Abschnitt 5.5.1 kurz erläutert. Seine Aufgabe ist die Überwachung von Benutzeranfragen, von Kontextinformationen sowie von Informationen aus den lokalen und den externen Quellen. Ein Überblick über den Beobachtungsprozess ist in Abbildung 6.1 gegeben.

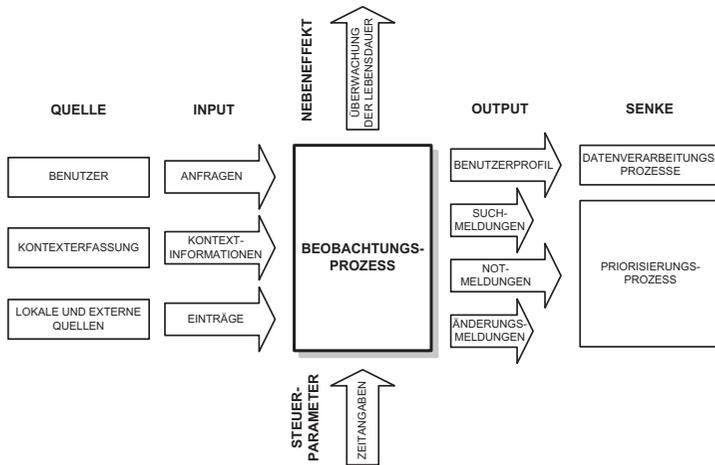


Abbildung 6.1: Überblick über den Beobachtungsprozess

Um Informationen über einen Benutzer zu gewinnen, werden die von ihm an das System gestellten Anfragen vom Beobachtungsprozess analysiert. Informationen, nach denen er immer wieder gefragt hat, können somit als neue Interessen erkannt und ins Benutzerprofil eingetragen werden. Das Benutzerprofil spielt bei SFINKS eine sehr wichtige Rolle und wird von den Datenverarbeitungsprozessen verwendet. Das Profil basiert auf den Kontextinformationen, die vom System auf verschiedene Art und Weise erfasst werden (Abschnitt 5.2). Die Aufgabe des Prozesses ist, diese Informationen bezüglich der Änderungen zu überwachen und entsprechend darauf zu reagieren (Suchmeldungen bzw. Notmeldungen).

Neben den Benutzeranfragen und den Kontextinformationen werden vom Beobachtungsprozess auch lokal gespeicherte Einträge aus lokalen und externen Quellen überwacht. Um dem Benutzer immer aktuelle Informationen liefern zu können, werden Änderungen dieser Einträge registriert und als Änderungsmeldungen an den Priorisierungsprozess weitergeleitet. Der Benutzer wird wenn nötig von diesem Prozess darüber informiert.

Der Beobachtungsprozess achtet auch auf die Aktualität der zu überwachenden Informationen. Die Anfragen des Benutzers sowie Informationen, die automatisch aus den externen Quellen gewonnen wurden, werden mit einem Zeitstempel gespeichert. Abhängig von der Informationsart werden diesen unterschiedliche Lebensdauern, die vom Beobachtungsprozess überprüft werden, zugeordnet [Lewa08]. Nach dem Überblick über den Beobachtungsprozess erläutern die folgenden Abschnitte das Konzept der einzelnen Prozessteile.

6.1.2 Beobachtung von Benutzeranfragen

Wenn ein Benutzer über etwas informiert werden möchte, stellt er eine Anfrage. Bei Suchmaschinen im Internet besteht diese normalerweise nur aus einem Betreff. In SFINKS wird die *Benutzeranfrage* um zusätzliche Informationen wie Interesse,

Kategorie, Tag aber auch Zeit, zu welcher etwas beginnt oder endet und Ort erweitert. Diese Entscheidung wurde getroffen, um detailliertere Suchanfragen erstellen und dadurch passendere Informationen für einen Benutzer finden zu können. Die Benutzeranfragen werden vom System gespeichert und dann analysiert. Somit ist nicht nur die Beobachtung der Interaktion zwischen einem Benutzer und dem System, sondern auch das Sammeln von Informationen über den Benutzer möglich.

Die Beobachtung von Benutzeranfragen stellt einen Teil des Beobachtungsprozesses dar. Er besteht wie alle anderen Teile dieses Prozesses aus Kontrolle, Analyse und Reaktion (Abschnitt 5.5.1), die in Abbildung 6.2 dargestellt sind.

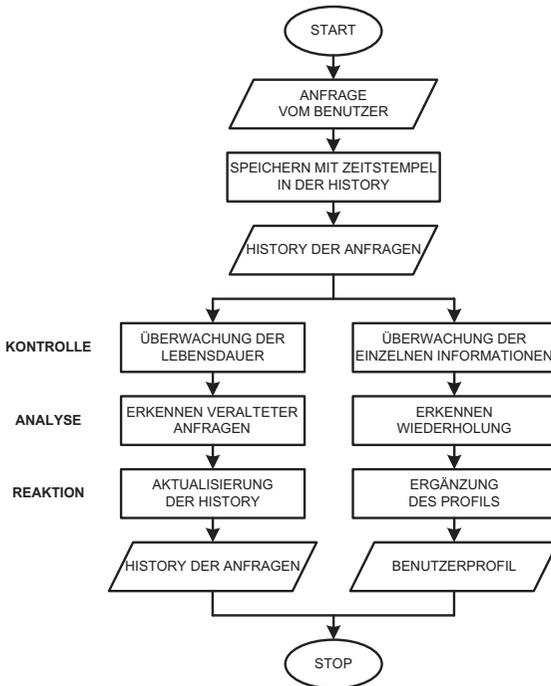


Abbildung 6.2: Beobachtung von Benutzeranfragen

Jede Benutzeranfrage wird mit einem Zeitstempel in der „*History der Anfragen*“ gespeichert. Damit kann der Beobachtungsprozess kontrollieren, ob der Benutzer eine neue Anfrage gestellt hat. Infolge einer Analyse wird dann festgestellt, welchen Inhalt die Anfrage hatte, wie oft der Benutzer schon danach gefragt hat usw. Wiederholte Anfragen werden vom Prozess erkannt. Dadurch kann das System Wissen bzw. Informationen über den Benutzer sammeln und aus dem Benutzerverhalten lernen. Wenn z. B. ein Benutzer häufig nach einem bestimmten Thema fragt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass er sich dafür interessiert. Als Reaktion wird das Benutzerprofil um diese neuen Erkenntnisse, falls sie noch nicht vorhanden sind, ergänzt. Damit kann das Benutzerprofil unabhängig vom Benutzer ausgebaut werden.

Um jedoch keine falsche Schlussfolgerung aus den Benutzeranfragen zu ziehen, werden diese auf ihre **Aktualität** geprüft. Beispielsweise kann ein Benutzer in einer Woche ständig nach einer bestimmten Information anfragen. Nach drei Wochen hört er jedoch damit auf. Das System sollte in der Lage sein, ein solches Benutzerverhalten zu erkennen und entsprechende Maßnahmen zu treffen. Dazu dient der Zeitstempel, mit dem jede Benutzeranfrage versehen ist. Aufgrund des aktuellen Zeitpunkts der Bearbeitung wird die Lebensdauer der Anfragen kontrolliert. Veraltete Anfragen werden aus der „History der Anfragen“ entfernt und nicht mehr analysiert.

6.1.3 Beobachtung von Kontextinformationen

Bei der Beobachtung von Kontextinformationen, die in Abbildung 6.3 dargestellt ist, werden neue und geänderte Informationen, die sich auf den Benutzer und seinen Kontext beziehen, erkannt, analysiert und entsprechend weiter bearbeitet. Diese Informationen bilden die Grundlage des Benutzerprofils (Abschnitt 5.4.2).

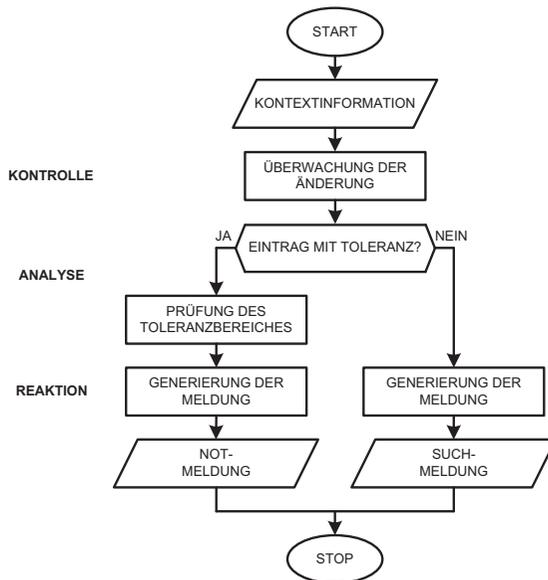


Abbildung 6.3: Beobachtung von Kontextinformationen

Informationen über den Benutzer können, wie schon im vorherigen Abschnitt gezeigt wurde, vom **Beobachtungsprozess** gewonnen werden, indem dieser die wiederholten Informationen bei Benutzeranfragen erkennt und im Benutzerprofil speichert. Obwohl in diesem Fall neue Informationen ins Profil eingetragen wurden, wird keine weitere Reaktion stattfinden, weil dem Benutzer gerade erst entsprechende Daten aufgrund seiner Anfrage geliefert wurden. Diese neuen Informationen werden aber bei der nächsten Suche in Anspruch genommen.

Der **Benutzer** kann neue Informationen über sich selbst wie z. B. ein neues Interessensgebiet oder eine Kategorie angeben. Diese werden ebenfalls ins Benutzerprofil

eingefügt und vom Beobachtungsprozess erkannt. Infolgedessen wird eine Suchmeldung generiert, die zur weiteren Bearbeitung dem Priorisierungsprozess übermittelt wird. Erst dieser entscheidet, ob eine Suche aufgrund des Benutzerprofils gestartet werden kann.

Die Kontextinformationen können auch mit Hilfe von *Sensoren* gewonnen werden. Unterschiedliche Messwerte werden hierbei in den entsprechenden Profilen aufgenommen. So werden beispielsweise Körpertemperatur, Blutzuckerwert oder Herzfrequenz des Benutzers im persönlichen Profil gespeichert. Demgegenüber werden z. B. die Akku-Leistung ins technische Profil und der aktuelle Aufenthalt in das Umgebungsprofil aufgenommen. Der Beobachtungsprozess erkennt neue Messungen und abhängig davon, ob sie mit oder ohne Toleranzbereich definiert wurden, wird darauf entsprechend reagiert.

Im Fall einer *Messung ohne Toleranzbereich* wie z. B. Erkennen eines neuen Benutzeraufenthaltorts wird ähnlich wie bei Einträgen vom Benutzer eine Suchmeldung erzeugt (Abb. 6.3). Somit können dem Benutzer ohne sein Wissen passende Informationen gesucht werden.

Messung mit einem Toleranzbereich bedeutet, dass ein Minimum und ein Maximum für den Messwert festgestellt wurden. Bei der Analyse einer solchen Messung wird vom Beobachtungsprozess überprüft, ob die gegebene Grenze über- oder unterschritten wurde. Nur in diesen Fällen wird eine Notmeldung generiert. Bei sehr kranken Personen, bei denen mittels Messungen der Gesundheitszustand kontrolliert wird, können dazu entsprechende Abläufe festgesetzt werden. Beispielsweise kann festgelegt werden, dass ein Benutzer eine Notmeldung innerhalb einer bestimmten Zeitdauer bestätigen muss. Reagiert er darauf nicht, kann die Notmeldung nach einer bestimmten Zeit wiederholt werden. Gibt es aber weiterhin keine Rückmeldung, kann bzw. muss jemand darüber aus der Familie oder ein betreuender Arzt informiert werden.

6.1.4 Beobachtung von Einträgen aus den lokalen Quellen

In SFINKS werden alle gewonnenen Informationen in lokalen Datenbanken gespeichert. Eine Gruppe bilden hierbei Informationen, die mit Hilfe eines Datenbankinterfaces manuell eingetragen werden. In dem Fall handelt es sich um drei lokale Quellen („Veranstaltungen“, „Visuelle Medien“, „Schriftliche Medien“), aufgrund derer dem Benutzer Informationen, die seine Freizeit betreffen, bereitgestellt werden können. „Veranstaltungen“ enthalten beispielsweise Informationen über Aktivitäten wie z. B. Ausstellungen, Konzerte usw. Bei „Visuellen Medien“ handelt es sich um Informationen zu Kinofilmen, Aufführungen, Fernsehserien, DVD-Filmen usw. „Schriftliche Medien“ umfassen dagegen Informationen zu Büchern, Zeitschriften, Hörbüchern usw. Das System kann darüber hinaus beliebig um weitere Datenbanken erweitert werden.

Bei den dort gespeicherten Einträgen können beispielsweise zeitliche oder örtliche Informationen geändert werden. Es kann auch sein, dass ein Eintrag komplett aus einer Datenbank entfernt wird. Modifikationen werden über das Datenbankinterface durchgeführt. Um dem Benutzer immer aktuelle Informationen liefern zu können, müssen diese Quellen überwacht werden (Abb. 6.4, links).

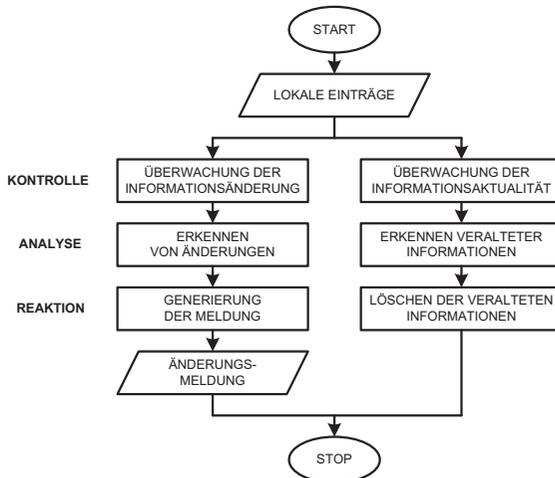


Abbildung 6.4: Überwachung der lokal gespeicherten Informationen

Die Aufgabe des Beobachtungsprozesses ist es, Änderungen zu erkennen und für jeden geänderten Eintrag eine Änderungsmeldung zu generieren. Der Beobachtungsprozess hat jedoch keine Kenntnisse darüber, welchen Benutzer diese geänderten Informationen betreffen. Deshalb werden die Änderungsmeldungen an den Priorisierungsprozess weitergeleitet, der die betreffenden Benutzer über die Änderungen informiert.

6.1.5 Beobachtung von Einträgen aus den externen Quellen

In SFINKS stehen neben lokalen Quellen auch Informationen, die aus externen Quellen, wie z. B. Webseiten und externen Datenbanken, gewonnen werden, zur Verfügung. Sie werden vom System automatisch gewonnen und lokal gespeichert. Ziel dabei ist, die Kommunikation zwischen dem System und den externen Quellen auf ein Minimum zu begrenzen. Das ist notwendig, weil permanente Gewinnung solcher Informationen mit einer großen Belastung des Systems verbunden ist. Für die Informationsaktualität ist hier die Beobachtung von Einträgen aus den externen Quellen verantwortlich.

Im Fall einer *Webseite* wird der Inhalt der Seite ausgelesen und in einer lokalen Datenbank („Webseitendatenbank“) gespeichert. Wird beispielsweise eine Kinoseite betrachtet, ist das dort angebotene Kinoprogramm nur eine Woche gültig. Deswegen müssen die lokal gespeicherten Informationen mindestens wöchentlich aktualisiert werden. Um die Aktualität des Kinoprogramms festzustellen, wird das aktuelle Datum mit dem zeitlichen Rahmen des Kinoprogramms verglichen. Daraus ist die Aktualität des Programms erkennbar. Die veralteten Informationen werden aus der Datenbank entfernt. Das aktuelle Kinoprogramm wird erst mit Hilfe des Suchprozesses aus der Webseite extrahiert. Die Informationsaktualität kann aber weiter in Zusammenarbeit mit einem Webseitenanbieter präzisiert werden, indem dieser un-

erwartete Änderungen an das System direkt meldet. Somit könnten solche Informationen auch öfter als einmal pro Woche aktualisiert werden.

Im Fall einer *externen Datenbank*, wie z. B. Amazon, gibt es keinen direkten Zugang zu der zugehörigen Datenbank. Dadurch ist die Beobachtung der Datenbankeinträge ausgeschlossen. Es können somit auch keine Änderungen überwacht werden. Die gewonnenen Informationen werden in SFINKS lokal gespeichert („Amazon-Datenbank“). Mit einem Zeitstempel, mit dem die Lebensdauer der Informationen kontrolliert wird, kann bestimmt werden, wie lange diese aufbewahrt werden sollen und somit aktuell bleiben. Bei Amazon wird beispielsweise diese Zeit auf 24 Stunden festgelegt. Hiermit kann der Beobachtungsprozess aufgrund des aktuellen Zeitpunkts die Informationsaktualität prüfen und nach der definierten Zeit ungültige Informationen aus der Datenbank entfernen. Damit stehen in der lokalen Datenbank nur aktuelle oder keine Informationen zur Verfügung. Neue Informationen werden vom Suchprozess aus der externen Datenbank extrahiert.

6.1.6 Zusammenfassung

In Abschnitt 6.1 wurde das Konzept des Beobachtungsprozesses detailliert dargestellt. Der Prozess ist für die Überwachung von Benutzeranfragen, Kontextinformationen sowie von Informationen aus den lokalen und externen Quellen zuständig. Er unterteilt sich in drei Unterprozesse (Kontrolle, Analyse und Reaktion). Hierbei werden Anfragen, die vom Benutzer an das System gestellt wurden, kontrolliert. Wiederholte Benutzeranfragen werden erkannt und analysiert. Dies führt zu entsprechenden Ergänzungen im Benutzerprofil. Es werden Messungen von Sensoren und Informationen, die vom Benutzer bereitgestellt wurden, im Benutzerprofil überwacht. Wenn ein Eintrag einen vordefinierten Toleranzbereich überschreitet, wird eine Notmeldung generiert. Andernfalls wird eine Suchmeldung erzeugt. Es werden Einträge aus den lokalen Quellen dahingehend überprüft, ob z. B. eine zeitliche bzw. örtliche Information geändert oder diese vollständig entfernt wurde. Als Reaktion wird eine Änderungsmeldung generiert. Es wird auch die Aktualität der aus den externen Quellen automatisch gewonnenen Informationen, die lokal in SFINKS gespeichert worden sind, überwacht.

6.2 Suchprozess

Das System stellt dem Benutzer Informationen bereit. Diese werden vom Suchprozess gewonnen und von anderen Prozessen verarbeitet. In diesem Abschnitt wird ein Einblick in die Funktionalität und Arbeitsweise des Suchprozesses gegeben. Dabei wird die Formulierung der Suchanfrage beschrieben. Es wird erklärt, wie eine Suche nach Informationen in lokalen bzw. externen Quellen durchgeführt werden kann. Es wird auch gezeigt, wie die Datenbanken dank dem Zugang zum Internet mit Informationen automatisch versorgt werden können. Es wird eine innovative Lösung für die Gewinnung von Informationen aus externen Quellen vorgestellt.

6.2.1 Überblick

Der Suchprozess hat das Ziel, Informationen und Dienste mit Hilfe einer Suchanfrage aus lokalen und externen Quellen zu gewinnen. Um das Konzept des Suchprozesses besser beschreiben zu können, ist ein Überblick in Abbildung 6.5 gegeben.

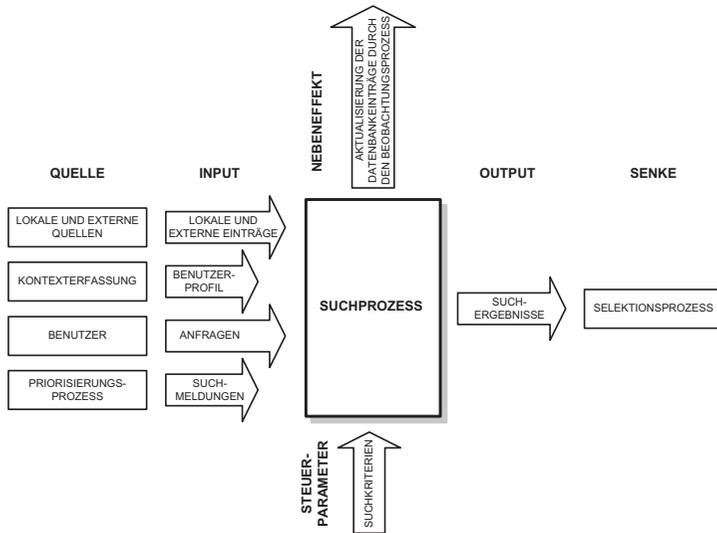


Abbildung 6.5: Überblick über den Suchprozess

Die Suche wird aufgrund einer Suchanfrage initiiert. Diese wird infolge einer Benutzeranfrage oder einer Suchmeldung formuliert und mit Kontextinformationen vom Benutzerprofil ergänzt. Der Suchprozess startet mit einer Suche in den lokalen Quellen. Da sich dort auch die aus den externen Quellen gewonnenen und lokal gespeicherten Informationen befinden, müssen diese noch vor der Suche vom Beobachtungsprozess bezüglich ihrer Aktualität überprüft werden (Abschnitt 6.1.5). Wird infolge der lokalen Suche nur eine ungenügende Anzahl an Informationen gefunden, wird eine externe Suche gestartet. Alle daraufhin erhaltenen Suchergebnisse werden lokal in einer Datenbank gespeichert und dann von Datenverarbeitungsprozessen weiter verarbeitet [Lewa08]. In den folgenden Abschnitten werden Teilfunktionen des Suchprozesses genauer erläutert.

6.2.2 Formulierung einer Suchanfrage

Der Suchprozess in SFINKS fahndet nach Informationen für die Benutzer. Wie beim Beobachtungsprozess bereits gezeigt wurde, kann der Suchprozess aufgrund einer vom Benutzer gestellten Anfrage oder durch eine Suchmeldung (Abschnitt 6.1.3) gestartet werden. In beiden Fällen wird zuerst eine Suchanfrage vorbereitet. Diese besteht aus ausgewählten Informationen des Benutzerprofils und der Benutzeranfrage, wenn solche zur Verfügung stehen. Dadurch muss vom Benutzer keine bzw. keine vollständige Anfrage gestellt werden, um nach Informationen suchen zu können.

Die **Benutzeranfrage** enthält den Betreff, das Interesse, die Kategorie, den Tag, die Beginn- und Endzeit sowie den Ort. Diese Anfrage wurde deshalb so formuliert, damit der Benutzer bereits eine detaillierte Anfrage an das System stellen kann. Die vom Benutzer in der Anfrage übergebenen Informationen werden in der Suchanfrage gespeichert. Sie können abhängig davon, was der Benutzer angegeben hat, variieren.

Die **Suchanfrage** kann aufgrund des Betreffs um zusätzliche Informationen erweitert werden. Besteht der Betreff beispielsweise aus mehreren Wörtern, wird dieser in Einzelbegriffe zerlegt. Daraus werden für die Suche irrelevante Wörter (z. B. Stoppwörter, Sonderzeichen) entfernt [Lein08] und die übrigebliebenen für die Suchanfrage gespeichert. Dann wird die Suchanfrage noch um die Synonyme der Einzelbegriffe erweitert. Dadurch kann der Suchprozess sowohl die Wortgruppe als auch die Einzelbegriffe nutzen. Die Groß- und Kleinschreibung wird dabei ignoriert, sodass die Suche unabhängig von der Schreibweise bleibt.

Dann wird die Suchanfrage um Informationen aus dem **Benutzerprofil** erweitert. Dadurch kann sie um weitere Interessen und Kategorien ergänzt werden. Wenn bei der Benutzeranfrage kein Datum angegeben wurde, wird der aktuelle Tag zu Grunde gelegt. Von den an diesem Tag vorgesehenen Terminen werden Orte ausgelesen und ebenfalls in der Suchanfrage gespeichert. Wenn die Suche für den aktuellen Tag durchgeführt werden soll, wird diese um den Aufenthaltsort des Benutzers ergänzt. Am Ende der Suchanfrageformulierung werden doppelte Einträge entfernt, um Redundanzen zu vermeiden.

Im Fall einer **Suchmeldung** besteht die Suchanfrage nur aus bestimmten Informationen des Benutzerprofils. Deshalb besitzt diese weder Betreff, noch Beginn- oder Endzeit. Der Tag ist immer der aktuelle Tag. Interesse, Kategorie, von den Terminen abhängige Orte sowie der Aufenthalt des Benutzers werden aus dem Profil ausgelesen.

6.2.3 Lokale Suche

Zu den lokalen Quellen gehören Datenbanken, in denen Informationen manuell über das Datenbankinterface eingetragen („Veranstaltungen“, „Visuelle Medien“, „Schriftliche Medien“) bzw. automatisch vom System aus externen Quellen gewonnen wurden („Webseitendatenbank“, „Amazon-Datenbank“). Bevor die lokale Suche (UND-, ODER-Suche) beginnt, wird zuerst vom Beobachtungsprozess die Aktualität der Einträge überprüft. Das ist bei den aus den externen Quellen gewonnenen Informationen notwendig, weil diese eine begrenzte Lebensdauer besitzen (Abschnitt 6.1.5).

6.2.3.1 Abbildung von Datenbanken

Um eine Suche in unterschiedlichen Datenbanken zu ermöglichen, ist es notwendig, dass diese eine ähnliche Struktur besitzen. Andernfalls müsste für jede Datenbank eine separate Suche definiert werden. Um das zu vermeiden und um die Unabhängigkeit gegenüber Änderungen in den Datenbanken sowie von der Struktur zu gewährleisten, wird für jede Datenbank eine **Konfigurationsdatei** angelegt. Eine solche Datei spiegelt die Struktur der Datenbank in einer für alle Datenbanken allgemeinen Darstellung wider, sodass der Suchprozess bei der Suche nur diese allgemeine Struktur verwenden muss. Mit Hilfe dieser Konfigurationsdatei ist der Prozess in der Lage diese allgemeine Struktur in die Struktur der betreffenden Datenbank zu überführen, und damit auf Informationen in dieser Datenbank zu zugreifen. Eine solche Lösung hat den Vorteil, dass die Zahl der Datenbanken beliebig erhöht werden kann.

6.2.3.2 UND-Suche

Der Suchprozess beginnt mit einer UND-Suche. Während der Suche wird jeder Eintrag in den lokalen Quellen mit der Suchanfrage verglichen. Dabei werden gleichzeitig

alle Informationen aus der Suchanfrage verwendet. Ein Eintrag wird als Suchergebnis betrachtet, wenn eines der Interessen, eine der Kategorien, einer der Orte und das Datum der Suchanfrage mit den entsprechenden Informationen des Eintrags zugleich übereinstimmen. Dazu muss der Betreff der Suchanfrage im Titel oder im Namen des Eintrags enthalten sein. Die Beginn- und Endzeit in der Suchanfrage werden bei der Suche nicht einbezogen. Sie werden erst später von den Datenverarbeitungsprozessen berücksichtigt. Liefert die UND-Suche keine ausreichende Ergebnisanzahl, wird als nächstes die ODER-Suche durchgeführt.

6.2.3.3 ODER-Suche

Im Fall der ODER-Suche werden nicht mehr alle Kriterien der Suchanfrage gleichzeitig, sondern unabhängig voneinander betrachtet. Die Suche wird für verschiedene Paare von Kriterien durchgeführt. Ein Eintrag wird als Suchergebnis betrachtet, wenn eine Kombination von Suchkriterien mit den entsprechenden Informationen des Eintrags übereinstimmt. Deshalb wird zuerst die Suche ohne Betreff wiederholt. Dann wird nach Kombinationen von den Suchkriterien (Datum-Betreff, Datum-Interesse, Datum-Kategorie, Datum-Ort, Ort-Betreff, Ort-Interesse, Ort-Kategorie) gesucht. Schließlich wird die Suche nur mit Interesse und Kategorie durchgeführt, um von Zeit und Ort unabhängige Informationen zu finden (z. B. DVD-Film, Buch, Kochrezept usw.).

6.2.4 Externe Suche

Es existieren aktuell viele Suchmaschinen im Internet. Ziel dieser Arbeit ist es nicht, eine neue Suchmaschine zu entwickeln oder existierende zu verbessern, obwohl einige ihrer Funktionalitäten (z. B. Ignorieren der Groß- und Kleinschreibung, Einzelbegriffzerlegung des Betreffs, Deep-Linking [Lein08]) auch hier einbezogen werden. In SFINKS geht es mehr um die automatische Gewinnung von aktuellen Informationen aus externen Quellen, die uneingeschränkt verfügbar sind.

Die externe Suche ist von der lokalen Suche abhängig. Sie ist in Webseiten- und externe Datenbanksuche geteilt. Die gewonnenen Informationen werden lokal gespeichert, sodass die nachfolgende Suche zuerst bei den lokalen Ressourcen stattfindet. Diese Lösung dient dazu, die Kommunikation zwischen dem System und entfernten Quellen zu reduzieren. Dadurch kann das System schneller auf diese Informationen zugreifen. Das System wird auch deswegen weniger belastet, weil nicht für jeden Benutzer eine Verbindung mit der entfernten Quelle nötig ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass die in der lokalen Datenbank gespeicherten Informationen beliebig weiter bearbeitet werden können. Mit dieser Lösung ist es auch möglich, die lokalen Datenbanken automatisch mit Informationen von externen Quellen zu versorgen.

6.2.4.1 Webseitensuche

Die Webseitensuche wird nur dann gestartet, wenn in der „Webseitendatenbank“ keine Informationen zur Verfügung stehen, weil diese wegen der Aktualisierung durch den Beobachtungsprozess entfernt wurden. Aus den gegebenen Webseiten werden die gewünschten Inhalte ausgelesen und mit einem Zeitstempel in der Datenbank gespeichert. Enthält die Datenbank aktuelle Einträge, wird die lokale Suche gestartet. Die Suchergebnisse werden von den Datenverarbeitungsprozessen verarbeitet. Schließlich werden die Informationen in einer allgemeingültigen Form zusammengestellt und dem Benutzer gesendet. Damit erhält er keine überflüssigen Informationen. Der Zugang zu den originalen Webseiten wird dem Benutzer via Link ermöglicht.

6.2.4.2 Externe Datenbanksuche

Ein anderes Beispiel für externe Quellen sind externe Datenbanken. Der Zugang zu solchen Quellen ist geschützt. Normalerweise gibt es keine Informationen über die Strukturen dieser Datenbanken. Dadurch sind eine direkte Suche sowie eine Überwachung der dort gespeicherten Informationen unmöglich. Die ganze Situation erweist sich infolgedessen als sehr kompliziert. Die Lösung dafür besteht in einer Zusammenarbeit mit dem Inhaber der externen Datenbanken. Als Beispiel für die Nutzung externer Datenbanken dient das Onlineversandhaus Amazon, weil dieses dem externen Benutzer zu jeder Zeit den Zugriff auf Informationen aus seinen Datenbanken ermöglicht. Die gewonnenen Informationen werden mit einem Zeitstempel lokal in der „Amazon-Datenbank“ gespeichert und vom Beobachtungsprozess bezüglich ihrer Aktualität überwacht. Wenn aufgrund der Aktualisierung alle Einträge entfernt werden oder infolge der lokalen Suche eine ungenügende Anzahl an Informationen gefunden wird, wird die externe Datenbanksuche gestartet. Dazu wird eine Schnittstelle, die durch den Datenbankbesitzer zur Verfügung gestellt wird, verwendet. Der Datenaustausch erfolgt in diesem Fall in XML [WeTh03].

6.2.4.3 Schnittstelle für externe Quellen

Die oben vorgestellten Lösungen zur externen Suche haben Vorteile und Nachteile, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird. Um die Gewinnung der Informationen aus externen Quellen zu verdeutlichen, ist diese in Abbildung 6.6 dargestellt.

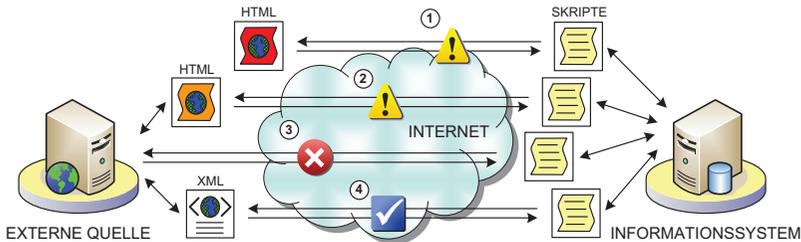


Abbildung 6.6: Gewinnung von Informationen aus externen Quellen

Um Inhalte einer Webseite auslesen zu können (Abb. 6.6, ①), muss ein Skript vorbereitet werden. Problem dabei ist, dass die Webseiten in der Regel in HTML programmiert werden und dadurch keine feste Struktur haben. Deswegen muss extra für jede Seite ein Skript geschrieben werden. Eine Seitenänderung verursacht allerdings, dass das Skript nicht mehr korrekt funktioniert. Es werden fehlerhafte oder gar keine Informationen ausgelesen. Um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, muss ein solches Skript immer wieder nachbearbeitet werden. Der Aufwand wächst proportional zur Anzahl der betroffenen Webseiten. Es gibt aber auch Webseiten, die ihre Informationen aus einer Datenbank erhalten (Abb. 6.6, ②). In solchen Fällen werden diese meist automatisch generiert. Das hat den Vorteil, dass mehrere Seiten, die vom selben Anbieter generiert werden, eine ähnliche Struktur besitzen. Diese Lösung wird bei der Websitensuche (Abschnitt 6.2.4.1) angewendet. Dadurch reichte es aus, nur ein Skript zu programmieren, um die Inhalte mehrerer Seiten auslesen zu können. Allerdings gibt es auch hier Probleme, wenn die Struktur der Datei geändert wird.

Der direkte Zugang zu einer externen Datenbank ist natürlich schon aus Sicherheitsgründen ausgeschlossen (Abb. 6.6, ③). Einige Dienstanbieter ermöglichen jedoch einen Zugang und den Datenaustausch mit Hilfe von XML (Abb. 6.6, ④). Dieses Verfahren wird in SFINKS bei der externen Datenbanksuche verwendet (Abschnitt 6.2.4.2). Eine solche Lösung ist allerdings auch nicht optimal. Es wird beispielsweise vom Anbieter vorgegeben, wonach gesucht werden kann. Dazu werden Signaturen für die Artikel (z. B. Bücher, DVD-Filme, CDs usw.) verwendet. Die Probleme fangen bei einer allgemeinen Anfrage an, sobald kein Artikel (z. B. 1046) explizit angegeben, sondern nach einem Kriterium (z. B. Krimi) gesucht wird.

Infolge der durchgeführten Analyse konnte ein Bedarf nach einer standardisierten und allgemein zugänglichen Schnittstelle für die Gewinnung der Informationen aus externen Quellen festgestellt werden. Ein Vorschlag für eine solche Schnittstelle ist in Abbildung 6.7 dargestellt.

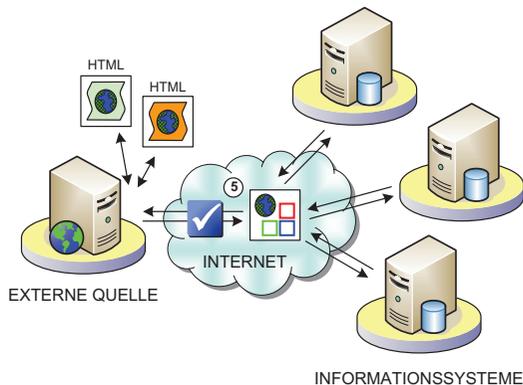


Abbildung 6.7: Schnittstelle für externe Quellen

Mit der Schnittstelle sollte dem Provider ermöglicht werden, einen Zugang zu seinen Diensten anzubieten. Dem Dienstnehmer ist es zu ermöglichen, eine Verbindung mit dem Provider herzustellen, um die von ihm angebotenen Dienste in Anspruch zu nehmen. Der Datenaustausch sollte direkt, automatisch und beispielsweise mittels XML-Dateien erfolgen. Um den Dienstnehmern die Suche nach einem entsprechenden Dienstanbieter zu erleichtern, könnten diese in einem Internetportal registriert werden. Dadurch würde ein Überblick über die angebotenen Dienste verschiedener Dienstprovider zur Verfügung stehen. Mit der Einführung einer solchen Schnittstelle könnten alle Beteiligten profitieren. Provider könnten dadurch einer größeren Anzahl von Kunden ihre Dienste anbieten. Dem Dienstnehmer würde somit die Gewinnung von entsprechenden Informationen vereinfacht werden. Demzufolge könnte die Attraktivität der Informationssysteme weiter gesteigert werden.

6.2.5 Zusammenfassung

In Abschnitt 6.2 wurde das Konzept des Suchprozesses vorgestellt. Der Prozess hat das Ziel, Informationen und Dienste mit Hilfe einer Suchanfrage aus lokalen und externen Quellen zu gewinnen. Der Suchprozess wird aufgrund einer Benutzeranfrage

oder einer Suchmeldung gestartet. In beiden Fällen wird eine Suchanfrage formuliert, die hauptsächlich auf einem Benutzerprofil basiert. Der Prozess besteht aus einer lokalen und einer davon abhängigen externen Suche. Die externe Suche wird erst dann gestartet, wenn die lokale Suche eine ungenügende Anzahl von Suchergebnissen liefert. Diese ermöglicht es, dank dem Zugang zum Internet, Informationen aus Webseiten und externen Datenbanken zu gewinnen. Suchergebnisse werden in einer Datenbank („Ausgabedatenbank“) gespeichert. Redundante Suchergebnisse werden aus der Datenbank entfernt. Der Suchprozess liefert dennoch eine gewisse Anzahl von irrelevanten Informationen. Deswegen müssen die Suchergebnisse, bevor sie einem Benutzer geliefert werden, noch gefiltert, personalisiert und priorisiert werden.

6.3 Selektionsprozess

Der Selektionsprozess ist einer der adaptierenden Prozesse (Abschnitt 5.5.3), welche eine entscheidende Rolle bei der Verarbeitung der Informationen für den Benutzer spielen. Vom Selektionsprozess werden Ergebnisse bearbeitet, die vom Suchprozess geliefert wurden. Ziel der Selektion ist eine grobe Filterung der Suchergebnisse. Im Weiteren wird gezeigt, wie die Suchergebnisse nach entsprechenden Selektionskriterien gefiltert werden können.

6.3.1 Überblick

Ziel des Selektionsprozesses ist es, aus den Suchergebnissen die zu den Selektionskriterien passenden Informationen zu filtern. Dieser Prozess ist allgemein in Abbildung 6.8 dargestellt.

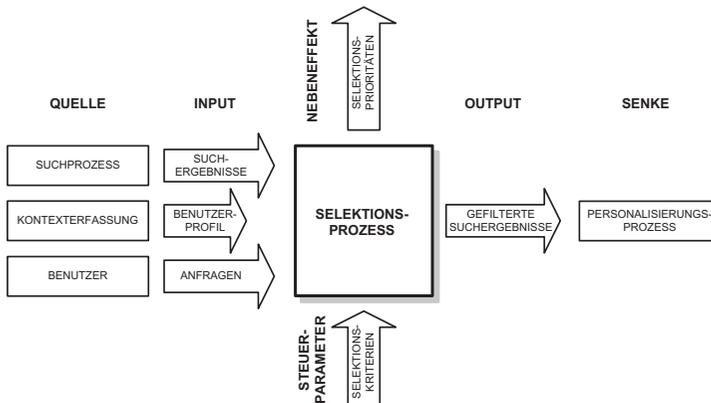


Abbildung 6.8: Überblick über den Selektionsprozess

Dazu wird ein Selektionsfilter verwendet, der bei jedem Einsatz und für jeden Benutzer separat mit Informationen aus dem Benutzerprofil und eventuell einer Benutzeranfrage zusammengestellt wird. Bei den Suchergebnissen wird die *Selektionspriorität* (PS) in Abhängigkeit davon erhöht, inwieweit diese mit den Selektionskriterien übereinstimmen. Im Ergebnis werden die Informationen, die keinen Benutzerbedürfnissen entsprechen und deshalb keine Priorität erhalten haben, entfernt und auch nicht weiter von den anderen Prozessen bearbeitet [Lewa08].

6.3.2 Einordnung von Informationen

Die Suchergebnisse unterscheiden sich aufgrund ihrer Abhängigkeit von der Zeit. Infolgedessen können sie vom Ergebnistyp Passiv oder Aktiv sein.

Passive Suchergebnisse können zwar zeitliche Informationen besitzen, bleiben aber davon unabhängig. Da sie darüber hinaus keine Aktivitäten bezeichnen, sind sie bezüglich des Zeittyps **Zeitlos**. Suchergebnisse mit einem solchen Ergebnistyp sind z. B. Bücher. Ein Buch kann ein Ausgabedatum besitzen. Aber das bedeutet nicht, dass das Buch nur zu diesem Zeitpunkt erworben werden kann. Das Datum ist hier eher als eine Ergänzungsinformation zu betrachten.

Aktive Suchergebnisse bezeichnen Aktivitäten, die grundsätzlich von der Zeit und oft auch vom Ort abhängig sind. Da ihre zeitlichen Abhängigkeiten sehr unterschiedlich sein können, werden sie bezüglich des Zeittyps weiter in **Öffnungszeit**, **Begrenzungszeit** und **Zeitlos** eingeteilt. Abbildung 6.9 zeigt, wie die Suchergebnisse basierend auf Ergebnis- und Zeittyp eingeordnet werden.

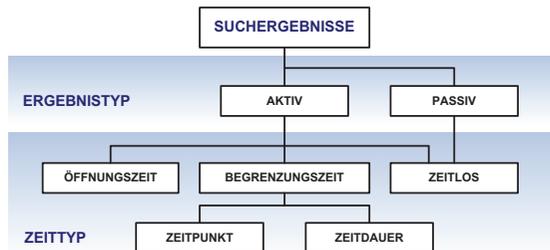


Abbildung 6.9: Einordnung des Informationstyps

Der Typ **Öffnungszeit** bezeichnet eine zeitliche Information, die eine Beginn- und eine Endzeit besitzt, und die beschreibt, wann eine Einrichtung wie z. B. Bibliothek, Post, Videothek usw. für den Publikumsverkehr geöffnet ist. Suchergebnisse mit diesem Zeittyp sind vom Ort abhängig. Für den Benutzer bedeutet das, dass er diesen Dienst während der Öffnungszeit zu beliebigen Zeitpunkten in Anspruch nehmen kann.

Der Typ **Begrenzungszeit** beschreibt ein Ereignis, das eine begrenzte Zeitdauer besitzt und für das während dieser gesamten Zeit eine Teilnahme des Benutzers erforderlich ist. Ansonsten geht ein Teil des Ereignisses verloren. Dieser Typ wurde zusätzlich noch in **Zeitpunkt** und **Zeitdauer** aufgeteilt.

Wenn dem Suchergebnis vom Typ **Begrenzungszeit** eine Beginn- und Endzeit wie z. B. bei einem Kinofilm zugeordnet wurde, dann handelt es sich um genau festgelegte Zeitpunkte. Suchergebnisse mit dem Typ **Zeitpunkt** sind ähnlich wie die **Öffnungszeit** mit dem Ort des Ereignisses verbunden. Ein Benutzer, der daran teilnehmen möchte, soll an diesem Ort und genau vom Beginn bis zum Ende des Ereignisses anwesend sein.

Wenn dagegen ein Suchergebnis nur eine Information über die Dauer des Ereignisses besitzt, dann handelt es sich um eine **Zeitdauer**, die weder von einer genau bestimmten Zeit noch einem Ort abhängig ist. Deshalb kann ein Suchergebnis mit dem Typ

Zeitdauer zu beliebiger Zeit und im beliebigen Ort in Anspruch genommen werden. Der Benutzer benötigt nur eine bestimmte Zeitlänge, um beispielsweise einen DVD-Film ansehen oder ein Hörbuch hören zu können.

Weiterhin kann der Zeittyp der aktiven Suchergebnisse auch vom Typ **Zeitlos** sein. Das ist der Fall, wenn ein Ereignis von der Zeit und eventuell vom Ort abhängig ist, aber die genaue zeitliche Information wie z. B. bei einer Kinovorschau fehlt. Die Informationstypen sind besonders wichtig, weil in Abhängigkeit davon die Suchergebnisse unterschiedlich von den Datenverarbeitungsprozessen behandelt werden.

6.3.3 Funktionsweise des Selektionsfilters

Der Prozess basiert auf einem Selektionsfilter, der als Kriterien Zeit, Ort, Interesse und Kategorie einschließt. Aus dem Benutzerprofil und der Benutzeranfrage werden demzufolge entsprechende Informationen berücksichtigt, sofern diese zur Verfügung stehen. Zuerst wird das Zeitkriterium bestimmt. Liegt keine Benutzeranfrage vor oder wurde in der Anfrage kein Tag angegeben, wird das aktuelle Tagesdatum angenommen. Aufgrund des Datums wird der Wochentag bestimmt. Dann werden ähnlich wie bei Formulierung einer Suchanfrage die Orte für den angenommenen Tag aus der Benutzeranfrage und aufgrund des Benutzerprofils ermittelt. Doppelte Orte werden entfernt und die verbliebenen als Ortskriterien gesichert. Ähnlich werden auch Interessen und Kategorien behandelt, um die erforderlichen Informationen für die entsprechenden Kriterien zu erhalten. So entsteht ein Filter für die Selektion nach Zeit, Ort, Interesse und Kategorie.

6.3.4 Selektion nach Zeit

Die Selektion nach Zeit konzentriert sich auf Suchergebnisse, die zeitlich mit dem angenommenen Tag verbunden sind. Deswegen werden während der Filterung alle Ergebnisse entfernt, die von diesem Zeitpunkt aus gesehen in der Zukunft oder Vergangenheit liegen. Dadurch wird ein großer Teil der veralteten und sich wiederholenden Ergebnisse, die dem Benutzer sonst täglich bis zum in der Zukunft liegenden Tag angeboten werden würden, eliminiert. Auf diese Weise werden schon am Anfang der Filterung alle aufgrund des Tages unpassenden Informationen entfernt. Deswegen ist das Zeitkriterium besonders wichtig. Dem Benutzer werden dadurch nur Informationen zu Ereignissen angeboten, die den angenommenen Tag betreffen. Da nur Suchergebnisse vom Typ Öffnungszeit und Zeitpunkt vom Tag abhängig sind, werden auch nur diese bei der Selektion nach Zeit betrachtet. Das Zeitkriterium besteht aus dem Datum und dem Wochentag. Bei der Selektion werden alle vorhandenen zeitlichen Informationen der entsprechenden Suchergebnisse betrachtet. Ein Suchergebnis kann mehrere zeitliche Informationen, wie z. B. bei einer Veranstaltung, die ein paar Tage dauert, enthalten. Das können auch mehrere Wochentage, wie z. B. bei einem Arzt, der dreimal pro Woche Sprechstunde hat, sein.

Zuerst wird das Datum des Selektionsfilters mit den Daten des Suchergebnisses verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird die PS des Suchergebnisses erhöht. Die Prioritätserhöhung erfolgt aber nur einmal pro Datum. Dies gilt auch dann, wenn ein Suchergebnis mehrmals dasselbe Datum, aber mit unterschiedlichen Uhrzeiten besitzt. Wenn das Datum des Suchergebnisses größer oder kleiner als das Datum des Zeitkriteriums ist, wird die betreffende zeitliche Information entfernt und die

nächste bearbeitet. Wenn dadurch alle zeitlichen Informationen eines Suchergebnisses gelöscht werden, wird das Suchergebnis komplett entfernt. Bei einer zeitlichen Information des Suchergebnisses, bei der kein Datum aber ein Wochentag angegeben wurde, wird dieser mit dem Wochentag des Filters verglichen. Andernfalls könnten Verfälschungen dadurch entstehen, dass ein Suchergebnis trotz eines unpassenden Wochentags eine PS bekommt. Bei einer Übereinstimmung der Wochentage wird die PS des Suchergebnisses, ähnlich wie bei der Selektion nach Datum, nur einmal pro Wochentag erhöht. Dies wird im Folgenden näher anhand eines Beispiels erläutert. Wenn ein Film am Montag und Donnerstag dreimal pro Tag zu sehen ist, wird er mit sechs zeitlichen Informationen in der Datenbank gespeichert. Wenn der Wochentag des Filters ein Donnerstag ist, werden die Zeitangaben für Montag gelöscht. Als Suchergebnis würden aber noch drei Einträge für Donnerstag mit unterschiedlichen Uhrzeiten bleiben. Da der Donnerstag dem Zeitkriterium entspricht, wird die PS einmal aufgrund des Wochentags und nicht wegen der unterschiedlichen Stunden erhöht. In diesem Moment ist noch nicht bekannt, ob der Film für den Benutzer zu diesen Stunden überhaupt relevant ist. Das wird erst von anderen Datenverarbeitungsprozessen untersucht. Suchergebnisse mit dem Typ Zeitdauer, die weder ein Datum noch einen Wochentag, dafür aber eine Zeitdauer besitzen, werden bei der Filterung nach Zeit nicht berücksichtigt. Sie sind zwar von der Zeit abhängig, können aber an einem beliebigen Tag in Anspruch genommen werden (z. B. ein Kochrezept). Ähnlich werden auch alle Suchergebnisse mit dem Typ Zeitlos betrachtet. Das liegt daran, dass sie oft überhaupt keine zeitlichen Informationen besitzen oder solche zwar haben, aber davon unabhängig sind.

6.3.5 Selektion nach Ort

Um z. B. Informationen über Veranstaltungen, an deren Ort sich der Benutzer befinden kann, favorisieren zu können, wird als nächstes die Selektion nach Ort durchgeführt. Diese Selektion weist eine PS nur den Suchergebnissen, die von einem Ort abhängig sind (Öffnungszeit, Zeitpunkt), zu. Diese wird in Abhängigkeit der Orte ermittelt, an welchen sich der Benutzer am vorgegebenen Tag befinden könnte. Somit wird der Ort des Suchergebnisses mit den hinterlegten Orten des Selektionsfilters verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird die PS des Suchergebnisses erhöht. Da für ein Suchergebnis nur ein zugehöriger Ort existieren kann, kann die Priorität bei dieser Selektion maximal nur um eins erhöht werden.

6.3.6 Selektion nach Interesse

Die Selektion nach Interesse ist besonders für solche Informationen wichtig, die bis jetzt noch nicht bearbeitet wurden, weil sie von Zeit und Ort unabhängig sind (Kochrezepte, Hörbücher, DVD-Filme usw.). Deshalb erhielten sie auch bis jetzt noch keine PS. Erst mit den Selektionen nach Interesse kann entschieden werden, ob diese Informationen von den anderen Prozessen weiter verarbeitet und am Ende dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden sollen. Ohne diese Selektion könnte es passieren, dass dem Benutzer bezüglich des Tages und des Ortes passende, aber für ihn völlig uninteressante Informationen bereitgestellt werden. Die Selektion nach Interesse wird für alle Suchergebnisse durchgeführt. Mit dem Selektionsfilter ermittelte Interessen werden mit den für das Suchergebnis gespeicherten Interessen verglichen, wobei zu einem Suchergebnis sowie zum Interessenkriterium mehrere Interessen gehören können. Deshalb werden alle sich nicht wiederholenden Interessen

berücksichtigt. Bei jeder Übereinstimmung wird die PS erhöht. Diese Lösung wurde mit Rücksicht auf Suchergebnisse, die gleichzeitig mehrere unterschiedliche Interessen abdecken, bevorzugt. So ein Fall ergäbe sich z. B. bei einem Suchergebnis mit dem Titel „Fußballmatch“, der als Interesse „Sport“, „Buch“ und „Kinder“ enthält. Dadurch werden Suchergebnisse, die gleichzeitig mehrere Selektionskriterien abdecken, automatisch eine höhere PS besitzen.

6.3.7 Selektion nach Kategorie

Mit einer Kategorie ist es möglich, ein Interesse genauer zu bestimmen. Wird beispielsweise als Interesse „Sport“ festgestellt, dann bezeichnet die Kategorie die Art des Sports, wie z. B. „Tennis“, „Schwimmen“ usw. Verschiedene Interessen können aber auch gleiche Kategorien haben. Obwohl Interesse und Kategorie miteinander verknüpft sind, werden sie beim Selektionsprozess getrennt betrachtet. Bei [Wede07] wurde gezeigt, dass die Suchergebnisse, unabhängig davon, ob Interessen und Kategorien zusammen oder getrennt betrachtet werden, dieselben Prioritäten erhalten. Die separate Behandlung dieser Kriterien vereinfacht jedoch den Selektionsprozess und ermöglicht den Entwurf eines allgemeingültigen Konzeptes für die Selektion. Die Selektion nach Kategorie kennzeichnet solche Suchergebnisse mit einer PS, die den Benutzerinteressen entgegenkommen. Deshalb werden Suchergebnisse bevorzugt, die dem Benutzer sowohl bezüglich des Interesses als auch der Kategorie entsprechen. Bei dieser Selektion werden die Kategorien des Filters mit den im Suchergebnis hinterlegten Kategorien verglichen. Bei jeder Übereinstimmung erfolgt eine Erhöhung der PS. Dann werden alle Suchergebnisse einzeln betrachtet und mit den gesetzten Prioritäten bewertet. Nachdem die Suchergebnisse nach allen Selektionskriterien gefiltert wurden, werden sie noch bezüglich der Priorität geprüft. Je besser ein Suchergebnis für den Benutzer geeignet ist, desto höher ist die PS. Suchergebnisse, die am Ende der Filterung keine Prioritäten besitzen, werden entfernt. Dadurch werden dem Personalisierungsprozess nur gefilterte Suchergebnisse zur weiteren Bearbeitung übergeben.

6.3.8 Zusammenfassung

In Abschnitt 6.3 wurde das entwickelte Konzept für den Selektionsprozess beschrieben. Ziel des Prozesses ist es, aus den Suchergebnissen, die ihm vom Suchprozess geliefert wurden, Informationen zu filtern, die zum Benutzerkontext passen. Infolgedessen werden die Suchergebnisse nach Zeit, Ort, Interesse und Kategorie gefiltert. Diese Selektionskriterien können beliebig erweitert werden. Das Selektionsfilter wird für jeden Benutzer separat mit Informationen aus dem Benutzerprofil und ggf. der Benutzeranfrage zusammengestellt. Bei der Selektion nach Zeit werden alle Suchergebnisse entfernt, die in der Zukunft oder Vergangenheit zu dem angegebenen Tag liegen. Somit werden dem Benutzer für Aktivitäten nur Informationen geliefert, die genau diesen Tag betreffen. Bei der Selektion nach Ort wird den Suchergebnissen, die für den Benutzer aufgrund des Ortes geeignet sein könnten, eine PS zugewiesen. Das sind Orte, an welchen er sich am angegebenen Tag befinden könnte. Bei der Selektion nach Interesse und Kategorie werden Informationen und Dienste gefiltert, die für den Benutzer von Interesse sein könnten. Suchergebnisse, die keinen Benutzerbedürfnissen entsprechen und deshalb keine Priorität erhalten haben, werden am Ende der Selektion entfernt. Die in der Ausgabe des Selektionsprozesses erhaltenen Suchergebnisse dienen als Eingabe für den Personalisierungsprozess.

6.4 Personalisierungsprozess

Der Personalisierungsprozess findet im Anschluss an die durchgeführte Selektion statt. Der Prozess nutzt dazu die selektierten Suchergebnisse zur weiteren Bearbeitung. Die Aufgabe des Prozesses ist diese zu personalisieren. In SFINKS wird als Personalisierung die Anpassung von Informationen und Diensten durch das System an die Kontextinformationen des Benutzers bezeichnet. Hierbei werden beispielsweise individuelle Anforderungen des Benutzers (Benutzeranfrage), Abhängigkeiten von der Zeit (z. B. seiner freien Zeit), seine Umgebung (z. B. Ort während der freien Zeit) und technische Voraussetzungen (z. B. Möglichkeiten des mobilen Endgerätes) berücksichtigt [Lewa07]. Die folgenden Abschnitte stellen das Konzept des Personalisierungsprozesses genau dar. Dieser gehört ähnlich wie der Selektionsprozess zu den adaptierenden Prozessen (Abschnitt 5.5.3).

Derzeit verfügbare mobile Endgeräte (Abschnitt 3.4) sind schon in der Lage, Informationen entsprechend ihrer technischen Möglichkeiten anzupassen, indem sie z. B. Schriftgröße und Helligkeit abhängig von der Tageszeit ändern. Eine Anpassung der Darstellung von Webseiten wurde auch an Fachgebiet Kommunikationsnetze untersucht [HeWu05]. Hier wurden Webseiten durch Umstrukturierung der Informationsdarstellung an mobile Endgeräte adaptiert. Deshalb wird das Thema an dieser Stelle nicht weiter untersucht und sich auf andere Anpassungsoptionen wie Zeit und Ort, die den Benutzer direkt betreffen, konzentriert.

6.4.1 Überblick

Dem Personalisierungsprozess werden gefilterte Suchergebnisse übergeben. Davon werden aber nur aktive Ergebnisse, die in Bezug mit den zeitlichen Informationen stehen, personalisiert. Ein Überblick über den Personalisierungsprozess ist in Abbildung 6.10 dargestellt.

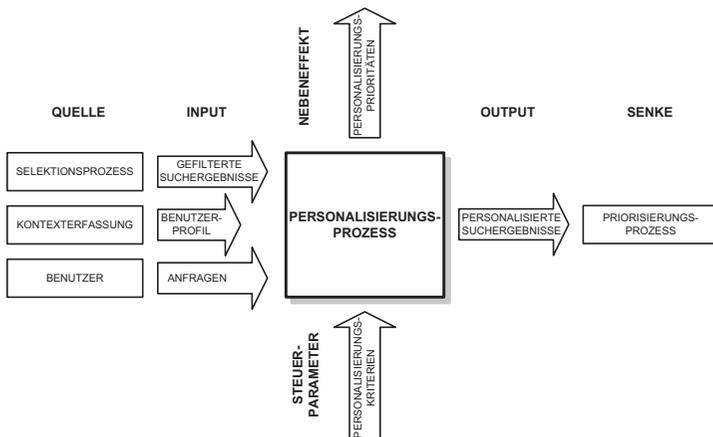


Abbildung 6.10: Überblick über den Personalisierungsprozess

Wenn ein Benutzer nach einer bestimmten Information angefragt hat, soll ihm diese sofort zur Verfügung gestellt werden. Andernfalls sollten ihm passende Informationen erst während seiner Freizeit vorgeschlagen werden, um ihn bei seinen Tätigkeiten

Ende t_E eines Zeitbereiches mit Name x zu bestimmen, werden entsprechend die Bezeichnungen $t_B(x)$ und $t_E(x)$ eingeführt. Die Terminliste wird nach der Anfangszeit der Termine sortiert, um auftretende Terminüberschneidungen zu erkennen. Diese Bearbeitung ist notwendig, um eine Liste mit unabhängigen, bereits belegten Zeiten erstellen zu können und später daraus eine Liste mit freien Zeiten für den Benutzer abzuleiten.

Aus der Terminliste wird die Beginnzeit $t_B(T_1)$ und die Endzeit $t_E(T_1)$ des ersten Termins T_1 angenommen und als die Zeitangaben der ersten belegten Zeit B_1 definiert ($t_B(B_1) = t_B(T_1)$; $t_E(B_1) = t_E(T_1)$). Mit der Zeit B_1 wird der nächste Termin T_2 verglichen. Eine belegte Zeit und ein Termin können miteinander in unterschiedlichen Relationen stehen. Um eine belegte Zeit zu bestimmen, können allerdings mehrere Termine betrachtet werden. Deshalb werden für die belegten Zeiten (B_i , $i = 1, \dots, m$; $i \in \mathbb{N}$) und für die Termine (T_j , $j = 1, \dots, n$; $j \in \mathbb{N}$) unterschiedliche Laufvariablen eingeführt.

In Abbildung 6.11 wird die belegte Zeit B_1 von den nächsten Terminen T_2 und T_3 verlängert. Dadurch wird die Endzeit der belegten Zeit $t_E(B_1)$ geändert.

Definition 6.1 (Verlängerung) *Eine belegte Zeit B_i wird von einem Termin T_j verlängert, wenn die Beginnzeit des Termins $t_B(T_j)$ gleich oder größer als der Anfang $t_B(B_i)$ und gleich oder kleiner als das Ende $t_E(B_i)$ dieser belegten Zeit ist. Gleichzeitig muss die Endzeit des Termins $t_E(T_j)$ größer als das Ende der belegten Zeit $t_E(B_i)$ sein.*

Die Definition 6.1 wird mit Gleichung 6.1 beschrieben.

$$t_B(B_i) \leq t_B(T_j) \leq t_E(B_i) \quad \cap \quad t_E(T_j) > t_E(B_i) \quad (6.1)$$

Der Termin T_4 in Abbildung 6.11 ist von der belegten Zeit B_1 unabhängig. Dadurch wird die belegte Zeit B_1 in der Liste gespeichert und die nächste belegte Zeit B_2 wird aufgrund des Termins T_4 definiert.

Definition 6.2 (Unabhängigkeit) *Eine belegte Zeit B_i bleibt von einem Termin T_j unabhängig, wenn die Endzeit der belegten Zeit $t_E(B_i)$ kleiner als die Beginnzeit des Termins $t_B(T_j)$ ist.*

Somit gilt für Definition 6.2 die folgende Gleichung:

$$t_E(B_i) < t_B(T_j) \quad (6.2)$$

Eine belegte Zeit (B_3) kann auch andere Termine (T_7, \dots, T_{12}) komplett umschließen (Abb. 6.11).

Definition 6.3 (Umschließung) *Eine belegte Zeit B_i umschließt einen Termin T_j , wenn die Beginnzeit des Termins $t_B(T_j)$ gleich oder größer als der Anfang $t_B(B_i)$ und kleiner als das Ende $t_E(B_i)$ dieser belegten Zeit ist. Gleichzeitig muss die Endzeit des Termins $t_E(T_j)$ gleich oder kleiner als die Endzeit der belegten Zeit $t_E(B_i)$ sein.*

Die Definition 6.3 wird mit Gleichung 6.3 beschrieben.

$$t_B(B_i) \leq t_B(T_j) < t_E(B_i) \cap t_E(T_j) \leq t_E(B_i) \quad (6.3)$$

Solche Vergleiche werden für alle Termine aus der Terminliste durchgeführt. Die infolgedessen erhaltenen Zeiten, in denen der Benutzer beschäftigt ist, werden in der Liste der belegten Zeiten angenommen.

6.4.3 Bestimmung der freien Zeiten

Zur Bildung einer Liste mit den freien Zeiten des Benutzers werden unterschiedliche Zeitangaben benötigt. In Abbildung 6.12 sind alle zeitlichen Bestandteile, die zu freien Zeiten des Benutzers beitragen, zusammengestellt. Am Anfang wird eine Zeit von $t_B(Z)$ bis $t_E(Z)$, die als eine vordefinierte Freizeit betrachtet wird, angenommen. Es werden belegte Zeiten (B_1, B_2, B_3), die aufgrund des Zeitplans des Benutzers für einen festgelegten Tag zusammengestellt wurden (Abschnitt 6.4.2), bei der zeitlichen Verarbeitung berücksichtigt. Im Fall, dass der festgelegte Tag der aktuelle Tag ist, wird dazu die aktuelle Uhrzeit t_A als neuer Startpunkt eingesetzt. Diese zeitlichen Informationen werden noch um zeitliche Angaben $t_B(A)$ und $t_E(A)$ aus einer Benutzeranfrage ergänzt, wenn solche zur Verfügung stehen. Alle diese Zeitangaben werden zusammengestellt und verarbeitet.

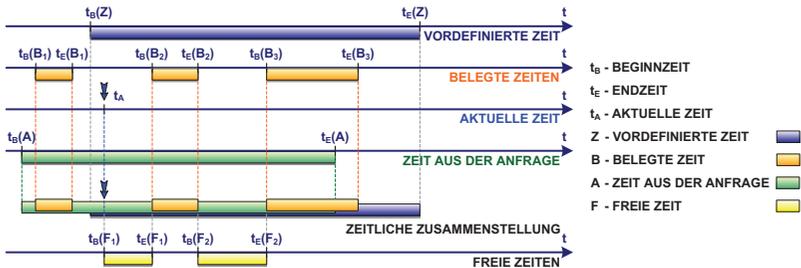


Abbildung 6.12: Zeitliche Zusammenstellung

Somit entstehen Zeiträume (F_1, F_2), in welchen der Benutzer über freie Zeit verfügt. Diese Zeiten werden in einer Liste für freie Zeiten aufgenommen. Die einzelnen Schritte der zeitlichen Verarbeitung werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

6.4.3.1 Verwendung von belegten Zeiten

Zur Bildung einer Liste für die freien Zeiten des Benutzers werden die vordefinierte Zeit des Benutzers und die belegten Zeiten, deren Entstehung in Abschnitt 6.4.2 beschrieben wurde, verwendet. Aus der Liste der belegten Zeiten werden nacheinander die Zeiten herausgesucht, deren Beginnzeit $t_B(B_j)$ oder/und Endzeit $t_E(B_j)$ im Bereich der vordefinierten Zeit (Z) liegen. Bevor eine freie Zeit festgestellt wird, können infolgedessen mehrere belegte Zeiten in die Betrachtung einfließen. Deshalb werden für die freien Zeiten ($F_i, i = 1, \dots, m; i \in \mathbb{N}$) und für die belegten Zeiten ($B_j, j = 1, \dots, n; j \in \mathbb{N}$) unterschiedliche Laufvariablen eingeführt. Eine freie

Zeit F_i wird durch die Beginnzeit $t_B(F_i)$ und die Endzeit $t_E(F_i)$ definiert und mit $F_i : \begin{cases} t_B(F_i) \\ t_E(F_i) \end{cases}$ bezeichnet.

Abbildung 6.13 stellt den Vorgang für das Feststellen von freien Zeiten aufgrund der belegten Zeiten dar.

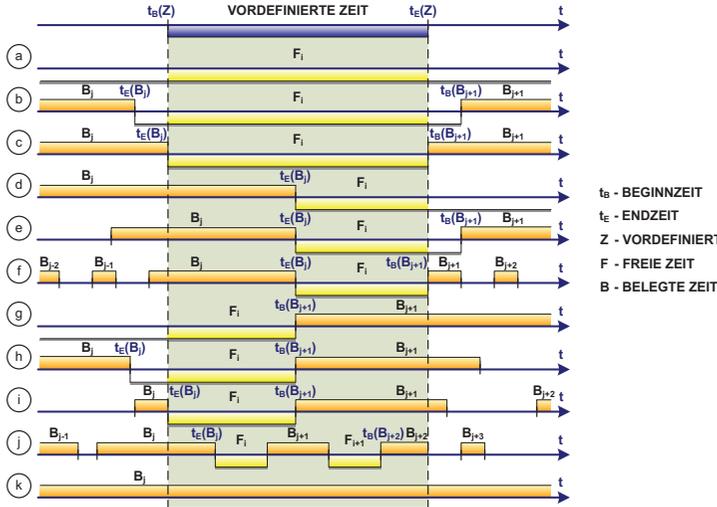


Abbildung 6.13: Bestimmung der freien Zeiten aufgrund der belegten Zeiten

Es wird zunächst eine vordefinierte Zeit von $t_B(Z)$ bis $t_E(Z)$ festgelegt. Diese Zeit wird als freie Zeit des Benutzers angenommen, wenn keine belegten Zeiten vorhanden sind (Abb. 6.13, ①) oder diese komplett außerhalb der vordefinierten Zeit liegen (②, ③). In diesem Fall wird die freie Zeit durch die Gleichung 6.4 beschrieben.

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_B(Z), & \text{wenn } \nexists B_j \cup t_E(B_j) \leq t_B(Z) \\ t_E(F_i) = t_E(Z), & \text{wenn } \nexists B_{j+1} \cup t_B(B_{j+1}) \geq t_E(Z) \end{cases} \quad (6.4)$$

Die Beginnzeit der freien Zeit $t_B(F_i)$ kann auch gleich dem Ende einer belegten Zeit $t_E(B_j)$ sein, wenn diese sich im Rahmen der vordefinierten Zeit befindet (Gleichung 6.5).

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_E(B_j), & \text{wenn } t_B(Z) < t_E(B_j) < t_E(Z) \\ t_E(F_i) = t_E(Z), & \text{wenn } \exists B_{j+1} \cup t_B(B_{j+1}) \geq t_E(Z) \end{cases} \quad (6.5)$$

Das Ende der freien Zeit wird durch die Endzeit der vordefinierten Zeit $t_E(Z)$ begrenzt, wenn keine weiteren belegten Zeiten existieren (Abb. 6.13, ④), oder wenn deren Beginnzeit $t_B(B_{j+1})$ außerhalb der vordefinierten Zeit liegt (⑤, ⑥).

Umgekehrt wäre es für die Beginnzeit einer belegten Zeit $t_B(B_{j+1})$, der sich im Rahmen der vordefinierten Zeit befindet. Die Beginnzeit der freien Zeit $t_B(F_i)$ ist

gleich dem Beginn der vordefinierten Zeit $t_B(Z)$, wenn keine früheren belegten Zeiten existieren (Abb. 6.13, \textcircled{g}), oder diese außerhalb der vordefinierten Zeit liegen (\textcircled{b} , \textcircled{d}). Die Endzeit der freien Zeit $t_E(F_i)$ ist gleich der Beginnzeit dieser belegten Zeit $t_B(B_{j+1})$ (Gleichung 6.6).

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_B(Z), & \text{wenn } \nexists B_j \cup t_E(B_j) \leq t_B(Z) \\ t_E(F_i) = t_B(B_{j+1}), & \text{wenn } t_B(Z) < t_B(B_{j+1}) < t_E(Z) \end{cases} \quad (6.6)$$

Wie schon erwähnt wurde, sind nur die belegten Zeiten von Bedeutung, die sich im Bereich der vordefinierten Zeit befinden. Dadurch kann eine freie Zeit, die zwischen zwei belegten Zeiten (B_j und B_{j+1}) liegt, durch diese bestimmt werden (Abb. 6.13, \textcircled{d}). Dafür gilt Gleichung 6.7.

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_E(B_j), & \text{wenn } t_B(Z) < t_E(B_j) < t_E(Z) \\ t_E(F_i) = t_B(B_{j+1}), & \text{wenn } t_B(Z) < t_B(B_{j+1}) < t_E(Z) \end{cases} \quad (6.7)$$

Daraus (Gleichungen von 6.4 bis 6.7) ergibt sich für die Bestimmung von freien Zeiten des Benutzers aufgrund der belegten Zeiten die folgende Gleichung:

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = \begin{cases} t_B(Z), & \text{wenn } \nexists B_j \cup t_E(B_j) \leq t_B(Z) \\ t_E(B_j), & \text{wenn } t_B(Z) < t_E(B_j) < t_E(Z) \\ 0, & \text{wenn } t_B(B_j) \leq t_B(Z) \cap t_E(B_j) \geq t_E(Z) \end{cases} \\ t_E(F_i) = \begin{cases} t_E(Z), & \text{wenn } \nexists B_{j+1} \cup t_B(B_{j+1}) \geq t_E(Z) \\ t_B(B_{j+1}), & \text{wenn } t_B(Z) < t_B(B_{j+1}) < t_E(Z) \\ 0, & \text{wenn } t_E(B_j) \geq t_E(Z) \cap t_B(B_j) \leq t_B(Z) \end{cases} \end{cases} \quad (6.8)$$

Es werden nacheinander alle Einträge aus der Liste der belegten Zeiten verarbeitet. Infolge der soeben erwähnten Vorgehensweise entsteht eine Liste von freien Zeiten. Diese Liste kann aber auch leer sein, wenn die vordefinierte Zeit vollständig von einer belegten Zeiten bedeckt wird (Abb. 6.13, \textcircled{k}). Für diesen Fall wird keine Personalisierung stattfinden und die selektierten Suchergebnisse werden direkt dem Priorisierungsprozess zur weiteren Verarbeitung übergeben.

6.4.3.2 Ergänzung um zugehörige Orte

Sind in der oben genannten Liste freie Zeiten vorhanden, wird sie um Orte, an denen sich der Benutzer während dieser Zeiten befinden könnte, ergänzt. Diese Orte stammen aus dem Zeitplan des Benutzers. Wenn in der Liste mit den freien Zeiten nur die vordefinierte Zeit von $t_B(Z)$ bis $t_E(Z)$ enthalten ist, bedeutet das, dass an diesem Tag keine Termine für den Benutzer vorgesehen sind. Deshalb kann diese Liste nicht mit Orten ergänzt werden. Ohne Ortsinformationen kann nicht festgestellt werden, welche Ereignisse, die mit bestimmten Orten in Beziehung stehen, bevorzugt werden sollten. Wenn diese Liste auch nicht den aktuellen Aufenthaltsort des Benutzers enthält, dann wird keine Personalisierung nach Ort durchgeführt.

Wenn ein Benutzer einen Termin hat, wird er zur Beginnzeit und zur Endzeit dieses Termins an dem Ort sein, wo der Termin stattfindet. Deshalb wird angenommen, dass der Benutzer auch kurz vor und nach einem Termin an diesem Ort sein könnte.

Demzufolge kann der Ort der freien Zeit nach einem Termin bestimmt werden. So können aufgrund des Benutzerzeitplans für den betreffenden Tag Orte für jede freie Zeit bestimmt werden.

Infolgedessen wird also eine freie Zeit aus der Liste ausgelesen. Es wird der Beginn dieser Zeit festgestellt. Dann werden die Orte der Termine, die um diese Beginnzeit enden, aus dem Zeitplan ermittelt. Anschließend werden das Ende dieser freien Zeit ausgelesen und die Orte der Termine, die um diese Endzeit beginnen, übernommen. So wird die Liste der freien Zeiten um Orte ergänzt, an welchen der Benutzer in dieser Zeit sein könnte. Gleiche Orte in einer Zeitspalte werden entfernt. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis keine freien Zeiten mehr vorhanden sind.

6.4.3.3 Korrektur bezogen auf die aktuelle Zeit

Die weitere Verarbeitung der Liste mit den freien Zeiten und zugehörigen Orten hängt vom festgelegten Tag ab (Abschnitt 6.3.3). Wenn es sich um den aktuellen Tag handelt, wird die Liste aufgrund der aktuellen Uhrzeit korrigiert (Abb. 6.14). Dies erfolgt, wenn in einer Benutzeranfrage kein oder der aktuelle Tag angegeben bzw. eine Suchmeldung, die immer auf dem aktuellen Tag basiert, generiert wurde. Wenn aber der Benutzer nach einem Tag in der Zukunft oder in der Vergangenheit angefragt hat, findet diese Korrektur nicht statt.

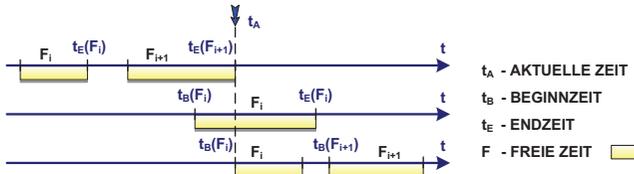


Abbildung 6.14: Korrektur der freien Zeiten bezogen auf die aktuelle Zeit

In Abbildung 6.14 ist dargestellt, wie die aktuelle Uhrzeit bei den freien Zeiten berücksichtigt wird. Die freien Zeiten sind in der Liste nach der Beginnzeit $t_B(F_i)$ eingeordnet. Aus dieser Liste werden alle freien Zeiten mit den zugehörigen Orten entfernt, deren Endzeit $t_E(F_i)$ gleich oder kleiner als die aktuelle Zeit t_A ist.

Für eine freie Zeit, deren Beginnzeit $t_B(F_i)$ in der Vergangenheit liegt aber die Endzeit $t_E(F_i)$ noch nicht stattgefunden hatte, wird die Beginnzeit auf die aktuelle Zeit verschoben (Gleichung 6.9).

$$t_E(F_i) > t_A \quad F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_A, & \text{wenn } t_B(F_i) < t_A < t_E(F_i) \\ t_E(F_i) \end{cases} \quad (6.9)$$

Die zugehörigen Orte bleiben dabei unverändert. Freie Zeiten, die mit oder nach der aktuellen Zeit beginnen, werden bei der Korrektur nicht betrachtet und dadurch auch nicht modifiziert. Auf diese Weise wird die Liste der freien Zeiten bezüglich der aktuellen Zeit korrigiert. In der Regel wird sie vom Personalisierungs- und vom Priorisierungsprozess verwendet. Eine Ausnahme ist der Fall, dass in einer Benutzeranfrage zeitliche Angaben übermittelt wurden. Dann wird die Liste noch um diese Zeiten korrigiert.

6.4.3.4 Berücksichtigung der Benutzeranfragezeit

Die Berücksichtigung der Zeit aus der Benutzeranfrage bei den freien Zeiten ist in Abbildung 6.15 dargestellt.

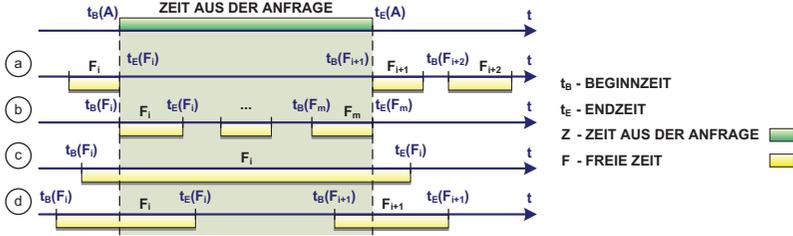


Abbildung 6.15: Berücksichtigung der Zeit aus der Benutzeranfrage

Für den Fall, dass sowohl die Beginnzeit $t_B(A)$ als auch die Endzeit $t_E(A)$ in der Benutzeranfrage angegeben wurden, werden Zeiten, die die Gleichung 6.10 nicht erfüllen, aus der Liste der freien Zeiten entfernt (Abb. 6.15, (a)).

$$t_B(F_i) < t_E(A) \quad \cap \quad t_E(F_i) > t_B(A) \quad (6.10)$$

Die übrigen Zeiten bleiben ohne Änderungen (b) oder werden bezüglich der Beginnzeit $t_B(F_i)$ sowie Endzeit $t_E(F_i)$ entsprechend korrigiert (c, d). Die Korrektur folgt dann übereinstimmend mit Gleichung 6.11.

$$F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = \begin{cases} t_B(A), & \text{wenn } t_B(F_i) < t_B(A) < t_E(F_i) \\ \text{ohne Änderung}, & \text{wenn } t_B(A) \leq t_B(F_i) < t_E(A) \end{cases} \\ t_E(F_i) = \begin{cases} t_E(A), & \text{wenn } t_B(F_i) < t_E(A) < t_E(F_i) \\ \text{ohne Änderung}, & \text{wenn } t_B(A) < t_E(F_i) < t_E(A) \end{cases} \end{cases} \quad (6.11)$$

Wurde dagegen nur eine Beginnzeit $t_B(A)$ aber keine Endzeit festgelegt, werden nur die freien Zeiten vor der Zeit $t_B(A)$ aus der Liste gelöscht. Mit den freien Zeiten werden auch die zugehörigen Orte entfernt.

Wenn dabei eine Beginnzeit $t_B(A)$ innerhalb einer freien Zeit liegt, wird diese freie Zeit verkürzt (Gleichung 6.12) und startet ab der Beginnzeit $t_B(A)$. Die Orte bleiben dabei erhalten.

$$t_B(A) < t_E(F_i) \cap \nexists t_E(A) \quad F_i : \begin{cases} t_B(F_i) = t_B(A), & \text{wenn } t_B(F_i) < t_B(A) < t_E(F_i) \\ t_E(F_i) \end{cases} \quad (6.12)$$

Falls eine Endzeit $t_E(A)$ aber keine Beginnzeit angegeben wurde, werden die freien Zeiten nach der Zeit $t_E(A)$ entfernt. Wenn eine Endzeit innerhalb einer freien Zeit liegt, wird diese ebenfalls verkürzt (Gleichung 6.13). Die betroffene freie Zeit dauert

hier nur bis zur Endzeit $t_E(A)$. Auch hier werden bei der Entfernung der freien Zeiten die zugehörigen Orte gelöscht.

$$t_E(A) > t_B(F_i) \cap \#t_B(A) \quad F_i : \begin{cases} t_B(F_i) \\ t_E(F_i) = t_E(A), \text{ wenn } t_B(F_i) < t_E(A) < t_E(F_i) \end{cases} \quad (6.13)$$

Infolge der Entfernung von freien Zeiten, die nicht mit den zeitlichen Angaben aus der Benutzeranfrage korrelieren, kann es passieren, dass die Liste leer ist. Demzufolge findet keine Personalisierung mehr statt und die Suchergebnisse werden weiter an den nächsten Prozess geleitet.

6.4.4 Personalisierung nach Zeit

Wenn die Liste, die sich aus den vorherigen Abschnitten ergibt, freie Zeiten enthält, werden an diese die selektierten Suchergebnisse angepasst. Die Personalisierung erfolgt zuerst bezüglich des Zeitkriteriums. Deswegen werden an dieser Stelle nur Suchergebnisse mit den Typen Öffnungszeit OZ_j und Begrenzungszeit BZ_j (Zeitpunkt ZP_j , Zeitdauer ZD_j) ($j = 1, \dots, n$; $j \in \mathbb{N}$) personalisiert. Diese Zeittypen unterscheiden sich durch ihre Eigenschaften (Abschnitt 6.3.2). Deswegen gelten für sie unterschiedliche Anforderungen.

6.4.4.1 Anpassung von Öffnungszeiten

Ein Suchergebnis mit dem Typ Öffnungszeit kann mehrere zeitliche Informationen wie z. B. bei einer Videothek, die vor- und nachmittags geöffnet haben kann, besitzen. Infolgedessen werden von jedem Suchergebnis alle Zeitangaben nacheinander mit den freien Zeiten des Benutzers verglichen.

Ein Suchergebnis vom Typ Öffnungszeit wird personalisiert, wenn dieses sowohl eine Beginnzeit $t_B(OZ_j)$ als auch eine Endzeit $t_E(OZ_j)$ enthält. Ein Beispiel für mögliche Relationen zwischen den freien Zeiten und den Öffnungszeiten ist in Abbildung 6.16 dargestellt.

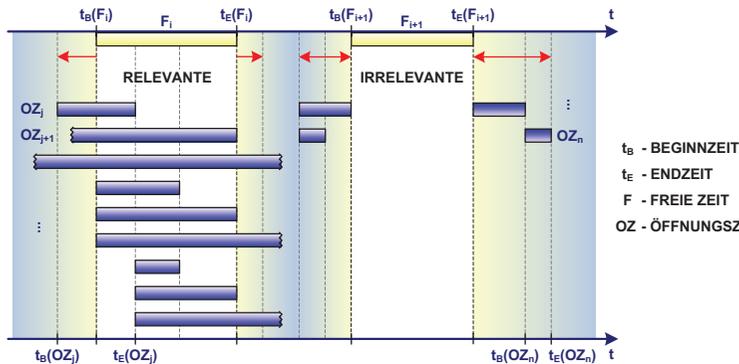


Abbildung 6.16: Beziehungen zwischen Öffnungszeiten und freien Zeiten

Eine Öffnungszeit OZ_j gilt für den Benutzer als relevant, wenn diese sich mit einer freien Zeit F_i mindestens teilweise oder komplett deckt (Abb. 6.16, links). Diese Relation wird mit Gleichung 6.14 widerspiegelt.

$$t_B(F_i) < t_E(OZ_j) \quad \cap \quad t_E(F_i) > t_B(OZ_j) \tag{6.14}$$

Aus dieser Gleichung folgt somit, dass die Beginnzeit einer Öffnungszeit $t_B(OZ_j)$ kleiner als die Endzeit der freien Zeit $t_E(F_i)$ sein muss. Gleichzeitig muss die Endzeit dieser Öffnungszeit $t_E(OZ_j)$ größer als die Beginnzeit der freien Zeit $t_B(F_i)$ sein.

Öffnungszeiten, die dagegen komplett außerhalb der freien Zeiträume liegen, werden als irrelevante Zeitangaben betrachtet (Abb. 6.16, rechts) und deswegen entfernt. Jedes Suchergebnis, das aus diesem Grund keine Zeitangaben mehr besitzt, wird aus der „Ausgabedatenbank“ gelöscht.

Bezüglich der Öffnungszeit kann ein Benutzer zusätzlich eine **Schlusszeit** t_{SZ} angeben. Diese Zeitangabe bezeichnet einen minimalen Zeitraum, der dem Benutzer in seiner freien Zeit gewährleistet wird, sodass dieser immer noch genügend Zeit hätte, um den angebotenen Dienst in Anspruch nehmen zu können. Abbildung 6.17 illustriert die Bezeichnung der Schlusszeit für Suchergebnisse mit dem Typ Öffnungszeit.

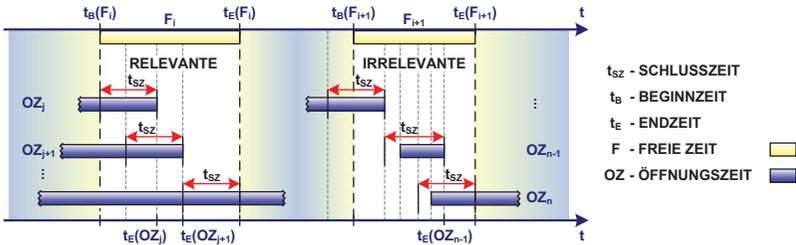


Abbildung 6.17: Bestimmung der Schlusszeit

Gewöhnlich wird damit die verbliebene Zeit bis zur Schließung z. B. eines Geschäftes bezeichnet. Wenn diese sich im Rahmen einer freien Zeit des Benutzers befindet, gilt dafür die folgende Gleichung.

$$t_B(F_i) \leq t_E(OZ_j) - t_{SZ} \geq t_B(OZ_j), \quad \text{wenn } t_E(OZ_j) \leq t_E(F_i) \tag{6.15}$$

Andernfalls wird die Schlusszeit von der Endzeit der entsprechenden freien Zeit abgerechnet (Gleichung 6.16).

$$t_B(F_i) \leq t_E(F_i) - t_{SZ} \geq t_B(OZ_j), \quad \text{wenn } t_E(OZ_j) > t_E(F_i) \tag{6.16}$$

In beiden Fällen muss sich die Schlusszeit komplett im Rahmen einer freien Zeit befinden. Somit werden die selektierten Suchergebnisse (bei einer Anforderung vom Benutzer) zusätzlich bezüglich der Schlusszeit überprüft.

6.4.4.2 Anpassung von Begrenzungszeiten

Ein Suchergebnis vom Typ Begrenzungszeit kann ebenfalls mehrere zeitliche Informationen wie z. B. bei einem Film, der mehrmals pro Tag und an mehreren Tagen im Kino gespielt wird, besitzen. Bei einer zeitlichen Information vom Typ Begrenzungszeit muss im Gegensatz zum Typ Öffnungszeit die Zeit komplett in einem freien Zeitraum liegen bzw. mit diesem deckungsgleich sein, damit der Benutzer so ein Ereignis in Anspruch nehmen kann. Abbildung 6.18 zeigt die Zusammenhänge zwischen Begrenzungszeiten und freien Zeiten des Benutzers.

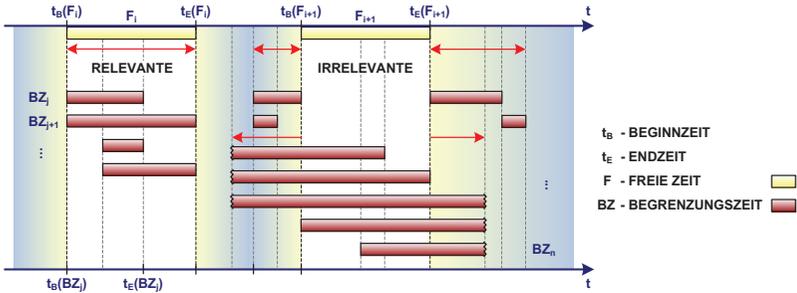


Abbildung 6.18: Beziehungen zwischen Begrenzungszeiten und freien Zeiten

Im linken Teil dieser Abbildung sind Begrenzungszeiten zu sehen, die zu einem positiven Ergebnis der Begrenzungszeitanpassung führen. Der rechte Teil zeigt dagegen Zeiten, die die Begrenzungszeitanforderungen nicht erfüllen.

In Abschnitt 6.3.2 wurde bereits erwähnt, dass sich der Typ Begrenzungszeit in Zeitpunkt und Zeitdauer unterteilt. Eine zeitliche Information vom Typ **Zeitpunkt** ZP_j , die sowohl einen Beginn $t_B(ZP_j)$ als auch ein Ende $t_E(ZP_j)$ besitzt, wird für den Benutzer nur dann als eine relevante Zeit angesehen, wenn er in dieser Zeit und während der gesamten Dauer einen freien Zeitraum besitzt. Diese Bedingung wird mit Gleichung 6.17 erfüllt.

$$t_B(F_i) \leq t_B(ZP_j) \quad \cap \quad t_E(F_i) \geq t_E(ZP_j) \quad (6.17)$$

Somit wird eine zeitliche Information ZP_j als relevant betrachtet, wenn deren Beginnzeit $t_B(ZP_j)$ gleich oder größer als der Beginn einer freien Zeit $t_B(F_i)$ und die Endzeit $t_E(ZP_j)$ gleich oder kleiner als das Ende dieser freien Zeit $t_E(F_i)$ ist. Auch hier werden die irrelevanten Informationen entfernt.

Eine zeitliche Information vom Typ **Zeitdauer** ZD_j , die die zeitliche Länge eines Ereignisses angibt, wird dagegen als relevant angesehen, wenn deren Länge gleich oder kleiner als die Zeitdauer einer freien Zeit ist. Dafür gilt Gleichung 6.18.

$$t_E(F_i) - t_B(F_i) \geq t(ZD_j) \quad (6.18)$$

Somit wird hier die Zeitdauer des Suchergebnisses ZD_j mit der Dauer jedes freien Zeitraums des Benutzers, der aus Beginn $t_B(F_i)$ und Ende $t_E(F_i)$ der freien Zeit

ermittelt wird, verglichen. Suchergebnisse, deren Zeitangaben zu keiner freien Zeit passen, werden entfernt.

Bezüglich der Begrenzungszeit kann ein Benutzer ebenfalls zusätzliche Anforderungen definieren. Hierfür ist für Suchergebnisse vom Typ Zeitpunkt eine Anfangszeit und vom Typ Zeitdauer eine Zeitlänge vorgesehen.

Die **Anfangszeit** t_{AZ} bestimmt einen zusätzlichen Zeitraum vom Beginn eines Ereignisses, der dem Benutzer in seiner freien Zeit gewährleistet wird. Dadurch wird dem Benutzer Zeit reserviert, um damit verbundenen Aktionen wie z. B. den Einkauf von Eintrittskarten zu erledigen. Abbildung 6.19 illustriert die Bezeichnung der Anfangszeit für Suchergebnisse mit dem Typ Zeitpunkt.

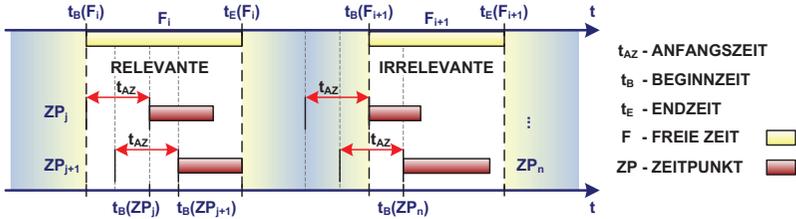


Abbildung 6.19: Bestimmung der Anfangszeit

Zeitliche Informationen vom Typ Zeitpunkt, bei denen die Anfangszeit t_{AZ} berücksichtigt werden soll, müssen somit Gleichung 6.19 erfüllen.

$$t_B(ZP_j) - t_{AZ} \geq t_B(F_i) \quad \cap \quad t_E(ZP_j) \leq t_E(F_i) \quad (6.19)$$

Infolgedessen wird zuerst die Beginnzeit der Information $t_B(ZP_j)$ um die Anfangszeit t_{AZ} verschoben und dann diese Information ZP_j an die freie Zeit F_i angepasst.

Die **Zeitlänge** t_{ZL} bestimmt ebenfalls einen zusätzlichen Zeitraum, der aber zu der zeitlichen Länge eines Ereignisses vom Typ Zeitdauer hinzugefügt wird. Abbildung 6.20 zeigt die Bezeichnung dieser Zeit.

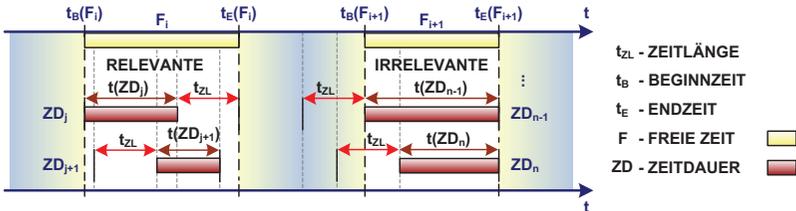


Abbildung 6.20: Bestimmung der Zeitlänge

Für eine zeitliche Information vom Typ Zeitdauer, bei der die Zeitlänge t_{ZL} berücksichtigt werden soll, gilt Gleichung 6.20.

$$t_E(F_i) - t_B(F_i) \geq t(ZD_j) + t_{ZL} \quad (6.20)$$

An dieser Stelle wird zuerst die Länge einer freien Zeit bestimmt, indem von der Endzeit $t_E(F_i)$ die Beginnzeit $t_B(F_i)$ abgezogen wird. Dann wird die Länge der Information vom Typ Zeitdauer $t(ZD_j)$ um die Zeit t_{ZL} vergrößert und dann mit der freien Zeit verglichen. Eine Zeitangabe, die größer als die Dauer der freien Zeit ist, wird entfernt. So werden die zu jedem Suchergebnis zugeordneten Zeiten nacheinander bearbeitet. Bei einer erfolgreichen Zeitanpassung wird dem Suchergebnis eine PP zugeordnet und im Anschluss die Personalisierung bezüglich des Ortes durchgeführt. Obwohl ein Suchergebnis mehrere passende Zeitangaben besitzen kann, wird die Priorität nur einmal erhöht. Das liegt darin begründet, dass der Grad des Interesses an bestimmten Informationen nicht von der Häufigkeit ihres Auftretens abhängig ist. Alle Zeitangaben, die für die zeitlichen Bedürfnisse des Benutzers ungeeignet sind, werden entfernt. Ein Suchergebnis, das aus diesem Grund keine zeitlichen Informationen mehr hat, wird vollständig aus der Datenbank gelöscht. Damit wird vermieden, dass dem Benutzer Informationen vorgeschlagen werden, die er wegen fehlender freier Zeit sowieso nicht nutzen könnte.

6.4.5 Personalisierung nach Ort

Die Personalisierung erfolgt durch die Anpassung der Suchergebnisse an die freien Zeiten des Benutzers und an die Orte, an welchen er sich zu diesen Zeiten befinden kann. Für ein Suchergebnis, bei dem die im vorherigen Abschnitt dargestellte Zeitanpassung erfolgreich durchgeführt wurde, wird eine Personalisierung bezogen auf den Ort des Suchergebnisses mit den zugehörigen Orten der passenden freien Zeit verglichen. Für die Suchergebnisse, die als Typ Öffnungszeit oder Zeitpunkt haben, ist der Ort besonders wichtig, weil hier die Zeit und der Ort untrennbar miteinander verbunden sind. Das bedeutet, dass der Benutzer, sofern er ein bestimmtes Dienstleistungsangebot in Anspruch nehmen möchte, am Ort und zur entsprechenden Zeit der Erbringung sein muss. Deshalb wird die PP des Suchergebnisses erhöht, wenn der Ort des Ergebnisses für den Benutzer geeignet ist. Suchergebnisse, die nach der Personalisierung nach Ort keine Priorität bekommen haben, werden allerdings nicht entfernt. Sie passen zwar aufgrund des Ortes nicht, können aber trotzdem für den Benutzer interessant sein, wenn er z. B. genügend freie Zeit hat, um zu diesem Ort zu fahren. Suchergebnisse mit dem Typ Zeitdauer enthalten hingegen keine Information über einen Ort, weil sie vom Ort unabhängig sind. Der Benutzer kann so einen Dienst unabhängig davon in Anspruch nehmen, wo er sich gerade befindet. Er benötigt dafür nur genügend Zeit. Somit wird an dieser Stelle keine Personalisierung bezogen auf den Ort durchgeführt. Die Ausgabe des Prozesses sind personalisierte Suchergebnisse, die mit den freien Zeiten und den dazugehörigen Orten des Benutzers korrelieren. Diese Suchergebnisse werden dem Benutzer aber noch nicht zur Verfügung gestellt, sondern vom Priorisierungsprozess weiter verarbeitet.

6.4.6 Zusammenfassung

In Abschnitt 6.4 wurde gezeigt, dass der Personalisierungsprozess für die Anpassung von Informationen und Diensten an den Benutzerkontext verantwortlich ist. Von diesem Prozess werden Suchergebnisse bevorzugt, die für den Benutzer aufgrund seiner freien Zeit und dem dazu gehörenden Ort geeignet sind. Die Personalisierung erfolgt bezüglich des Zeitkriteriums. Deswegen werden nur Suchergebnisse, die zeitliche Informationen besitzen, personalisiert. Es wurde gezeigt, dass diese Suchergebnisse sich

jedoch hinsichtlich des Zeittyps unterscheiden. Für jeden Typ gelten andere Anforderungen. Deswegen werden Suchergebnisse von Typen Öffnungszeit, Zeitpunkt und Zeitdauer unterschiedlich personalisiert. Suchergebnisse, die keine zeitlichen Bedingungen erfüllen, werden entfernt. Für jedes Suchergebnis, bei dem die Zeitanpassung erfolgreich war, wird die Personalisierung bezüglich des Orts durchgeführt. Dementsprechend werden den Suchergebnissen die PP zugeordnet. Der Prozess liefert personalisierte Suchergebnisse. Diese werden vom Priorisierungsprozess fertiggestellt, was im nächsten Abschnitt detailliert erläutert wird.

6.5 Priorisierungsprozess

In SFINKS werden unterschiedliche Informationen von den Verarbeitungsprozessen ausgewertet. Die sich daraus ergebenden Daten sollen dem Benutzer mit Rücksicht auf Dringlichkeit und Wichtigkeit geliefert werden. Dabei sollten diese Daten immer aktuell bleiben und nicht mehrmals wiederholt übertragen werden. Die Kontrolle und Verwaltung aller dem Benutzer gesendeten Daten wird vom Priorisierungsprozess durchgeführt. In diesem Abschnitt wird das Konzept dieses Prozesses näher erläutert.

6.5.1 Überblick

In Abbildung 6.21 ist ein Überblick über den Priorisierungsprozess gegeben.

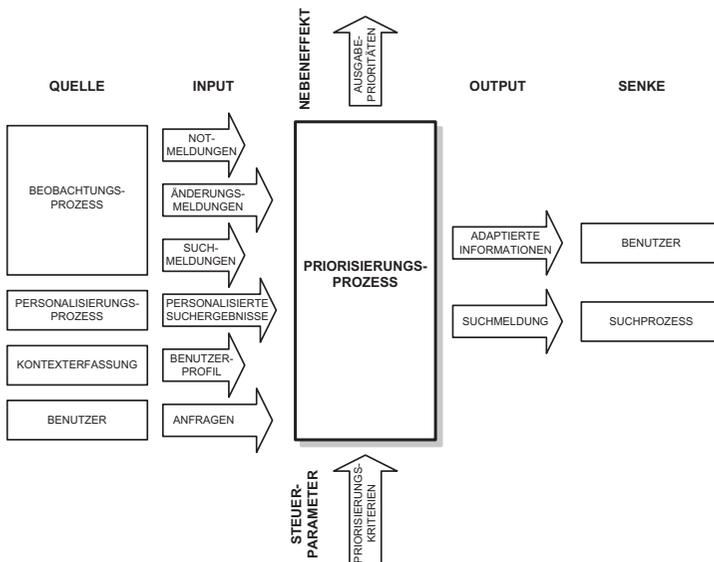


Abbildung 6.21: Überblick über den Priorisierungsprozess

Dem Priorisierungsprozess werden unterschiedliche Meldungen vom Beobachtungsprozess und Suchergebnisse vom Personalisierungsprozess geliefert. Seine Aufgabe ist es, diese Daten bezüglich der *Ausgabepriorität* (PA) einzuordnen und abhängig

davon zu bearbeiten. Dadurch wird der Benutzer immer zuerst mit den wichtigsten und grundlegenden Informationen versorgt. Bei der Datenverarbeitung werden ausgewählte Informationen aus dem Benutzerprofil und einer Benutzeranfrage berücksichtigt. Ausgaben werden dem Benutzer in Abhängigkeit von der Sendezeit zur Verfügung gestellt [Lewa08]. Die genaue Datenbearbeitung durch den Priorisierungsprozess wird im Folgenden erläutert.

6.5.2 Notmeldungen

Wenn von einem Messwert des Benutzerkontexts ein festgelegter Grenzbereich über- oder unterschritten wird (Abschnitt 6.1.3), generiert der Beobachtungsprozess eine Notmeldung und schickt diese an den Priorisierungsprozess. Da eine solche Meldung eine dringende Nachricht enthält, die z. B. die Gesundheit des Benutzers oder technische Funktionalitäten seines mobilen Endgerätes betrifft, muss diese sofort bearbeitet und dem Benutzer gesendet werden. Deswegen werden vom Priorisierungsprozess als allererste Notmeldungen bearbeitet. Diese werden mit der aktuellen Uhrzeit als Sendezeit in die „Ausgabeliste“ eingeordnet. Wenn das System in Verbindung mit dem Benutzer steht, werden ihm die Notmeldungen sofort geschickt. Eine zusätzliche Bearbeitung ist nur dann notwendig, wenn ein Benutzer auf die gesendete Meldung nicht reagiert. Andernfalls wird der Benutzer bei der nächsten Verbindung nur über die letzte Notmeldung informiert. Die früheren, aber immer noch den aktuellen Tag betreffenden Meldungen werden ihm ebenfalls, aber erst bei entsprechender Nachfrage gesendet. Alle anderen Notmeldungen werden zwar aus der „Ausgabedatenbank“ entfernt, aber immer noch in einer Textdatei aufbewahrt, um sie nach Bedarf zur Verfügung stellen zu können.

6.5.3 Änderungsmeldungen

Über Änderungsmeldungen, die ebenfalls vom Beobachtungsprozess generiert werden, wurde schon in Abschnitt 6.1.4 diskutiert. Eine Änderungsmeldung betrifft einen lokal gespeicherten Eintrag, bei dem Angaben wie z. B. Zeit, Ort usw. geändert wurden. Über die Änderung eines solchen Eintrags muss der betreffende Benutzer so schnell wie möglich informiert werden, um darauf noch reagieren zu können. Deshalb werden Änderungsmeldungen gleich nach den Notmeldungen verarbeitet.

Eine Änderungsmeldung enthält eine Quell-ID und eine Objekt-ID des geänderten Eintrages. Deshalb muss zuerst vom Priorisierungsprozess festgestellt werden, auf welche Benutzer sich diese Meldung bezieht bzw. für welche Benutzer sie verarbeitet werden soll. Um das herauszufinden, werden die Suchergebnisse, die schon gesendet wurden („History der Ausgabe“) und solche, die noch gesendet werden sollen („Ausgabeliste“), für jeden Benutzer nach diesem geänderten Eintrag durchsucht. Wird kein solcher Eintrag bei den Suchergebnissen des Benutzers gefunden, betrifft ihn die geänderte Information nicht. Deshalb werden für diesen Benutzer keine weiteren Aktionen durchgeführt. Die Situation ändert sich, wenn die Information (die gerade geändert wurde) dem Benutzer schon früher gesendet wurde. Zunächst wird die Art der Änderung überprüft. Änderungen, die die Zeitangaben (z. B. Beginnzeit, Endzeit, Zeitlänge) oder den Ort betreffen, verlangen vom Benutzer entsprechende Entscheidungen. Deshalb wird die Änderungsmeldung mit der aktuellen Zeit als Sendezeit in die „Ausgabeliste“ eingefügt. Wenn aber die betroffene Information dem

Benutzer noch nicht gesendet wurde, wird geprüft, ob diese immer noch zum Benutzerkontext passt. Sie wird aktualisiert und erneut personalisiert. Passt die Information nicht mehr für den Benutzer, wird sie entfernt. Der Benutzer wird darüber nicht informiert. Änderungen, die sich dagegen auf Titel, Interesse, Kategorie oder noch andere ergänzende sowie zusätzliche Informationen beziehen, werden eine Aktualisierung der betroffenen Informationen verursachen. Der Benutzer wird über dieses Verfahren ebenfalls nicht benachrichtigt. Die Prüfung der Suchergebnisse bezüglich der Änderungsmeldungen wird auch dann durchgeführt, wenn der Benutzer nicht vom System erreichbar ist. Somit werden dem Benutzer immer aktuelle Informationen gesendet oder er wird über die aufgetretenen Änderungen informiert. Meldungen, deren Sendezeiten nicht mehr den aktuellen Tag betreffen, werden entfernt.

6.5.4 Termine

Termine des Benutzers spielen bei der Datenverarbeitung in SFINKS eine sehr wichtige Rolle. Sie liefern beispielsweise Informationen über Orte, an denen sich der Benutzer zu einer bestimmten Zeit aufhält. Deswegen bilden sie einen Teil des Benutzerprofils. Diese Ortsinformationen werden z. B. bei der Vorbereitung einer Suchanfrage (Abschnitt 6.2.2) sowie eines Selektionsfilters (Abschnitt 6.3.3) benötigt. Bei dem Personalisierungsprozess werden Termine verwendet, um freie Zeiten des Benutzers festzustellen (Abschnitt 6.4.3). Der Priorisierungsprozess kontrolliert dagegen den Zeitplan des Benutzers, um entsprechende Erinnerungen frühzeitig senden zu können. Deshalb werden Termine des Benutzers nach Not- und Änderungsmeldungen überprüft.

Die Termine werden nacheinander in der Reihenfolge ihres Beginns behandelt. Aufgrund der aktuellen Zeit wird ein Erinnerungszeitpunkt für den nächsten Termin festgelegt. Dieser Zeitpunkt entsteht durch die Verkleinerung der Beginnzeit des Termins um eine definierte Zeitspanne, die vom Benutzer beliebig definiert werden kann. Der Erinnerungszeitpunkt wird als Sendezeit für die nächste Terminerinnerung festgelegt und bei jeder Änderung im Zeitplan des Benutzers aktualisiert. Wenn der Priorisierungsprozess feststellt, dass die aktuelle Zeit mit der Sendezeit übereinstimmt und der Benutzer erreichbar ist, erfolgt eine einmalige Terminerinnerung. Dann wird diese aus der „Ausgabeliste“ entfernt und die nächste Erinnerung festgelegt. Andernfalls wird der Vorgang mit dem nächsten Einloggen des Benutzers am System durchgeführt. Somit werden dem Benutzer die Terminerinnerungen im Gegensatz zu den Meldungen nicht sofort, sondern erst zu einer festgelegten Zeit gesendet. Diese Anwendung kann künftig auch um regelmäßige Terminerinnerungen erweitert werden. Da das aber heutzutage bei Terminkalendern schon zum Standard gehört, wird in dieser Arbeit darauf verzichtet.

6.5.5 Suchergebnisse

Nachdem die Not- und Änderungsmeldungen sowie die Terminerinnerungen verarbeitet wurden, werden zum Schluss die Suchmeldungen und Suchergebnisse einbezogen. Um den aktuellen Kontext des Benutzers berücksichtigen zu können, wird eine Suche nach Informationen und Diensten nur dann gestartet, wenn die Suchergebnisse dem Benutzer sofort geliefert werden können. Im Weiteren wird die Datenverarbeitung bezüglich einer Benutzeranfrage und einer Suchmeldung erläutert.

6.5.5.1 Ausgaben aufgrund einer Benutzeranfrage

Suchergebnisse, die bezüglich einer Benutzeranfrage gefunden, selektiert und personalisiert worden sind, werden vom Priorisierungsprozess in einer Sendegruppe zusammengestellt und mit der aktuellen Zeit als Sendezeit in der „Ausgabeliste“ eingefügt. Ist die Sendegruppe dem Benutzer geschickt worden, werden deren Suchergebnisse als „gesendet“ markiert und bis Ende des Tages in der „History der Ausgaben“ aufbewahrt. Ist dagegen die Verbindung mit dem Benutzer unterbrochen worden, müssen die Suchergebnisse vor der nächsten Sendung erneut personalisiert werden. Dem Benutzer wird jedes Mal nur eine Gruppe von Suchergebnissen gesendet. Möchte er weitere Informationen zu seiner Anfrage bekommen, wird der Suchprozess vom Priorisierungsprozess mit der letzten Anfrage vom Benutzer gestartet.

Sendezeit

Die Sendezeit bestimmt, wann einem Benutzer eine Gruppe von Suchergebnissen gesendet werden soll. Informationen, nach denen der Benutzer explizit angefragt hat, sollen ihm sofort gesendet werden. Deshalb wird als Sendezeit die aktuelle Zeit angenommen und eine Gruppe von Suchergebnissen kann sofort vorbereitet werden.

Sendegruppe

Eine Sendegruppe wird aus den Suchergebnissen zusammengestellt. Welche Suchergebnisse in welcher Reihenfolge in dieser Gruppe eingeordnet werden, bestimmt der Priorisierungsprozess aufgrund der PA. Je größer die Abhängigkeit des Suchergebnisses von der Zeit und dem Ort ist, desto höher ist seine PA. Demzufolge ist diese Priorität vom Zeittyp des Ergebnisses (Abschnitt 6.3.2) abhängig. Die höchste PA erhalten somit Suchergebnisse vom Typ Zeitpunkt, weil diese vollständig von der Zeit und dem Ort abhängig sind. Solche Ergebnisse belegen in der Sendegruppe den ersten Platz. Als nächstes werden vom Priorisierungsprozess Suchergebnisse vom Typ Öffnungszeit betrachtet. Sie sind ebenfalls von der Zeit und dem Ort abhängig, der Benutzer muss jedoch nicht während der gesamten Zeit eines Ereignisses anwesend sein. Gleich danach werden die Suchergebnisse vom Typ Zeitdauer in die Sendegruppe eingefügt. Obwohl diese Ergebnisse zu beliebiger Zeit und an beliebigen Ort in Anspruch genommen werden können, benötigt der Benutzer trotzdem eine bestimmte Zeitspanne zur Inanspruchnahme. Als letztes werden Suchergebnisse vom Typ Zeitlos betrachtet. Diese besitzen die niedrigste PA, weil sie völlig unabhängig von der Zeit sind.

Somit werden in einer Sendegruppe Suchergebnisse von jedem Typ nach PA, PP und PS eingeordnet. Die PS wurde den Suchergebnissen vom Selektionsprozess (Abschnitt 6.3) mit Hilfe einer groben Filterung zugewiesen. Die PP wurde dagegen vom Personalisierungsprozess (Abschnitt 6.4) aufgrund der Anpassung der Ergebnisse an die persönlichen Bedürfnisse des Benutzers ermittelt. Die beiden Prioritäten stellen die Wichtigkeit der Suchergebnisse für jeden Zeittyp dar. Bei gleichen Werten für die jeweiligen Prioritäten (PA, PP, PS) werden die Suchergebnisse zusätzlich nach ihrer Beginnzeit, Endzeit, Zeitdauer in ansteigender Reihenfolge sowie alphabetisch nach dem Titel eingeordnet.

Die Anzahl der Suchergebnisse, die jedes Mal für einen Benutzer ermittelt wird, kann trotz der Verarbeitung durch die Prozesse groß sein. Dieses Problem ist auch bei

den Suchmaschinen im Internet bekannt. Von den gefundenen Ergebnissen werden gewöhnlich nur die ersten zehn bis etwa 50 ausgewählt. Deswegen kann der Benutzer in SFINKS selbst bestimmen, wie viele Suchergebnisse er einmalig bekommen möchte. Er definiert die Größe einer Sendegruppe. Zusätzlich kann er in dieser Gruppe auch die Anzahl von jedem Typ der Suchergebnisse vorgeben.

Ausgabeliste

Demzufolge wird eine entsprechende Anzahl von Suchergebnissen mit den höchsten Prioritäten von jedem Typ in einer Sendegruppe eingeordnet. Die Suchergebnisse dieser Gruppe werden als zu „senden“ markiert und in der „Ausgabeliste“ eingeordnet. Sie werden dem Benutzer gleich nach den Meldungen und Terminerinnerungen zur Verfügung gestellt. Übriggebliebene Suchergebnisse werden entfernt. In diesem Moment ist noch nicht bekannt, ob der Benutzer mehr Informationen bekommen möchte. Um zu gewährleisten, dass die gelieferten Informationen immer an den aktuellen Kontext des Benutzers angepasst sind, werden sie jedes Mal für die aktuelle Zeit vorbereitet.

History der Ausgaben

Die dem Benutzer gelieferten Suchergebnisse werden als „gesendet“ markiert und somit zur „History der Ausgaben“ zugeordnet. Sie werden nur einen Tag dort aufbewahrt, um feststellen zu können, welche Informationen dem Benutzer an diesem Tag schon gesendet wurden. Ein Grund dafür wurde in Abschnitt 6.5.3 bei der Verarbeitung der Änderungsmeldungen erläutert. Die „History der Ausgaben“ wird aber auch vom Suchprozess überprüft, um zu vermeiden, dass der Benutzer mehrmals über dasselbe benachrichtigt wird. Deshalb werden neu gefundene Suchergebnisse mit der „Ausgabeliste“ und der „History der Ausgaben“ verglichen, um daraus wiederholt auftretende Ergebnisse zu entfernen. Erst danach erfolgt eine weitere Verarbeitung durch den Selektionsprozess.

Weitere Suchergebnisse

Fragt der Benutzer nach mehr Informationen an, wird für ihn immer eine neue Gruppe von Suchergebnissen für die aktuelle Zeit zusammengestellt und gesendet. Dafür wird vom Priorisierungsprozess die letzte Benutzeranfrage aus der „History der Anfragen“ genommen und dem Suchprozess übermittelt. Dann folgt eine gewöhnliche Datenverarbeitung wie für eine Ausgabe bezüglich der Benutzeranfrage.

Abgebrochene Verbindung

Informationen, nach denen der Benutzer gefragt hat, die ihm aber wegen einer abgebrochenen Verbindung nicht gesendet wurden, werden in der „Ausgabeliste“ aufbewahrt. Bei der nächsten Anmeldung des Benutzers am System werden diese Informationen wieder personalisiert, um die dem Benutzerkontext nicht mehr passenden Suchergebnisse entfernen zu können. Bevor die Sendegruppe dem Benutzer geschickt wird, wird diese bei Bedarf noch um neue Suchergebnisse ergänzt.

6.5.5.2 Ausgaben aufgrund einer Suchmeldung

Eine Suche aufgrund einer Suchmeldung wird in einer vom Priorisierungsprozess bestimmten Sendezeit initiiert. Die Suchergebnisse werden dem Benutzer in seiner freien Zeit übermittelt. Bei einer abgebrochenen Verbindung werden die ungesendeten Suchergebnisse aus der Datenbank vollständig entfernt.

Suchmeldung

Suchmeldungen vom Beobachtungsprozess, die infolge der Änderungen von Kontextinformationen generiert werden, werden an den Priorisierungsprozess übergeben. Von diesem Prozess wird die nächste mögliche Sendezeit festgestellt. Um dem Benutzer in seiner freien Zeit kontextsensitive Informationen und Dienste vorschlagen zu können, werden die Suchmeldungen auch vom Priorisierungsprozess zu bestimmten Sendezeiten generiert. Eine Suchmeldung basiert nicht auf einer Benutzeranfrage, sondern nur auf dem Benutzerprofil. Die Suche wird erst dann gestartet, wenn die aktuelle Zeit gleich der vom Priorisierungsprozess definierten Sendezeit ist.

Sendezeit

Der Priorisierungsprozess bestimmt, wann eine Sendegruppe zusammengestellt und dem Benutzer gesendet werden kann. Im Fall einer Suchmeldung werden dem Benutzer die Suchergebnisse erst in seiner Freizeit vorgeschlagen. Um die Sendezeit für eine Suchmeldung bestimmen zu können, wird deshalb eine Liste der freien Zeiten des Benutzers benötigt. Die Zusammenstellung dieser Liste wurde bereits in Abschnitt 6.4.3 beschrieben. Die Orte haben an dieser Stelle jedoch keine Bedeutung mehr. Aus der Liste wird die erste Beginnzeit der freien Zeit $t_B(F_i)$ herausgesucht. Wenn vom Benutzer keine Anforderungen existieren, wird diese Zeit gleich die Sendezeit $t(SZ_j)$ ($j = 1, \dots, n; j \in \mathbb{N}$).

Der Benutzer kann aber zusätzlich bestimmen, wann genau ihm in seiner freien Zeit etwas vorgeschlagen werden darf. Demzufolge kann er einen Zeitraum für den Beginn, das Ende sowie die Zwischenzeit angeben, mit denen seine Anforderungen berücksichtigt werden können.

Der **Zeitraum für den Beginn** t_{ZB} ist eine Zeitlänge, die mit der Zeit der Anmeldung des Benutzers am System, des Beginns einer freien Zeit oder mit der Erkennung einer Kontextänderung beginnt und nach der gesendet werden darf. Damit wird verhindert, dass dem Benutzer nach seiner Anmeldung oder mit dem Anfang seiner Freizeit sofort etwas vom System geschickt wird.

Um zu gewährleisten, dass der Benutzer genügend Zeit hat, um die ihm gelieferten Informationen zu sichern, kann von ihm ein Zeitraum für das Ende angegeben werden.

Der **Zeitraum für das Ende** t_{ZE} ist der minimale zeitliche Abstand zwischen der angenommenen Sendezeit $t(SZ_j)$ und dem Ende der freien Zeit $t_E(F_i)$, zu der diese Sendezeit zugeordnet ist.

Die Bestimmung einer Sendezeit nach der Anmeldung, bei Beginn einer neuen freien Zeit sowie bei der Erkennung von Kontextänderungen ist in Abbildung 6.22 dargestellt.

Eine Sendezeit, die diese Anforderungen des Benutzers berücksichtigt und als relevant angesehen wird (Abb. 6.22, links), wird aufgrund der Gleichung 6.21 bestimmt.

$$t(SZ_j) = t_B(F_i) + t_{ZB}, \quad \text{wenn } t_B(F_i) + t_{ZB} + t_{ZE} \leq t_E(F_i) \quad (6.21)$$

Die Beginnzeit $t_B(F_i)$ wird aus der Liste der freien Zeiten des Benutzers entnommen. Sie wird um den Zeitraum für den Beginn t_{ZB} vergrößert. Die dadurch erhaltene Zeit

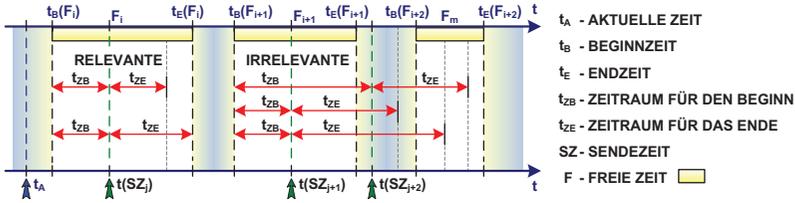


Abbildung 6.22: Bestimmung der Sendezeit

ergibt die Sendezeit $t(SZ_j)$, wenn die betrachtete freie Zeit F_i nicht vom Zeitraum für das Ende t_{zE} überschritten wird. Zeiten, die diese Anforderung nicht erfüllen, können nicht als Sendezeiten akzeptiert werden (Abb. 6.22, rechts).

Stimmt die definierte Sendezeit mit der aktuellen Zeit überein, wird eine Suche nach Informationen und Diensten, die dem Benutzerkontext entsprechen, gestartet. Gleichzeitig wird vom Priorisierungsprozess aufgrund der laufenden Sendezeit $t(SZ_j)$, die gleich der aktuellen Zeit t_A ist, die nächste mögliche Sendezeit $t(SZ_{j+1})$ bestimmt. Dafür wird eine Zwischenzeit eingeführt.

Die **Zwischenzeit** t_{ZZ} ist der zeitliche Abstand zwischen der aktuellen $t(SZ_j)$ und der nächsten Sendezeit $t(SZ_{j+1})$ für eine bestimmte freie Zeit F_i . Dadurch werden dem Benutzer in diesen Abständen regelmäßig Suchausgaben vorgeschlagen. Die Zuordnung der nächsten Sendezeit im Rahmen einer freien Zeit ist in Abbildung 6.23 zu sehen.

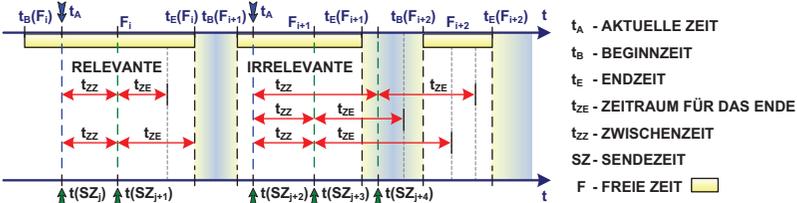


Abbildung 6.23: Bestimmung der nächsten Sendezeit

Die laufende Sendezeit $t(SZ_j)$ wird um die Zwischenzeit t_{ZZ} vergrößert. Die daraus erhaltene Zeit wird als die nächste Sendezeit $t(SZ_{j+1})$ angenommen (Abb. 6.23, links), wenn die Zeitspalte der betrachteten freien Zeit ($t_B(F_i)$ bis $t_E(F_i)$) nicht vom Zeitraum für das Ende t_{zE} überschritten wird. Die Bestimmung der nächsten Sendezeit wird mit der folgenden Gleichung dargestellt.

$$t(SZ_{j+1}) = t(SZ_j) + t_{ZZ}, \quad \text{wenn } t(SZ_j) + t_{ZZ} + t_{zE} \leq t_E(F_i) \quad (6.22)$$

Ist die Dauer der freien Zeit überschritten worden (Abb. 6.23, rechts), muss die nächste freie Zeit aus der Liste verwendet werden. Die Bestimmung der Sendezeit wird weiterhin aufgrund von Gleichung 6.21 durchgeführt.

Sendegruppe

In der Sendezeit, die mit der aktuellen Zeit übereinstimmt, wird eine Suchmeldung, die nur auf dem Benutzerprofil basiert, an den Suchprozess übermittelt. Für die Zusammenstellung der Suchergebnisse in einer Sendegruppe gelten dieselben Regeln wie bei der Datenverarbeitung aufgrund einer Benutzeranfrage (Abschnitt 6.5.5.1). Die übriggebliebenen Suchergebnisse werden entfernt. Aus diesen kann die nächste Sendegruppe nicht vorbereitet werden. Der Grund dafür ist, dass Änderungen bei den Kontextinformationen Modifikationen des Benutzerprofils verursachen. Das hat wiederum Einfluss auf die Datenverarbeitungsprozesse, die auf diesem Profil basieren. Um den aktuellen Kontext des Benutzers berücksichtigen zu können, wird deshalb die Gruppe von Suchergebnissen erst zu einer festgelegten Zeit (Sendezeit gleich aktuelle Zeit) zusammengestellt.

Ausgabeliste

Die Einordnung der Sendegruppe zur „Ausgabeliste“ erfolgt ebenfalls wie bei der Datenverarbeitung aufgrund einer Benutzeranfrage. Dem Benutzer wird aber zuerst signalisiert, dass für ihn eine Gruppe von Informationen und Diensten, die seinem aktuellen Kontext entsprechen, zur Verfügung steht. Ruft der Benutzer die Suchausgabe auf, wird ihm die Gruppe geliefert und somit zur „History der Ausgaben“ zugeordnet. Reagiert der Benutzer nicht darauf, wird die Signalisierung nach einer bestimmten beliebig einstellbaren Zeit abgeschaltet und die Suchergebnisse werden entfernt. Diese werden auch aus der Datenbank gelöscht, wenn der Benutzer aufgrund einer abgebrochenen Verbindung über die für ihn vorbereiteten Informationen nicht informiert werden konnte. Das liegt daran, dass die Lebensdauer der Informationen von der Kontextänderung abhängig ist. Deswegen können diese schon nach kurzer Zeit nicht mehr aktuell sein. Eine neue Sendegruppe wird somit erst bei der nächsten möglichen Sendezeit, die nach der Anmeldung des Benutzers am System festgelegt wird, vorbereitet.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Benutzer zuerst nur über eine mögliche Suche zu informieren und die Datenverarbeitungsprozesse erst dann zu starten, wenn der Benutzer darauf reagiert. Ein Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass die Prozesse seltener initiiert werden müssen, weil nicht jede Signalisierung vom Benutzer bestätigt wird. Nachteilig ist jedoch, dass die aus den externen Quellen gewonnenen Informationen, die lokal im System gespeichert sind, seltener aktualisiert werden. Somit wird das System für die einzelnen Benutzer öfter auf externe Ressource zugreifen müssen, statt eigene und lokal gespeicherte Informationen zu nutzen. Demzufolge wird für die Vorbereitung einer Gruppe von Informationen und Diensten eine gewisse Zeitdauer in Anspruch genommen. Bei der mobilen Kommunikation ist dies zusätzlich mit höheren Kosten verbunden, was wiederum eine Unzufriedenheit des Benutzers gegenüber dem System hervorrufen kann.

Aus diesem Grund wurde bei der Realisierung die zuerst vorgeschlagene Lösung implementiert. Die erhöhte Belastung des Servers bezüglich der Datenverarbeitungsprozesse ist in diesem Fall auf die eigenen Ressourcen begrenzt, die bei Bedarf entsprechend ausgebaut werden können, ohne die Kosten auf die Benutzer zu schieben. Die für den Benutzerkontext vorbereiteten Informationen und Dienste werden vor der Signalisierung zusammengestellt, sodass diese dem Benutzer sofort bei Bedarf gesendet werden können.

6.5.6 Zusammenfassung

Abschnitt 6.5 erläuterte das Konzept des Priorisierungsprozesses für das kontext-sensitive System SFINKS. Seine Aufgabe ist es, alle ihm gelieferten Daten (Not-, Änderungs-, Suchmeldungen, Termine und Suchergebnisse) nach Dringlichkeit und Wichtigkeit einzuordnen und abhängig davon, dem Benutzer zu einer bestimmten Zeit zu senden. Zuerst werden die Notmeldungen an den Benutzer gesendet. Eine zusätzliche Bearbeitung ist nur dann notwendig, wenn ein Benutzer auf solche Meldungen nicht reagiert. Eine Änderungsmeldung wird dem Benutzer sofort nach den Notmeldungen gesendet, wenn sich eine bestimmte Information, die ihm zuvor bereits geschickt wurde, geändert hat. Danach werden Terminerinnerungen bearbeitet. Der Priorisierungsprozess entscheidet auch, wann eine Suchmeldung an den Suchprozess übermittelt wird. Am Ende bearbeitet er die Suchergebnisse. Er legt fest, welche Informationen in welcher Reihenfolge dem Benutzer gesendet werden. Außerdem stellt er Gruppen von Suchergebnissen bezüglich der Prioritäten zusammen. Konkret Informationen einer Gruppe gesendet werden, werden diese in der History gespeichert. Dadurch kann festgestellt werden, welche Informationen dem Benutzer am betreffenden Tag schon gesendet wurden. Andernfalls werden diese an den Benutzerkontext wiederangepasst oder entfernt.

6.6 Abgrenzung zu anderen Systemen

In der Literatur sind verschiedene Lösungen oder sogar ganze Systeme, von denen einzelne Datenverarbeitungsprozesse realisiert werden, zu finden. Beispielsweise kann eine Suche im Internet mit Hilfe einer Suchmaschine wie Google, Yahoo usw. realisiert werden. Nach Eingabe eines Suchbegriffs wird in einem Computer oder einem Computernetzwerk nach relevanten Dokumenten gesucht. Infolgedessen wird eine Liste mit Titeln und kurzen Auszügen mit Verweisen auf ganze Dokumente, die die gesuchten Begriffe enthalten, geliefert [Enzy09t]. Diese Suche ist allerdings nicht vom Benutzerkontext abhängig.

Im SINKS werden bei der Suche Kontextinformationen aus dem Benutzerprofil hinzugezogen, die dessen aktuellen Kontext widerspiegeln. Die Suchbegriffe werden um diese Informationen ergänzt. Somit wird die Suche nach relevanten Informationen verbessert. Dabei werden keine Dokumente, sondern nur die gefragten Informationen zurückgegeben. Aus diesen Gründen ist der Suchprozess auch nicht mit einer Suchmaschine zu verwechseln.

Dem Benutzer können aber auch in einem bestimmten Zeitintervall die aufgrund der angemeldeten Interessen ausgewählten Daten angeboten werden. Dazu dienen Anwendungen zur selektiven Verteilung von Daten wie z. B. SDI (*Selective Dissemination of Information*), der Alert-Dienst, der Current-Awareness-Dienst usw. Diese Informationsdienste filtern ständig Daten aus einer Quelle und verteilen die Meldungen nach dem Publish-Subscribe-Modell an eine große Anzahl von Benutzern [Lehm04].

Im Unterschied zu den Suchmaschinen, bei denen in allen bereits vorhandenen Dokumenten gesucht wird, ermitteln diese Dienste kontinuierlich, ob ein neu hinzugekommenes oder gerade geändertes Dokument die zuvor definierten Abfragekriterien erfüllt und senden gegebenenfalls eine entsprechende Meldung an den Benutzer. Eine solche Meldung kann die vollständigen Treffer, eine Zusammenfassung oder einen

Verweis enthalten. Die Benachrichtigungen können dabei in regelmäßigen Abständen (z. B. monatlich) oder infolge neu hinzugekommener Daten gesendet und per RSS oder E-Mail empfangen werden.

Diese Dienste sind jedoch im Gegensatz zu SFINKS ebenfalls nicht vom Kontext des Benutzers abhängig. In SFINKS werden dem Benutzer grundsätzlich Aktivitäten aufgrund seines Kontextes empfohlen. Diese werden genau auf seine Freizeit angepasst und nur in dieser Zeit angeboten. Die Änderungsmeldungen vom Beobachtungsprozess beziehen sich dagegen einerseits nur auf die Informationen, die dem betreffenden Benutzer schon geliefert wurden. Dadurch sollte erreicht werden, dass der Benutzer entsprechend früher auf diese Änderungen reagieren kann. Andererseits wird damit das Senden nicht mehr aktueller Informationen vermieden.

Aus der Menge der Suchergebnisse sollten dem Benutzer individuell aufbereitete und zusammengestellte Informationen geliefert werden. Deshalb ist dafür eine Filterung erforderlich. In der Literatur ist dazu zu finden, dass beispielsweise Recommender Systeme eine besondere Art der Filterung bieten [ScKR01]. Ein Recommender System bezeichnet ein spezielles Empfehlungssystem, dessen primäre Aufgabe es ist, dem Benutzer Produktvorschläge anzubieten, die genau auf dessen Vorlieben und Wünsche zugeschnitten sind [UjBe02][Burk02]. Diese Empfehlungen werden automatisch, auf der Basis von bereits vorhandenen Daten generiert. So kann ein Recommender System durch eventuell verfügbare Benutzerprofile, die allerdings anders als in SFINKS definiert werden, oder Daten über das Nutzerverhalten, eine Vorauswahl der verfügbaren Information treffen und dem Benutzer personalisierte Vorschläge (über ein gesuchtes Produkt) anbieten. Es gibt eine große Anzahl von verschiedenen Strategien, mit denen individuelle Empfehlungen aufgrund der Nutzerpräferenzen generiert werden können (siehe [Klah09]). Viele Internetplattformen nutzen bereits Recommender Systeme, um dadurch ihre Kunden bei der Auswahl von Produkten oder Dienstleistungen zu unterstützen. Beispielsweise betreibt das Online-Versandhaus Amazon auf seiner Webseite einen eigenen Recommender, der den Kunden aufgrund ihrer Einkäufe weitere Produkte empfiehlt.

Obwohl bei den Recommender Systemen Präferenzen der Benutzer bei der Auswahl von Daten hinzugezogen werden, sind diese noch lange nicht kontextsensitiv. Die von ihnen unterstützten Dienste können als passiv bezeichnet werden, weil diese auf die Änderungen des Benutzerkontexts nicht reagieren.

Die bei SFINKS durchgeführte Selektion basiert ebenfalls auf Präferenzen des Benutzers. Sie ist auch erweiterbar. So kann beispielsweise das Benutzer-Feedback mit einfließen, worüber bereits in Abschnitt 5.5.5 diskutiert wurde. Die in SFINKS gefilterten Suchergebnisse werden dem Benutzer allerdings nicht gesendet, sondern erst personalisiert, um diese an den aktuellen Benutzerkontext anzupassen. Die personalisierten Suchergebnisse werden vom Priorisierungsprozess in Sendengruppen zusammengestellt. Die dabei entstehende Rangfolge basiert auf Prioritäten, die während der Datenverarbeitung von den Prozessen zugewiesen wurden. Das Ranking der Ergebnisse kann jedoch erweitert werden, indem beispielsweise Sortierverfahren eingesetzt werden, die nicht nur unterschiedlichere Kriterien, sondern auch eine differenzierte Gewichtung einbeziehen.

6.7 Kapitelzusammenfassung

Ziel dieser Dissertation war, eine Architektur für ein Informationssystem, das kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer zur Verfügung stellt, zu konzipieren. Ausgangspunkt war hierbei ein Informationssystem, das in der Lage ist, Kontextinformationen zu verarbeiten und anzuwenden, und nicht nur einen bestimmten Dienst anzubieten. Demzufolge wurden in Kapitel 2 verschiedene Informationssysteme für mobile Teilnehmer und in Kapitel 3 deren Aufbau untersucht. Mit dem Wissen über Kontext und Kontextinformationen (Kapitel 4) wurde nun ein Konzept für die Architektur von SFINKS zur Verarbeitung von Kontextinformationen vorgeschlagen (Kapitel 5). Mit der Architektur sollte es möglich sein, unterschiedliche kontextsensitive Dienste zu realisieren. Sie soll als Basis für den Aufbau eines kontextsensitiven Informationssystems für mobile Teilnehmer dienen.

Dazu wurden die erforderlichen Datenverarbeitungsprozesse konzipiert. Diese wurden in Kapitel 6 detailliert vorgestellt. Es wurden einzelne Teile des Beobachtungsprozesses wie die Überwachung der Benutzeranfragen, der Kontextinformationen, der Informationen aus den lokalen und externen Quellen beschrieben. Der Beobachtungsprozess spielt bei der Kontexterfassung eine sehr wichtige Rolle, weil das System dadurch lernfähig ist. Des Weiteren kann das System aufgrund des gewonnenen Wissens entsprechend auf den Benutzerkontext reagieren. Bei dem Suchprozess wurde gezeigt, dass mit Hilfe einer Suchanfrage Informationen nicht nur aus den lokalen, sondern auch aus den externen Quellen gewonnen werden können. Um dem Benutzer passende Informationen bereitzustellen, müssen diese mit Hilfe des Selektionsprozesses gefiltert werden. Aufgrund des Personalisierungsprozesses werden die übrig gebliebenen Suchergebnisse an die individuellen Anforderungen des Benutzers und seine Fähigkeiten angepasst. Mit dem Priorisierungsprozess ist es dann möglich, Meldungen, Termine und ausgewählte Suchergebnisse nach Dringlichkeit und Wichtigkeit einzuordnen und dem Benutzer mit Rücksicht auf die Prioritäten zu senden.

Um die Vorgehensweise bei der Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen vom System darstellen zu können, wurde dafür ein Dienst, der den Benutzern kontextsensitive Informationen in deren Freizeit liefert, vorgestellt. Mit Hilfe der konzipierten Prozesse wurde gezeigt, wie so ein Dienst realisiert werden kann. Da dieser Dienst bis jetzt noch nicht angeboten wurde, kann er neben der Architektur als eine weitere Innovation betrachtet werden. Im nächsten Kapitel wird die Realisierung des Systems SFINKS beschrieben.

7. Realisierung

SFINKS ist ein Informationssystem, das den mobilen Teilnehmern zu jeder Zeit und an jedem Ort kontextsensitive Dienste und Informationen zur Verfügung stellt. Das System soll von Endgeräten, Schnittstellen und Kommunikationstechnologien unabhängig sein. Seine Architektur soll so modular und flexibel sein, dass damit ein weiterer Ausbau ermöglicht wird. Diese Anforderungen, die bereits in Abschnitt 3.8 formuliert wurden, wurden beim Entwurf des Systems (Kapitel 5 und Kapitel 6) besonders berücksichtigt. In diesem Kapitel wird die praktische Umsetzung des gesamten Systems vorgestellt. Infolgedessen werden zuerst die bei der Realisierung verwendeten Technologien aufgezeigt. Im Anschluss daran erfolgt die Beschreibung der umgesetzten Datenbankstrukturen. Es wird ein Einblick in die Realisierung des Demonstrators gegeben, wobei die Visualisierung der Datenverarbeitungsprozesse im Vordergrund steht. Danach wird das Benutzerinterface beschrieben und auf verschiedene Sicherheitsaspekte, die das System betreffen, eingegangen.

7.1 Verwendete Technologien

SFINKS besteht nach dem Client-Server-Prinzip aus einem zentralen Server und mehreren Clients, die über das Internet miteinander kommunizieren. Der Server umfasst hierbei einen Web- und einen Datenbankserver. Über den Webserver werden die SFINKS-Dienste angeboten. Auf dem Datenbankserver werden alle dazu benötigten Informationen verwaltet.

Der zentrale Server ist im Internet unter einer statischen IP-Adresse erreichbar. Somit kann dieser jederzeit auf die Kontaktaufnahme eines Clients reagieren. Um einen Dienst von SFINKS in Anspruch zu nehmen, benötigt der Client einen Zugang zum Internet. Welche Kommunikationstechnologie (WLAN, GSM, ISDN etc.) dabei verwendet wird, hat für die Verbindung mit dem Server keine Bedeutung. Welche Daten zwischen einem Client und dem Server ausgetauscht werden, bestimmt der vom Client aufgerufene Dienst. Demgemäß wird das Kriterium „Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien“ (Abschnitt 3.8) beachtet. Als Übertragungsmethoden zwischen dem Server und den Clients dienen standardisierte Anwendungs- (HTTP, HTTPS) und Netzwerkprotokolle (TCP/IP).

SFINKS ist als eine Webapplikation realisiert worden. Die Entscheidung für eine Webanwendung ist dadurch begründet, dass die Funktionen des Systems auf einem zentralen Webserver ausgeführt werden können. Die Interaktion mit den Benutzern erfolgt über einen Webbrowser, der heutzutage zur Standardsoftware gehört und somit auf fast jedem mobilen Endgerät zugänglich ist. Um die Webanwendung zu starten, muss der Benutzer nur die URL des Webserver in den Browser eingeben. Dadurch bekommt er vom Webserver eine Webseite, die die grafische Benutzeroberfläche des Systems repräsentiert. Somit bleibt der Benutzer vom Endgerät sowie von der Art des Webbrowsers unabhängig. Der Benutzer muss auch keine zusätzlichen Programme installieren, wie z. B. bei einer Java-Anwendung, bei der auf dem Endgerät des Benutzers zusätzlich noch eine virtuelle Maschine erforderlich ist. Dadurch werden die Bewertungskriterien „Unabhängigkeit von Endgeräten“ und „Unabhängigkeit von Schnittstellen“ (Abschnitt 3.8) bei der Realisierung berücksichtigt.

Für die Implementierung wurde XAMPP (Version 1.6.4) für Microsoft Windows gewählt. XAMPP [Enzy09x] ist ein freies Softwarepaket, das das einfache Installieren und Konfigurieren des Webserver Apache (Version 2.2.6), der Datenbank MySQL (Version 5.0.37) und der Skriptsprachen Perl und PHP (Version 2.11.1) ermöglicht. Dadurch konnte schnell ein kompaktes Testsystem aufgesetzt werden. XAMPP ist jedoch aufgrund der Einschränkungen im Hinblick auf die Sicherheit nicht für den Einsatz als Produktivsystem (z. B. als öffentlicher Webserver) geeignet.

7.2 Datenbanken

Die Datenverarbeitungsprozesse sind dynamische Webanwendungen, die in der Skriptsprache PHP programmiert wurden. Dabei wurde zur Speicherung und zur Verwaltung der großen Datenmengen auf Datenbanken zurückgegriffen. Während der Arbeit an dem System wurde auch eine „Hilfsdatenbank“ entworfen. Diese enthält beispielsweise Tabellen für Quellen, Synonyme und Kategorien, die bei der externen Suche (Abschnitt 6.2.4) benötigt werden. Da diese jedoch keine entscheidende Rolle für das System spielen, wird an dieser Stelle auf eine weitere Beschreibung verzichtet und auf die Arbeit von [Lein08] verwiesen. Das betrifft ebenfalls die „Sensordatenbank“, in der die Informationen, Einstellungen und Messwerte von Sensoren verwahrt werden. Der folgende Abschnitt konzentriert sich hauptsächlich auf die Struktur der „Benutzerdatenbank“, deren Inhalt die Grundlage für die Profilmodellierung (Abschnitt 5.4.2) bildet, auf die allgemeine Datenbankstruktur für Quellen, mit der eine Suche in unterschiedlichen Datenbanken möglich ist, sowie auf die „Ausgabedatenbank“, deren Informationen abhängig von den Kontextinformationen des Benutzers verarbeitet und zum Senden vorbereitet werden.

7.2.1 Benutzerdatenbank

Bei der Registrierung des Benutzers im System wird ihm automatisch eine einmalige *Identifizierungsnummer* (ID) zugeordnet. Diese wird zusammen mit dem vom Benutzer vorgegebenen Namen, seinem Passwort, und seiner E-Mail-Adresse in der Datenbank `db_system` (Tabelle `user_login`) gespeichert. Diese Daten werden mit Rücksicht auf die Sicherheit in einer separaten Datenbank verwaltet. Informationen, die den Benutzer und seinen Kontext betreffen, sind stattdessen in der Datenbank `db_user` mit der ihm zugeordneten Identifizierungsnummer (Feld `user_id`) gespeichert. Abbildung 7.1 zeigt einige Tabellen der erwähnten Datenbanken.

Datenbank: db_system Tabelle: user_login		Datenbank: db_user Tabelle: user_termin		Datenbank: db_user Tabelle: user_interesse		Datenbank: db_user Tabelle: user_messung	
Feld	Typ	Feld	Typ	Feld	Typ	Feld	Typ
user_id	int(10)	termin_id	int(10)	interesse_id	int(10)	messung_id	int(10)
user_name	varchar(100)	user_id	int(10)	user_id	int(10)	user_id	int(10)
passwort	varchar(100)	betreff	varchar(100)	interesse	varchar(100)	sensor_id	int(10)
email	varchar(100)	tag	date	kategorie	varchar(100)	wert	varchar(100)
		zeit_beginn	time	aenderungsfлаг	int(1)	datum	date
		zeit_ende	time			zeit	time
		ort	varchar(100)			aenderungsfлаг	int(1)

Abbildung 7.1: Tabellen der Datenbanken db_system und db_user

Dementsprechend befinden sich in der Datenbank db_user Informationen über Termine mit Angaben wie Betreff, Tag, Uhrzeit und Ort (Tabelle user_termin), Interessen des Benutzers mit den zugehörigen Kategorien (Tabelle user_interesse) und Ergebnisse der Sensorenmessungen (Tabelle user_messung). Der Wert im Feld aenderungsfлаг weist die Datenverarbeitungsprozesse darauf hin, dass es sich um eine neue beziehungsweise geänderte Information handelt. Einträge dieser Datenbank sind besonders wichtig, weil einige davon abhängig von der Profilmodellierung zur Erstellung des Benutzerprofils verwendet werden.

7.2.2 Allgemeine Datenbankstruktur für die Quellen

Alle Informationen, die vom System automatisch aus den externen Quellen gewonnen sowie mit Hilfe eines Datenbankinterfaces manuell eingetragen werden, werden in den lokalen Datenbanken gespeichert. Versuche zur dynamischen Erstellung von Tabellenköpfen und Tabellennamen einer Datenbank, um Kontextinformationen abspeichern zu können, die erst mit der Nutzung einer Anwendung bekannt sind, sind fehlgeschlagen. Die Gründe dazu sind in [Lein08] zu finden. Stattdessen wurde eine allgemeine Datenbankstruktur für die lokal gespeicherten Informationen erarbeitet. Diese war erforderlich, um eine Suche in unterschiedlichen Datenbanken zu ermöglichen. Dadurch muss nicht zwischen Informationen von lokalen und externen Quellen unterschieden werden. Diese Datenbanken können sich auf verschiedenen Rechnern befinden. Damit wurde die Anforderung „Erweiterbarkeit der Architektur“ (Abschnitt 3.8) berücksichtigt. Die Datenbankstruktur besteht aus vier Tabellen, die allgemeine sowie detaillierte Informationen, Interessen und zeitliche Angaben einschließen. Als Beispiel wird die lokale Quelle „Veranstaltungen“ betrachtet, deren Tabellen in Abbildung 7.2 dargestellt sind.

Datenbank: db_veranstaltung Tabelle: veranstaltung		Datenbank: db_veranstaltung Tabelle: veranstaltung_interesse		Datenbank: db_veranstaltung Tabelle: veranstaltung_zeit		Datenbank: db_veranstaltung Tabelle: veranstaltung_details	
Feld	Typ	Feld	Typ	Feld	Typ	Feld	Typ
veranstaltung_id	int(10)	interesse_id	int(10)	zeit_id	int(10)	details_id	int(10)
titel	varchar(200)	veranstaltung_id	int(10)	veranstaltung_id	int(10)	veranstaltung_id	int(10)
namen	varchar(200)	interesse	varchar(100)	tag_datum	date	beschreibung	mediumtext
ort	varchar(100)	kategorie	varchar(100)	tag_woche	varchar(20)	bild	mediumtext
ergebnis_typ	varchar(50)		Interesse	zeit_von	time		Details
aenderungsfлаг	int(1)			zeit_bis	time		
				zeit_dauer	int(10)		
				zeit_typ	varchar(50)		

Abbildung 7.2: Tabellen der Datenbank db_veranstaltung

Zur Identifizierung einer Information wird eine eindeutige vom System generierte Identifikationsnummer (Feld `veranstaltung_id`) verwendet. Dadurch können die Informationen eines Datenbankeintrages, die in verschiedenen Tabellen einer Quelldatenbank gespeichert wurden, untereinander verknüpft werden. Der Gruppe der allgemeinen Informationen (Abb. 7.2, Tab. `veranstaltung`) wurden der Name einer Information (Feld `titel`), der Autor bzw. die verantwortlichen Personen wie z. B. Veranstalter oder Ansprechpartner (Feld `namen`) sowie die Lokalisierung (Feld `ort`) zugeordnet. Die zwei übrigen Felder wurden infolge der Datenverarbeitungsprozesse ergänzt. Der Ergebnistyp (Feld `ergebnis_typ`) ist von den zeitlichen Angaben einer Information abhängig und kann passiv oder aktiv sein (Abschnitt 6.3.2). Das Flag der Änderung (Feld `aenderungsflag`) dient dagegen zum Erkennen von Änderungen einer Information in der Quelldatenbank. Jeder Information können mehrere Interessen sowie unterschiedliche Kategorien eines Interesses zugeordnet werden (Abschnitt 6.3.6). Diese sind in einer separaten Datenbanktabelle (Abb. 7.2, Tab. `veranstaltung_interesse`) enthalten. Ebenso sind auch die zeitlichen Eigenschaften der Informationen wie das Datum, der Wochentag, die Zeitdauer usw. in einer separaten Tabelle (Abb. 7.2, Tab. `veranstaltung_zeit`) abgelegt. Auch hier wurde ein zusätzliches Feld, das von den Verarbeitungsprozessen verwendet wird, hinzugefügt. Der Zeittyp (Feld `zeit_typ`) kann z. B. Öffnungszeit, Zeitdauer usw. sein (Abschnitt 6.3.2). Die drei hier dargestellten Tabellen sehen bei jeder Quelldatenbank ähnlich aus. Die dort gespeicherten Informationen werden bei der Datenverarbeitung von Prozessen verwendet. Um den Benutzer auch zusätzlich detaillierte Informationen wie eine genaue Beschreibung, Bilder usw. anbieten zu können, wurde noch eine Tabelle (Abb. 7.2, Tab. `veranstaltung_details`) hinzugefügt. Diese besitzt allerdings keine einheitliche Struktur, weil diese von der gespeicherten Informationsart abhängig ist. Deswegen kann diese Tabelle für jede Quelldatenbank individuell angepasst werden.

Allgemeine Informationen	Interesse
<pre>\$c_tab = 'veranstaltung'; \$c_id = 'veranstaltung_id'; \$c_titel = 'titel'; \$c_namen = 'namen'; \$c_ort = 'ort'; \$c_ergebnis_typ = 'ergebnis_typ'; \$c_aenderungsflag = 'aenderungsflag';</pre>	<pre>\$c_interesse_tab = 'veranstaltung_interesse'; \$c_interesse_id = 'interesse_id'; \$c_id = 'veranstaltung_id'; \$c_interesse = 'interesse'; \$c_kategorie = 'kategorie';</pre>
Zeit	Details
<pre>\$c_zeit_tab = 'veranstaltung_zeit'; \$c_zeit_id = 'zeit_id'; \$c_id = 'veranstaltung_id'; \$c_tag_datum = 'tag_datum'; \$c_tag_woche = 'tag_woche'; \$c_zeit_von = 'zeit_von'; \$c_zeit_bis = 'zeit_bis'; \$c_zeit_dauer = 'zeit_dauer'; \$c_zeit_typ = 'zeit_typ';</pre>	<pre>\$c_details_tab = 'veranstaltung_details'; \$c_details_id = 'details_id'; \$c_id = 'veranstaltung_id'; \$c_beschreibung = 'beschreibung'; \$c_bild = 'bild';</pre>

Tabelle 7.1: Teil der Konfigurationsdatei der Datenbank `db_veranstaltung`

Mit Hilfe von Konfigurationsdateien, in denen sich die Struktur der Quelldatenbank als allgemeine Datenbankstruktur widerspiegelt, werden die Anforderun-

gen aus Abschnitt 6.2.3.1 erfüllt. Ein Teil der Konfigurationsdatei der Datenbank `db_veranstaltung` ist in Tabelle 7.1 zu sehen. In der Konfigurationsdatei befindet sich auf der linken Seite von jeder Gleichung eine Variable, die von der Anwendung (Software) verwendet wird. Auf der rechten Seite stehen dagegen die Angaben aus der Datenbank. Solange diese Struktur nicht verletzt wird, können Namen von Datenbanktabellen oder Tabellenfelder beliebig geändert werden. Dies hat keinen Einfluss auf die Datenverarbeitung durch die Prozesse. In der Konfigurationsdatei werden auch allgemeine Angaben wie Servername, Benutzer, Datenbankname usw. gespeichert, die für die Verbindung und bei Anfragen an eine bestimmte Datenbank nötig sind. Dies spielt eine wichtige Rolle bezüglich der Sicherheit, worüber noch in Abschnitt 7.5 diskutiert wird.

7.2.3 Ausgabedatenbank

In der „Ausgabedatenbank“ werden unterschiedliche Arten von Informationen wie Not-, Änderungsmeldungen, Terminerinnerungen sowie Suchergebnisse gespeichert. Notmeldungen werden in der Tabelle `notausgabe` abgelegt. In dieser befinden sich Felder für die Benutzer- (Feld `user_id`) und die Messwertidentifizierung (Feld `messung_id`), mit denen weitere Informationen aus der Datenbank `db_user` abgerufen werden können. Die Zeit für das Senden wird im Feld `sende_zeit` gesichert. Für alle benötigten Markierungen ist das Feld `aenderung_flag` vorgesehen. Änderungsmeldungen werden in der Datenbanktabelle `aenderungsausgabe` gespeichert. Dort werden Informationen zur Identifikation einer Quelle (Feld `quellen_id`), die Identifikationsnummer der in dieser Quelle geänderten Information (Feld `objekt_id`) sowie der Zeitpunkt, zu dem eine solche Änderung vom Beobachtungsprozess registriert wurde (Feld `aenderung_zeit`), gespeichert.

Die vom Priorisierungsprozess erstellten Terminerinnerungen werden in der Tabelle `terminausgabe` abgelegt. Diese enthält Felder, in denen die Benutzeridentifizierung (Feld `user_id`), die Terminidentifizierung (Feld `termin_id`), die Erinnerungszeit (Feld `sende_zeit`) sowie entsprechende Markierungen (Feld `aenderung_flag`) abgelegt werden. Aufgrund der Terminidentifizierung können weiterführende Informationen zu einem bestimmten Termin aus der Datenbank `db_user` ausgelesen werden.

Aufgrund einer Suchanfrage werden vom Suchprozess Informationen aus den lokalen und externen Quellen gewonnen (Abschnitt 6.2). Zur weiteren Verarbeitung werden diese in drei Tabellen, welche allgemeine (Tabelle `such_ergebnis`), zeitliche (Tabelle `such_zeit`) und das Interesse betreffende (Tabelle `such_interesse`) Informationen umfassen, gespeichert. Die Datenbanktabellen `such_zeit` und `such_interesse` ähneln den entsprechenden Tabellen aus der allgemeinen Datenbankstruktur (Abschnitt 7.2.2, Tab. 7.2). Die Tabelle `such_ergebnis` enthält allgemeine Informationen zu den Suchergebnissen und wurde um weitere Felder, die bei der Datenverarbeitung von den Prozessen benötigt werden, erweitert. Als Verknüpfungsparameter zwischen den einzelnen Datenbanktabellen, in denen die Suchergebnisse vorkommen, dient hier das Feld `ergebnis_id`. In den Datenbanktabellen der Suchausgaben werden infolge einer Suche nur solche Angaben aus den Quelldatenbanken gespeichert, die für die weitere Verarbeitung nötig sind. Um auf alle Angaben einer Information wieder zugreifen zu können, wurden in der Tabelle `such_ergebnis` die Felder `quellen_id` und `objekt_id` hinzugefügt. Das Feld `quellen_id` wird zur Identifikation einer Quelle genutzt. Im Feld `objekt_id` wird dagegen eine Identifikationsnummer

der sich in der Quelldatenbank befindenden Information gespeichert. Damit besitzt jedes Suchergebnis eine eindeutige Adresse. Durch das Feld `user_id` wird die Zugehörigkeit eines Suchergebnisses zu einem bestimmten Benutzer sichergestellt. Da jedoch mehrere Suchanfragen für einen Benutzer formuliert werden können, wird jedem Suchergebnis zusätzlich eine SAID (*Identifizierungsnummer der Suchanfrage*) zugeordnet und im Feld `such_anfrage_id` gespeichert. Während der Datenverarbeitung werden den Suchergebnissen unterschiedliche Prioritäten zugeteilt. Die gesetzten Werte werden entsprechend in den Feldern `prioritaet_s` (PS), `prioritaet_p` (PP) und `prioritaet_a` (PA) gespeichert. Dem Feld `sende_zeit` wird während der Datenverarbeitung vom Priorisierungsprozess eine Zeit zugewiesen, in der dem Benutzer bestimmte Suchergebnisse geschickt werden sollen. Die zum Senden vorbereiteten Suchergebnisse sowie die, die schon gesendet wurden, werden im Feld `status` entsprechend markiert. Somit kann verfolgt werden, welche Informationen dem Benutzer am aktuellen Tag bereitgestellt worden sind („History der Ausgaben“) und welche noch gesendet werden sollen („Ausgabeliste“). Nachdem die Realisierung der für das System wichtigsten Datenbanken dargestellt wurde, beschäftigt sich der nächste Abschnitt mit deren Einsatz im Demonstrator.

7.3 Demonstrator

Dem Benutzer steht ein Interface zur Verfügung, mit dem auf die Dienste von SFINKS zugegriffen werden kann. Die Datenverarbeitung, die automatisch und im Hintergrund des Systems erfolgt, bleibt somit unsichtbar. Um den Vorgang der Informationsverarbeitung, bei dem kontextsensitive Dienste bereitgestellt werden, verfolgen und analysieren zu können, wird ein Demonstrator benötigt.

Der Demonstrator soll ein einfaches und nutzerfreundliches Interface unterstützen. Es soll die Möglichkeit bieten, Informationen über die registrierten Benutzer einzusehen und zu editieren. Um persönliche, technische und die Umgebung betreffende Informationen des Benutzerkontextes zu erfassen, sind einerseits unterschiedliche Sensoren, andererseits Anwendungen wie z. B. ein Zeitplanorganisator nötig. Diese Informationen werden vom System verwendet, um ein Benutzerprofil zu erzeugen. Deswegen ist die Erstellung des Profils zu visualisieren. Aufgrund dieses Profils werden vom System Informationen aus den lokalen und externen Quellen gewonnen. Die Suchergebnisse sollen mit dem Interface schnell und einfach erreichbar sein. Die Suchausgaben werden von den Prozessen verarbeitet. Um die Funktionalität jedes Prozesses analysieren, prüfen und testen zu können, sind entsprechende Schnittstellen nötig. Mit diesen können dann die Verarbeitungsprozesse validiert werden.

Während dieser Arbeit wurde ein Demonstrator, der die oben genannten Anforderungen erfüllt, aufgebaut. Abbildung 7.3 gibt einen Einblick in das Demonstratorinterface.



Abbildung 7.3: Demonstratorinterface: Hauptmenü

Im oberen Teil des Demonstratorinterfaces befindet sich eine Reihe von Icons. Darüber ist jede Option des Interfaces schnell und einfach zugänglich. Der untere Teil ist in drei Bereiche gegliedert (Abb. 7.3, „Informationen über die Benutzer“, „Beobachten“ - Startfenster für Prozesse, „Informationen über die Sensoren“). Diese Darstellung wurde gewählt, um gleichzeitig verschiedene Informationen anzeigen zu können. In den folgenden Abschnitten wird ein Einblick in die einzelnen Optionen des Interfaces gegeben und die Funktionalitäten des Demonstrators erläutert.

7.3.1 Benutzerinformationen

SFINKS als ein kontextsensitives System konzentriert sich auf den jeweiligen Benutzer und seinen Kontext. Je mehr Informationen das System über den Benutzer besitzt, desto höher ist die Qualität der gelieferten Dienste. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Benutzerinformationen, die für das System wichtig sind und geht auf die Datenschutzproblematik ein.

Für das System sind persönliche Informationen des Benutzers wie z. B. seine Interessen, Zeitplan, Aufenthalt und gesundheitlicher Zustand interessant. Der Name des Benutzers, seine Adresse, Geburtsdatum, Informationen über Kreditkarten usw. spielen dabei keine Rolle. Das System muss den Benutzer identifizieren können, um ihm entsprechende Informationen aufbereiten und senden zu können. Diese Identifizierung erfolgt sowohl auf Benutzer- als auch auf Systemebene. Ein Benutzer, der sich in das System einloggen möchte, benötigt einen Namen und Passwort. Durch Login-Mechanismus ist eine Identifikation auf Benutzerebene möglich. Um den Benutzer wiedererkennen zu können, muss sein Name im System eindeutig sein. Ob der Benutzer seinen realen oder einen von ihm ausgedachten Spitz- oder Kunstname angibt, hat für das System keine Bedeutung. Durch die Kombination von Name und Passwort, welches den Zugriff zu den Benutzerinformationen schützt, werden der Benutzer erkannt, seine Rechte geprüft und der Zugang zum System ermöglicht. Während der Registrierung wird jedem neuen Benutzer eine ID zugeordnet. Dadurch wird der Benutzer auf der Systemebene als ein Objekt mit einer zugeordneten ID betrachtet. Diese Identifizierungsnummer liefert selbst keine Informationen über einen bestimmten Benutzer. Somit kann dieser auch nicht direkt mit irgendwelchen Informationen in Verbindung gebracht werden, was wiederum dem Datenschutz entgegenkommt. Die Identifizierung des Benutzers auf der Systemebene ist beispielsweise in Abbildung 7.4 unter „Messungen“ zu sehen. Als ID des Benutzers wurde hier „3“ gewählt.

In Abbildung 7.4 sind die Optionen des Demonstrators dargestellt, mit denen Informationen über die registrierten Benutzer eingesehen, editiert und die Kontextinformationen erfasst werden können. Bei den „Informationen über die Benutzer“ sind alle über einen Benutzer zugänglichen Informationen zusammengestellt. Hierbei stehen Informationen über seine Interessen zur Verfügung. Beim „Zeitplan“ ist zu sehen, wann der Benutzer beschäftigt ist. Bei „Messungen“ wird angezeigt, welche Sensoren für den Benutzer zugänglich und welche Messwerte damit verfügbar sind.

Über den Button „Interessen“ können Informationen über die Interessen des Benutzers geändert und aktualisiert werden. Für ein Interesse können mehrere Kategorien existieren. Sie können aus einer Liste gewählt oder manuell eingegeben werden. Jedes neu manuell hinzugefügte Interesse wird in der Liste gespeichert und erweitert diese.

Interessen

Aktualisierung der Interessen

Interessen	Kategorien
Buch	Komödie
Film	Thriller

Hinzufügen neuer Interessen

Interessen	Kategorien
Kochen	vegetarisch
Kino	Klassik
Kochen	Pop
Kultur	Rock
Musik	Soul
Serie	Tanzen

Zeitplan

Entfernen | Speichern | Zurück

Betreff	Tag	Beginnt um	Endet um	Ort
Besuch	2009-05-27	14:30:00	17:00:00	Jena

Info. über die Benutzer

ID des Benutzers: 3

ID: 3 | Name: aga | E-Mail: aga@gmx.de

Interessen

Interesse	Kategorie
Buch	Roman,
Film	Komödie, Thriller,

Zeitplan

Betreff	Datum	von	bis	Ort
Besuch	27.05.09	14:30	17:00	Jena
Einkauf	27.05.09	20:00	20:30	Ilmenau

Messungen

Übermittlungsart: 3 Benutzers-ID | Einmalig | 1 Sensor-ID | Bei Statuswechsel | Periodisch

Periodische Übermittlung

Messzeit: 360 | Übermittlungszeit: 600 | Start | Stop

Übermittlung bei Statuswechsel

Messzeit: 120 | Start | Stop

Einmalige Übermittlung

Messwert: 34.18 | Manuell | Automatisch

Beschreibung: Aufenthalt
Messwert: Ilmenau
Messzeit: 07.08.08 09:10
SensorID: 1

Beschreibung: Temperatur
Messwert: 34.18 C
Toleranzbereich: <35.0, 37.0>
Messzeit: 07.08.08 08:34
SensorID: 2

Messungen

ID	Beschreibung	Datum	Zeit	Wert
1	Aufenthalt	27.05.09	18:09	Ilmenau
2	Temperatur	27.05.09	18:04	36.72 C
3	Akku	27.05.09	18:04	96 min

Alle registrierten Benutzer

ID	Name	ID	Name	ID	Name
3	aga	14	moni	15	ola

Abbildung 7.4: Demonstratorinterface: Benutzerinformationen

Mit dem Button „Zeitplan“ können neue Termine definiert, zugängliche editiert, aktualisiert oder entfernt werden. Für jeden Termin ist es möglich Betreff, Tag, Zeit und Ort einzugeben. Die anstehenden Termine sind auf einer Liste zu sehen.

Mit dem Button „Messungen“ gibt es die Möglichkeit, einem Benutzer einen Sensor zuzuordnen. Die im System registrierten Sensoren können aus der Liste mit der „Sensor-ID“ (Abb. 7.4) ausgewählt werden. Das können reale oder aber auch virtuelle (z. B. zur Simulationen von Messungen) Sensoren sein. Für den ausgewählten Sensor kann zusätzlich bestimmt werden, wann bzw. wie oft einen Messwert an den Server gesendet werden soll (einmalig, beim Statuswechseln oder periodisch). Somit kann die Verkehrslast bei der Kommunikation zwischen Sensoren und Server entsprechend dem Bedarf eingestellt werden. Im Fall einer Simulation können Messwerte manuell eingetragen oder automatisch mit Hilfe einer Zufallsfunktion generiert werden. Für jede durchgeführte Messung, deren Messwert beim Server gespeichert werden soll, wird eine Textdatei übergeben, die beschreibt, um welche Messung es sich handelt, welcher Messwert erhalten ist, wann und von welchem Sensor diese Messung durchgeführt wurde.

7.3.2 Profile

Die Informationen über einen Benutzer bilden Basis für das Benutzerprofil, unabhängig davon, ob sie durch den Benutzer übergeben oder vom System gewonnen wurden. Um dieses Profil zu erstellen ist es notwendig, eine Profilmodellierung durchzuführen. Die dafür vom Demonstrator unterstützten Optionen sind in Abbildung 7.5 zu sehen.

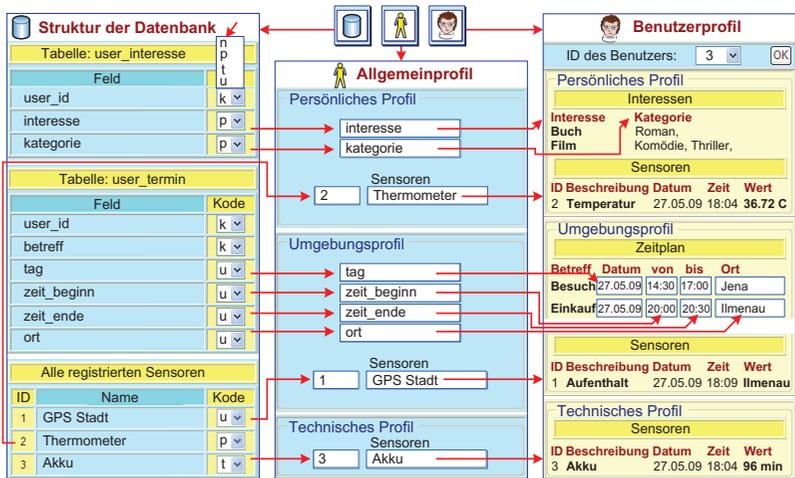


Abbildung 7.5: Demonstratorinterface: Profile

Mit der Option „Struktur der Datenbank“ sind die Felder der Datenbank `db_user` und zugängliche Sensoren zu sehen. Für jedes Datenbankfeld und jeden Sensor kann definiert werden, ob die dort gespeicherten Informationen zum persönlichen („p“), technischen („t“) oder Umgebungsprofil („u“) zugeordnet werden sollen. Wenn ein Datenbankfeld oder Sensor keine Bedeutung für das Profil hat, wird dieses mit „k“ markiert. Der Parameter „n“ wird dagegen automatisch infolge einer Änderung in der Datenbankstruktur oder des Hinzufügens neuer Sensoren gesetzt. Somit kann erkannt werden, welche neuen Informationsarten zur Verfügung stehen, um diese entsprechend einordnen zu können. Dadurch ergibt sich ein Allgemeinprofil, das für alle Benutzer gilt. Es ist leider nicht möglich, diese Einordnung automatisch durchzuführen, weil diese vom Kontext des Benutzers und der Anwendung abhängig ist. Deswegen kann auch keine Informationsart für das Profil statisch definiert werden. Die Abbildung des Allgemeinprofils (Namen der Datenbankfelder mit zugeordneten Parametern) wird in einer Textdatei gespeichert. Damit wird festgelegt, welche Informationsarten als Kontextinformationen betrachtet werden sollen. Die Datei wird bei Änderungen des Allgemeinprofils aktualisiert.

Basierend auf dem Allgemeinprofil entsteht ein Benutzerprofil. Um dieses im Demonstrator anzuzeigen, muss der Benutzer, für den dieses Profil gezeigt werden soll, durch die zugehörige ID ausgewählt werden. Jeder Benutzer besitzt ein separates Profil. Das ist damit begründet, dass dort nicht mehr die Art, sondern der Wert von jeder Information gezeigt wird. Daher werden in der Datenbank die in der Abbildungsdatei stehenden Felder ausgesucht und deren Werte für den entsprechenden Benutzer ausgelesen. Wenn jedoch kein Wert für eine Informationsart des Allgemeinprofils existiert, ist diese auch nicht unter dem Benutzerprofil zugänglich. Infolgedessen wird das Benutzerprofil für jeden Benutzer andere Informationen enthalten, obwohl das Allgemeinprofil für alle Benutzer gültig ist. In Abbildung 7.5 ist das Benutzerprofil für den Benutzer mit der ID „3“ zu sehen. Die Verwendung dieser

Optionen ermöglicht es, beliebige Profile zu definieren und deren Einfluss auf die Datenbearbeitung durch die Prozesse zu beobachten.

7.3.3 Sensordaten

Um unterschiedliche Sensoren nutzen zu können, wurde die Option „Informationen über die Sensoren“ (Abb. 7.6) im Demonstrator eingebaut.

The image shows two overlapping windows from a software interface. The left window is titled 'Info. über die Sensoren' and displays details for a selected sensor (ID: 2). The right window is titled 'Update' and shows configuration options for the same sensor.

Left Window: Info. über die Sensoren

ID: 2 | Option: Info. | OK

Update | Neuer Sensor | meter

Einstellungen

Beschreibung Temperatur
Einheit C
 min=35.0, max=37.0, sprung=float
Toleranzbereich 127.0.0.1
IP 127.0.0.1

Letzte Messung

Datum 27.05.09
Zeit 18:04
Wert 36.72 C

Alle registrierten Sensoren

ID	Name	ID	Name	ID	Name
1	GPS Stadt	2	Thermo.	15	Akku

Right Window: Update

ID: 2 | Update | OK

Name: Thermometer
 Beschreibung: Temperatur
 Einheit: C
 Toleranzbereich: min: 35.3 max: 37.4
 z. B. min: 2.5 max: 2.9
 Datentyp: float/int
 IP: 127.0.0.1

Abbildung 7.6: Demonstratorinterface: Sensordaten

Mit dieser Option kann unter „Neuer Sensor“ jeder beliebige Sensor, mit dem eine Erfassung von Kontextinformationen durchgeführt werden soll, definiert werden. Die verfügbaren Sensoren sind in der Tabelle „Alle registrierten Sensoren“ aufgelistet. Das können reale oder aber auch virtuelle Sensoren sein. Für das System ist das ohne Bedeutung. Wichtig ist, dass dem System die den Benutzer betreffenden Messwerte geliefert werden.

Um detaillierte Informationen wie Beschreibung, Einheit, Toleranzbereich usw. zu einem bestimmten Sensor zu erhalten, muss unter „Info“ dessen ID ausgewählt werden. Obwohl alle Messwerte vom System gespeichert werden, wird dort immer nur der letzte Messwert angezeigt. Bei Bedarf können aber auch andere Messwerte analysiert und verglichen werden.

Unter „Update“ können Einstellungen für den aktuell ausgewählten Sensor geändert werden. Es kann bestimmt werden, ob die vom Sensor erhaltenen Messwerte in einem Toleranzbereich liegen sollen. Dazu kann explizit ein Minimum und ein Maximum festgelegt sowie der Datentyp definiert werden. Da die Messungen von IP-basierten Sensoren durchgeführt werden können, gibt es auch die Möglichkeit deren IP-Adresse auszulesen. Diese Information ist benutzerunabhängig und verstößt infolgedessen nicht gegen seine Privatsphäre. Sensoren, die nicht mehr benötigt werden, können entfernt werden.

7.3.4 Datenverarbeitungsprozesse

Im Vordergrund von SFINKS steht der Benutzer. Er kann, muss aber nicht, dem System Informationen über sich selbst liefern. Informationen über den Kontext des

7.3.4.1 Beobachtungsprozess

Nachdem in Abschnitt 6.1 das Konzept des Beobachtungsprozesses erläutert wurde, soll im Folgenden ein Einblick in die praktische Realisierung des Prozesses gegeben werden. Um die Benutzeranfragen, das Benutzerprofil sowie die Informationen aus den lokalen und externen Quellen beobachten, analysieren und testen zu können, wurde im Demonstrator ein Beobachtungsinterface implementiert.

Der Zugriff auf das Interface des Prozesses erfolgt im Menü des Demonstrators durch die Auswahl des Beobachtungsicons (Abb. 7.3, das siebte Icon von rechts) und der ID des Benutzers, für den der Prozess visualisiert werden soll. Das Interface besteht aus mehreren Funktionsteilen, die von der Objektüberwachung abhängig sind. Der gemeinsame Funktionsteil des Beobachtungsinterfaces ist in Abbildung 7.8 dargestellt.



Abbildung 7.8: Beobachtungsinterface: Gemeinsamer Funktionsteil

Im oberen Teil des Interfaces befinden sich Buttons, mit denen unterschiedliche Objekte zur Beobachtung gewählt werden können. Es können Benutzeranfragen, Benutzerprofil, Inhalte der lokalen Datenbanken sowie lokal gespeicherte Informationen von Webseiten und Amazon überwacht werden. Unter „Benutzerinterface“ stehen drei Buttons „Suche“, „Info“ und „Notruf“ zur Verfügung, mit denen Suchergebnisse, Änderungs- und Notmeldungen eingesehen werden können (Abb. 7.8, links). Ähnliche Buttons sind im Interface auf dem mobilen Endgerät des Benutzers zu finden. Diese wurden im Demonstrator eingebaut, um ihre Auswirkungen direkt testen zu können. Unter „Meldungen“ können die nicht mehr benötigten Meldungen und Suchausgaben entfernt werden. Um die Durchführung des Beobachtungsprozesses besser verfolgen zu können, wurde auch eine Monitoringoption implementiert. Im Folgenden werden die Beobachtung der unterschiedlichen Objekte und die damit verbundenen Teile des Interfaces näher erläutert.

Beobachtung der Benutzeranfragen

Bei einer Anfrage von einem Benutzer wird die Beobachtung der Benutzeranfragen gestartet. Aus diesem Grund wird im Beobachtungsinterface ein Formular für Benutzeranfragen zugefügt (Abb. 7.9, „Benutzeranfrage“). Ein ähnliches Formular wird vom Benutzer auf seinem mobilen Endgerät verwendet. Das Anfrageformular besteht aus mehreren Feldern, wo der Betreff, das Interesse, die Kategorie, der Tag, der Beginn, das Ende und der Ort angegeben werden können. Wird eine Anfrage an das System gestellt (Button „Suchen“), wird diese mit einem Zeitstempel in der „History der Anfragen“ (Hilfsdatenbank `db_history`) gespeichert (Abb. 7.9, „History der Anfragen“). Gleichzeitig werden alle anderen Einträge in der „History der Anfragen“ auf ihre Lebensdauer hin überprüft.

Beobachtung der Benutzeranfragen 								
Benutzeranfrage			History der Anfragen					
Betreff								
Interesse	--Wählen--							
Kategorie	--Wählen--							
Tag	yyyy-mm-dd							
Beginn	00	:	00					
Ende	00	:	00					
Ort								
<input type="button" value="OK leeren"/>			<input type="button" value="Suchen"/>					
ID	Betreff	Interesse	Kategorie	Tag	Beginn	Ende	Ort	Zeitstempel
12		Buch	Hörbücher	11.08.08			Ilmenau	1218441922
10		Arzt		11.08.08			Ilmenau	1218441873
13		Fest		11.08.08				1218441941
14	Sommer	Film		11.08.08				1218441997
17		Kino		06.08.08	19:15	22:30	Sonneberg	1218442243

Abbildung 7.9: Beobachtungsinterface: Benutzeranfragen

Veraltete Anfragen werden entfernt. Dann startet die Analyse der Informationen in den Benutzeranfragen. Gleiche Orte und Interessen werden in der dazu gehörigen Kategorie gruppiert und dann gezählt. Es wird die Häufigkeit der wiederholten Informationen analysiert. Wird bei einer Information eine bestimmte Wiederholungsanzahl überschritten, wird diese ins Benutzerprofil eingefügt. Im Demonstrator wird dieser Vorgang unter „Monitoring“ signalisiert, indem die eingebrachte Information mit einer Anmerkung gekennzeichnet wird.

Beobachtung des Benutzerprofils

Das Benutzerprofil kann entweder vom Beobachtungsprozess, vom Benutzer selbst oder von Sensoren erweitert und modifiziert werden. Die Gewinnung neuer Informationen aufgrund von häufig gestellten Anfragen kann mit dem Interface „Beobachtung der Benutzeranfragen“ verfolgt werden. Dies wurde bereits in vorhergehenden Abschnitt erläutert. Die Erfassung der Kontextinformationen durch den Benutzer und Sensoren wird dagegen mit dem Interface „Beobachtung des Benutzerprofils“ visualisiert. Abbildung 7.10 zeigt das Menü dieses Interfaces.

Beobachtung des Benutzerprofils		 Beobachtungsprozess	<input type="button" value="Prüfen"/>	Kontexterfassung
 Benutzerprofil	 Interessen	 Zeitplan	 Messungen	

Abbildung 7.10: Beobachtungsinterface: Benutzerprofil

Mit der Option „Benutzerprofil“, die bereits in Abschnitt 7.3.2 erläutert wurde, kann der gegenwärtige Zustand des Profils angezeigt werden. Um neue Interessen oder die Kategorie für ein Interesse angeben sowie bereits bestehende modifizieren zu können, wurde die Option „Interessen“ integriert. Mit der Option „Zeitplan“ können hingegen neue Termine eingetragen, existierende geändert oder entfernt werden. Die beiden Optionen wurden bereits in Abschnitt 7.3.1 bei der Beschreibung der Benutzerinformationen erläutert. Ähnliche Optionen stehen dem Benutzer auch auf seinem mobilen Endgerät zur Verfügung. Damit kann er Informationen über sich selbst an das System übermitteln. Um die Reaktion des Prozesses auf die Änderungen der Kontextinformationen von Sensoren testen zu können, wurde zusätzlich in das Interface die Option „Messungen“ eingefügt. Diese Option wurde ebenfalls bereits beschrieben (Abschnitt 7.3.1).

Mit dem Button „Prüfen“ (Abb. 7.10) wird die Beobachtung des Benutzerprofils gestartet. Vom Prozess wird geprüft, ob irgendwelche neuen Informationen (unabhängig von der Herkunft) im Benutzerprofil zur Verfügung stehen, um diese zu analysieren und mit einer Suchmeldung oder ggf. mit einer Notmeldung zu reagieren. Diese

Erkennung erfolgt durch das markierte Änderungsfeld in der Datenbank `db_user` (Abschnitt 7.2.1, Feld `aenderungsfeld`). Nicht jede Information kann jedoch als Kontextinformation betrachtet werden. Welche Informationen als solche eingestuft werden, wurde während der Profilmodellierung festgelegt und in einer Textdatei, die das Allgemeinprofil abbildet, gespeichert (Abschnitt 7.3.2). Die Informationen von dieser Textdatei und das Änderungsfeld werden verwendet, um neue Kontextinformationen zu erkennen. Gehört eine solche Information (z. B. Interesse, Kategorie, Aufenthalt) zur Messgruppe ohne definierten Toleranzbereich, generiert der Beobachtungsprozess eine Suchmeldung, die an den Priorisierungsprozess weitergeleitet wird. Im Beobachtungsinterface (Abb. 7.8) wird dies signalisiert, indem der Button „Suche“ flimmert. Wenn jedoch ein Messwert zur Gruppe mit definiertem Toleranzbereich gehört (Abschnitt 6.1.3), werden vom Beobachtungsprozess dessen Minimum und Maximum geprüft. Eine Notmeldung wird nur dann generiert, wenn die Kontextinformation diesen Bereich über- oder unterschritten hat. Im Demonstrator wird das mit dem blinkenden Button „Notruf“ signalisiert (Abb. 7.8). Gleichzeitig werden unter „Monitoring“ Kommentare über solche Informationen und unternommene Handlungen angezeigt. Wenn eine Kontextinformation verarbeitet wurde, wird deren Änderungsmarkierung zurückgesetzt, sodass diese nicht noch einmal als neu erkannt wird.

Beobachtung der Einträge aus den lokalen Quellen

Um die Beobachtung der Einträge aus den lokalen Quellen zu visualisieren, dient im Demonstrator das Beobachtungsinterface „Lokale Quellen“, das nach der Wahl der Option „Lokale DB“ im gemeinsamen Funktionsteil des Beobachtungsinterfaces (Abb. 7.8) erscheint. Dieses Interface besteht aus zwei Funktionsteilen. Mit dem Fenster in Abbildung 7.11 können aktuell zugängliche lokale Quellen wie „Veranstaltungen“, „Visuelle Medien“ und „Schriftliche Medien“ ausgewählt werden.



Abbildung 7.11: Beobachtungsinterface: Auswahl der lokalen Quellen

Der Inhalt einer Datenbank wird dagegen in einem separaten Fenster (Abb. 7.12) dargestellt. Die sich dort befindenden Informationen werden in die drei Tabellen „Allgemeine Informationen“, „Interessen“ und „Zeit“ eingeordnet. Das ist dann besonders wichtig, wenn beispielsweise zu einem Titel mehrere Interessen, Kategorien oder zeitliche Bezeichnungen zugeordnet werden können. Nur somit kann eine Redundanz aufgrund gleicher Informationen vermieden werden. Jede Information kann wieder mit Hilfe der OBID (*Identifizierungsnummer des Objektes*) zurückgegeben werden. Über vorgenommene Änderungen wird das System direkt informiert.

Lokale Quellen: Veranstaltungen, QID [3]											
Allgemeine Informationen				Interessen			Zeit				
OBID	Titel	Ort	ETyp	OBID	Interessen	Kategorie	OBID	Datum	WTag	Beginn	Ende
1	Der goldene Kompass	Ilmenau	aktiv	1	Film	Action	1		Donnerstag	15:00	17:00
2	Zooparkfest	Erfurt	aktiv	1	Kino	Fantasy	1	18.04.08	Freitag	20:30	22:30
3	Die Schneekönigin	Erfurt	aktiv	1	Kino	Märchen	2		Freitag	12:00	18:00
4	Sinfoniekonzert	Jena	aktiv	2	Fest	Kinder	2	19.04.08	Samstag	12:00	18:00

Abbildung 7.12: Beobachtungsinterface: Überblick über gespeicherte Informationen

Um die beschriebenen Vorgänge visualisieren zu können, ist im Beobachtungsinterface eine Option eingebaut (Abb. 7.13), mit der einzelne Zeiten modifiziert werden können. Wird ein Eintrag in der Tabelle „Zeit“ (Abb. 7.12) angezeigt, erscheint das in Abbildung 7.13 dargestellte Fenster mit den zeitlichen Informationen dieses Eintrages. Diese können beliebig geändert oder auch entfernt werden. Jede Modifikation verursacht eine entsprechende Markierung im Änderungsfeld des Eintrages.

Abbildung 7.13: Beobachtungsinterface: Zeitliche Informationen eines Eintrags

Auch Einträge, die entfernt werden sollen, werden nicht sofort gelöscht, sondern zuerst entsprechend markiert. Dieses Verfahren wurde eingeführt, um auch solche Modifikationen erkennen zu können. Diese Einträge werden erst vom Priorisierungsprozess endgültig entfernt, wenn die Änderungsmeldungen verarbeitet wurden.

Im Demonstrator wird die Überwachung der Einträge aus den lokalen Quellen mit dem Button „Prüfen“ (Abb. 7.11) gestartet. Zuerst werden vom Beobachtungsprozess die Änderungsfelder der Informationen aus den lokalen Quellen überprüft. Dadurch wird festgestellt, welche Einträge geändert wurden oder gelöscht werden sollen. Wird eine Änderungsmarkierung erkannt, generiert der Beobachtungsprozess für die betroffene Information eine Änderungsmeldung, die an den Priorisierungsprozess weitergeleitet wird. Im Interface wird dies mit dem blinkenden Button „Info“ (Abb. 7.8), unter dem die registrierten Änderungen aufgelistet werden, angezeigt. Gleichzeitig wird der ganze Vorgang schrittweise unter „Monitoring“ angezeigt.

Beobachtung der Informationen aus den externen Quellen

Im Gegensatz zu den Einträgen aus den lokalen Quellen werden Informationen aus den externen Ressourcen wie beispielsweise von Webseiten oder aus externen Datenbanken (z. B. Amazon) automatisch vom System gewonnen (Abschnitt 6.2.4). Diese werden lokal in den entsprechenden Datenbanken gespeichert und aktualisiert. Die

Lebensdauer einer Information hängt von deren Art ab. Beispielsweise bleiben im Fall eines Kinoprogramms diese gewöhnlich nur eine Woche gültig. Im Fall von Informationen aus der „Amazon-Datenbank“ ist diese Zeit auf 24 Stunden beschränkt. Demzufolge werden Informationen aus den externen Ressourcen vor jeder Suche auf ihr Alter geprüft. Die Aktualisierung der Informationen kann im Demonstrator mit den Optionen „Webseiten“ und „Amazon“ (Abb. 7.8) verfolgt werden.

In Abbildung 7.14 ist das Interface „Beobachtung der Webseiten“ zu sehen. Damit kann nicht nur der Inhalt der Datenbank, wo Informationen von ausgesuchten Kino-Webseiten gespeichert wurden, sondern auch deren Inhalt angeschaut werden. Dafür wird das gleiche Fenster wie beim Überblick über lokal gespeicherte Informationen (Abb. 7.12) verwendet. Demzufolge ist es auch hier möglich zu prüfen, ob die Informationen von den Webseiten korrekt ausgelesen und in der Datenbank `db_webseiten` gespeichert wurden.



Abbildung 7.14: Beobachtungsinterface: Webseiten

Um feststellen zu können, ob der Beobachtungsprozess nicht mehr aktuelle Informationen erkennen kann, wurde die Option „Laden“ implementiert. Damit werden alle Einträge aus der Datenbank entfernt und stattdessen veraltete dort gespeichert.

Mit der Option „Prüfen“ wird die Aktualität der Informationen geprüft. Es wird das aktuelle Datum ermittelt und mit dem zeitlichen Rahmen des Kinoprogramms verglichen. Ist das heutige Datum größer, werden alle Informationen der Datenbank entfernt, weil diese nicht mehr aktuell sind. Auf diese Weise wird vom Beobachtungsprozess die Aktualität der Informationen in der Datenbank `db_webseiten` kontrolliert. Der detaillierte Ablauf dieses Vorgangs kann mit dem „Monitoring“ verfolgt werden. Die Gewinnung neuer Informationen aus den Webseiten erfolgt erst durch den Suchprozess. Änderungen von Informationen in den externen Datenbanken wie z. B. Amazon können nicht direkt vom System erkannt werden. Deswegen beschränkt sich der Beobachtungsprozess auf die Überwachung der Informationsaktualität. Jede gewonnene Information wird deshalb mit einem Zeitstempel lokal gespeichert.

Das Fenster für die Visualisierung des Beobachtungsprozesses für die externe Datenbank (Amazon) zeigt Abbildung 7.15. Auch hier kann nicht nur der Inhalt der Datenbank `db_amazon`, sondern auch die Amazon-Webseite im Fenster des Interfaces aufgerufen werden. Damit können die gewonnenen Informationen mit der Quelle verglichen und überprüft werden. Die Option „Ändern“ (Abb. 7.15) ermöglicht, den Zeitstempel einer ausgewählten Information zu modifizieren. Mit der Option „Prüfen“ wird die Aktualität jeder Information separat geprüft. Die Länge der Lebensdauer beträgt 24 Stunden und ist von Amazon vorgegeben.



Abbildung 7.15: Beobachtungsinterface: Externe Datenbank

Die Zeit kann aber beliebig geändert werden. Für jede Information wird auf Basis des Zeitstempels und des heutigen Datums die Lebensdauer ausgerechnet. Ist diese bereits abgelaufen, wird die veraltete Information aus der Datenbank entfernt. Im Gegensatz zu den Informationen aus den Webseiten werden hier nicht alle Einträge auf einmal, sondern nur die betroffenen entfernt. Der Verlauf dieses Prozesses wird wie gewöhnlich unter „Monitoring“ detailliert dargestellt. Die neuen Informationen werden auch hier vom Suchprozess geliefert.

7.3.4.2 Suchprozess

Der Zugang zur Visualisierung der nachfolgenden Prozesse erfolgt ähnlich wie beim Beobachtungsprozess durch das Hauptmenü (Abb. 7.3). Dazu sind das entsprechende Icon für den Prozess und dann die ID des Benutzers auszuwählen. Die Fenster der Interfaces ähneln sich ebenfalls. Jedes Interface besteht aus drei Teilen. Im oberen Teil befinden sich Optionen, die spezifisch für den visualisierten Prozess sind und die im Weiteren detaillierter erläutert werden. In der Mitte befindet sich das „Monitoring“ (Abb. 7.8), in dem Kommentare zum Ablauf des entsprechenden Prozesses angezeigt werden. Der untere Teil enthält die Suchergebnisse, die in Form von drei Tabellen (Abb. 7.12) gezeigt werden. Die Zusammenstellung der Tabellenfelder kann leicht variieren und ist abhängig davon, welche zusätzlichen Informationen wie z. B. Prioritäten (PS, PP, PA) bei dem ausgewählten Prozess benötigt werden.

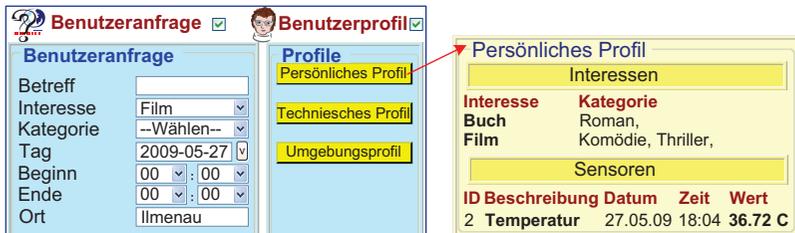


Abbildung 7.16: Suchinterface: Benutzeranfrage und Benutzerprofil

Wie in Abschnitt 6.2.2 beschrieben, wird vom Suchprozess eine Suchanfrage formuliert. Diese kann ausgewählte Informationen des Benutzerprofils und der Benutzeranfrage, wenn eine solche zur Verfügung steht, enthalten. Um die Formulierung der Suchanfrage beeinflussen zu können, wurde im Suchinterface (Abb. 7.16) jeweils ein Fenster für die Benutzeranfrage und für das Benutzerprofil integriert, die auch bereits im vorherigen Abschnitt erläutert wurden. Damit kann bestimmt werden,

ob bei der Suche eine Benutzeranfrage, das Benutzerprofil oder beide berücksichtigt werden sollen. Die Informationen werden entsprechend der Markierung ausgelesen und in eine Suchanfrage eingetragen. Wurde bei der Benutzeranfrage ein Betreff angegeben, werden aus diesem Sonderzeichen und solche Stoppwörter, die für die Suche irrelevant sind, entfernt. Besteht der Betreff aus mehreren Begriffen, wird dieser in Einzelbegriffe aufgeteilt. Die Suchanfrage wird noch um diese Einzelbegriffe und deren Synonyme erweitert. Um diese zu ermitteln werden Textdateien mit Listen für die Stoppwörter und Synonyme eingesetzt. Schließlich werden doppelte Einträge z. B. bei Interessen, Kategorien oder Orte aus der Suchanfrage entfernt. Jede Anfrage wird mit einer SAID gespeichert, sodass die nachfolgenden Prozesse die Ergebnisse in Abhängigkeit von den Suchanfragen bearbeiten können.

Mit der Suchanfrage wird die Suche in lokalen und externen Quellen durchgeführt. Um diese auswählen zu können, wurde im Suchinterface ein Fenster für die Auflistung der zur Verfügung stehenden Ressourcen vorbereitet. Damit kann nicht nur bestimmt werden, in welcher Informationsquelle die Suche durchgeführt werden soll, sondern auch deren Inhalt ausgegeben werden. Dadurch ist eine Prüfung dahingehend möglich, ob der Suchprozess alle passenden Informationen gefunden hat. Das Fenster ist in Abbildung 7.17 dargestellt.

The screenshot shows a search interface with two main sections: 'Ressourcen' (Resources) and 'Suchkriterien' (Search Criteria).

Ressourcen: This section is divided into 'Quellen' (Sources) and 'Lokale Datenbanken' (Local Databases). Under 'Lokale Quellen', there are three entries: '[3] Veranstaltungen' with database 'db_veranstaltung', '[4] Visuelle Medien' with 'db_visuelle_medien', and '[5] Schriftliche Medien' with 'db_schriftliche_medien'. Under 'Externe Quellen', there are two entries: '[1] www.amazon.de' with 'db_amazon' and '[2] www.twk.cn' with 'db_webseiten'. Each database entry has a checkbox to its right.

Suchkriterien: This section is titled 'Suchen' and contains a list of search criteria, each with a checkbox:

- nach Betreff
- nach Interesse
- nach Kategorie
- nach Tag
- nach Beginn
- nach Ende
- nach Ort

A 'Suchen' button is located at the bottom of this section.

Abbildung 7.17: Suchinterface: Ressourcen und Kriterien

Der Prozess wird im Interface mit dem Button „Suchen“ (Abb. 7.17) gestartet. Die lokale Suche, deren Ablauf in Abschnitt 6.2.3 detailliert beschrieben wurde, überprüft mit der UND-Suche Informationen aus den ausgewählten lokalen Datenbanken auf Übereinstimmungen mit der Suchanfrage. Wenn keine ausreichende Anzahl an Informationen gefunden wird, startet der Prozess die ODER-Suche.

Die externe Suche (Abschnitt 6.2.4), die aus Websitensuche und externer Datenbanksuche besteht, wird nur dann durchgeführt, wenn die lokale Suche in den gekennzeichneten lokalen Datenbanken `db_webseiten` und `db_amazon` aufgrund des Mangels an Informationen nicht gestartet werden konnte oder wenn bei der lokalen Suche in der lokalen Datenbank `db_amazon` keine ausreichende Anzahl von Ergebnissen vorhanden war. Im Fall der Websitensuche werden zuerst solche Seiten im Internet gesucht, die die wöchentlichen Informationen über das laufende Kinoprogramm von Ilmenau, Sonneberg und Meinungen enthalten, und diese lokal in temporären Dateien zwischengespeichert. Der Inhalt von jeder Seite wird ausgelesen und in der Datenbank `db_webseiten` gespeichert. Alle zwischengespeicherten Dateien werden

danach gelöscht. Dann wird die lokale Suche erneut durchgeführt. Im Fall der externen Datenbanksuche wird Amazon, deren Datenbankstrukturen unbekannt sind, über eine definierte Schnittstelle via HTTP abgefragt. Die empfangenen Informationen werden lokal in der Datenbank `db_amazon` und in der „Ausgabedatenbank“ (Abschnitt 7.2.3) gespeichert. Abschließend werden alle Dateien, die für die Zwischenbearbeitung benötigt wurden, entfernt. Somit werden mit Hilfe der externen Suche die lokalen Datenbanken `db_webseiten` und `db_amazon` mit neuen Informationen versorgt.

Um den Suchprozess beeinflussen zu können, wurde im Suchinterface eine Auswahlliste für die Suchkriterien integriert (Abb. 7.17). Damit kann eingestellt werden, nach welchen Kriterien (Betreff, Interesse, Ort usw.) die Suche durchgeführt werden soll.

7.3.4.3 Selektionsprozess

Wie im Konzept in Abschnitt 6.3 dargestellt, hat der Selektionsprozess die Aufgabe die gefundenen Informationen einer Suchanfrage, die vom Suchprozess geliefert wurden, nach Zeit, Ort, Interesse und Kategorie zu filtern. Das Interface dieses Prozesses besteht, wie im vorhergehenden Abschnitt bereits erwähnt wurde, aus den für den Selektionsprozess spezifischen Optionen, dem „Monitoring“ und der Visualisierung der verarbeiteten Suchergebnisse.

Um eine Gruppe von Ergebnissen filtern zu können, wird eine SAID benötigt. Diese kann unter „Suchanfrage-ID“ (Abb. 7.18) im Selektionsinterface ausgewählt werden.

The screenshot displays three panels in a light blue interface:

- Suchanfrage** (Search Request): Contains a magnifying glass icon and a list of criteria:
 - Suchanfrage-ID: 7 (dropdown menu)
 - Benutzeranfrage-ID: 5 (text input)
 - Benutzerprofil: ja (text input)
- Benutzeranfrage** (User Request): Contains a question mark icon and a list of fields:
 - Benutzeranfrage-ID: 5 (text input)
 - Betreff: (empty text input)
 - Interesse: Film (text input)
 - Kategorie: Komödie (text input)
 - Tag: 2009-05-28 (text input)
 - Beginn: 16:00:00 (text input)
 - Ende: 23:45:00 (text input)
 - Ort: Ilmenau (text input)
- Benutzerprofil** (User Profile): Contains a person icon and a 'Profile' section with three yellow buttons:
 - Persönliches Profil
 - Technisches Profil
 - Umgebungsprofil

Abbildung 7.18: Selektionsinterface: Funktionsteile der Suchanfrage

Wenn bei der Suche eine Anfrage vom Benutzer verwendet wurde, wird deren ID unter „Benutzeranfrage-ID“ und der Inhalt unter „Benutzeranfrage“ angezeigt. Auf ähnliche Weise wird angezeigt, ob bei der Suche auch Informationen vom Benutzerprofil einbezogen wurden. Um dieses Profil zu sehen, wird das Fenster „Benutzerprofil“ aufgerufen. Alle drei erwähnten Fenster sind in Abbildung 7.18 dargestellt.

Die aus der Benutzeranfrage übergebenen Informationen können im Interface geändert werden. Demzufolge kann der Selektionsprozess mit unterschiedlichen Anfragen durchgeführt werden, ohne den Suchprozess wieder neu starten zu müssen. Somit

kann ausgewertet werden, welchen Einfluss diese Informationen auf die Filterung der Suchergebnisse haben.

Bevor die Selektion gestartet wird, kann bestimmt werden, ob bei der Filterung die Informationen von der Benutzeranfrage, wenn diese für die Suche verwendet wurde, vom Benutzerprofil oder von beiden verwendet werden sollen. Mit Hilfe der Selektionskriterien (Abb. 7.19) kann festgelegt werden, welche Informationen (Zeit, Ort, Interesse oder aber auch Kategorie) verglichen werden sollen. Abhängig davon wird das Filter generiert. Der Selektionsprozess wird im Interface mit dem Button „Selektieren“ gestartet. Mit dem Selektionsfilter werden die zur Verfügung stehenden Suchergebnisse bearbeitet. Den unerwünschten Informationen werden hierbei keine PS zugeordnet.

The screenshot shows a user interface with two main panels. The left panel, titled 'Einstellungen - Ergebnisse', contains a section 'Suchergebnisse' with three checkboxes: 'Ergebnisse zeigen' (checked), 'nach PS sortieren', and 'PS gleich 0 einsetzen'. Below these is a 'Wählen' button. The right panel, titled 'Selektionskriterien', has a checked 'alles wählen' option and five checkboxes: 'nach Benutzeranfrage', 'nach Benutzerprofil', 'nach Zeit', 'nach Ort', and 'nach Interesse', all of which are checked. Below these is a 'Selektieren' button. Between the two panels are two radio buttons labeled 'SAID' and 'ALLE', with 'SAID' selected.

Abbildung 7.19: Selektionsinterface: Kriterien und Einstellungen

Um eine Selektion in Abhängigkeit von der Zeit durchzuführen, wird der aus dem Filter ermittelte Tag verwendet. Dann werden alle Suchergebnisse nacheinander abgerufen. Für jeden einzelnen Eintrag erfolgt ein Vergleich der Tagesangaben. Im Fall einer Übereinstimmung wird die Priorität für das Suchergebnis um eins erhöht. Im Fall der Selektion bezogen auf den Ort (Interesse, Kategorie) werden analog zum Vergleich die entsprechenden Angaben des Filters genutzt und mit den Angaben der Suchergebnisse verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird die PS erhöht.

Das Resultat der Selektion kann abhängig von der Auswahlliste „Suchergebnisse“ (Abb. 7.19) für alle oder nur für die ausgewählte Suchanfrage gezeigt werden. Es kann auch nach der PS sortiert werden. Um zu sehen, ob der Selektionsprozess den Suchergebnissen die richtigen Prioritäten zugeordnet hat oder um die erhaltenen Ergebnisse abhängig von den ausgewählten Selektionskriterien vergleichen zu können, kann der Vorgang mehrmals wiederholt und dabei die PS zurückgesetzt werden. Ergebnisse, die zu einer Suchanfrage gehören aber keine PS erhalten haben, können im Demonstrator manuell entfernt werden. Im System werden diese automatisch entfernt.

7.3.4.4 Personalisierungsprozess

Der Personalisierungsprozess, dessen Konzept in Abschnitt 6.4 beschrieben wurde, wird automatisch nach der Selektion gestartet. Im Demonstrator gibt es auch die Möglichkeit, den Personalisierungsprozess unabhängig von den anderen Verarbeitungsprozessen zu testen. Dazu dient das Personalisierungsinterface, das ähnlich wie das Selektionsinterface gestaltet ist. Somit sind auch bei diesem die Funktionsteile der Suchanfrage (Abb. 7.18) zu finden.

Wird eine SAID auf der Liste der Suchanfragen-ID angegeben, wird eine Gruppe von zugeordneten Suchergebnissen für die weitere Verarbeitung zusammengestellt. Bei der Anpassung dieser Suchergebnisse an den Benutzer werden Informationen über seine zeitlichen und örtlichen Gegebenheiten benötigt. Ob diese von der Benutzeranfrage, wenn diese zur Verfügung steht, oder/und vom Benutzerprofil verwendet werden sollen, kann unter „Personalisierungskriterien“ (Abb. 7.20) eingestellt werden. Da bei der Personalisierung die Zeit eine sehr wichtige Rolle spielt, stehen bei den Kriterien weitere Optionen bereit. Somit können zusätzliche Zeiten für die entsprechenden Zeittypen angegeben werden. Die aktuelle Zeit kann nach Bedarf geändert werden. Der Prozess wird im Interface mit dem Button „Personalisieren“ gestartet.

The screenshot shows a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Einstellungen - Ergebnisse', contains a list of search result options with radio buttons. The right panel, titled 'Personalisierungskriterien', contains settings for personalization, including checkboxes for user request and profile, time settings for different types, and a date/time selector.

Einstellungen - Ergebnisse		Personalisierungskriterien	
Suchergebnisse		Personalisierung	
	SAID ALLE	→nach Benutzeranfrage	<input checked="" type="checkbox"/>
→alle Typen zeigen	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	→nach Benutzerprofil	<input checked="" type="checkbox"/>
→von Typ Zeitpunkt zeigen	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	Zusätzliche Zeit	
→von Typ Öffnungszeit zeigen	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	→für Typ Öffnungszeit	<input type="text" value="60"/> min
→von Typ Zeitdauer zeigen	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	→für Typ Zeitpunkt	<input type="text" value="30"/> min
→nach PP sortieren	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	→für Typ Zeitdauer	<input type="text" value="10"/> min
→PP gleich 0 einsetzen	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	Aktuelle Zeit	
→mit Markierung entfernen	<input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="text" value="Jetzt"/>
<input type="button" value="Wählen"/>		→Datum	<input type="text" value="02.06.2009"/>
		→Uhr	<input type="text" value="15:30:00"/>
		<input type="button" value="Personalisieren"/>	

Abbildung 7.20: Personalisierungsinterface: Kriterien und Einstellungen

Wurde das Benutzerprofil im Formular „Personalisierungskriterien“ markiert, wird aufgrund des Benutzerzeitplans eine Terminliste für den vorgegebenen Tag gebildet. Daraus entsteht die Liste mit den freien Zeiten und zugehörigen Orten. Diese wird an die angegebene „Aktuelle Zeit“ (Abb. 7.20) angepasst, indem in der Vergangenheit liegende freie Zeiten entfernt werden. Wurde die Benutzeranfrage ebenfalls angezeigt, werden deren Zeiten (Beginn und Ende) bei der Erstellung der Liste mit berücksichtigt. Wenn jedoch kein Benutzerprofil betrachtet werden soll, wird die Liste mit den freien Zeiten nur aufgrund der Benutzeranfrage erstellt. Der detaillierte Vorgang des Ermitteln von freien Zeiten wurde bereits in Abschnitt 6.4.3 beschrieben.

Auf Basis der im Konzept (Abschnitt 6.4.4) vorgestellten Vorgehensweise wird die Personalisierung nach Zeit durchgeführt. Dafür wird die Liste mit den freien Zeiten

verwendet. An diese werden Suchergebnisse mit den Typen Öffnungszeit, Zeitpunkt und Zeitdauer angepasst. Eine zeitliche Information, die zu keiner freien Zeit zugeordnet werden konnte, wird zum Entfernen markiert. Andernfalls wird für das Suchergebnis die PP bezüglich der Zeit erhöht und die Personalisierung nach Ort durchgeführt. Mit „Monitoring“ kann die Durchführung des Personalisierungsprozesses genau verfolgt und analysiert werden.

Die Auswahlliste unter „Einstellungen - Ergebnisse“ (Abb. 7.20) ermöglicht es Suchergebnisse von allen oder nur von einem ausgewählten Zeittyp (Öffnungszeit, Zeitpunkt, Zeitdauer) zu sehen, um diese analysieren zu können. Die verarbeiteten Suchergebnisse können nach der PP sortiert werden. Um den Prozess mit denselben Ergebnissen zu wiederholen, können die PP zurückgestellt werden. Die unpassenden Informationen können entfernt werden. Ähnlich wie beim Selektionsinterface können auch hier die in der Benutzeranfrage angegebenen Informationen geändert werden. Demzufolge kann die Personalisierung der Suchergebnisse mit unterschiedlichen Informationen getestet werden.

7.3.4.5 Priorisierungsprozess

Dem Priorisierungsprozess werden von den anderen Verarbeitungsprozessen Not-, Änderungsmeldungen und Suchergebnisse geliefert. Er bestimmt abhängig von deren Dringlichkeit und Wichtigkeit, wann welche Informationen und in welcher Reihenfolge dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden. Das Konzept dieses Prozesses wurde schon detailliert in Abschnitt 6.5 vorgestellt. Der Priorisierungsprozess wird jedes Mal nach der Personalisierung automatisch gestartet. Um diesen unabhängig von den anderen Verarbeitungsprozessen untersuchen zu können, wurde im Demonstrator das Priorisierungsinterface, das strukturell den anderen Prozessinterfaces ähnelt, implementiert. Der Hauptteil des Interfaces ist in Abbildung 7.21 dargestellt.

Abbildung 7.21: Priorisierungsinterface: Kriterien und Einstellungen

Bei „Einstellungen für die Priorisierung“ (Abb. 7.21) unter „Priorisierungskriterien“ kann angegeben werden, was vom Priorisierungsprozess verarbeitet (Not-, Änderungsmeldungen, Terminerinnerungen, Suchergebnisse) und was dabei berücksichtigt (Benutzeranfrage, Benutzerprofil) werden soll. Um die aktuelle Zeit beliebig einstellen zu können, wurde unter „Zeiten“ die Option „Aktuelle Zeit“ integriert. Diese Zeit spielt bei der Zusammenstellung und der Aktualisierung von Ausgaben eine sehr wichtige Rolle. Darüber hinaus können ebenfalls zusätzliche Parameter für

die Bestimmung des Zeitraums, in dem der Benutzer über Freizeit verfügt (Option „Freizeit“), und die Sendezeit (Option „Sendezeit“) angegeben werden. Unter „Sendegruppe“ kann die Anzahl der Suchergebnisse für jeden Typ (Zeitpunkt, Öffnungszeit, Zeitdauer, Zeitlos) separat und somit die Größe einer Sendegruppe definiert werden. Mit der Option „Verbindung mit dem Benutzer“ kann bestimmt werden, ob der Benutzer gerade vom System erreichbar ist. Der Prozess wird mit dem Button „Priorisieren“ unter „Priorisierungskriterien“ gestartet. Alle verarbeiteten Daten können bei „Ausgaben“ eingesehen werden.

Wurde unter „Priorisierungskriterien“ die Option „Notmeldungen“ (Abb. 7.21) markiert, werden diese verarbeitet. Aufgrund der Generierungszeit werden alle Meldungen, die den aktuellen Tag nicht betreffen, mit „entfernen“ gekennzeichnet. Neue Notmeldungen erhalten als Sendezeit die aktuelle Zeit und werden mit „senden“ markiert. Bestand dabei eine Verbindung mit dem Benutzer, werden diese als „gesendet“ gekennzeichnet. Über die Option „Notausgaben“ können alle Notmeldungen angesehen werden.

Wird die Option „Änderungsmeldungen“ (Abb. 7.21, „Priorisierungskriterien“) ausgewählt, legt der Prozess fest, über welche Änderungen der Benutzer informiert werden soll. Auch hier werden die Meldungen ähnlich den Notmeldungen zuerst aktualisiert. Die übriggebliebenen Meldungen werden entsprechend dem Konzept (Abschnitt 6.5.3) bearbeitet. Ist das System mit dem Benutzer verbunden, werden die Änderungsmeldungen gesendet. Mit der Option „Änderungsausgaben“ können die bearbeiteten Meldungen gezeigt werden.

Mit der Option „Terminerinnerungen“ (Abb. 7.21, „Priorisierungskriterien“) wird für den nächsten kommenden Termin eine Erinnerung vorbereitet. Diese wird dem Benutzer gesendet, wenn deren Sendezeit gleich der aktuellen Zeit und die Verbindung mit dem Benutzer zugänglich ist. Gleichzeitig werden Erinnerungen, deren Sendezeiten schon in der Vergangenheit liegen, zum Entfernen markiert. Mit der Auswahl von „Terminausgaben“ können diese eingesehen werden.

Um Suchergebnisse priorisieren zu können, müssen eine SAID im Fenster der „Funktionsteile der Suchanfrage“ (Abb. 7.18) angegeben und die Option „Suchergebnisse“ unter „Priorisierungskriterien“ (Abb. 7.21) ausgewählt werden. Wurden diese Information aufgrund einer Benutzeranfrage gefunden, wird die aktuelle Zeit als Sendezeit angenommen. Andernfalls wird geprüft, wann dem Benutzer eine Gruppe von Suchergebnissen gesendet werden darf. Infolgedessen wird eine Sendezeit bestimmt. Dafür werden alle Optionen unter „Zeiten“ verwendet. Stimmt die Sendezeit mit der aktuellen Zeit überein, wird den Suchergebnissen eine PA zugeordnet. Mit der Option „Suchausgaben“ unter „Ausgaben“ können die Suchergebnisse eingesehen werden. Diese können nach den Prioritäten (PA, PP, PS) sortiert werden. Abhängig davon und von der Option „Anzahl der Suchergebnisse“ unter „Sendegruppe“ werden die Suchergebnisse in einer Sendegruppe zusammengestellt und mit „senden“ markiert. Übriggebliebene Suchergebnisse werden zum Entfernen markiert. Bei einer verfügbaren Verbindung mit dem Benutzer werden die Suchergebnisse der Sendegruppe als „gesendet“ gekennzeichnet. Gleichzeitig werden die Einträge der „History der Ausgaben“ bezüglich ihrer Aktualität überprüft. Gesendete Suchergebnisse, die älter als ein Tag sind, werden zum Entfernen markiert. Um den Prozess mehrmals mit denselben Ergebnissen durchführen zu können, ist es möglich, alle Markierungen (Option „Typ wiedergeben“) sowie die PA (Option „PA gleich 0 einsetzen“) zurückzusetzen.

Auch hier werden alle durchgeführten Abläufe ausführlich mittels „Monitoring“ dargestellt. Dementsprechend kann vom Priorisierungsprozess jeder Schritt der Datenverarbeitung verfolgt werden.

7.4 Benutzerinterface

Nachdem der Demonstrator vorgestellt und die Realisierung der Datenverarbeitungsprozesse gezeigt wurde, beschäftigt sich dieser Abschnitt mit dem Benutzerinterface. Hierbei handelt es sich um eine Webapplikation, mit der der Benutzer den Zugriff zum System SFINKS erhält.

7.4.1 Anmeldung

Ein Benutzer, der auf die kontextsensitiven Dienste von SFINKS zugreifen möchte, muss sich beim System registrieren. Das Login-Fenster (Abb. 7.22) wird ihm bereitgestellt, nachdem er im Browser die Adresse des Servers SFINKS eingibt.



Abbildung 7.22: Benutzerinterface: Anmeldung

Informationen, die dabei vom Benutzer verlangt werden, dienen dem System dazu, den Benutzer wiedererkennen zu können, nicht aber um ihn zu identifizieren. Deshalb ist es unwichtig, was für ein Name der Benutzer angibt. Die E-Mail-Adresse wird stattdessen vom System nur dann verwendet, wenn der Benutzer sein Passwort vergisst (Abb. 7.22, links). Aber auch dann muss er nur seinen bei der Registrierung frei gewählten Name angeben. Das neue Passwort wird automatisch vom System generiert und dem Benutzer per E-Mail mitgeteilt.

Nach der Anmeldung erhält der Benutzer den Zugriff zur Hauptseite des Interfaces (Abb. 7.22, rechts). Das Menü besteht aus zwei Optionsgruppen. Die Optionen sind in Form von Icons dargestellt. Die vertikale Gruppe betrifft Informationen über den Benutzer wie z. B. seine Interessen, Termine usw., die von ihm überprüft und aktualisiert werden können. Mit der horizontalen Gruppe der Icons werden dem Benutzer kontextsensitive Dienste zur Verfügung gestellt.

7.4.2 Informationen über einen Benutzer

Die sich im Benutzerinterface befindenden Optionen sind aus den Anforderungen der verschiedenen im Demonstrator durchgeführten Szenarios heraus entwickelt worden. Deshalb sind im Menü Optionen wie „Benutzerdaten“, „Interessen“ oder „Zeitplan“ zu finden, mit denen dem System direkt vom Benutzer Informationen übergeben werden können (Abb. 7.23).

The screenshot displays a user interface with several panels and a central navigation area. The panels are:

- Benutzerdaten:** Shows user ID (3), Name (aga), E-Mail (aga@gmx.de), and sections for Interests (Buch: Roman, Film: Komödie, Thriller), Zeitplan (Besuch, Einkauf), Messungen (Aufenthalt, Temperatur, Akku), and Passwort ändern.
- Datenaktualisierung:** Fields for Name (aga) and E-Mail (aga@gmx.de) with Leeren and Speichern buttons.
- Interessen:** Buttons for Neu, Liste, and Entfernen. Shows current interests: Buch: Roman, Film: Komödie, Thriller.
- Interessen entfernen:** Buttons for Zurück and Entfernen. Shows current interests and categories (Buch: Film, Komödie, Thriller).
- Interessenliste:** Buttons for Zurück and Speichern. Shows a list of interests and categories (Fernsehen, Fest, Film, Gastronomie, Gesundheit; Abenteuer, Action, Actionthriller, Animation, Beziehung).
- Neues Interesse:** Buttons for Zurück, Leeren, and Speichern. Fields for Interesse and Kategorie.
- Zeitplan:** Buttons for Zeitplan and Neuer Termin. Shows a list of appointments: 27.05.09, 14:30, Besuch; 27.05.09, 20:00, Einkauf.
- Termin:** Buttons for Zurück, Entfernen, and Speichern. Fields for Betreff (Besuch), Tag (2009-05-27), Beginn (14:30:00), Ende (17:00:00), and Ort (Jena).

Red arrows indicate the flow of information and navigation between these panels, showing how data is updated and managed across the interface.

Abbildung 7.23: Benutzerinterface: Informationen über einen Benutzer

Mit der Option „Benutzerdaten“ können Informationen wie z. B. Interessen, Termine oder Messwerte, die den Benutzer betreffen, ausgegeben werden. Hat der Benutzer andere Vorlieben, kann er diese mit der Option „Interessen“ beliebig ändern. Die Interessen können entfernt oder um neue ergänzt werden. Einige Interessen mit möglichen Kategorien, die in einer Liste zusammengestellt wurden, stehen dem Benutzer zur Auswahl. Um neue Termine eintragen oder andere aktualisieren zu können, dient dagegen die Option „Zeitplan“. Da diese Optionen in ihrer Funktionalität denen aus Abschnitt 7.3.1 entsprechen, wird an dieser Stelle auf weitere Erklärungen verzichtet. Die übrigen zwei Optionen ermöglichen dem Benutzer ein neues Passwort zu setzen (Abb. 7.23, „Passwort ändern“), seinen Namen zu ändern sowie seine E-Mail-Adresse zu aktualisieren („Datenaktualisierung“). Mit diesem Teil des Interfaces kann der Benutzer persönliche Informationen verwalten.

7.4.3 Dienste

Den wichtigsten Teil des Benutzerinterfaces bilden die Optionen zu den kontextsensitiven Diensten. Die dafür verantwortlichen Prozesse werden automatisch und im Hintergrund ausgeführt. Somit bleiben diese für den Benutzer unsichtbar. Dies wiederum zeigt die Notwendigkeit eines Demonstrators zum Testen des Systems.

Aus den in Abschnitt 3.2 vorgestellten Gründen findet die Datenverarbeitung auf dem Server statt. Dementsprechend ist eine Verbindung zwischen dem Benutzer (Client) und dem System (Server) notwendig. Da das Benutzerinterface als eine Webapplikation programmiert wurde, ist es ausgeschlossen, dass der Server eine Verbindung mit dem Client initiiert. Infolgedessen wurden im Benutzerinterface die Icons des oberen Menüs separat gestaltet. Diese sind die ganze Zeit unabhängig davon sichtbar, was der Benutzer gerade tut. In bestimmten Zeitabständen, die beliebig konfiguriert werden können, wird automatisch eine Verbindung mit dem Server hergestellt. Der Benutzer selbst merkt davon nichts. Befinden sich auf dem Server Informationen oder Meldungen, die dem Benutzer geliefert werden sollen, werden ihm diese geschickt. Der Benutzer wird darüber im Benutzerinterface mit Hilfe von entsprechenden Icons (Abb. 7.24, Icons mit gelben Hintergrund) benachrichtigt. Dann wird die Verbindung beendet. Um die nachfolgenden Daten wieder an den Benutzer senden zu können, muss eine neue Verbindung aufgebaut werden. Das geschieht entweder beim Anmelden des Benutzers am Server, wenn eine Anfrage vom Benutzer an das System gerichtet wird, oder automatisch in einer vordefinierten Zeit durch das Benutzerinterface.

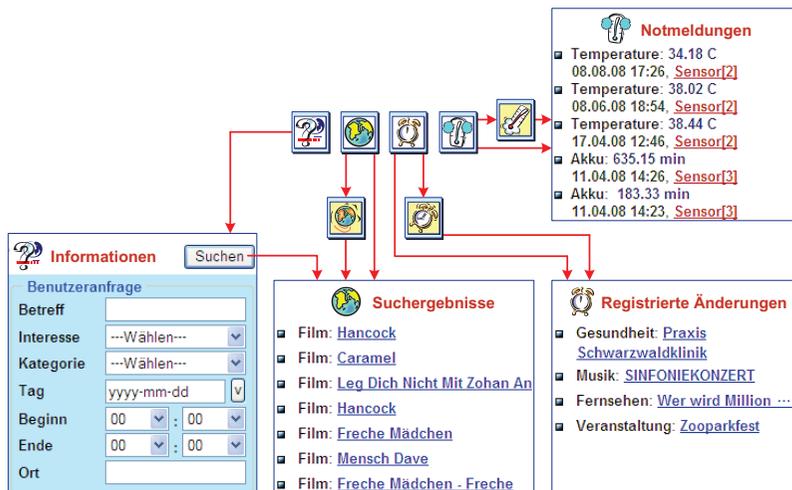


Abbildung 7.24: Benutzerinterface: Kontextsensitive Dienste

Mit Hilfe eines Eingabefensters (Abb. 7.24, Option „Benutzeranfrage“) kann der Benutzer eine personalisierte Suche nach Informationen starten. Bei der Benutzeranfrage ist es möglich, einen Betreff anzugeben. Ein Interesse mit einer zugehörigen Kategorie kann aus den entsprechenden Listen ausgewählt werden. Der Tag kann

mit Hilfe eines integrierten Kalenders ausgewählt werden. Mit Beginn und Ende können außerdem die zeitlichen Rahmen von Ereignissen, die gesucht werden sollen, genauer definiert werden. Dabei kann auch explizit auf einen Ort verwiesen werden. Welche Rolle die vom Benutzer gegebenen Informationen bei den Verarbeitungsprozessen spielen, wurde bereits mehrmals diskutiert. An dieser Stelle soll nur noch erwähnt werden, dass die Benutzeranfrage nicht vollständig sein muss, da diese noch automatisch vom System mit Informationen des Benutzerprofils ergänzt wird.

Mit dem Button „Suchen“ (Abb. 7.24, Option „Benutzeranfrage“) werden die Datenverarbeitungsprozesse gestartet. Dem Benutzer werden an seinen Kontext adaptierte Suchergebnisse geliefert. Diese werden in Form einer Aufstellung (Abb. 7.24, Option „Suchergebnisse“) aufgelistet. Zu jedem angezeigten Titel können dem Benutzer per Link zusätzlich detaillierte Informationen geliefert werden. Die an dem betreffenden Tag schon gesendeten Informationen sind ebenfalls unter der Option „Suchergebnisse“ zu sehen. Das Icon dieser Option kann sich ändern, um den Benutzer in seiner freien Zeit auf neue personalisierte Informationen aufmerksam zu machen.

Mit der Option „Registrierte Änderungen“ (Abb. 7.24) wird der Benutzer über Änderungen der ihm am Tag gelieferten Informationen benachrichtigt sowie an den nächsten Termin erinnert. Soll dem Benutzer eine neue Nachricht übermittelt werden, wird das auch mit einem geänderten Icon signalisiert. Per Link kann ebenfalls auf detaillierte Informationen zugegriffen werden. Diese Informationen betreffen aber nur den aktuellen Tag.

Bei einer Notmeldung (Abb. 7.24, Option „Notmeldungen“) wird der Vorgang ähnlich wie bei den anderen Optionen durchgeführt. Der Unterschied liegt nur darin, dass die Sendung dieser Information periodisch wiederholt wird. Wenn der Benutzer trotzdem nicht reagiert und zu einer solchen Information eine zusätzliche Bedingung definiert wurde, wird die daraus folgende Prozedur ausgeführt. Das passiert wenn z. B. eine Messung, die den gesundheitlichen Zustand des Benutzers betrifft, einen kritischen Wert angenommen hat. Als Prozedur kann in einer solchen Situation das Absenden einer Mitteilung an einen Arzt oder an Familienangehörige betrachtet werden. Unter der Option „Notrufmeldungen“ kann der Benutzer auch auf andere Messwerte zugreifen, um diese vergleichen zu können.

7.5 Sicherheitsaspekte

Voraussetzung für die Verwendung von Systemen im Internet ist die Berücksichtigung grundlegender Sicherheitsaspekte. Darunter werden alle technischen und organisatorischen Maßnahmen verstanden, die die im System zu verarbeitenden Daten schützen [LeMi02]. Dazu müssen Sicherheitsmechanismen in Systemen, bei der Übertragung sowie für die Dienste und Anwendungen implementiert werden, die die Daten vor verschiedenen Bedrohungen wie Abhören, Manipulation, Sabotage usw. schützen [ITWi09g].

Die Thematik „Sicherheit“ umfasst ein sehr breites Spektrum, das diese Arbeit in seiner Gesamtheit sprengen würde. Aus diesem Grund werden in diesem Abschnitt nur einige Aspekte bezüglich des Betriebssystems, des Webservers, der verwendeten Software, der Webapplikation und der Datenbanken näher beleuchtet. Um die Sicherheit eines an das Internet angeschlossenen Systems wie SFINKS zu gewährleisten, ist schon während der Konzeptionsarbeiten auf entsprechende Schutzmaßnahmen zu achten.

7.5.1 Betriebssystem und Server

Ein gut geschütztes Betriebssystem inkl. Serveranwendung gehört zu den fundamentalen Voraussetzungen, die bei einer Webapplikation unbedingt erfüllt werden müssen. Zuerst sollte aber explizit der Zweck des Servers bestimmt werden, um sich nur auf die erforderlichen Dienste konzentrieren zu können. Danach können die entsprechende Installation und die Konfiguration durchgeführt und ausgewählte Dienste (z. B. Web, FTP, Mail) aktiviert werden. Nach der Grundregel sollte dabei nur die notwendige Software installiert werden und nur das Minimum der benötigten Dienste, die von den Aufgaben des Servers abhängen, zur Verfügung gestellt werden. Nur auf diese Weise können notwendige Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt werden [BaMa04].

SFINKS ist ein Prototyp eines kontextsensitiven Systems, der sich noch in der Entwicklungsphase befindet. Deshalb wurde für den Aufbau der Webapplikation die XAMPP-Distribution in der aktuellen Version 1.6.4 für Microsoft Windows gewählt. Die Gründe dafür wurden in Abschnitt 7.1 erläutert.

7.5.2 Verwendete Software

Ähnliche Regeln gelten für die genutzte Software. Eine mangelhafte Konfiguration kann hierbei eine unmittelbare Gefahr für die Sicherheit des Systems bilden. Mit Hilfe von XAMPP konnte die Installation und Konfiguration der notwendigen Software wie PHP und phpMyAdmin (Abschnitt 7.1) problemlos durchgeführt werden.

7.5.3 Webapplikation

Unabhängig davon, wie gut eine Softwareumgebung für die Webapplikation konfiguriert wurde, sollte man ebenfalls an den Schutz eigener Webapplikationen denken. Dies schließt beispielsweise den Schutz des Programmcodes ein. Es sollten hierbei vordefinierte Sicherheitsregeln während der Erstellung des Skriptes beachtet werden. Funktionen zur Rückgewinnung verlorener Passwörter oder deren Änderung müssen besonders aufmerksam entwickelt und behandelt werden. Soll ein Passwort von einem Benutzer erstellt werden, muss dieses noch vor der Speicherung im System geprüft werden. Es ist dabei auszuschließen, dass der Benutzer ein leeres oder zu einfaches Passwort verwendet. Bevor ein Passwort akzeptiert wird, ist es bezüglich der Länge und der Anfälligkeit gegenüber typischer Angriffe wie z. B. Wörterbuchangriff zu überprüfen. Ein Passwort sollte auch regelmäßig vom Benutzer geändert werden. Um eine solche Änderung zu erzwingen, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen [BaMa04].

Informationen, die zwischen einem Benutzer und dem System übertragen werden, sind gegen unterschiedlichste Angriffe von außen empfindlich. *Cross-Site Scripting* (XSS) ist beispielsweise ein Angriff, bei dem in einer originalen Webseite fremder Code einer clientseitigen Skriptsprache (meist JavaScript) eingefügt wird. Ein Beispiel für das Cross-Site Scripting ist die Übergabe von Parametern an ein serverseitiges Skript, das eine dynamische Webseite erzeugt. Dies kann etwa das Eingabefenster einer Webseite sein. Die eingegebenen Daten werden auf der Webseite wieder als Seiteninhalt ausgegeben, wenn die Seite von Benutzern aufgerufen wird. So ist es möglich, manipulierte Daten an Benutzer zu senden. Benutzeroperationen können

dadurch wiederum manipuliert werden [Enzy09d]. Gegen solche Angriffe sind besonders Applikationen anfällig, die Daten von Benutzern an einen Browser senden, ohne vorher die Inhalte zu überprüfen oder diese zu verschlüsseln [ITWi09l]. Aus diesem Grund müssen diese vor einer Weiterverarbeitung unbedingt geprüft werden.

Um bei einer Kommunikation sicherzustellen, dass der Kommunikationspartner auch derjenige ist, für den er sich ausgibt, hilft die Authentifizierung. Diese ermöglicht die eindeutige Wiedererkennung eines Benutzers über einen Namen und ein Passwort [IWM09]. Die Authentifizierung hat den Zweck, Systemfunktionen vor Missbrauch zu schützen [ITWi09b] und ist deshalb unbedingt an der Serverseite durchzuführen.

Zu weiteren Sicherheitsmaßnahmen gehören organisatorische und technische Vorkehrungen wie z. B. eine Zugriffskontrolle (*access control*), bei der nur berechtigte Personen auf ein System, einen Dienst oder bestimmte Daten zugreifen können. Die Zugriffskontrolle ist eine Sicherheitsfunktion, mit der Datenverarbeitungssysteme gegen unberechtigte Benutzer geschützt werden [ITWi09m]. Durch Autorisierung und die Vergabe von Zugriffsrechten können die Möglichkeiten des unberechtigten Zugriffs auf Programme und Daten weitestgehend eingeschränkt werden. Die Kontrolle erfolgt typischerweise über Passworte, die Gewährung von Privilegien oder das Bereitstellen von Attributen.

Die Zugriffsbeschränkung zu Ressourcen kann darüber hinaus mit Hilfe der Identität des Benutzers und seiner Zugehörigkeit zu einer Gruppe (DAC, *Discretionary Access Control*) gesteuert werden. Somit werden die Zugriffsrechte für (Daten-) Objekte für jeden Benutzer festgelegt. Die Entscheidung über Zugriffsberechtigungen kann aber auch auf der Basis zusätzlicher Regeln und Eigenschaften (MAC, *Mandatory Access Control*) wie Kategorisierungen, Labels, Code-Wörtern usw. oder aufgrund einer bestimmten Rolle des Benutzers im System und des Verantwortungsbereiches (RBAC, *Role Based Access Control*) realisiert werden [Enzy09y]. Abhängig davon erlaubt oder verbietet das System den Zugriff auf bestimmte Ressourcen.

Bei Anwendungen, die auf zustandslosen Protokollen basieren (z. B. Webanwendungen), wird eine Session-ID (*session identifier*) als Identifikationsmerkmal verwendet, um mehrere zusammengehörige Anfragen eines Benutzers zu erkennen und einer Sitzung zuzuordnen [Enzy09p]. Als Sitzung wird hierbei eine logische Verbindung zwischen zwei adressierbaren Einheiten im Netz bezeichnet, über die Daten ausgetauscht werden können [ITWi09h]. Die Übernahme der Session-ID durch eine unberechtigte Person kann zur Umgehung der implementierten Mechanismen für die Identifizierung und Autorisierung führen. Um dies zu vermeiden, muss sie entsprechend geschützt werden. Die Übertragung von Daten zwischen dem Server und dem Benutzer sollte deshalb verschlüsselt erfolgen (z. B. mit HTTPS-Protokoll).

Um die Sicherheit der Webapplikation zu gewährleisten, wurden in SFINKS entsprechende Maßnahmen vorgenommen. Ihr Umfang wurde aber auf die notwendigen Aspekte begrenzt. Beispielsweise wurden alle im System verwendeten Funktionen bezüglich ihrer Bestimmung entsprechend klassifiziert und separat gespeichert. Den Zugang zum System erhält der Benutzer durch eine Anmeldung. Er wird über einen Benutzernamen und ein Passwort wiedererkannt. Die Authentifizierung und die Autorisierung werden dabei in einem Schritt realisiert. Der Benutzer loggt sich in das System ein und erhält damit den Zugang zu den Systemressourcen und -diensten. Um das Benutzerpasswort zu verifizieren, wurden entsprechende Funktionen in die

Anmeldeprozedur des Benutzerinterfaces und beim Webserver eingebaut. Im Falle eines verlorenen Passworts wird ein neues Passwort unter Verwendung eines Zufalls-generators ermittelt und dem Benutzer an die von ihm während der Registrierung angegebene E-Mail-Adresse geschickt.

7.5.4 Datenbank

Der Datenbankserver sollte an eine Firewall angekoppelt werden, sodass er vor Angriffen aus dem Internet geschützt ist. Die an die Datenbank gesendeten Informationen sollten auch verschlüsselt werden. Dazu kann beispielsweise das SSL (*Secure Socket Layer*) verwendet werden. Mehr zu diesem Thema ist in [BaMa04] zu finden.

Oft ist es notwendig, wichtige Informationen wie z. B. Passworte aufzubewahren. Diese können in einer Textdatei oder in einer Datenbank gespeichert werden. Die Aufbewahrung einer solchen Datei in unverschlüsselter Form kann für das System und die Applikation gefährlich sein. Deswegen sollten alle für das System wichtigen und vertraulichen Informationen unbedingt verschlüsselt werden. Das betrifft nicht nur die Speicherung, sondern auch die Übermittlung solcher Informationen. Im System sind diese separat aufzubewahren und besonders gut zu schützen [BaMa04].

Die in einer Datenbank gespeicherten Daten sollen auch vor unterschiedlichen Angriffen von außen geschützt werden. Zu solchen Bedrohungen gehört beispielsweise die SQL-Injection, bei der eine Sicherheitslücke in Zusammenhang mit SQL-Datenbanken ausgenutzt wird. Bei diesem Angriff werden über eine Anwendung, die den Zugriff auf die Datenbank ermöglicht, Datenbankbefehle eingeschleust, um Daten zu verändern oder die Kontrolle über den Datenbankserver zu erhalten. Um solche Angriffe zu verhindern, sollten Benutzereingaben immer vor der Verarbeitung vom System geprüft werden [Enzy09s]. Dem Benutzer sollten auch bestimmte Fehlermeldungen nicht gezeigt werden. Damit sind insbesondere solche gemeint, die Informationen über die Struktur der Datenbank enthalten [Eiob07]. Mehr Informationen dazu sind in [NEXT07] und [Szel04] zu finden.

Um den SFINKS-Rechner vor Angriffen zu schützen, wurde die Microsoft Windows Firewall (XP) aktiviert und entsprechend konfiguriert. Vertrauliche Informationen wie Passworte werden verschlüsselt und in einer separaten Datenbank (`db_system`) aufbewahrt (Abschnitt 7.2.1). Auch die Konfigurationsdateien werden nicht in den Skripten, sondern in Textdateien in einem separaten Ordner aufbewahrt (Abschnitt 7.2.2).

7.5.5 Datenschutz

Heutzutage besteht von unterschiedlichen Instanzen wie z. B. Firmen, Versicherungsgesellschaften sowie Softwareentwicklern ein großes Interesse an der Nutzung und Auswertung personenbezogener Daten. Auch während der Internetnutzung werden in vielen Bereichen unterschiedliche und den Benutzer betreffende Informationen gesammelt [JaLe02]. Es wird dabei oft nicht klar definiert, wofür die Daten benutzt werden. Um die Benutzer vor einem möglichen Missbrauch ihrer Daten zu schützen, gibt es internationale, europaweite und nationale Richtlinien.

Die internationale Organisation OECD (*Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*) legt beispielsweise Richtlinien für den Datenschutz und die

grenzüberschreitende Übermittlung personenbezogener Daten fest. Dies umfasst alle Medien zur Verarbeitung von Personendaten, alle Verarbeitungsarten für personenbezogene Daten und alle sonstigen Daten [Enzy09e]. Nach den OECD-Richtlinien soll der Benutzer vor allem darüber informiert werden, wo seine privaten Daten gespeichert sind, wer Zugang zu diesen hat und wie sie benutzt werden. Diese Richtlinien sollen in den kommenden Jahren im öffentlichen und privaten Sektor der Mitgliedsländer umgesetzt werden [OECD08].

In Deutschland wird der Datenschutz auf nationaler Ebene vom *Bundesdatenschutzgesetz* (BDSG) geregelt [ITWi09c]. Dieses Gesetz schützt die Persönlichkeitsrechte beim Umgang mit personenbezogenen Daten. Es setzt voraus, dass jede Person über die Weitergabe und Nutzung ihrer persönlichen Informationen selbst entscheiden kann [Enzy09a]. Dadurch werden das Individuum und dessen Privatsphäre vor nicht legitimiertem Gebrauch und vor allem vor Missbrauch geschützt. Das Gesetz beschreibt die technischen und organisatorischen Maßnahmen, die die Datenspeicherung, die Datenübermittlung, die Veränderung der Daten, die Zuverlässigkeit der Datenverarbeitung, die Rechte der Betroffenen, das Datengeheimnis und die Datenschutzkontrollen betreffen [ITWi09c].

Für den Bereich der Information und Kommunikation existiert dagegen das *Informations- und Telekommunikationsdienste-Gesetz* (IuKDG). Mit diesem Gesetz werden die Rahmenbedingungen für Informations- und Kommunikationsdienste geregelt. Das IuKDG ist ein zusammenfassendes Bundesgesetz für Teledienste, den Datenschutz, die digitale Signatur usw., die jeweils in einzelnen Gesetzen und Verordnungen geregelt werden [ITWi09d]. Dazu gehört unter anderem das Bundesgesetz für den Datenschutz der Teledienste TDDSG (*Teledienstschutzgesetz*). Das TDDSG regelt den Schutz von Daten solcher Personen, die Telekommunikationsdienste nutzen oder anbieten. Dieses Gesetz umfasst somit die Grundregeln für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten [ITWi09j].

Auch in SFINKS wurde von Anfang an großer Wert auf den Datenschutz gelegt. So werden beispielsweise beim Benutzerprofil zum Teil sensible Daten wie z. B. Aufenthaltsort, Aktivitäten erhoben. Um die Privatsphäre der Benutzer zu sichern, wurden personenbezogene Daten anonymisiert. Jedem Benutzer wird bei der Registrierung im System automatisch eine einmalige ID zugeordnet. Dort wo die Anonymisierung wie z. B. bei der Registrierung nicht möglich war, können Pseudonyme verwendet werden. Für die Funktionalität des Systems ist die tatsächliche Identität des Benutzers nicht erforderlich. Deshalb kann der Benutzer anstatt mit seinem richtigen Namen über ein selbst gewähltes Pseudonym wiedererkannt werden. In Abschnitt 7.3.1 wurde gezeigt, wie das auf Benutzer- und Systemebene gelöst wurde. Der Benutzer kann auch alle über ihn im System gespeicherten Informationen, die für die kontextsensitiven Dienste verwendet werden, einsehen und entsprechend verwalten. Mit diesen Maßnahmen werden die grundlegenden Richtlinien beim Umgang mit personenbezogenen Daten eingehalten.

7.6 Kapitelzusammenfassung

In Kapitel 7 wurde die praktische Umsetzung von SFINKS vorgestellt. Zunächst wurde auf die verwendeten Technologien eingegangen. Da SFINKS noch nicht für den produktiven Einsatz vorgesehen ist, dient als Basis eine XAMPP-Distribution

für Microsoft Windows. Danach stand die Realisierung der Datenbanken im Mittelpunkt. Es wurden die Strukturen der Datenbanken, die eine entscheidende Rolle für das System spielen, vorgestellt.

Mit SFINKS sollte eine Architektur für ein System, das kontextsensitive Dienste für mobile Teilnehmer anbietet, unter der Berücksichtigung der Bewertungskriterien aus Abschnitt 3.8 entworfen und untersucht werden. Um dies zu realisieren wurde ein Demonstrator aufgebaut. Mit dem Demonstratorinterface „Benutzerinformationen“ ist es möglich, Informationen über die registrierten Benutzer einzusehen und zu editieren sowie die Kontextinformationen zu erfassen. Mit der Profilmodellierung wurde gezeigt, wie ein Allgemeinprofil erstellt und aus diesem das Benutzerprofil erzeugt wird. Die aufgrund dieses Profils aus den lokalen und externen Quellen gewonnenen Informationen werden verwendet, um mit Hilfe der Datenverarbeitungsprozesse kontextsensitive Informationen zu gewinnen. Um die Funktionalität einzelner Prozesse analysieren, prüfen und testen zu können, wurden im Demonstrator entsprechende Interfaces integriert.

Mit dem Beobachtungsinterface ist es möglich, häufig angefragte Informationen zu erkennen, Änderungen im Benutzerprofil und in den lokalen Datenbanken zu überwachen sowie lokal gespeicherte Informationen aus den externen Quellen zu aktualisieren. Mit dem Suchinterface kann dagegen gezeigt werden, welche Abhängigkeiten zwischen den Suchergebnissen, den Benutzeranfragen, dem Benutzerprofil und den Ressourcen bestehen. Mit dem Selektionsinterface wird die Filterung der Suchergebnisse in Abhängigkeit der Benutzeranfragen und des Benutzerprofils visualisiert. Mit Hilfe eines weiteren Interfaces kann die Personalisierung der Suchergebnisse, die auch die zeitlichen und örtlichen Gegebenheiten des Benutzers berücksichtigen, verfolgt werden. Mit dem Priorisierungsinterface kann die Verarbeitung von jeder Datenausgabe untersucht werden. Dank „Monitoring“ konnten schon während der Programmierung Ungenauigkeiten aufgeklärt und aufgetretene Felder beseitigt werden. Der Demonstrator dient aktuell der Visualisierung der Prozesse und ihrer Zusammenhänge. Mit dem Demonstrator ist das Konzept der Datenverarbeitungsprozesse vollständig realisiert.

Als nächstes wurde das entwickelte Benutzerinterface, bei dem die Datenverarbeitung im Hintergrund der Anwendung erfolgt und somit für den Benutzer unsichtbar bleibt, vorgestellt. Zum Schluss wurden die Sicherheitsaspekte, die bei einem solchem System berücksichtigt werden müssen, erläutert.

8. Validierung

Aufgrund der in Kapitel 2 ausgewählten Informationssysteme für mobile Teilnehmer und der in Kapitel 3 dargestellten Bestandteile dieser Systeme wurden in Abschnitt 3.8 Bewertungskriterien eines kontextsensitiven Informationssystems diskutiert. Anschließend wurde das System SFINKS entworfen und untersucht. Um das System bewerten zu können, soll es nun mit Hilfe der bereits erwähnten Bewertungskriterien mit den in Kapitel 2 vorgestellten Informationssystemen verglichen werden. Dementsprechend ist SFINKS bezüglich der „Unabhängigkeit von Endgeräten“, von Schnittstellen und von Kommunikationstechnologien, sowie der „Erweiterbarkeit der Architektur“ und der „Kontextsensitivität“ zu validieren.

8.1 Überblick über den Testaufbau

SFINKS wurde als eine Webapplikation, die auf einem Client-Server-Modell basiert, entwickelt. Der Server SFINKS ist im Internet unter einer festen IP-Adresse (IP: 141.24.92.150) zugänglich. Um den Server zu erreichen, benötigt ein Client einen Internetzugang. Der Zugang zur Benutzerschnittstelle wird durch einen Webbrowser realisiert. Um die zur Validierung des Systems benötigten Tests durchführen zu können, wurde das in Abbildung 8.1 dargestellte Netzwerk eingerichtet. Als Clients werden bei diesem Szenario folgende Endgeräte verwendet:

- ein PC (Betriebssystem: Microsoft Windows XP Professional) mit einer Ethernet-Netzwerkkarte (IP: 141.24.92.181),
- ein Notebook (Siemens Amilo Pro V2000D, Betriebssystem: Microsoft Windows XP Professional) mit einer Ethernet- (IP: 141.24.93.168), einer GPRS- (IP: 10.230.173.43) und einer WLAN-Netzwerkkarte (IP: 192.168.1.3),
- ein GSM-Mobiltelefon (Nokia N95, Betriebssystem: Symbian OS) mit einem GPRS-Zugang (IP: 10.230.168.214) und einer integrierten WLAN-Netzwerkkarte (IP: 192.168.1.2) sowie einem Webbrowser, der JavaScript unterstützt,
- ein PDA (Fujitsu Siemens Pocket LOOX 720, Betriebssystem: Windows Mobile 2003 Version 4.2) mit integrierter WLAN-Netzwerkkarte (IP: 192.168.1.1).

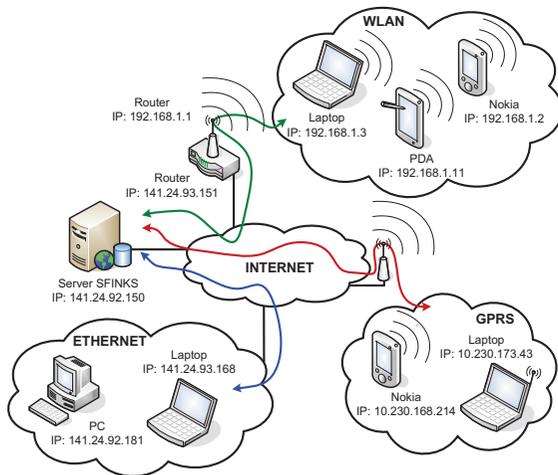


Abbildung 8.1: Überblick über den Testaufbau

Somit können für eine Kommunikation über Ethernet der PC und der Laptop verwendet werden. Um die Kommunikation zwischen den Clients und dem Server per GPRS zu testen, werden der Laptop und das Mobiltelefon Nokia genutzt. Um WLAN nutzen zu können, wird zusätzlich der Router „Asus WL-500g Premium“ eingesetzt. Für die Kommunikation über WLAN werden der Laptop, das Mobiltelefon Nokia sowie der PDA verwendet. Somit kann eine Verbindung zwischen Clients (PC, Laptop, Mobiltelefon Nokia und PDA) und Server mit den Kommunikationstechnologien WLAN, GPRS und Ethernet realisiert werden. Mit Hilfe des Testaufbaus werden in den folgenden Abschnitten hintereinander die Bewertungskriterien zur Beurteilung eines kontextsensitiven Systems untersucht.

8.2 Unabhängigkeit von Endgeräten

Mit dem Kriterium „Unabhängigkeit von Endgeräten“ sollte überprüft werden, ob das System SFINKS von der Art des Gerätes unabhängig ist. Dazu wurden der PC, der Laptop, das Mobiltelefon Nokia (Abb. 8.2) und der PDA verwendet.

Jedes Endgerät wurde für die Verbindung mit dem Internet entsprechend konfiguriert. Diese Einstellungen sind vom Gerät und nicht vom System SFINKS abhängig. Um auf einem Endgerät HTML-Dokumente darstellen zu können, ist ein Webbrowser nötig. Ein Browser gehört heutzutage zur Standardsoftware. Eine separate Installation war deshalb auf den Geräten nicht nötig. Mit den so vorbereiteten Endgeräten wurde dann eine Verbindung mit dem Server SFINKS hergestellt und die Hauptseite der Anwendung aufgerufen (Abb. 8.2).

Während des Testverfahrens konnte festgestellt werden, dass jedes Endgerät, das mit einer Internetverbindung und einem Webbrowser ausgestattet war, zur Nutzung von SFINKS verwendet werden kann. Demzufolge ist das System SFINKS nicht von der Art des Gerätes abhängig. Um die Dienste von SFINKS in Anspruch zu

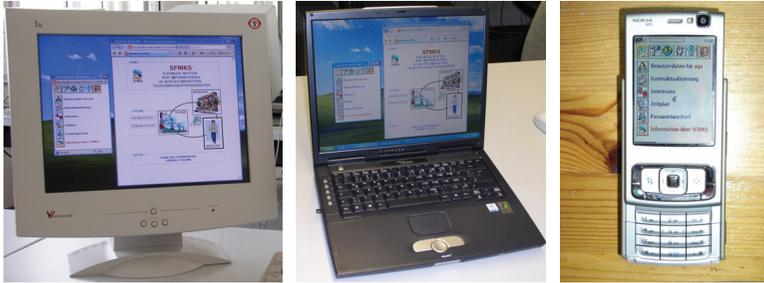


Abbildung 8.2: Getestete Endgeräte: PC, Laptop, Mobiltelefon Nokia

nehmen, kann der Benutzer ein beliebiges Endgerät, das einen Zugang zum Internet ermöglicht, verwenden.

8.3 Unabhängigkeit von Schnittstellen

Als nächstes wurde geprüft, ob die Benutzerschnittstelle von SFINKS von der Software des Endgerätes (Webbrowser) abhängig ist. Zum Test wurden der Laptop, der PC, das Mobiltelefon Nokia sowie der PDA benutzt. Bei jedem Gerät wurde eine Verbindung zum Internet eingerichtet. Auf dem Laptop und dem PC wurden neben dem Internet Explorer (Version 7), der als Standardbrowser zur Verfügung stand, noch zwei der heutzutage am meisten verwendeten Webbrowser (Opera Version 9.63, Mozilla Firefox Version 3.0.1) installiert. Auf dem Mobiltelefon Nokia war als Webbrowser der Internet Explorer (Version 7) vom Hersteller vorinstalliert. Auf dem PDA stand ebenfalls ein Mobile Internet Explorer zur Verfügung, der jedoch kein JavaScript unterstützt.

Im Browser wurde die IP-Adresse des Servers SFINKS eingegeben. Damit wurde die Startseite der Anwendung aufgerufen. Dann wurde die Funktionalität der Benutzerschnittstelle validiert, indem die einzelnen Menü-Optionen untersucht wurden. Die Screenshots der drei Browser aus dem Laptop sind in Abbildung 8.3 zu sehen.



Abbildung 8.3: Getestete Browser: Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox

Auf dem Laptop und dem PC konnte die Applikation SFINKS in jedem Browser problemlos gestartet und genutzt werden. Abhängig vom Browser konnten einige Unterschiede in der grafischen Darstellung der Seiten und Interaktionsfenster erkannt werden. Auch die Reaktion des Interfaces auf die Benutzereingaben war nicht bei jedem Browser identisch. Der Grund dafür liegt in solchen Funktionen, die in JavaScript programmiert wurden und vom Browser ausgeführt werden müssen. Allerdings beeinträchtigte dies nicht die Funktionalität der Applikation.

Bei dem Mobiltelefon Nokia konnte der Test ebenfalls positiv durchgeführt werden. Es wurden dabei keine Störungen bemerkt. Mit dem Internet Explorer, der JavaScript unterstützt, konnten alle Optionen des Benutzerinterfaces problemlos aufgerufen werden.

Im Fall des PDAs konnte die Verbindung mit dem Server hergestellt werden. Die Hauptseite wurde ebenfalls problemlos gestartet. Bei der Funktionalität der Applikation wurden jedoch einige Einschränkungen festgestellt. Die im Benutzerinterface eingegebenen Werte werden nicht beim Client, sondern erst beim Server überprüft. Die vom System daraufhin generierten Mitteilungen über Suchergebnisse, Informationsänderungen sowie über kritische Werte wurden dem Benutzer aber nicht signalisiert. Nach Auswahl der entsprechenden Optionen im Menü des Benutzerinterfaces waren diese aber wieder zugänglich. Diese Einschränkungen liegen darin begründet, dass die für die Signalisierung verantwortlichen JavaScript-Funktionen auf dem PDA nicht gestartet werden konnten. Der Webbrowser auf dem PDA unterstützte kein JavaScript. Ein Update sowie eine Installation eines anderen Webbrowsers schlugen leider fehl.

Mit diesem Test konnte festgestellt werden, dass für die Anwendung von SFINKS unterschiedliche Webbrowser verwendet werden können. Bei der Bedienung des Benutzerinterfaces können abhängig vom Typ und der Version des Browsers minimale Unterschiede auftreten. Beim Wechsel des Gerätes ist somit keine Installation von zusätzlicher Software nötig. Um die vollständige Funktionalität der Benutzerschnittstelle nutzen zu können, muss der Browser in der Lage sein, JavaScripte zu interpretieren. Da aktuelle Webbrowser dazu in der Lage sind, lässt sich schlussfolgern, dass die Anwendung nicht von der Schnittstelle abhängig ist. Der Benutzer kann somit einen beliebigen Browser nutzen, um die Dienste von SFINKS aufzurufen.

8.4 Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien

Mit dem Kriterium „Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien“ sollte validiert werden, ob für die Datenübertragung in SFINKS unterschiedliche Kommunikationstechnologien verwendet werden können. Getestet wurde die Kommunikation per Ethernet, WLAN und GPRS. Um den Datenaustausch zwischen einem Client (Laptop) und dem Server SFINKS verfolgen und Kommunikationsvorgänge im Netzwerk analysieren zu können, wurde auf dem Laptop das Programm Wireshark (Version 1.0.5) installiert. Dieser Netzwerkanalysator stellt den Netzwerkverkehr in Form einzelner Protokolldateneinheiten dar, die entsprechend gefiltert werden können. Da für die Übertragung das Anwendungsprotokoll HTTP dient, wurde im Wireshark entsprechend nach HTTP gefiltert.

Auf dem Laptop erfolgte die Verbindung zum Internet via Ethernet. Für den Test wurde das Programm Wireshark gestartet und im Browser (Opera) die IP-Adresse vom Server SFINKS eingegeben. Auf der Startseite wurde dann das Benutzerinterface gewählt. Dann erfolgte die Anmeldung am System. Nachdem der Zugang zur Hauptseite erlaubt worden ist, wurde der Analysator wieder gestoppt und die aufgezeichneten Daten nach HTTP gefiltert. Dieses Verfahren wurde auch für die Verbindungen per WLAN und GPRS eingesetzt. Die hierbei resultierenden Ergebnisse sind in den Screenshots von Wireshark in Abbildung 8.4 zu sehen.

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
27	2.4394155	141.24.92.150	141.24.92.150	HTTP	GET / HTTP/1.1
28	2.590813	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 302 Found
32	2.5924118	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08 HTTP/1.1
34	2.606042	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 401 Authorization Required (text/html)
40	3.393762	141.24.92.237	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
41	3.393794	141.24.92.237	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
42	3.393804	141.24.92.237	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
111	15.806422	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08 HTTP/1.1
112	15.812840	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 301 Moved Permanently (text/html)
116	15.842664	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/ HTTP/1.1
125	16.019835	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
133	17.939414	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bilder HTTP/1.1
143	17.946880	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
144	18.003317	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bilder HTTP/1.1
235	18.015903	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
254	20.427118	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/userif HTTP/1.1
259	20.647788	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
263	20.985593	141.24.93.73	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
264	20.987045	141.24.93.73	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
265	20.989385	141.24.93.73	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
266	20.990045	141.24.93.73	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
267	21.055879	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bilder HTTP/1.1
274	21.662712	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
275	21.743739	141.24.93.168	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/Funkt HTTP/1.1
302	21.754112	141.24.92.150	141.24.93.168	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (application/x-javascript)

Ethernet [Server-IP: 141.24.92.150, Laptop-IP: 141.24.93.168]

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
15	4.002030	192.168.1.3	192.168.1.3	HTTP	GET / HTTP/1.1
17	4.407663	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 302 Found
21	4.410321	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08 HTTP/1.1
23	4.426080	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 401 Authorization Required (text/html)
27	4.452731	192.168.1.3	213.236.208.60	HTTP	GET /hoststestfiboec&ndn=w1rhnd4IuksojPrFE9vA== HTTP/1.1
29	4.509385	213.236.208.60	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK
46	16.642205	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08 HTTP/1.1
47	16.649914	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 301 Moved Permanently (text/html)
51	16.653848	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/ HTTP/1.1
55	16.803503	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
58	16.843668	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bild HTTP/1.1
59	16.851819	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bild HTTP/1.1
69	16.861385	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
157	16.905478	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
155	16.928929	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /fav/icon.ico HTTP/1.1
180	16.945294	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (image/x-icon)
183	18.861201	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/userif HTTP/1.1
187	19.053588	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
188	19.061238	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/bild HTTP/1.1
189	19.067594	192.168.1.3	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS20-%20DEMONSTRATOR%20-%2005.05.08/funkt HTTP/1.1
194	19.070764	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
220	19.083787	141.24.92.150	192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (application/x-javascript)

WLAN [Server-IP: 141.24.92.150, Laptop-IP: 192.168.1.3]

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
4	1.191113	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET / HTTP/1.1
6	1.183139	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 302 Moved Temporarily
12	1.594301	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS HTTP/1.1
14	4.887027	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 401 unauthorized (text/html)
16	6.519374	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS HTTP/1.1
18	7.981476	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 301 Moved Permanently (text/html)
19	7.981476	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/ HTTP/1.1
23	9.774094	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
25	9.844155	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/bilder/logo_startseite.jpg HTTP/1.1
26	9.844184	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/bilder/sfinks_startseite.jpg HTTP/1.1
28	11.636732	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
47	35.982350	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
49	17.184710	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/userinterface/login/login_sette.php HTTP/1.1
51	18.837086	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
52	18.857115	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/bilder/logo.jpg HTTP/1.1
53	18.867129	10.230.173.43	141.24.92.150	HTTP	GET /xampp/SFINKS/funktionen/funk_pruef_Form.js HTTP/1.1
54	20.509491	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (JPEG JFIF image)
59	21.631104	141.24.92.150	10.230.173.43	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (application/x-javascript)

GPRS [Server-IP: 141.24.92.150, Laptop-IP: 10.230.173.43]

Abbildung 8.4: Verbindungen per Ethernet, WLAN, GPRS

Aufgrund dieser Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass die Art der Verbindung keinen Einfluss auf die HTTP-Kommunikation zwischen dem Server und dem Laptop hat. Unabhängig davon, ob die Daten per Ethernet, WLAN oder GPRS gesendet wurden, ergibt sich jedes Mal eine ähnliche Reihenfolge für den Austausch der HTTP-Pakete.

Die mit den Kommunikationstechnologien verbundene Verzögerungszeit ist besonders bei Echtzeit- und Multimedia-Anwendungen zu beachten. Die aktuelle Zeit spielt in SFINKS zwar eine wichtige Rolle, dies bezieht sich aber auf die Datenverarbeitung von den Prozessen. Dem Benutzer werden die Ausgaben nur als Textdatei gesendet. Bei einer detaillierten Suchausgabe können auch Bilder dabei sein. Auf

diese Dateiarten hat die Verzögerungszeit jedoch keinen großen Einfluss. Die Suchausgaben sollen dem Benutzer nur gesendet werden. Demzufolge arbeitet SFINKS unabhängig von der Kommunikationstechnologie.

8.5 Erweiterbarkeit der Architektur

Das Kriterium „Erweiterbarkeit der Architektur“ beurteilt die Ausbaufähigkeit der Systemarchitektur. Deshalb sollte an dieser Stelle geprüft werden, inwieweit das System um neue Komponenten erweitert werden kann.

Das System SFINKS besteht aus verschiedenen Modulen. Den Kern des Systems bilden PHP-Funktionen, die dem System gelieferte Daten verarbeiten. Informationsquellen werden als externe Module betrachtet. Dabei handelt es sich um die lokalen Datenbanken, von denen Informationen zur Verarbeitung bereitgestellt werden. Auch aus externen Quellen gewonnene Informationen werden in den lokalen Datenbanken aufbewahrt. Deshalb ist für das System irrelevant, welchen Ursprung die Daten, Messungen usw. haben, solange diese in den lokalen Datenbanken gespeichert werden. Demzufolge kann das System flexibel um neue Informationsquellen wie Sensoren, Webseiten, Datenbanken etc. erweitert werden.

Um Messungen von einem Sensor nutzen zu können, muss die Konfigurationsprozedur für Sensoren, wie in Abbildung 8.5 dargestellt, durchgeführt werden.

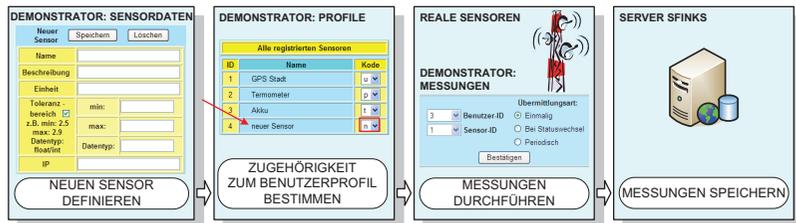


Abbildung 8.5: Konfigurationsprozedur für Sensoren

Dabei ist zuerst der Sensor zu definieren. Im Demonstrator SFINKS dient dazu die Option „Sensordaten“ (Abschnitt 7.3.3). Dort erfolgt die Beschreibung des Sensors, sodass die von ihm gelieferten Messwerte überwacht werden können. Der neue Sensor wird nun vom System erkannt und in der Liste der zugänglichen Sensoren eingetragen. Sind Messungen von diesem Sensor für das Benutzerprofil relevant, muss dieses zu einem Profil (persönlichen, technischen oder Umgebung) zugeordnet werden. Dadurch wird der Sensor im System registriert. Dann können Messungen durchgeführt werden. Werden diese mit der von SFINKS zugänglichen Software simuliert, muss nur das entsprechende Programm gestartet werden. Sollen Messwerte mit diesem Programm an einem externen Rechner simuliert und an den Server geliefert werden, wird zusätzlich eine sichere Verbindung (Abschnitt 7.5) mit dem Server benötigt. Die Messwerte werden in der lokalen Datenbank gespeichert. Auch im Fall von realen Sensoren ist eine gesicherte Verbindung mit dem Server notwendig. Bevor die Messwerte übertragen werden, findet eine Anmeldeprozedur statt, bei der der entsprechende Sensor vom Server authentisiert wird. Dann wird eine Verbindung mit der Datenbank hergestellt und gelieferte Messwerte dorthin gespeichert.

Mit der in Abbildung 8.6 gezeigten Erweiterungsprozedur für die Informationsquellen kann das System um eine neue Quelle erweitert werden. Die neue lokale Datenbank muss entsprechend der allgemeinen Datenbankstruktur für die Quellen (Abschnitt 7.2.2) gestaltet werden. Dazu ist eine Konfigurationsdatei vorzubereiten. Diese Datei wird im Ordner „System“ aufbewahrt. Um den Verarbeitungsprozess einen direkten Zugang zur Datenbank zu gewährleisten, muss schließlich in der Tabelle „Quellen“ (Hilfsdatenbank `db_suchen`) der Name der neuen Datenbank eingetragen werden. Damit ist diese Datenbank in den Such- und Beobachtungsprozess integriert.

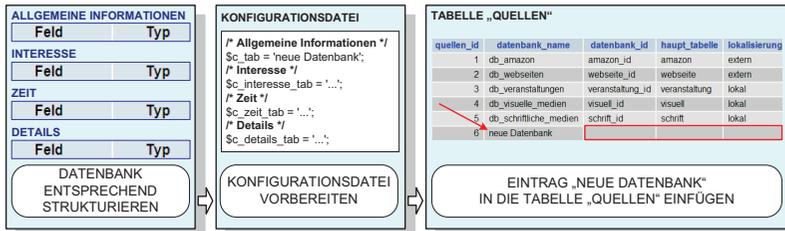


Abbildung 8.6: Erweiterungsprozedur für Informationsquellen

Befindet sich eine solche Datenbank auf einem externen Rechner, ist für die Datenübermittlung zusätzlich eine sichere Verbindung mit dem Server notwendig. Für das System ist der Standort dieser Datenbank irrelevant.

Um Informationen aus einer externen Quelle in SFINKS nutzen zu können, muss, wie bereits oben beschrieben, eine lokale Datenbank definiert und in das System eingebunden werden. In dieser Datenbank werden dann die von der Quelle gewonnenen Informationen gespeichert. In der Tabelle „Quellen“ (Hilfsdatenbank `db_suchen`) wird diese Datenbank als „extern“ markiert. Die Einträge dieser Datenbank werden infolge der externen Suche gewonnen. Für die Kommunikation zwischen dem System und der externen Quelle wird eine Schnittstelle benötigt. Wie in Abschnitt 6.2.4.2 gezeigt, ist für den Datenaustausch XML gut geeignet. Es muss dabei nur der logische Aufbau der Datei berücksichtigt werden, um die XML-Daten mit den PHP-Skripten parsen zu können.

Insgesamt konnte in diesem Abschnitt gezeigt werden, dass das System SFINKS mit den entsprechenden Einstellungen um weitere Komponente wie Sensoren, lokale und externe Informationsquellen erweitert werden kann.

8.6 Kontextsensitivität

Das Kriterium „Kontextsensitivität“ beschreibt die Empfindlichkeit des Systems bezogen auf die Kontextänderungen. Dementsprechend müssen Informationen und Dienste an den Benutzerkontext angepasst werden. Das System hat zusätzlich auch auf veränderte Informationen und Ereignisse zu reagieren. Um das in Bezug auf das System SFINKS zu validieren, wurden unterschiedliche Szenarien untersucht, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden.

8.6.1 Benutzeranfrage

Mit dem Benutzerinterface kann eine Frage an SFINKS gestellt werden. Die daraufhin gelieferten Informationen sollen sich auf den Benutzerkontext beziehen. Demzufolge wird getestet, ob bei einer Anfrage dieser Kontext berücksichtigt wird.

8.6.1.1 Suche infolge einer Benutzeranfrage (Test 1.1)

Der Benutzer hat sich gerade am System angemeldet und eine allgemeine Anfrage nach einem Film gestellt. Es wurden dabei keine weiteren Informationen übergeben. Dem Benutzer wurde daraufhin eine Liste der Suchergebnisse mit Titeln und zugehörigen Interessen geschickt. Die Information über die Interessen soll dem Benutzer helfen zu erkennen, worauf sich ein Titel bezieht. Zu jedem Titel existiert ein Link. Wenn dieser vom Benutzer ausgewählt wird, werden ihm detaillierte oder ergänzende Informationen wie z. B. Zeit, Ort des Ereignisses sowie Bild, Beschreibung usw. zugesendet. Die Anfrage, die gefundenen Suchergebnisse sowie die detaillierten Informationen eines Suchergebnisses sind in Abbildung 8.7 zu sehen.



Abbildung 8.7: Anfrage, Suchergebnisse, detaillierte Informationen

Mit dem Demonstratorinterface („Monitoring“) ist es möglich, den dabei durchgeführten Vorgang der Datenverarbeitung zu verfolgen. Somit kann geprüft werden, ob bei der Informationszusammenstellung die Kontextinformationen wirklich einbezogen und inwieweit diese von den Datenverarbeitungsprozessen verwendet wurden.

Die Anfrage (Interesse: „Film“) wurde am Sonntag, den 04.01.09, um 15:02 Uhr gestellt. Im Benutzerprofil befinden sich zu dieser Zeit folgende Interessen: „DVD“ (Kategorie: „Action“) und „Film“ (Kategorie: „Action“, „Komödie“). Für diesen Tag wurden folgende Termine geplant: „12:00–13:30 Spaziergang in Ilmenau“ und „17:15–19:30 Treffen mit der Familie in Meiningen“. Der Benutzer befindet sich gerade in Ilmenau (Bestimmung des Aufenthalts, 04.01.09, 15:02 Uhr).

Aufgrund der Anfrage des Benutzers und seines Profils wurde eine Suchanfrage formuliert. Die Suche nach den Informationen wird in verschiedenen Datenbanken durchgeführt. Um diesen Vorgang verfolgen zu können, wurden einige Informationen aus jeder Datenbank ausgewählt und in den Tabellen (Tab. A.3, A.1, A.2, A.4, A.5, A.6), die im Anhang zu finden sind, zusammengestellt. Die Suchergebnisse, die in Tabelle 8.1 zusammengefasst sind, wurden in der „Ausgabedatenbank“ gespeichert.

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
1	2	2001	1 1/2 Ritter	Ilmenau	Film, Kino	Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
							01-07.01.09	20:15-22:10	
							03-04.01.09	23:00-24:55	
2	2	2002	Männersache	Ilmenau	Film, Kino	Komödie	01-07.01.09	20:15-22:09	Zeitpunkt
							03.01.09	23:00-24:54	
3	2	2011	1 1/2 Ritter	Meiningen	Film, Kino	Action, Komödie, Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
							01-07.01.09	20:15-22:10	
							03-04.01.09	23:00-24:55	
4	2	2012	Bedtime Stories	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
							03-04.01.09	22:30-24:09	
5	2	2013	Der Mondbär	Meiningen	Film, Kino	Humor, Liebe	01.01.09	15:15-16:26	Zeitpunkt
							03.01.09	15:15-16:26	
6	3	3001	Madagascar 1 und 2	Ilmenau	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	9:30-18:00	Öffnungszeit
7	3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	Mo-Fr	9:00-22:00	Öffnungszeit
							Sa-So	15:00-21:00	
8	3	3011	Madagascar 1 und 2	Meiningen	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	8:30-18:30	Öffnungszeit
9	4	4001	Rambo 1	SFINKS	DVD, Film	Action		120 min	Zeitdauer
10	4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD	Horror		165 min	Zeitdauer
11	4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer
12	4	4004	Der goldene Kompass	SFINKS	DVD	Action, Fantasy, Märchen		360 min	Zeitdauer
13	5	5001	Gute Nacht Geschichten	SFINKS	Buch	Abenteuer, Leben, Märchen			Zeitlos
14	5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik			Zeitlos
15	5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos

QID 2: „Webseitendatenbank“, 3: „Veranstaltungen“, 4: „Visuelle Medien“, 5: „Schriftliche Medien“,

Tabelle 8.1: Suchergebnisse zur Benutzeranfrage um 15:02 Uhr

Es wurde dabei eine große Anzahl von Informationen gefunden. Um die Übersichtlichkeit des Tests zu gewährleisten, wurden aber nur die ersten 15 Ergebnisse berücksichtigt. Jedes Suchergebnis enthält Informationen wie EID (*Identifizierungsnummer des Ergebnisses*), QID (*Identifizierungsnummer der Quelle*), wo die Information gefunden wurde, OBID (*Identifizierungsnummer des Objektes*) in der entsprechenden Datenbank, Titel, Ort, Interesse, Kategorie, Tag, Zeit und Zeittyp. Mit Hilfe von QID und OBID können nach Bedarf weitere Informationen, die für die eigentliche Datenverarbeitung überflüssig sind, aufgerufen werden. Da bei der Suche die Kontextinformationen berücksichtigt wurden, sind bei diesen Suchergebnissen schon Informationen vom Benutzerprofil wie Interesse oder Kategorie zu finden. Sie wurden dem Benutzer jedoch nicht mit gesendet, sondern weiter von den Datenverarbeitungsprozessen selektiert, personalisiert und priorisiert. Infolgedessen wurden den Suchergebnissen entsprechende Prioritäten zugewiesen.

Die Selektion, deren Konzept in Abschnitt 6.3 und deren Realisierung in Abschnitt 7.3.4.3 vorgestellt wurden, wurde entsprechend nach Zeit, Ort, Interesse und Kategorien durchgeführt. Die daraus folgenden PS zeigt Tabelle 8.2. Infolge der Selektion nach Zeit (Sonntag, den 04.01.09) wurde die PS pro Ergebnis nur einmal angegeben, obwohl es mehrere passende Zeiten gab. Die von der Zeit abhängigen

Ereignisse, die nicht an diesem Tag stattfinden, wurden als zu entfernen markiert (EID 5) und somit bei der weiteren Verarbeitung nicht mehr berücksichtigt. Die Suchergebnisse mit EID 9 bis 15 wurden dagegen nicht entfernt, obwohl diesen bezüglich der Zeit keine PS zugeordnet worden ist. Das liegt daran, dass diese von Tag und Ort unabhängig sind. Dann wurden die Suchergebnisse bezüglich der Orte (Ilmenau, Meiningen), die aus dem Zeitplan des Benutzers stammen, selektiert.

Kriterien	Kontextinfo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zeit	04.01.09	1	1	1	1	0	1		1							
	Sonntag					0		1								
Ort	Ilmenau	1	1				1	1								
	Meiningen			1	1				1							
Interesse	Film	1	1	1	1		1	1	1	1				0	1	1
	DVD							1		1	1	1	1	0		
Kategorie	Action			1				1		1			1	0		1
	Komödie		1	1			1	1	1			1		0	1	
SUMME von PS		3	4	5	3	ent	4	6	4	3	1	2	2	ent	2	2

ent: entfernen

Tabelle 8.2: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:02 Uhr

Bei der Selektion nach den Interessen („Film“, „DVD“) und Kategorien („Action“, „Komödie“) wurde die PS bei jeder Übereinstimmung um eins erhöht. Die beiden Kriterien spielen eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der für den Benutzer interessanten Informationen. Je detaillierter eine Information ist, desto größer ist die Chance, dass diese den Benutzerinteressen richtig zugeordnet wird. Beispielsweise betreffen die Einträge mit EID 1 und 3 ein und denselben Film, der nur einmal in Ilmenau und einmal in Meiningen gezeigt wird. Diese Informationen stammen aus den Webauftritten des Kinos von Ilmenau und Meiningen, die automatisch vom System ausgelesen wurden. Die Kategorien werden dabei festgestellt, indem entsprechende Stichwörter in der Beschreibung des Filmes gefunden werden. Somit kann, wie hier geschehen, einer Information aufgrund eines ausführlichen Inhaltes eine höhere PS als der anderen zugeordnet werden. Suchergebnisse, denen bezüglich der Selektion keine PS zugewiesen worden waren, wurden als zu entfernen markiert (EID 5, 13).

Die übrig gebliebenen Suchergebnisse wurden vom Personalisierungsprozess (Abschnitt 6.4, Abschnitt 7.3.4.4) weiter verarbeitet, indem sie an die freie Zeit des Benutzers und die zugehörigen Orte angepasst wurden. Zu Testzwecken wurde als vordefinierte freie Zeit die Dauer von 6:00 bis 24:00 Uhr festgelegt. Für den aktuellen Tag (weil bei der Benutzeranfrage kein Tag angegeben wurde) wurden folgende Termine: „12:00–13:30 Spaziergang in Ilmenau“ und „17:15–19:30 Treffen mit Familie in Meiningen“ berücksichtigt. Die aktuelle Zeit ist 15:02 Uhr. Der Benutzer befindet sich gerade in Ilmenau. Demzufolge wurde die freie Zeit auf 15:02–17:15 (Ilmenau, Meiningen) und 19:30–24:00 (Meiningen) bestimmt. Die Personalisierung wurde entsprechend diesen Zeiten und den zugehörigen Orten durchgeführt.

Wird z. B. das Suchergebnis mit EID 3 betrachtet, kann der Film am 04.01.09 in Meiningen um 17:30 Uhr, um 20:15 Uhr und um 23:00 Uhr gesehen werden. Um diesem Film eine PP geben zu können, sollte der Benutzer zu einer der drei Zeiten frei haben. Die erste freie Zeit beginnt um 15:02 Uhr und endet um 17:15 Uhr. In dieser Zeit wird der Film noch nicht gezeigt. Somit wird die nächste freie Zeit geprüft. Diese

beginnt um 19:30 Uhr und endet um 24:00 Uhr. In dieser Zeit kann der Film um 20:15 Uhr (dauert bis 22:10 Uhr) gesehen werden. Deswegen wird aufgrund der Zeit die Priorität für das Ergebnis um eins erhöht. Dann kann der Ort geprüft werden. Der Film wird in Meinungen zu dieser Zeit gezeigt. Somit wird dem Suchergebnis auch aufgrund des Ortes eine PP von „1“ zugewiesen. Die spätere Kinovorstellung (um 23:00 Uhr) wird an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Selbst wenn diese passen würde, würde die Priorität nicht zusätzlich erhöht. Das liegt daran, dass der Interessensgrad für eine Information nicht von der Häufigkeit ihrer Zugänglichkeit abhängig ist. Auf diese Weise wurden nacheinander alle Suchergebnisse analysiert. Die dadurch zugewiesenen Prioritäten zeigt Tabelle 8.3. Suchergebnissen vom Typ Zeitlos („x“) wurden bei der Personalisierung nicht mit einbezogen.

Kriterien	Kontextinfo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Freie Zeit und zugehörige Orte	15:02-17:15				0		1	1	1								
	133 min									1			0				
	Ilmenau						1	1									
	Meinigen								1								
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:30-24:00	1	1	1	0												
	270 min										1	1	0				
	Meinigen			1													
SUMME von PP		1	1	2	ent	ent	2	2	2	1	1	1	ent	ent	x	x	

x: Suchergebnisse mit dem Typ Zeitlos

Tabelle 8.3: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:02 Uhr

Aufgrund der Personalisierung wurden im Folgenden weitere Suchergebnisse entfernt. Den Film um 17:30 Uhr (EID 4) kann der Benutzer nicht sehen, weil er zu dieser Zeit einen Termin hat. Um 22:30 Uhr würde er zwar schon Freizeit haben, der Film dauert aber länger als die festgestellte freie Zeit (19:30–24:00). Deshalb passt dieser ebenfalls nicht für die zeitlichen Bedürfnisse des Benutzers. Der Film auf DVD (EID 12) muss ebenso entfernt werden, weil dem Benutzer an diesem Tag die dafür benötigten 360 min auch nicht mehr zur Verfügung stehen.

Den bis dahin übrig gebliebenen Suchergebnissen wurden vom Priorisierungsprozess die PA, die vom Zeittyp des Ergebnisses abhängig ist, zugewiesen (Tab. 8.4).

ZEITTYP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ZEITPUNKT (4)	4	4	4												
ÖFFNUNGSZEIT (3)						3	3	3							
ZEITDAUER (2)									2	2	2				
ZEITLOS (1)														1	1
PRIORITÄT PA	4	4	4	ent	ent	3	3	3	2	2	2	ent	ent	1	1

Tabelle 8.4: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:02 Uhr

Infolgedessen wird den Suchergebnissen mit dem Typ Zeitpunkt (EID 1, 2, 3) die höchste PA „4“, bei Öffnungszeit „3“ (EID 6, 7, 8), bei Zeitdauer „2“ (EID 9, 10, 11) und bei Zeitlos „1“ (EID 14, 15) zugewiesen. In Tabelle 8.5 wurden alle Suchergebnisse mit den bis jetzt zugeordneten Prioritäten (PS, PP, PA) zusammengestellt.

Daraus ergibt sich, dass beispielsweise Suchergebnisse mit EID 4 und 12, die die Selektion positiv bestanden haben, während der Personalisierung entfernt wurden.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PS	3	4	5	3	ent	4	6	4	3	1	2	2	ent	2	2
PP	1	1	2	ent	ent	2	2	2	1	1	1	ent	ent	x	x
PA	4	4	4	ent	ent	3	3	3	2	2	2	ent	ent	1	1
Z						09:30		08:30						Män	Der
R	ent	2	1	ent	ent	ent	3	4	5	ent	6	ent	ent	8	7

Z: Zusätzliche Angaben, R: Reihenfolge der Suchergebnisse in der Sendegruppe

Tabelle 8.5: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:02 Uhr

Das liegt daran, dass diese nicht zur freien Zeit des Benutzers gepasst haben. Deswegen würde die Selektion allein nicht ausreichen, um festzustellen, dass ein Ereignis dem Benutzer aufgrund der Zeit entspricht. Erst die Personalisierung hat darüber entschieden. Aber auch dann konnte noch nicht bestimmt werden, welche Informationen und in welcher Reihenfolge diese dem Benutzer gesendet werden sollen. Manche Ergebnisse wie z. B. bei EID 6 und 8 sowie bei EID 14 und 15 besitzen gleiche Prioritäten (jeweils für PS, PP und PA). Deswegen musste noch eine Priorisierung, die eine eindeutige Sortierung der Suchergebnisse ermöglichte, durchgeführt werden. Die Ergebnisse mit EID 6 und 8 (Typ Öffnungszeit) wurden somit zusätzlich nach ihrer Beginnzeit in ansteigender Reihenfolge eingeordnet. Suchergebnisse mit EID 14 und 15, die von Zeit und Ort unabhängig sind (Typ Zeitlos), konnten dagegen nur alphabetisch nach dem Titel aufgelistet werden.

Dann konnte eine Sendegruppe zusammengestellt werden. Für den Testzweck wurden acht Suchergebnisse pro Gruppe eingestellt, sodass dem Benutzer zwei Ergebnisse von jedem Zeittyp gesendet werden konnten. Demzufolge wurde dem Benutzer eine Liste von Suchergebnissen mit EID 3, 2, 7, 8, 9, 11, 15, 14 gesendet (Tab. 8.5). Die als zu entfernen markierten Ergebnisse wurden dagegen aus der „Ausgabedatenbank“ entfernt. Somit wird gewährleistet, dass die dem Benutzer gelieferten Informationen immer an seinen aktuellen Kontext angepasst werden.

8.6.1.2 Weitere Suchergebnisse zur Benutzeranfrage (Test 1.2)

Vom Benutzer wurde um 15:02 Uhr eine Anfrage nach einen Film gestellt. Als Antwort wurde ihm eine Gruppe von acht zu seinem Kontext passenden Informationen gesendet. Um 15:27 Uhr fragte der Benutzer nach weiteren zur seinen Anfrage gefundenen Informationen. Mit dem Demonstrator kann jetzt verfolgt werden, welche Informationen dazu für ihn vorbereitet wurden.

Die aktuelle Zeit ist Sonntag, der 04.01.09, 15:27 Uhr. Aus der „History der Anfragen“ wurde die letzte Anfrage des Benutzers (Interesse: „Film“) aufgerufen. Aus dem Benutzerprofil wurden die Interessen „DVD“ (Kategorie: „Action“) und „Film“ (Kategorie: „Action“, „Komödie“), der für den Tag noch verbleibende Termin „17:15-19:30 Treffen mit Familie in Meiningen“ sowie der aktuelle Aufenthalt (Ilmenau, Bestimmung 04.01.09, 15:27 Uhr) ausgelesen.

Die aufgrund der Suchanfrage gefundenen Informationen sollten in der „Ausgabedatenbank“ gespeichert werden. Dieses Mal war diese Datenbank aber nicht leer. In ihr befanden sich die Informationen, die dem Benutzer um 15:02 Uhr schon gesendet worden sind. Suchergebnisse mit dem Status „gesendet“ bilden die „History der Ausgaben“ für den aktuellen Tag.

Da eine Information dem Benutzer nur einmal am Tag gesendet werden darf, wurden die neuen Suchergebnisse mit den bereits gesendeten Informationen mit Hilfe von QID und OBID verglichen, dabei Duplikate erkannt und nicht wieder in der Datenbank gespeichert. Der aktuelle Inhalt der „Ausgabedatenbank“ zeigt Tabelle B.4 im Anhang.

Die neu gefundenen Informationen (EID 16-30) wurden nach Zeit (Sonntag, den 04.01.09), Ort (Ilmenau, Meiningen), Interesse („Film“, „DVD“) und Kategorie („Action“, „Komödie“) gefiltert. Die höchste Priorität wurde den Suchergebnissen mit der EID 19, 22 und 23 (PS „4“) und die niedrigste EID 26 (PS „1“) zugeordnet (Anhang, Tab. B.1). Entfernt wurde dabei kein Ergebnis.

Da es dabei keine Information mit dem Typ Zeitlos gab, wurden alle Suchergebnisse weiter verarbeitet. Es wurden die freien Zeiten um 15:27–17:15 (Ilmenau, Meiningen) und um 19:30–24:00 (Meiningen) bestimmt. Infolge der Personalisierung wurden die Ergebnisse mit EID 19, 20, 22 und 28 entfernt (Anhang, Tab. B.2). Schließlich wurden den Suchergebnissen die PA zugeordnet (Anhang, Tab. B.3). Tabelle 8.6 zeigt alle Suchergebnisse mit den zugeordneten Prioritäten (PS, PP, PA) und deren Einordnung in der nächsten Sendegruppe.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PS	3	3	3	4	3	3	4	4	2	2	1	3	3	3	2
PP	1	1	2	ent	ent	2	ent	2	1	1	1	1	ent	1	1
PA	4	4	4	ent	ent	4	ent	3	3	3	2	2	ent	2	4
Z	20:15	19:30	15:30			15:35			9:00	15:00		90 min		120 min	
R	ent	7	1	ent	ent	2	ent	3	4	8	ent	5	ent	6	ent

Tabelle 8.6: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:27 Uhr

Auch hier ist zu sehen, dass einige Informationen (EID 19 und 22), die die höchste PS („4“) erhalten haben, bei der Personalisierung entfernt wurden. Bei den Suchergebnissen mit gleichen Prioritäten (jeweils PS, PP und PA) wurden zusätzliche Angaben berücksichtigt. Suchergebnisse mit den Typen Zeitpunkt (EID 16 und 17, EID 18 und 21) und Öffnungszeit (EID 24 und 25) wurden nach ihrer Beginnzeit in ansteigender Reihenfolge eingeordnet. Ergebnisse mit dem Typ Zeitdauer (EID 27 und 29) wurden dagegen nach ansteigender Zeitlänge sortiert. Die zusammengestellte Sendegruppe (acht Ergebnisse) war aber noch unvollständig, weil diesmal keine Informationen vom Typ Zeitlos verfügbar waren. Deshalb wurde diese um Ergebnisse mit den höchsten Prioritäten vom Typ Zeitpunkt (EID 17) und Öffnungszeit (EID 25) ergänzt. Die in der Sendegruppe eingeordneten Suchergebnisse (EID 18, 21, 23, 24, 27, 29, 17 und 25) wurden als zu „senden“ markiert und die ungenutzten gelöscht.

8.6.1.3 Abgebrochene Verbindung (Test 1.3)

Der Benutzer loggt sich wieder um 20:05 Uhr (04.01.09) ein. In der „Ausgabedatenbank“ befinden sich die in der Tabelle C.1 (Anhang) gezeigten Informationen. Suchergebnisse mit dem Status „gesendet“ hat der Benutzer an diesem Tag schon bekommen. Ergebnisse mit dem Status „senden“ weisen dagegen darauf hin, dass diese dem Benutzer noch nicht geschickt wurden. Das sind die Informationen (EID 17, 18, 21, 23, 24, 25, 27, 29) nach denen der Benutzer um 15:27 Uhr angefragt hat. Diese

konnten ihm nicht gesendet werden, weil die Verbindung mit dem Server abgebrochen worden ist. Deswegen wird beim Benutzer nachgefragt, ob er diese Informationen immer noch bekommen möchte.

Sofern er das verneint, werden diese aus der Datenbank entfernt. Der Benutzer entscheidet sich jedoch in diesem Szenario die Informationen noch zu nutzen. Er ändert gleichzeitig die Einstellungen zu seiner freien Zeit. Diese dauert jetzt nicht mehr bis 24:00 Uhr, sondern bis 2:00 Uhr in der Nacht.

Im Demonstrator wird wieder die Datenverarbeitung verfolgt. Suchergebnisse mit dem Status „senden“ werden dem Benutzer nicht sofort gesendet. Sie werden zuerst bezüglich der Aktualität und der Anpassung an den aktuellen Kontext des Benutzers überprüft.

Die aktuelle Zeit ist Sonntag, der 04.01.09, 20:05 Uhr. Für den Tag gibt es keine weiteren Termine mehr. Der Benutzer bleibt in Ilmenau (Bestimmung 04.01.09, 20:05 Uhr). Die Interessen und die letzte Benutzeranfrage sind zu dieser Überprüfung nicht nötig. Der Selektionsprozess wird an dieser Stelle nicht gestartet. Die Suchergebnisse werden zuerst nur personalisiert. Die freie Zeit dauert von 20:05 bis 2:00 Uhr (355 min). Der zugehörige Ort ist Ilmenau. Demzufolge mussten vom System vier Suchergebnisse mit EID 17, 18, 21 und 23 entfernt werden (Anhang, Tab. C.2), da diese um 20:05 Uhr nicht mehr in Anspruch genommen werden können.

Dem Benutzer sollte aber eine Sendegruppe von acht Suchergebnissen zur Verfügung gestellt werden. Deswegen wurde der Suchprozess wieder gestartet. Für die Suchanfrage wurde nochmals die letzte Benutzeranfrage (Interesse: „Film“) verwendet. Die Interessen und die dazu zugehörigen Kategorien wurden aus dem Benutzerprofil ausgelesen. Diese haben sich in der Zwischenzeit nicht geändert. Zu den noch nicht gesendeten Informationen (EID 24, 25, 27 und 29) wurden somit neue Suchergebnisse (EID 3141) hinzugefügt. Die nach der Aktualisierung zusammengestellten Ergebnisse sind in Anhang in Tabelle C.3 zu finden.

Die Parameter der Selektionskriterien bleiben dabei fast unverändert: Zeit (Sonntag, der 04.01.09), Interesse („Film“, „DVD“) und Kategorie („Action“, „Komödie“). Beim Ort bleibt nur noch Ilmenau übrig. Die höchste PS beträgt „4“ und wurde dem Suchergebnis mit EID 32 zugeordnet. Die niedrigste PS „1“ wurde dem Ergebnis mit EID 38 zugewiesen. Die Zuordnung der PS für die entsprechenden Suchergebnisse ist im Anhang in Tabelle C.4 in zu finden.

Bezüglich der Personalisierung wurden die Ergebnisse mit EID 35 und 39 entfernt (Anhang, Tab. C.5). Das erste (EID 35) passte nicht in den zeitlichen Rahmen von 20:05 bis 2:00 Uhr. Um dagegen den Film auf DVD (EID 39) zu sehen, würde der Benutzer 360 min benötigen. Die freie Zeit beträgt aber 355 min, was für diesen Film nicht ausreicht.

Den übrig gebliebenen Ergebnissen wurden noch die PA zugewiesen (Anhang, Tab. C.6). Die zugeordneten Prioritäten (PS, PP, PA) sowie die Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe werden in Tabelle 8.7 gezeigt.

Infolge der Priorisierung wurden die markierten Suchergebnisse (EID 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41) aus der Datenbank entfernt. Die anderen wurden dem Benutzer geschickt. Interessant ist dabei, dass auch in dieser Sendegruppe die Suchergebnisse

	24	25	27	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
PS	2	2	3	3	3	4	3	2	2	3	2	1	2	3	2
PP	1	1	1	1	2	2	2	1	ent	1	1	1	ent	1	1
PA	3	3	2	2	4	4	4	4	ent	4	4	2	ent	4	4
Z	9:00	15:00	90 min	120 min	20:15		22:30								
R	3	4	5	6	2	1	7	ent	ent	ent	ent	8	ent	ent	ent

Tabelle 8.7: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 20:05 Uhr

mit EID 24, 25, 27, 29 verwendet wurden. Das liegt daran, dass diese trotz der Kontextänderung (Zeit) immer noch dem Benutzerkontext gepasst haben.

8.6.2 Erweiterung des Benutzerprofils

Die Erweiterung des Benutzerprofils erfolgt durch die Anfragen des Benutzers. Diese werden vom System in der „History der Anfragen“ aufbewahrt und analysiert. Wird eine Anfrage oder Teile davon eine bestimmte Anzahl oft wiederholt, wird eine solche Information ins Benutzerprofil eingetragen. Somit lernt das System über die Vorlieben des Benutzers und kann dann Informationen und Dienste besser an sein persönliches Profil anpassen. Die für die nächsten Tests verwendeten Benutzeranfragen wurden in Tabelle 8.8 zusammengestellt.

TEST 2.1					TEST 2.2				
BAID	Interesse	Kategorie	Ort	Datum	BAID	Interesse	Kategorie	Ort	Datum
1	Film	Action	Ilmenau	01.11.08	21	Film			04.01.09
2	DVD	Action		01.11.08	22	Buch	Roman	Ilmenau	05.01.09
3	Film	Komödie	Sonneberg	01.11.08	23	Buch	Komödie	Ilmenau	05.01.09
4	Film	Komödie	Ilmenau	03.11.08	24	Buch	Drama		05.01.09
5	Film	Komödie		03.11.08	25		Roman		05.01.09
6	Film	Drama		03.11.08	26	Buch			05.01.09
7	DVD	Komödie		04.11.08	27	Veranstaltung	Kinder	Ilmenau	06.01.09
8			Sonneberg	05.11.08	28	Buch	Kinder	Ilmenau	06.01.09
9	DVD		Sonneberg	05.11.08	29	Buch	Kinder	Sonneberg	06.01.09
10	DVD	Action	Sonneberg	07.11.08	30	Buch	Roman	Sonneberg	06.01.09
11	DVD		Ilmenau	07.11.08	31	Veranstaltung	Kinder	Sonneberg	06.01.09
12	Film	Komödie		08.11.08	32	Buch	Roman		07.01.09
13	Film	Komödie		09.11.08	33	Buch	Roman	Sonneberg	07.01.09
14	DVD	Action		09.11.08	34	Buch	Roman	Ilmenau	07.01.09
15	Film	Komödie	Ilmenau	16.11.08	35	Veranstaltung	Kinder	Ilmenau	07.01.09
16	DVD	Action	Ilmenau	16.11.08	36	Veranstaltung	Kinder	Sonneberg	07.01.09
17	DVD	Komödie		17.11.08	37	Veranstaltung	Kinder		07.01.09
18	DVD	Action		17.11.08	38	Buch	Drama		07.01.09
19	Film	Action		17.11.08	39	Buch	Kinder		07.01.09
20	DVD	Action	Sonneberg	20.11.08	40	Buch	Komödie		07.01.09

Tabelle 8.8: Zusammenstellung der Benutzeranfragen

8.6.2.1 Langfristige Beobachtung (Test 2.1)

Im Benutzerinterface wurde vom Benutzer unter „Interessen“ angegeben, dass er sich für Actionfilme (Interesse: „Film“, Kategorie: „Action“) interessiert. Nach einer Beobachtungsdauer von etwa einem Monat wurde aber festgestellt, dass er sich auch

gerne Komödien und Actionfilme auf „DVD“ ansieht. Deshalb wurde sein Profil um diese Informationen ergänzt. Mit Hilfe des Demonstrators konnte die Erweiterung des Benutzerprofils verfolgt werden. Der Test begann am 01.11.08. Im Benutzerprofil war unter Interessen „Film“ (Kategorie: „Action“) eingetragen. Die von ihm gestellten Anfragen wurden in Tabelle 8.8 (linke Spalte) zusammengestellt.

Von diesen Anfragen wurden nur Interesse, Kategorie und Ort dargestellt, weil diese Informationen für die Erweiterung des Benutzerprofils von Bedeutung sind. Das Datum informiert darüber, wann eine Anfrage gestellt wurde. Bevor eine Benutzeranfrage in der „History der Anfragen“ gespeichert wurde, sind alle anderen bezüglich der Gültigkeit geprüft worden. Wie lange eine Anfrage als eine relevante Informationsquelle für das System dient, kann beliebig eingestellt werden. Für den Test wurden 14 Tage angenommen. Somit wurden am Anfang eines neuen Tages alle Anfragen, die älter als 14 Tage waren, aus der „History der Anfragen“ entfernt (Tab. 8.8, linke Spalte, grau markiert).

Die Analyse der Benutzeranfragen findet durch die Aufsummierung von wiederholten Anfragen oder einzelnen Elementen der Anfrage statt. Die Informationen einer jeden Anfrage werden deswegen nicht nur in der History, sondern auch zusätzlich nach einer entsprechenden Aufgliederung separat gespeichert. Tabelle 8.9 zeigt beispielsweise die Aufgliederung der BAID 15 (BAID, *Identifizierungsnummer der Benutzeranfrage*).

			Wiederholungen				
Interesse	Kategorie	Ort	1	2	3	4	5
Einzelwörter							
Film			15 16.11				
	Komödie		15 16.11				
		Ilmenau	15 16.11				
Paare							
Film	Komödie		15 16.11				
Film		Ilmenau	15 16.11				
	Komödie	Ilmenau	15 16.11				
Ganze Anfragen							
Film	Komödie	Ilmenau	15 16.11				

Tabelle 8.9: Aufgliederung der Benutzeranfrage BAID 15

Die Anfrage BAID 15 besteht aus dem Interesse „Film“, der Kategorie „Komödie“ und dem Ort Ilmenau (kurz: Film-Komödie-Ilmenau). Sie erfolgte am 16.11.08. Um die Zusammenhänge zwischen den Informationen bestimmen zu können, wird diese Anfrage nicht nur als Ganzes (Film-Komödie-Ilmenau), sondern ihre Wörter werden auch einzeln (Film, Komödie, Ilmenau) und als Paare (Film-Komödie, Film-Ilmenau, Komödie-Ilmenau) gespeichert. Wird eine Anfrage (hier: Film-Komödie-Ilmenau) das erste Mal gestellt, wird diese mit der BAID (15), dem Datum (16.11.08) und der Häufigkeit („1“) gespeichert. Ähnlich werden die sich ergebenden Paare und Einzelwörter betrachtet. Wird die vollständige Anfrage, ein Paar oder ein Einzelwort wiederholt, werden deren BAID und Datum in der entsprechenden Gruppe

gespeichert. Die Wiederholungen werden mit ihrer Häufigkeit registriert. Für den Test wurden fünf Wiederholungen vorausgesetzt, bis das Benutzerprofil um die neue Information erweitert wird. Diese Anzahl kann aber beliebig eingestellt werden. Erscheint eine Information ein sechstes Mal, wird der Zähler zurückgesetzt und neu gestartet. Tabelle 8.10 stellt die Aufgliederung der Benutzeranfragen von 01.11.08 bis 20.11.08 zusammen.

			Wiederholungen												
Interesse	Kategorie	Ort	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3...
Einzelwörter															
DVD			2 01.11	7 04.11	9 05.11	10 07.11	11 07.11	14 09.11	16 16.11	17 17.11	18 17.11	20 20.11			
Film			1 01.11	3 01.11	4 03.11	5 03.11	6 03.11	12 08.11	13 09.11	15 16.11	19 17.11				
	Action		1 01.11	2 01.11				10 07.11	14 09.11	16 16.11	18 17.11	19 17.11	20 20.11		
	Drama		6 03.11												
	Komödie		3 01.11	4 03.11	5 03.11	7 04.11	12 08.11	13 09.11	15 16.11	17 17.11					
	Ilmenau		1 01.11					4 03.11					11 07.11	15 16.11	16 16.11
	Sonneberg		3 01.11					8 05.11	9 05.11				10 07.11	20 20.11	
Paare															
Film	Action		1 01.11					19 17.11							
Film	Komödie		3 01.11					4 03.11	5 03.11	12 08.11	13 09.11	15 16.11			
Film	Drama		6 03.11												
Film		Ilmenau	1 01.11					4 03.11						15 16.11	
Film		Sonneberg	3 01.11												
DVD	Action		2 01.11					10 07.11	14 09.11	16 16.11	18 17.11	20 20.11			
DVD	Komödie		7 04.11					17 17.11							
DVD		Ilmenau	11 07.11	16 16.11											
DVD		Sonneberg	9 05.11					10 07.11	20 20.11						
	Action	Ilmenau	1 01.11					16 16.11							
	Action	Sonneberg	10 07.11	20 20.11											
	Komödie	Ilmenau	4 03.11					15 16.11							
	Komödie	Sonneberg	3 01.11												
Ganze Anfragen															
DVD	Action	Ilmenau	16 16.11												
DVD	Action	Sonneberg	10 07.11	20 20.11											
Film	Action	Ilmenau	1 01.11												
Film	Komödie	Ilmenau	4 03.11					15 16.11							
Film	Komödie	Sonneberg	3 01.11												

Tabelle 8.10: Aufgliederung der Benutzeranfragen vom 01.11.08 bis 20.11.08

Die fünfte Wiederholung des Interesses „Film“ wurde mit der BAID 6, die am 03.11.08 erfolgte, erkannt. Da ein solches Interesse im Benutzerprofil jedoch schon vorhanden war, wurden dort keine weiteren Änderungen vorgenommen. Mit BAID 11

(am 07.11.08) wurde ein neues Interesse „DVD“ registriert und im Benutzerprofil eingetragen. Die Kategorie konnte bis dahin noch nicht genau bestimmt werden. Deshalb wurde das Profil zuerst nur um das Interesse „DVD“ erweitert. Mit BAID 12 (am 08.11.08) wurde festgestellt, dass sich der Benutzer für Komödien interessiert. Ob es sich dabei allerdings um ein Buch, Film oder DVD handelte, konnte noch nicht spezifiziert werden.

Am 16.11.08 wurde die „History der Anfragen“ erstmalig aktualisiert. Anfragen (BAID 1-3, am 01.11.08), die 14 Tage zuvor gestellt worden waren, wurden entfernt (Tab. 8.8, grau markiert). In der Aufgliederung der Benutzeranfragen (Tab. 8.10) wurden diese Anfragen und die entsprechenden Elemente der Anfragen ebenfalls entfernt und die Zähler um die entfernte Anzahl von Informationen zurückgesetzt.

Mit der Anfrage 15 (Film-Komödie-Ilmenau), die am 16.11.08 gestellt worden war, wurde ein Paar von wiederholten Informationen (Film-Komödie) erkannt. Somit konnte die bis dahin alleinstehende Kategorie „Komödie“ zum Film zugeordnet werden. Am 17.11.08 wurden die nächsten Benutzeranfragen (BAID 4-6, am 03.11.08) aus der „History der Anfragen“ entfernt, weil sie älter als 14 Tage waren. Mit BAID 19 wurde als wiederholte Information Kategorie „Action“ registriert. Da diese aber zum Interesse „Film“ zugeordnet worden war, wurden keine Änderungen im Benutzerprofil vorgenommen. Erst am 20.11.08 (BAID 20) war klar, dass es sich um ein neues Interesse „DVD“ (Kategorie: „Action“) handelte.

Bezüglich der Aktualisierung am 20.11.08 wurden alle Anfragen (BAID 7, am 04.11.08 und BAID 8, 9, am 05.11.08) die älter als der 06.11.08 waren, entfernt und die entsprechenden Zähler zurückgesetzt. Somit gehörten am 20.11.08 folgende Interessen zum Benutzerprofil: „Film“ (Kategorie: „Action“, „Komödie“) und „DVD“ (Kategorie: „Action“).

8.6.2.2 Kurzfristige Beobachtung (Test 2.2)

Der zweite Test begann am 04.01.09. Es sollte dabei geprüft werden, wie das System reagiert, wenn der Benutzer viele Anfragen in einer kurzen Zeit stellt. Die Beobachtung dauerte diesmal nur vier Tage (bis 07.01.09). Im Benutzerprofil befanden sich die Interessen, die bis zu 20.11.08 registriert wurden. Die Beobachtung erfolgte mit dem Demonstrator. Die vom Benutzer gestellten Anfragen sind in Tabelle 8.8 (rechte Spalte) und die dazu entsprechende Aufgliederung in Tabelle 8.11 dargestellt.

Am 04.01.09 standen in der „History der Anfragen“ und in der Aufgliederung der Benutzeranfragen keine Informationen mehr zur Verfügung. Diese (letzte vom 20.11.08) wurden bei der Aktualisierung entfernt. Die Einstellungen wurden jedoch beibehalten. Somit waren die Benutzeranfragen und alle daraus resultierenden Informationen auch weiterhin jeweils 14 Tage gültig. Eine Information wurde dem Benutzerprofil wieder dann zugeordnet, wenn diese mindestens fünf Mal bei den Benutzeranfragen erschien. Die Anfragen begannen mit BAID 21, um diese von den Benutzeranfragen aus dem vorherigen Test unterscheiden zu können.

Die ersten sieben Anfragen verursachten keine Veränderung des Benutzerprofils. Erst bei BAID 28 (am 06.01.09) wurde das Interesse „Buch“ erkannt. Die Kategorie konnten dabei noch nicht spezifiziert werden. Der Benutzer hat nach unterschiedlichen Büchern (Roman, Komödie, Drama usw.) gefragt. Deswegen wurde das Profil zuerst nur um das neue Interesse erweitert.

			Wiederholungen														
Interesse	Kategorie	Ort	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	...	
Einzelwörter																	
Buch			22 05.01	23 05.01	24 05.01	26 05.01	28 06.01	29 06.01	30 06.01	32 07.01	33 07.01	34 07.01	38 07.01	39 07.01	40 07.01		
Film			21 04.01														
Veranstaltung			27 06.01	31 06.01	35 07.01	36 07.01	37 07.01										
	Drama		24 05.01	38 07.01													
	Kinder		27 06.01	28 06.01	29 06.01	31 06.01	35 07.01	36 07.01	37 07.01	39 07.01							
	Komödie		23 05.01	40 07.01													
	Roman		22 05.01	25 05.01	30 06.01	32 07.01	33 07.01	34 07.01									
		Ilmenau	22 05.01	23 05.01	27 06.01	28 06.01	34 07.01	35 07.01									
		Sonneberg	29 06.01	30 06.01	31 06.01	33 07.01	36 07.01										
Paare																	
Buch	Drama		24 05.01	38 07.01													
Buch	Kinder		28 06.01	29 06.01	39 07.01												
Buch	Komödie		23 05.01	40 07.01													
Buch	Roman		22 05.01	30 06.01	32 07.01	33 07.01	34 07.01										
Buch		Ilmenau	22 05.01	23 05.01	28 06.01	34 07.01											
Buch		Sonneberg	29 06.01	30 06.01	33 07.01												
Veranstaltung	Kinder		27 06.01	31 06.01	35 07.01	36 07.01	37 07.01										
Veranstaltung		Ilmenau	27 06.01	35 07.01													
Veranstaltung		Sonneberg	31 06.01	36 07.01													
	Kinder	Ilmenau	27 06.01	28 06.01	35 07.01												
	Kinder	Sonneberg	29 06.01	31 06.01	36 07.01												
	Komödie	Ilmenau	23 05.01														
	Roman	Ilmenau	22 05.01	34 07.01													
	Roman	Sonneberg	30 06.01	33 07.01													
Ganze Anfragen																	
Buch	Kinder	Ilmenau	28 06.01														
Buch	Kinder	Sonneberg	29 06.01														
Buch	Komödie	Ilmenau	23 05.01														
Buch	Roman	Ilmenau	22 05.01	34 07.01													
Buch	Roman	Sonneberg	30 06.01	33 07.01													
Veranstaltung	Kinder	Ilmenau	27 06.01	35 07.01													
Veranstaltung	Kinder	Sonneberg	31 06.01	36 07.01													

Tabelle 8.11: Aufgliederung der Benutzeranfragen vom 04.01.09 bis 07.01.09

Mit BAID 33 (am 07.01.09) wurde die fünfte Wiederholung von Kategorie „Roman“ registriert. Diesmal konnte aber diese noch zu keinem Interesse zugeordnet werden. Deswegen befanden sich in diesem Moment im Profil Interessen „Film“ (Kategorie: „Action“, „Komödie“), „DVD“ (Kategorie: „Action“), „Buch“ (ohne Kategorie) und

eine Kategorie „Roman“ (ohne Interesse). Die beiden allein stehenden Informationen konnten erst mit der Anfrage 34 zusammen verbunden werden, weil das Paar „Buch-Roman“ das fünfte Mal wiederholt worden war.

Mit der BAID 34 wurde die fünfte Wiederholung des Ortes „Ilmenau“ erkannt und ins Benutzerprofil aufgenommen. Der zweite Ort „Sonneberg“ (BAID 36) wurde an demselben Tag (am 07.01.09) ins Profil eingetragen. Ebenso wurde auch eine neue Kategorie „Kinder“ (BAID 35) hinzugefügt. Das dazu entsprechende Interesse („Veranstaltung“) wurde aber erst mit der Anfrage 37 bezüglich der Paar-Wiederholung („Veranstaltung-Kinder“) zugeordnet.

Mit der BAID 34 wurde auch das Interesse „Buch“ nochmals erkannt. Da dies aber schon im Profil stand, wurden keine weiteren Änderungen vorgenommen. Die Anfragen mit BAID 38-40 haben ebenfalls zu keinen Erweiterungen im Benutzerprofil geführt. Somit wurde das Benutzerprofil im Vergleich zu den Interessen vom 04.01.09 um folgende Einträge erweitert: „Buch“ (Kategorie: „Roman“), „Veranstaltung“ (Kategorie: „Kinder“) sowie Orte „Ilmenau“ und „Sonneberg“.

Somit konnte festgestellt werden, dass die Zeit, in der die Anfragen vom Benutzer gestellt wurden, keinen Einfluss auf die korrekte Erkennung der immer wieder angefragten Informationen hat. Das Benutzerprofil wurde jedes Mal korrekt erweitert.

Die im Benutzerprofil enthaltenen Informationen können immer vom Benutzer modifiziert werden. Darüber hinaus können die vom Beobachtungsprozess eingefügten Informationen nur durch ihn entfernt werden. Eine andere Möglichkeit wäre, diese Informationen mit einem Zeitstempel zu speichern. Mit einer Lebensdauer könnte dann definiert werden, wie lange diese Angaben im Benutzerprofil bleiben sollten. Nach dieser Zeit könnten diese automatisch entfernt werden. Wenn der Benutzer jedoch keine Informationen über sich in das Profil eingibt und außerdem selten nach etwas anfragt, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Benutzerprofil leer ist. Demzufolge wäre keine Datenverarbeitung von den Prozessen möglich, weil diese grundsätzlich auf dem Benutzerprofil basieren. Aus diesem Grund wurde die Entscheidung bezüglich der Informationen im Profil dem Benutzer überlassen.

8.6.3 Bestimmung und Aktualisierung der Sendezeit

In Abschnitt 8.6.1 wurde gezeigt, wie die Suchergebnisse bezüglich einer Benutzeranfrage ermittelt und dem Benutzer gesendet werden. Das System ist aber auch in der Lage, ohne eine Anfrage vom Benutzer nur aufgrund seines Profils entsprechende Informationen zu suchen und ihm in seiner freien Zeit zur Verfügung zu stellen. Die Suche wird aufgrund einer Suchmeldung gestartet. Im Gegensatz zu den Benutzeranfragen wird diese Meldung erst dann dem Suchprozess übergeben, wenn die Sendezeit gleich der aktuellen Zeit ist. Deswegen ist es wichtig, wie und wann so eine Sendezeit festgelegt wird. In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie die Sendezeit in Abhängigkeit vom Benutzerkontext bestimmt wird. Die daraufhin erfolgende Suche wird aber erst im nächsten Abschnitt dargestellt.

Die Bestimmung und die Aktualisierung der Sendezeit (Test 3.0) werden wieder mit Hilfe des Demonstrators verfolgt. Dafür sind einige Informationen über die Verwaltung der freien Zeit des Benutzers nötig. Für den Testzweck wurde die Dauer von 6:00 Uhr bis 23:30 Uhr als freie Zeit angenommen. Nach der Anmeldung des Benutzers am System, nach dem Beginn einer freien Zeit sowie nach der Erkennung

einer Kontextänderung dürfen dem Benutzer entsprechende Informationen erst 15 min später gesendet werden. Vorher wird aber noch geprüft, ob dem Benutzer nach diesen 15 min noch 30 min der freien Zeit (der minimale Abstand zwischen dem Senden einer Information und dem Ende der freien Zeit) zur Verfügung stehen. Somit wird verhindert, dass dem Benutzer nach jeder Aktion (z. B. Prüfen des Terminplanes) sofort etwas geschickt wird. Andererseits könnte ihm eventuell nicht genügend Zeit zur Verfügung stehen, um die ihm gelieferten Informationen zu sichten. Die folgenden Informationsgruppen werden dann alle 60 min gesendet. Dabei muss jedes Mal der minimale Abstand von 30 min berücksichtigt werden. Diese Einstellungen können beliebig geändert werden.

Um die Reaktion des Systems auf die Kontextänderungen visualisieren zu können, ist diese in Abbildung 8.8 dargestellt. Für die Zielstellung dieses Testes werden dabei vor allem die Bestimmung und die Aktualisierung der Sendezeit erläutert.

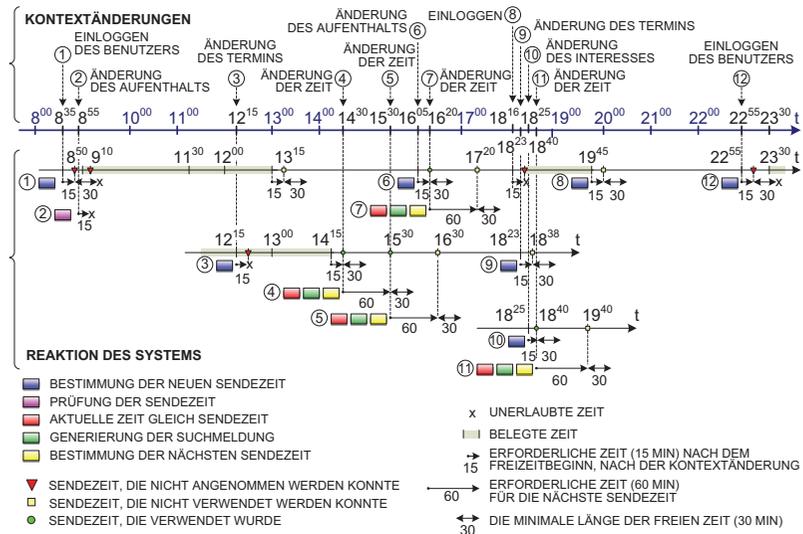


Abbildung 8.8: Reaktion des Systems auf Kontextänderungen

Die Messungen werden nur dann durchgeführt, wenn der Benutzer am System angemeldet ist. Andernfalls gibt es keine Verbindung mit dem Benutzer, um ihm etwas zu schicken. Damit wird die Privatsphäre des Benutzers geschützt, weil er bewusst durch das Einloggen am System erlaubt, seinen aktuellen Kontext für die Datenverarbeitung zu nutzen.

Die aktuelle Zeit ist Donnerstag, der 08.01.09, 8:35 Uhr (Abb. 8.8 und Tab. 8.12, ①). Der Benutzer hat sich gerade das erste Mal an diesem Tag im System eingeloggt. Für den Tag wurden folgende Termine geplant: „9:00–13:00 Uni“, „11:30–12:00 Mensa“ und „18:30–19:45 Fitness“. Aktueller Aufenthalt des Benutzers ist Suhl (Bestimmung 08.01.09, 8:35 Uhr). Vom System wird die nächste zur freien Zeit des Benutzers passende Sendezeit bestimmt. In Tabelle 8.12 werden die für die Festlegung und die Aktualisierung der Sendezeiten benötigten Daten zusammengestellt.

Kontextänderungen	AZ	LSZ	Termine	FZ mit AZ	SZ 15	SZ 60	FZ mit SZ	FZ in min	30	NSZ
① Einloggen des Benutzers	8:35	00:00	9:00-13:00	8:35-9:00	8:50		8:50-9:00	10	-	
			11:30-12:00	13:00-18:30	13:15		13:15-18:30	315	ok	13:15
			18:30-19:45	19:45-23:30						
② Änderung des Aufenthalts	8:55	13:15	9:00-13:00	8:55-9:00	9:10					
			11:30-12:00	13:00-18:30	13:15		13:15-18:30	315	ok	13:15
			18:30-19:45	19:45-23:30						
③ Änderung des Termins	12:15	13:15	9:00-13:00							
			13:00-14:15	14:15-18:30	14:30		14:30-18:30	240	ok	14:30
			18:30-19:45	19:45-23:30						
④ Änderung der Zeit	14:30	14:30	18:30-19:45	14:30-18:30	15:30	15:30-18:30	180	ok	15:30	
				19:45-23:30						
⑤ Änderung der Zeit	15:30	15:30	18:30-19:45	15:30-18:30	16:30	16:30-18:30	120	ok	16:30	
				19:45-23:30						
⑥ Änderung des Aufenthalts	16:05	16:30	18:30-19:45	16:05-18:30	16:20	16:20-18:30	130	ok	16:20	
				19:45-23:30						
⑦ Änderung der Zeit	16:20	16:20	18:30-19:45	16:20-18:30	17:20	17:20-18:30	70	ok	17:20	
				19:45-23:30						
⑧ Einloggen des Benutzers	18:16	17:20	18:30-19:45	18:16-18:30	18:31					
				19:45-23:30	20:00		20:00-23:30	210	ok	20:00
⑨ Änderung des Termins	18:23	20:00		18:23-23:30	18:38	18:38-23:30	292	ok	18:38	
⑩ Änderung des Interesses	18:25	18:38		18:25-23:30	18:40	18:40-23:30	290	ok	18:40	
⑪ Änderung der Zeit	18:40	18:40		18:40-23:30	19:40	19:40-23:30	230	ok	19:40	
⑫ Einloggen des Benutzers	22:55	19:40		22:55-23:30	23:10	23:10-23:30	20	-	00:00	

AZ - Aktuelle Zeit, **LSZ** - Letzte festgelegte Sendezeit, **FZ** - Aktuelle freie Zeit,
SZ 15 - Erforderliche 15 min für die Sendezeit nach der Anmeldung, Freizeitbeginn, Kontextänderung,
SZ 60 - Erforderliche 60 min für die nächste Sendezeit, Zeitlängeabstand, **30** - Die minimale freie Zeitlänge,
FZ mit SZ - Freie Zeit, die ab nächste Sendezeit geblieben ist, **NSZ** - Nächste vorhergesehene Sendezeit

Tabelle 8.12: Festlegung und Aktualisierung der Sendezeiten

Aufgrund der aktuellen Zeit, der Termine und der oben erwähnten Einstellungen wurden folgende Zeiträume: 8:35–9:00, 13:00–18:30 und 19:45–23:30 als freie Zeiten des Benutzers (Tab. 8.12, Spalte „FZ mit AZ“) festgelegt. Der Benutzer hat sich in seiner freien Zeit angemeldet. Die Sendezeit wurde zuerst auf 8:50 Uhr (15 min nach Einloggen, Spalte „SZ 15“) eingestellt. Die Zeit von 8:50 bis 9:00 Uhr entspricht nicht der minimalen freien Zeitlänge (30 min). Deshalb wurde die nächste freie Zeit betrachtet (13:00–18:30). Damit ergibt sich diesmal 13:15 Uhr (15 min nach Beginn der freien Zeit) als Sendezeit, was aber über die Zeitdauer (Spalte „FZ in min“) noch geprüft werden muss. Die Zeit von 13:15 bis 18:30 Uhr (315 min) erfüllte die Vorgabe von 30 min. Somit wurde die Zeit 13:15 Uhr als die nächste Sendezeit (Spalte „NSZ“) aufgenommen. Bis dahin sollten dem Benutzer keine vom System gefundenen Informationen vorgeschlagen werden. Der Benutzer sollte nicht gestört werden.

Um 8:55 Uhr wurde aber festgestellt, dass sich eine Kontextinformation, nämlich die Lokalisierung des Benutzers, geändert hat (Abb. 8.8 und Tab. 8.12, ②). Sein aktueller Aufenthalt ist nun Ilmenau (Bestimmung 08.01.2009, 8:55 Uhr). Die Sendezeit 13:15 Uhr (Tab. 8.12, Spalte „LSZ“) wurde dahingehend überprüft, ob dem Benutzer gemäß dem aktuellen Kontext nicht früher neue Informationen vorgeschlagen wer-

den können. Dem Benutzer sind 5 min bis zum nächsten Termin (9:00 Uhr) übrig geblieben. Deshalb konnte die Sendezeit um 13:15 Uhr nicht geändert werden.

Um 12:15 Uhr wurde schon wieder eine Kontextänderung erkannt (③). Diesmal wurde vom Benutzer ein neuer Termin „13:00–14:15 Verteidigung“ eingetragen. Somit wurde die Sendezeit an die neue demzufolge entstandene freie Zeit angepasst. Dem Benutzer dürfen jetzt erst um 14:30 Uhr Informationen gesendet werden. Es geht dabei nur um Suchergebnisse. Alle anderen Informationen, die z. B. mit einer Notsituation verbunden sind, würden dem Benutzer sofort gesendet werden. An dieser Stelle wurden jedoch die Not- und Änderungsmeldungen ausgelassen. Ziel dieses Tests war, die Bestimmung und die Aktualisierung der Sendezeit zu verfolgen. Die Sendezeit ist nur für die Suchmeldungen vom Priorisierungsprozess und vom Beobachtungsprozess wichtig. Deswegen werden die anderen Meldungen in den nachfolgenden Tests separat verfolgt.

Um 14:30 Uhr war die aktuelle Zeit gleich der festgelegten Sendezeit (④). Die Suchmeldung wurde generiert. Die damit verbundene Datenverarbeitung wird im nächsten Test ausführlich dargestellt. Daraufhin wurde die nächste Sendezeit ermittelt. Für den Tag war nur noch ein Termin um 18:30–19:45 geplant. Da der Benutzer somit von 14:30 bis 18:30 Uhr frei Zeit hatte, dürften ihm in dieser Zeit alle 60 min (Tab. 8.12, Spalte „SZ 60“) Informationen gesendet werden. Als nächste Sendezeit wurde deshalb auf 15:30 Uhr festgelegt.

Um 15:30 Uhr wurde dann die entsprechende Suchmeldung generiert (Abb. 8.8 und Tab. 8.12, ⑤). Die nächste Sendezeit wurde für eine Stunde später festgelegt. Um 16:05 Uhr wurde plötzlich festgestellt, dass sich der Benutzer gerade in Meinungen befindet (⑥). Diese neue Kontextinformation führte zur Aktualisierung der Sendezeit. Gemäß der Einstellung sollte dem Benutzer schon nach 15 min ab der Erkennung der Kontextänderung eine Gruppe von Informationen vorgeschlagen werden. Deshalb wurde die letzte Sendezeit (16:30 Uhr) auf 16:20 Uhr geändert.

Um 16:20 Uhr konnte die Suche nach Informationen, die dem aktuellen Kontext entsprachen, gestartet werden (⑦). Die nächste Sendezeit wurde eine Stunde später (17:20 Uhr) festgelegt. In der Zwischenzeit wurde aber die Verbindung mit dem Benutzer abgebrochen. Der Benutzer hatte sich dann erst wieder um 18:16 Uhr eingeloggt (⑧). Die zuletzt bestimmte Sendezeit (17:20 Uhr) war nun nicht mehr aktuell. Da die freie Zeit nur noch bis 18:30 Uhr dauern sollte, wurde die nächste Sendezeit auf 20:00 Uhr festgelegt.

Um 18:23 Uhr wurde vom Benutzer der letzte Termin für den aktuellen Tag entfernt, was neue Zeitverhältnisse zur Folge hatte (⑨). Da die freie Zeit ab sofort bis 23:30 Uhr angenommen werden konnte, wurde die nächste Sendezeit schon für 15 min später eingestellt (18:38 Uhr). Gleich danach (18:25 Uhr) wurden auch Änderungen im Benutzerprofil erkannt. Der Benutzer hatte seine Interessen geändert. Demzufolge wurde die Sendezeit entsprechend auf 18:40 Uhr aktualisiert (⑩).

Um 18:40 Uhr konnte die Suchmeldung gemäß den neuen Informationen im Benutzerprofil generiert werden (Abb. 8.8 und Tab. 8.12, ⑪). Die nächste Sendezeit wurde auf 19:40 Uhr eingestellt. Der Benutzer hatte sich jedoch in der Zwischenzeit ausgeloggt. Seine nächste Anmeldung erfolgte um 22:55 Uhr. Die nächste Sendezeit hätte nun auf 23:10 Uhr festgelegt werden müssen. Da aber die übrig gebliebene

freie Zeit von 23:10 bis 23:30 Uhr nicht mehr die erforderliche halbe Stunde ergibt, konnte für diesen Tag keine Sendezeit mehr festgelegt werden (⑫).

8.6.4 Suchmeldung

Mit einer Suchmeldung können dem Benutzer in seiner freien Zeit Informationen vorgeschlagen werden. Diese werden zu einer bestimmten Sendezeit auf Basis des Benutzerprofils ausgesucht und an den aktuellen Kontext angepasst. Die somit erhaltenen Informationen werden in einer Sendegruppe zusammengestellt. Im Interface wird mit dem geänderten Icon „Suchergebnisse“ signalisiert (Abb. 8.8), dass für den Benutzer einige Informationen zusammengestellt wurden.

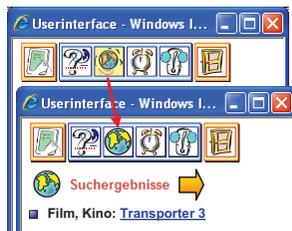


Abbildung 8.9: Signalisierung über neue Suchergebnisse

Der Benutzer kann diese Informationen aufrufen oder die Signalisierung ignorieren. Im zweiten Fall wird die Signalisierung nach 5 min abgestellt. Die damit verbundenen Informationen werden aus der Datenbank entfernt. Eine neue Gruppe von Informationen wird zur nächsten Sendezeit vorbereitet. Will der Benutzer bereits zuvor an ihn gesendete Informationen wiederholt sehen, reicht es aus, noch einmal das Icon „Suchergebnisse“ im Menü zu wählen.

8.6.4.1 Suche infolge einer Suchmeldung (Test 4.1)

Die aktuelle Zeit ist Donnerstag, der 08.01.09, 14:30 Uhr. Im Benutzerprofil befinden sich folgende Interessen: „DVD“ (Kategorie: „Action“), „Buch“ (Kategorie: „Roman“), „Film“ (Kategorie: „Action“, „Komödie“), „Veranstaltung“ (Kategorie: „Kinder“) sowie die Orte: Ilmenau, Sonneberg. Die geplanten Termine: „9:00–13:00 Uni“, „11:30–12:00 Mensa“, „13:00–14:15 Verteidigung“ und „18:30–19:45 Fitness“ finden in Ilmenau statt. Der Aufenthaltsort des Benutzers ist weiterhin Ilmenau. Diese Informationsermittlung wurde am 08.01.09 um 8:55 Uhr durchgeführt. Seitdem wurden keine Änderungen registriert. Die eingestellte Zeitraum für eine mögliche freie Zeit von 6:00 bis 23:30 Uhr bleibt ebenfalls ohne Änderung. Der Benutzer sollte über auftretende Ereignisse entsprechend frühzeitig informiert werden. Die Anfangszeit wurde auf 25 min (Typ: Zeitpunkt) und die Schlusszeit auf 35 min (Typ: Öffnungszeit) eingestellt.

Für die Informationen vom Typ Zeitdauer wird die Zeitlänge um 10 min vergrößert. Die Sendezeit wurde auf 14:30 Uhr festgelegt. Der Suchprozess wurde gestartet und die Suche bezüglich des Benutzerprofils durchgeführt. Bevor die Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ gespeichert worden sind, wurden alle Einträge vom letzten Tag und früher daraus entfernt. Tabelle 8.13 zeigt den Inhalt der Datenbank um 14:30 Uhr.

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
1	1	1002	Die Alchemie der Utopie	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch			Zeitlos
2	1	1006	Märchen der Brüder Grimm	Amazon	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Märchen, Kinder		185 min	Zeitdauer
3	1	1008	Filetstücke (Kabarett)	Amazon	Buch	Audio-CDs, Komödie			Zeitlos
4	1	1009	Von mir und über mich	Amazon	Buch	Komödie, Roman, Taschenbuch			Zeitlos
5	2	2008	Transporter 3	Ilmenau	Film, Kino	Action	08-14.01.09	17:45-19:29	Zeitpunkt
							08-14.01.09	20:15-21:59	
							10-11.01.09	22:45-24:29	
6	2	2009	Sieben Leben	Ilmenau	Film, Kino	Leben, Liebe	08-14.01.09	17:30-19:33	Zeitpunkt
							08-14.01.09	20:15-22:18	
							10-11.01.09	23:00-01:03	
7	2	2020	Transporter 3	Meiningen	Film, Kino	Action, Leben	08-14.01.09	17:45-19:29	Zeitpunkt
							08-14.01.09	20:15-21:59	
							10-11.01.09	22:45-24:29	
8	2	2022	Bolt	Meiningen	Film, Kino	Animation, Komödie	18.01.09	15:00-17:36 17:30-19:06	Zeitpunkt
9	3	3003	Kinderfasching	Ilmenau	Veranstaltung	Kinder	08.01.09	09:00-12:20	Öffnungszeit
10	3	3034	Bierfest	Erfurt	Veranstaltung	Messe	08-11.01.09	9:00-18:00	Öffnungszeit
11	4	4010	The Scorpion King	RTL	Film	Action, Fantasy	05.01.09	23:00-24:13	Zeitpunkt
							08.01.09	20:00-21:13	
12	4	4011	Wer wird Millionär	Pro7	Fernsehen	Rateshow	Do, Sa	20:00-21:15	Zeitpunkt
13	5	5004	Die Welle	SFINKS	Buch, Hörbuch	Roman		156 min	Zeitdauer
14	5	5007	Die Söhne Napoleons	SFINKS	Buch	Biografie, Taschenbuch			Zeitlos
15	5	5009	Antonio Vivaldi: Porträt seines Lebens	SFINKS	Buch	Biografie, Dokumente, Taschenbuch, Komponisten			Zeitlos

Tabelle 8.13: Suchergebnisse zur Suchmeldung um 14:30 Uhr

Vom Selektionsprozess wurden die Suchergebnisse nach Zeit (Donnerstag, den 08.01.09), Ort (Ilmenau, Sonneberg), Interesse („Buch“, „DVD“, „Film“, „Veranstaltung“) und Kategorie („Action“, „Kinder“, „Komödie“, „Roman“) gefiltert (Anhang, Tab. D.1). Die höchste PS („4“) wurde den Ergebnissen mit EID 5 und 9 zugeordnet. Die niedrigste Priorität (PS „1“) haben dagegen die Ergebnisse mit EID 12, 14 und 15 erhalten. Gelöscht wurde der Eintrag mit EID 8 wegen des unpassenden Datums.

Bezüglich der Personalisierung wurden zwei Zeiträume für freie Zeiten (14:30–18:30 und 19:45–23:30) mit dem zugehörigen Ort Ilmenau ermittelt. Die Zeitpersonalisierung wurde aber diesmal unter zusätzlichen Bedingungen durchgeführt. Jede Zeitangabe wurde abhängig vom Zeittyp des Suchergebnisses zuerst entsprechend modifiziert und dann an die freie Zeit angepasst. Die Ergebnisse vom Typ Zeitlos wurden wie immer ignoriert. Die Zuordnung der PP ist in Tabelle 8.14 dargestellt. Die Zeitdauer wurde somit um 10 min vergrößert (EID 2 von 185 auf 195 min, EID 13 von 156 auf 166 min). Für den Typ Zeitpunkt wurde die Beginnzeit auf 25 min früher eingestellt (EID 5, 6, 7 von 20:15 auf 19:50 Uhr, EID 11, 12 von 20:00 auf 19:35 Uhr). Die Endzeit bleibt dabei ohne Änderung. Bei dem Typ Öffnungszeit wurde dagegen die Endzeit auf 35 min früher verschoben (EID 10 von 18:00 auf 17:25 Uhr). Bis dahin darf der Benutzer über ein Ereignis informiert werden. Da die

letzten 35 min vollständig in die freie Zeit passen müssen, bleibt noch genügend Zeit bis zum Ende der Öffnungszeiten. Erst dann wurden die modifizierten Zeitangaben an die freie Zeit angepasst. Infolge der Personalisierung wurden die Suchergebnisse mit EID 9, 11 und 12 entfernt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zeittyp	LOS	ZD	LOS	LOS	ZP	ZP	ZP	ZP	ÖFF	ÖFF	ZP	ZP	ZD	LOS	LOS
Zeitangabe		185			20:15	20:15	20:15			18:00	20:00	20:00	156		
Modifizierte Zeit		195			19:50	19:50	19:50			17:25	19:35	19:35	166		
Kriterien	Kontextinfo.														
Freie Zeit und zugehörige Orte	14:30-18:30								0	1	0	0			
	240 min		1										1		
	Ilmenau														
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:45-23:30				1	1	1		0		0	0			
	225 min														
	Ilmenau				1	1									
SUMME von PP	x	1	x	x	2	2	1	ent	ent	1	ent	ent	1	x	x

ZB - Zeitlicher Beginn, ZE - Zeitliches Ende, ZL - Zeitlänge,
 ZP - Zeitpunkt (ZB-25), ÖFF - Öffnungszeiten (ZE-35), ZD - Zeitdauer (ZL+10), LOS - Zeitlos

Tabelle 8.14: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 14:30 Uhr

Die detaillierte Zuordnung der PA ist im Anhang in Tabelle D.2 zu finden. Die verbliebenen Suchergebnisse wurden dann nach den zugeordneten Prioritäten (PS, PP, PA) sortiert. Aufgrund gleicher Prioritäten wurden die Suchergebnisse mit EID 2, 13 (Typ Zeitdauer) nach der Zeitlänge und mit EID 1, 3 (Typ Zeitlos) alphabetisch nach dem Titel eingeordnet. Von jedem Zeittyp wurden zwei Ergebnisse mit den höchsten Prioritäten ausgewählt und der Sendegruppe zugeordnet. Da die Gruppe nicht komplett war, wurde diese noch um das Suchergebnis mit EID 7 ergänzt. Die in Tabelle 8.15 gezeigten Ergebnisse wurden zum Senden vorbereitet und der Benutzer wurde darüber informiert.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PS	2	2	2	3	4	3	3	ent	4	2	3	1	2	1	1
PP	x	1	x	x	2	2	1	ent	ent	1	ent	ent	1	x	x
PA	1	2	1	1	4	4	4	ent	ent	3	ent	ent	2	1	1
Z	Die	185	File										156		
R	7	5	ent	6	1	2	8	ent	ent	3	ent	ent	4	ent	ent

Tabelle 8.15: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 14:30 Uhr

Nachdem der Benutzer diese Informationen aufgerufen hat, wurden diese als „gesendet“ markiert. Die Sendegruppe wurde dem Benutzer somit erfolgreich übermittelt.

8.6.4.2 Weitere Suchergebnisse zur Suchmeldung (Test 4.2)

Die aktuelle Zeit von 15:30 Uhr ist gleich der Sendezeit. Für den Benutzer ist eine Gruppe von Informationen vorzubereiten, die an seinen aktuellen Kontext angepasst ist. Dabei sollen in dieser Gruppe keine Informationen enthalten sein, die ihm bereits an diesem Tag gesendet wurden. Das Benutzerprofil bleibt ohne Änderungen. Auf Basis des Profils wurde vom Suchprozess eine Suchanfrage formuliert, und damit eine Suche in den Datenbanken gestartet. Die sich daraus ergebenden Suchergebnisse sind

in Anhang, in Tabelle E.1 zu sehen. Diese Ergebnisse wurden entsprechend selektiert (Tab. E.2), personalisiert (Tab. E.3) und priorisiert (Tab. E.4). Die Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe ist in Tabelle 8.16 dargestellt.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PS	2	2	2	4	ent	3	2	3	1	3	1	1	3	1	1
PP	x	x	ent	ent	ent	ent	1	1	1	1	ent	ent	1	ent	x
PA	1	1	ent	ent	ent	ent	4	3	3	2	ent	ent	2	ent	1
Z	Der	Gro								100			128		
R	6	7	ent	ent	ent	ent	1	2	3	4	ent	ent	5	ent	8

Tabelle 8.16: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:30 Uhr

Im Interface wurden nun dem Benutzer die neuen Informationen signalisiert. Da dieser jedoch nicht reagiert hat, schaltete sich die Signalisierung nach 5 min automatisch aus. Es wurde angenommen, dass sich der Benutzer gerade nicht dafür interessiert. Die Suchergebnisse wurden aus der „Ausgabedatenbank“ entfernt.

8.6.4.3 Abgebrochene Verbindung (Test 4.3)

Die aktuelle Zeit 16:20 Uhr stimmt mit der Sendezeit überein. Es wird eine Suchmeldung generiert. Aus dem Benutzerprofil werden die Interessen mit den zugehörigen Kategorien, der verbliebene Termin „18:30-19:45 Fitness“ und der aktuelle Aufenthalt des Benutzers (Meinungen) ausgewählt. Die vom Suchprozess gefundenen Ergebnisse wurden dann in der „Ausgabedatenbank“ gespeichert. Sie sind im Anhang in Tabelle F.1 dargestellt.

Infolge der Filterung wurden die Suchergebnisse mit EID 37, 39, 40, 41 und 42 entfernt. Den anderen wurde eine PS zugeordnet (Anhang, Tab. F.2). Durch die Personalisierung wurden weitere Informationen (EID 35, 36, 38, 43, 44 und 45) gelöscht. Diese haben nicht zur freien Zeit des Benutzers gepasst. Somit sind nur noch vier Suchergebnisse (EID 31, 32, 33, 34) übrig geblieben (Anhang, Tab. F.3). Die weitere Datenverarbeitung wurde deshalb gestoppt.

Die Suche wurde nun wiederholt, weil die übriggebliebenen Informationen nicht zur Bildung einer Sendegruppe ausgereicht haben. Diesmal wurde aber die doppelte Anzahl an Suchergebnissen (30) zur weiteren Bearbeitung einbezogen (Anhang, Tab. F.4). Diese Informationen wurden dann vom Selektionsprozess gefiltert (Anhang, Tab. F.5). Infolge der Personalisierung (Anhang, Tab. F.6) wurden jetzt 11 Suchergebnisse aufgrund unpassender Zeiten entfernt. Da jedoch ursprünglich die doppelte Anzahl an Suchergebnissen berücksichtigt wurde, konnte die Datenverarbeitung weiter durchgeführt werden (Tab. F.7). Aus den übrig gebliebenen Informationen (Tab. 8.17) wurde dann eine Sendegruppe gebildet.

Der Benutzer konnte in diesem Fall jedoch nicht über die für ihn vorbereiteten Informationen informiert werden, weil in der Zwischenzeit die Verbindung zu ihm abgebrochen ist. Er meldete sich erst wieder um 18:16 Uhr an. Die zuletzt vorbereiteten Suchergebnisse wurden ihm jedoch nicht mehr signalisiert. Sie wurden aus der „Ausgabedatenbank“ entfernt. Das Verfahren ist wegen möglicher Kontextänderungen notwendig. Da die Informationen für einen bestimmten Kontext angepasst wurden, können diese schon nach kurzer Zeit veraltet sein. Damit wird vermieden, dass dem Benutzer falsche bzw. veraltete Informationen gesendet werden.

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
PS	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	8	4	3	3	1
PP	x	x	x	x	x	x	ent	ent	ent	1	2	ent	1	1	1
PA	1	1	1	1	1	1	ent	ent	ent	4	3	ent	3	2	2
Z														120	
R	ent	1	2	ent	3	ent	ent								

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
PS	2	2	4	3	2	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1
PP	1	ent	1	1	ent	1	ent	ent	ent	ent	x	x	x	1	ent
PA	2	ent	2	2	ent	2	ent	ent	ent	ent	1	1	1	2	ent
Z				120		100						Män	Der	128	
R	ent	ent	4	8	ent	5	ent	ent	ent	ent	ent	7	6	ent	ent

Tabelle 8.17: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 16:20 Uhr

Auch wenn sich der Benutzer in der Signalisierungszeit (5 min) einloggen würde, würde er diese Informationen nicht mehr erhalten. Das System wurde so konfiguriert, dass dem Benutzer die erste Sendegruppe erst 15 min nach dem Einloggen angeboten wird. Nur wenn diese Zeit z. B. auf „0“ eingestellt würde, könnten dem Benutzer diese Suchergebnisse noch mitgeteilt werden.

8.6.4.4 Änderungen im Benutzerprofil (Test 4.4)

Es ist Donnerstag, der 08.01.09, 18:40 Uhr. An diesem Tag wurde dem Benutzer bis jetzt nur eine Sendegruppe mit acht Suchergebnissen übermittelt. Wie die oben beschriebenen Tests zeigten, müssen viele unterschiedliche Aspekte gleichzeitig übereinstimmen, um dem Benutzer erfolgreich Informationen zu senden.

In diesem Test wird davon ausgegangen, dass das Benutzerprofil von 16:20 Uhr in der Zwischenzeit geändert wurde. Um 18:23 Uhr wurde vom Benutzer der letzte Termin „18:30–19:45 Fitness in Ilmenau“ aus dem Zeitplan entfernt. Diese Änderung spielt einerseits bei der Bestimmung der freien Zeit des Benutzers eine entscheidende Rolle. Andererseits wirkt sie sich auf die Anpassung der Informationen, die von der Zeit abhängig sind, aus. Um 18:25 Uhr hat der Benutzer zusätzlich noch seine Interessen geändert. Einige Einträge wurden gelöscht und andere erweitert. Obwohl das System in der Lage ist, selbstständig Informationen über den Benutzer zu sammeln, ist dies jedoch mit einer gewissen Zeitdauer verbunden und kann die Vorlieben des Benutzers nicht exakt widerspiegeln. Deshalb spielt die Unterstützung durch den Benutzer, der diese Informationen kontrolliert und korrigiert, eine entscheidende Rolle für die Bereitstellung der kontextsensitiven Informationen und Dienste des Systems.

Nach den Änderungen durch den Benutzer sind somit um 18:40 Uhr keine Termine mehr für den Tag vorhanden. Zu den Interessen gehören: „Buch“ (Kategorie: „Roman“, „Krimi“, „Komödie“), „DVD“ (Kategorie: „Horror“, „Fantasy“, „Märchen“, „Zeichentrickfilm“) und „Film“ (Kategorie: „Leben“, „Liebe“, „Drama“, „Komödie“). Die Einstellungen (festgelegte Zeitlänge für die freie Zeit, die Anfangszeit für den Typ Zeitpunkt, die Schlusszeit für den Typ Öffnungszeit sowie die zusätzliche Zeit für den Typ Zeitdauer), die mit der Verwaltung der freien Zeit des Benutzers verbunden sind, bleiben ohne Änderungen. Der Benutzer befindet sich in Meinigen.

Aufgrund dieser Informationen wurde vom Suchprozess eine Suchanfrage erstellt. Die Suchergebnisse sind im Anhang in Tabelle G.1 zu finden. Sie wurden nach Zeit

(Donnerstag, den 08.01.09), Ort (Meiningen), Interesse („Buch“, „DVD“, „Film“) und Kategorie („Drama“, „Fantasy“, „Komödie“, „Krimi“, „Leben“, „Liebe“, „Märchen“, „Roman“) gefiltert (Anhang, Tab. G.2). Die freie Zeit des Benutzers wurde mit 18:40–23:30 (290 min) bestimmt. Der zugehörige Ort ist Meiningen. Bei der Personalisierung wurden die Suchergebnisse mit EID 79, 84 und 90 entfernt (Anhang, Tab. G.3). Nach der Zuordnung der PA (Anhang, Tab. G.4) wurden die übrig gebliebenen Informationen in die Sendegruppe eingeordnet (Tab. 8.18).

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
PS	2	2	2	3	4	6	11	2	3	3	3	4	4	3	2
PP	x	x	1	ent	2	2	1	1	ent	1	1	x	x	1	ent
PA	1	1	2	ent	4	4	3	2	ent	2	4	1	1	2	ent
Z										120		Män	Der	128	
R	ent	ent	ent	ent	2	1	3	ent	ent	4	8	7	6	5	ent

Tabelle 8.18: Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 18:40 Uhr

Dem Benutzer wurden die neuen Informationen signalisiert. Da er dann die Informationen aufgerufen hat, wurden diese als gesendet markiert und in die „History der Ausgaben“ aufgenommen. Damit wurden dem Benutzer die letzten Informationen an diesem Tag gesendet.

8.6.5 Quantitative Untersuchung der Suchergebnisse

Nachdem in Abschnitt 8.6.1 die Berücksichtigung des Kontextes bei Anfragen vom Benutzer sowie in Abschnitt 8.6.4 die Bereitstellung der Informationen nur aufgrund des Benutzerprofils untersucht wurden, wurde nun getestet, welchen Einfluss die Informationen einer Benutzeranfrage und eines Benutzerprofils auf die Menge der Suchergebnisse haben. Dafür wurden die Interfaces der Datenverarbeitungsprozesse (von Abb. 7.16 bis Abb. 7.21) sowie das Interface für die Änderungen der Benutzerinformationen (Abb. 7.4) des Demonstrators verwendet.

Die durchgeführten Tests wurden von zwei Seiten betrachtet. Bei den Tests ①–⑥ (Abb. 8.10 und 8.12) wurden die Benutzeranfragen bei gleichem *Benutzerprofil* (BP) um weitere Informationen ergänzt. Bei den Tests ⑦–⑩ (Abb. 8.11 und 8.13) wurden dagegen für die gleiche *Benutzeranfrage* (BA) unterschiedliche Benutzerprofile verwendet. Es wurden immer mehr Informationen hinzugefügt. Dadurch wird das Profil mit den weiteren Tests immer ausführlicher.

Um die quantitative Untersuchung der Anzahl der Suchergebnisse durchführen zu können, müsste zuerst die Menge aller Informationen im System bestimmt werden. Die Informationen werden in den lokalen Datenbanken des Systems gesucht. Deswegen wurde vom Beobachtungsprozess die Aktualität dieser Informationen überprüft (Abschnitt 6.1.4, Abschnitt 6.1.5, Seite 130, Seite 131). Infolgedessen wurden in der „Webseitendatenbank“ alle und in der „Amazon-Datenbank“ nur einige Informationen, deren Lebenszeit abgelaufen ist, entfernt. Dann konnte der Suchprozess gestartet werden. Die lokalen Datenbanken wurden mit aktuellen Informationen aus den externen Quellen (Webseiten und Amazon) aufgefüllt. Für die Zeit der Untersuchung befanden sich in den Datenbanken somit folgende Anzahlen an Informationen: „Amazon-Datenbank“ (28), „Webseitendatenbank“ (32), „Veranstaltungen“ (19), „Visuelle Medien“ (13), „Schriftliche Medien“ (8). Diese bilden 100% der möglichen *Suchergebnisse* (SE).

Bei der ersten Testgruppe wurde nach Büchern gefragt. Die für die Benutzeranfrage (Tests ①-③) und das Benutzerprofil (Tests ①-③) verwendeten Informationen sind in Tabelle 8.19 zusammengestellt.

	TEST ①	TEST ②
TEST ①	1.A BA: Buch BP: kein	1.B BA: Buch: Thriller BP: kein
TEST ②	2.A BA: Buch BP: Buch: Krimi	2.B BA: Buch: Thriller BP: Buch: Krimi
TEST ③	3.A BA: Buch BP: Buch: Krimi, Buch: Hörbuch, Bestimmte Freizeit	3.B BA: Buch: Thriller BP: Buch: Krimi, Buch: Hörbuch, Bestimmte Freizeit

Tabelle 8.19: Testgruppe: Anfragen nach Büchern

Zuerst werden die Suchergebnisse untersucht, die bei der Nutzung desselben Profils bei detaillierten Anfragen erhalten wurden. Beim Test ① wurde kein Benutzerprofil verwendet. Infolge der allgemeinen Anfrage nach einem Buch wurden alle möglichen Informationen über Bücher (30% der SE) zurückgegeben (Abb. 8.10, Messung Nr. 1.A). Diese wurden allerdings nicht alle sofort dem Benutzer gesendet, sondern der Priorisierungsprozess bildet eine Sendegruppe, die eine bestimmte Anzahl der Informationen enthält. Für den Testzweck wurde diese auf 8 Suchergebnisse (8% der SE) voreingestellt. Bei der Wiederholung der Anfrage würden dem Benutzer weitere 8% der SE von den übriggebliebenen Büchern gesendet werden usw. Das Auswahlverfahren wurde schon in Abschnitt 8.6.1 erklärt. Für einen weiteren Test (Messung Nr. 1.B) wurde dann die Anfrage auf einen Thriller erweitert. Infolge der Selektion sank die Anzahl der passenden Bücher auf 10% der SE.

Beim Test ② wurde im Profil angegeben, dass der Benutzer sich für Krimis interessiert. Dadurch konnte die Anfrage nach einem Buch um diese Information ergänzt werden (Tab. 8.19, 2.A). Infolge der Selektion (Buch: Krimi) wurden nur 3 passende Bücher gefiltert (Abb. 8.10, Messung Nr. 2.A). Bevor die Sendegruppe dem Benutzer geliefert wird, wird diese allerdings noch vom Priorisierungsprozess um 5 andere Bücher ergänzt. Bei der Frage nach einem Thriller (Messung Nr. 2.B) wurden neben Thriller (BA) auch Krimis (BP) vorgeschlagen. Deshalb ist die Anzahl der Suchergebnisse im Vergleich zur Messung 2.A auf 13% der SE gestiegen.

Beim Test ③ wurde das Benutzerprofil um eine weitere Kategorie für Bücher („Hörbuch“) und um eine Information über die Freizeit des Benutzers ergänzt. Obwohl der Benutzer nur nach einem Buch gefragt hat (Tab. 8.19, 3.A), konnte die Anfrage vom System um Informationen aus dem Profil erweitert werden. Die Suchergebnisse wurden vom Selektionsprozess nach „Krimi“ und „Hörbuch“ gefiltert (Abb. 8.10, Messung Nr. 3.A). Da jedoch zeitliche Angaben im Benutzerprofil vorhanden waren, wurde die Zeitdauer der 8 gefundenen Hörbücher vom Personalisierungsprozess berücksichtigt und entsprechend an die Freizeit des Benutzers angepasst. Dem Priorisierungsprozess wurden letztlich 8% der SE (5 Hörbücher und 3 Krimis) übergeben.

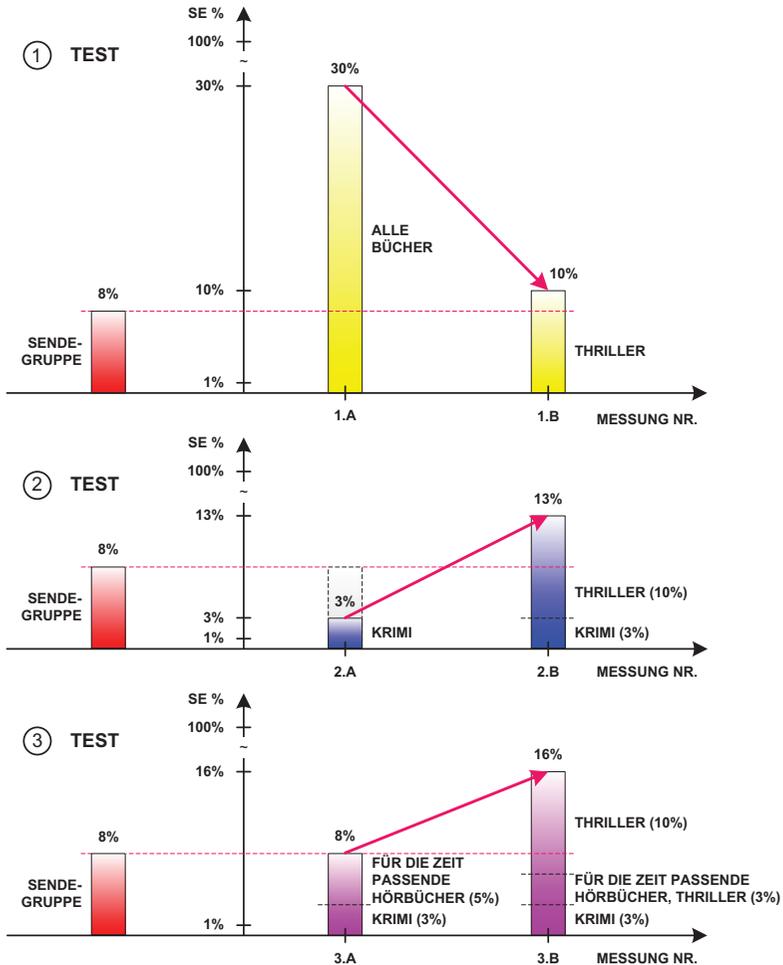


Abbildung 8.10: Suchergebnisse der Tests ①-③

Die Frage nach einem Thriller (Tab. 8.19, 3.B) wurde ebenso um Informationen aus dem Benutzerprofil ergänzt. Somit wurden vom System Informationen nach Thriller, Krimi und Hörbuch gesucht. Gefunden wurden 3 Krimis, 10 Thriller und 5 Hörbücher. Nach der Selektion und Personalisierung sind allerdings nur 3 Hörbücher, die aufgrund von Zeitdauer und Kategorie „Thriller“ auf das Benutzerprofil gepasst haben, 3 Krimis und 10 Thriller übriggeblieben (Messung Nr. 3.B). Die Anzahl der Suchergebnisse ist im Vergleich zur Messung 3.A auf 16% der SE gestiegen. Das liegt daran, dass aufgrund der geänderten Benutzeranfrage neue Bücher („Thriller“) vorgeschlagen wurden. Die graphische Darstellung der Tests ①-③ präsentiert Abbildung 8.10.

Bei dem oben beschriebenen Testverfahren wurden bei gleichem Benutzerprofil die Benutzeranfragen geändert. Das Szenario kann aber auch umgekehrt betrachtet werden. Dazu sind Suchergebnisse des gleichen Testverfahrens (Tests (A)-(B)), bei dem allerdings bei gleicher Benutzeranfrage das Benutzerprofil erweitert wird, in Abbildung 8.11 dargestellt.

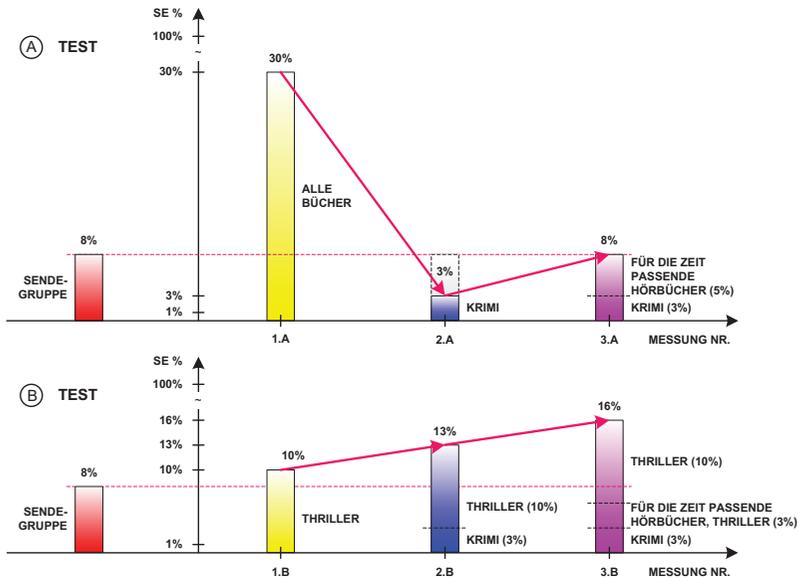


Abbildung 8.11: Suchergebnisse der Tests (A)-(B)

Beim Test (A) wurde immer nach einem Buch gefragt. Zuerst wurde dabei kein Benutzerprofil berücksichtigt (Messung Nr. 1.A). Dann wurde das Profil einbezogen und nach Krimi gesucht (2.A). Schließlich wurden Krimi und zur freien Zeit passende Hörbücher vorgeschlagen (3.A). Beim Test (B) wurde nach einem Thriller gesucht. Das Benutzerprofil ist wie in Test (A) bei jeder Messung ausführlicher geworden.

Bevor daraus Schlussfolgerungen gezogen werden, wird zum Vergleich eine zweite Gruppe von Tests durchgeführt. Dieses Mal wird nach Filmen angefragt. Im Gegensatz zu Büchern werden hierbei grundsätzlich Informationen, die von der Zeit abhängig sind, gesucht. Deshalb müssen diese an die Zeitverhältnisse des Benutzers angepasst werden. Ähnlich wie bei der ersten Testgruppe werden auch hier alle benötigten Informationen aufgrund von Benutzeranfragen (Tests (C)-(F)) und des Benutzerprofils (Tests (4)-(6)) gesammelt und in Tabelle 8.20 dargestellt.

Die Testanalyse beschränkte sich ebenso zuerst auf die Untersuchungen, bei denen das Benutzerprofil unverändert bleibt und die Benutzeranfragen nach und nach vervollständigt werden. Diese Testgruppe begann mit Test (4). Es gab keine Informationen im Benutzerprofil. Die Benutzeranfrage erfolgte allgemein nach Film (Tab. 8.20, 4.C). Da keine anderen Informationen zur Verfügung standen, wurden alle möglichen Filme (38% der SE) gefunden (Abb. 8.12, Messung Nr. 4.C). Aufgrund des

Mangels an Informationen konnten die Suchergebnisse nicht weiter bearbeitet werden. Vom Priorisierungsprozess wurden diese nur in einer Sendegruppe (8% der SE) zusammengestellt. Bei der Messung 4.D wurde bei der Anfrage ein Tag (07.08.09) angegeben. Dadurch konnte die Selektion nach diesem Tag durchgeführt werden. Die Anzahl der Suchergebnisse sank dadurch auf 30% der SE. Ein weiterer Rückgang der Suchergebnisse (10% der SE) erfolgte bei der Messung 4.E, wo bei der Anfrage ein Ort (Ilmenau) angegeben wurde. Bei der Messung 4.F wurden vom System 6 Actionfilme, die am 07.08.09 in Ilmenau gezeigt werden, ausgewählt. Die Sendegruppe wurde letztlich vom Priorisierungsprozess nur noch um 2 andere Filme ergänzt.

	TEST ④	TEST ⑤	TEST ⑥	TEST ⑦
TEST ④	4.C BA: Film BP: kein	4.D BA: Film, 07.08.09 BP: kein	4.E BA: Film, 07.08.09, Ilmenau BP: kein	4.F BA: Film: Action, 07.08.09, Ilmenau BP: kein
TEST ⑤	5.C BA: Film BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen	5.D BA: Film, 07.08.09 BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen	5.E B.A. Film, 07.08.09, Ilmenau BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen	5.F BA: Film: Action, 07.08.09, Ilmenau BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen
TEST ⑥	6.C BA: Film BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen, Bestimmte Freizeit, Termin in Sonneberg, Film: Komödie, Buch: Krimi	6.D BA: Film, 07.08.09 BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen, Bestimmte Freizeit, Termin in Sonneberg, Film: Komödie, Buch: Krimi	6.E BA: Film, 07.08.09, Ilmenau BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen, Bestimmte Freizeit, Termin in Sonneberg, Film: Komödie, Buch: Krimi	6.F BA: Film: Action, 07.08.09, Ilmenau BP: 07.08.09, Aufenthalt: Meiningen, Bestimmte Freizeit, Termin in Sonneberg, Film: Komödie, Buch: Krimi

Tabelle 8.20: Testgruppe: Anfragen nach Filmen

Für den Test ⑤ wurden vom Benutzerprofil der aktuelle Tag (07.08.09) und der Aufenthalt des Benutzers (Meiningen) einbezogen. Die Änderung der Benutzeranfrage erfolgte ähnlich wie beim Test ④. Bei der Messung 5.C (Tab. 8.20, Abb. 8.12) konnten aufgrund des Profils Filme (8% der SE), die am 07.08.09 in Meiningen gespielt werden, ausgefiltert werden.

Obwohl bei der Messung 5.D bei der Benutzeranfrage ein Tag angegeben wurde, hatte das keinen Einfluss auf die erhaltenen Suchergebnisse. Das liegt darin begründet, dass der Tag aus der Anfrage dem aktuellen Tag entsprach und somit mit dem Tag aus dem Benutzerprofil identisch war. Andernfalls würde nach ganz anderen Informationen gesucht werden. Bei der Messung 5.E wurden nicht nur Filme für Ilmenau (12% der SE) aufgrund der Benutzeranfrage, sondern auch für Meiningen (8% der SE) aufgrund des Benutzerprofils für den vorgegebenen Tag vorgeschlagen. Bei der Messung 5.F wurde eine feinere Filterung durchgeführt, weil hier Actionfilme bevorzugt wurden (11% der SE).

Für den Test ⑥ wurde das Benutzerprofil um Informationen zur freien Zeit des Benutzers, einen Termin in Sonneberg und die Interessen („Film“: „Komödie“, „Buch“: „Krimi“) ergänzt. Bei der Messung 6.C (Tab. 8.20, Abb. 8.12) wurden von Büchern und Filmen die Kategorien „Komödien“ und „Krimis“ gesucht. Die erhaltenen Suchergebnisse wurden selektiert und personalisiert. Deshalb wurden zuerst die zu den Interessen („Film“, „Buch“), Kategorien („Komödie“, „Krimi“), den Tag (07.08.09) und die Orte (Meiningen, Sonneberg) passenden Informationen gefiltert. Die Suchergebnisse wurden zusätzlich bezüglich der Freizeit des Benutzers und der zugehörigen Orte personalisiert. Infolgedessen wurden 17% der SE erreicht.

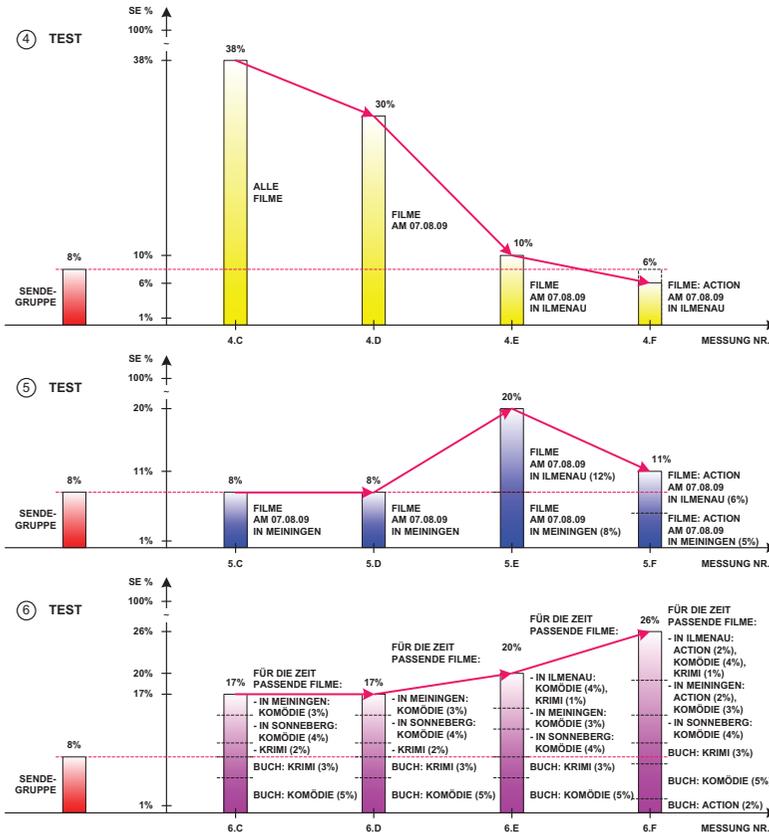


Abbildung 8.12: Suchergebnisse der Tests ④-⑥

Die Messung 6.D hat keine neuen Informationen geliefert. Die Suchergebnisse sind ohne Änderungen geblieben. Bei der nächsten Anfrage (Messung 6.E) wurde ein Ort (Ilmenau) zusätzlich angegeben. Deshalb wurde eine Liste der zur freien Zeit passenden Filme (Komödie 4% der SE, Krimi 1% der SE) in Ilmenau vorbereitet. Dafür wurden auch entsprechende Filme in Meiningen und Sonneberg sowie Bücher (Krimi, Komödie) vorgeschlagen (20% der SE). Bei der Messung 6.F wurde die Benutzeranfrage um die Kategorie des Films („Action“) ergänzt. Infolge der Datenverarbeitungsprozesse (ohne Priorisierungsprozess) ergaben sich 26% der SE. Da die Anfrage schon sehr detailliert war, konnten dem Benutzer Informationen zu genau den Filmen, nach denen er angefragt hat (Actionfilme, am 07.08.09 in Ilmenau), gesendet werden. Die Anzahl der Suchergebnisse war allerdings sehr viel kleiner (2% der SE). Deswegen wurden vom System noch weitere Informationen vorgeschlagen. Diese ergaben sich allerdings aufgrund des Benutzerprofils und waren an dieses angepasst. Dem Benutzer wurde letztlich vom Priorisierungsprozess eine Gruppe von den am besten passenden Ergebnissen zusammengestellt und gesendet. Die aus den

Tests ④-⑥ erhaltenen Suchergebnisse sind in Abbildung 8.12 dargestellt. Um den Einfluss des Benutzerprofils auf die Anzahl der vom System vorbereiteten Suchergebnisse feststellen zu können, sind die Messungen in Abbildung 8.13 umgekehrt dargestellt. Bei den Tests ③-⑤ wurde für dieselbe Benutzeranfrage das Benutzerprofil nach und nach verfeinert.

Beim Test ③ wird in der Benutzeranfrage nur das Interesse: „Film“ angegeben. Messung 4.C wurde ohne Benutzerprofil durchgeführt. Bei der Messung 5.C befanden sich im Profil der aktuelle Tag und der Aufenthalt des Benutzers. Für die Messung 6.C wurde das Profil noch um Freizeit, Termin und Interesse ergänzt. Beim Test ④ wurde in der Anfrage vom Benutzer zusätzlich ein Tag (07.08.09) angegeben. Test ⑤ wurde noch um den Ort (Ilmenau) erweitert. Beim Test ⑤ wurde dagegen zusätzlich die Kategorie des Films („Action“) einbezogen. Das Benutzerprofil wurde für die folgenden Tests (④-⑥) wie im Test ③ definiert. Die daraus erhaltenen Suchergebnisse sind in Abbildung 8.13 zu sehen.

Nachdem die zwei Testgruppen für verschiedene Benutzeranfragen und Benutzerprofile durchgeführt wurden, können daraus einige Schlussfolgerungen gezogen werden. Werden die Suchergebnisse von Test ① (Abb. 8.10) und Test ④ (Abb. 8.12), bei denen kein Benutzerprofil berücksichtigt wurde, verglichen, kann festgestellt werden, dass bei detaillierterer Benutzeranfrage auch die Suchergebnisse genauer werden. Die Anzahl der Suchergebnisse sinkt. Bis zu einem gewissen Punkt ergeben sich ähnliche Ergebnisse bei einer allgemeinen Anfrage, bei der das Benutzerprofil detaillierter wird, (Abb. 8.11, Test ②; Abb. 8.13, Tests ③-④). Zuerst sinkt deren Anzahl. Aufgrund der wachsenden alternativen Informationen im Benutzerprofil steigt dann die Anzahl der Suchergebnisse wieder.

Für den Fall, dass die Informationen vom Benutzerprofil ähnlich den mitgesendeten aus der Benutzeranfrage (oder umgekehrt) sind, hat das Profil keinen zusätzlichen Einfluss auf die Bearbeitung der Suchergebnisse (Abb. 8.12, Test ⑤, 5.C, 5.D; Test ⑥, 6.C, 6.D). Für das System ist es ohne Bedeutung, woher die Informationen kommen. Deshalb ergeben sich ähnliche Ergebnisse, wenn keine Anfrage vom Benutzer gestellt wird, aber die entsprechenden Informationen im Profil enthalten sind.

Für den Fall, dass eine detailliertere Anfrage gestellt wird, werden auch genauere Informationen zurückgegeben. Deren Anzahl kann allerdings sehr klein sein (Abb. 8.13, Test ⑦, 4.F). Mit Hilfe des Benutzerprofils können die Anfragen mit entsprechenden Informationen ergänzt werden (Abb. 8.11, Test ②; Abb. 8.13, Test ⑥). Deswegen steigt die Anzahl der Suchergebnisse, die für den Benutzer interessant sein könnten. Bei einem sehr detaillierten Profil kann die Menge der passenden Suchergebnisse schon bei einer allgemeinen Anfrage groß sein (Abb. 8.10, Test ③; Abb. 8.12, Test ⑥) und mit der Erweiterung der Benutzeranfrage weiter steigen. Um den Benutzer nicht mit Informationen zu überfluten, werden deshalb daraus die dem Benutzer am besten passenden Suchergebnissen ausgewählt und in einer Sendegruppe zusammengestellt. Die Größe einer solchen Gruppe wird vom Benutzer definiert. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass dem Benutzer mit Hilfe des Benutzerprofils passende Informationen vorgeschlagen werden können, auch wenn dieser eine nicht sehr detaillierte Anfrage gestellt hat. Dadurch leistet das System eine große Unterstützung bei der Suche nach passenden Informationen, ohne den Benutzer dabei mit einer zu großen Menge an Informationen zu belasten.

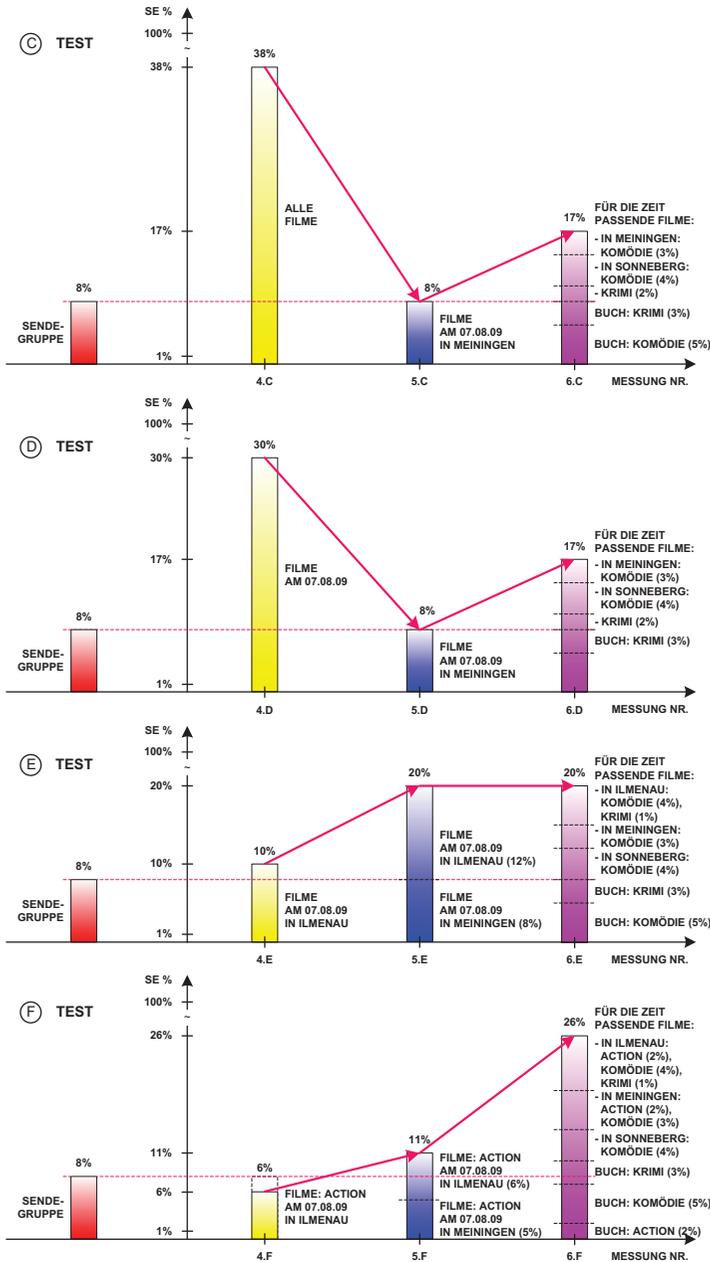


Abbildung 8.13: Suchergebnisse der Tests C-F

8.6.6 Änderungsmeldung

Eine Änderungsmeldung wird vom Beobachtungsprozess generiert, sobald eine Information in einer der lokalen Datenbanken geändert wurde. Darüber wird der Priorisierungsprozess informiert (Abschnitt 6.5.3). Die Reaktion des Systems auf diese Änderung ist dann vom Status der Information abhängig. Soll der Benutzer darüber informiert werden, wird ihm das im Interface durch das Icon „Registrierte Änderungen“ signalisiert (Abb. 8.14).



Abbildung 8.14: Signalisierung einer Informationsänderung

Um die Reaktion des Systems zu überprüfen, wurden aus den lokalen Datenbanken einige Informationen mit unterschiedlichen Zeittypen ausgewählt. Bei diesen wurden dann verschiedene Angaben: Titel, Ort, Interesse, Kategorie sowie Zeit geändert.

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
2	2002	Männersache	Ilmenau	Film, Kino	Komödie	01-07.01.09	20:15-22:00 20:00-22:00	Zeitpunkt
						03.01.09	23:00-24:54	
2	2003	Anonyma	Ilmenau	Film, Kino	Liebe, Leben	04.01.09	19:30-21:15	Zeitpunkt
2	2004	Tintenherz	Ilmenau , Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Märchen	01-07.01.09	17:45-19:25	Zeitpunkt
						01.01.09	13:30-15:10	
						04.01.09	15:30-17:10	
2	2011	1 1/2 Ritter	Meiningen Ilmenau	Film, Kino	Action, Komödie, Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
						01-07.01.09	20:15-22:10	
2	2012	Bedtime Stories	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
						03-04.01.09	22:30-24:09	
3	3011	Madagascar 1 und 2	Meiningen	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Puppen , Komödie	04.01.09	8:30-18:30	Öffnungszeit
3	3032	Wir gestern, heute und morgen	Erfurt	Filmschau	Dokumentarfilm	04.01.09	15:00-22:00	Öffnungszeit
						05-10.01.09	9:00-24:00 10:00-22:00	
4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD, Film	Horror		165 min	Zeiddauer
4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min 205 min	Zeiddauer
4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min 150 min	Zeiddauer
4	4008	Martix	Pro7	Film, Serie	Zeichentrickfilm	Do, Di	13:07-13:37	Zeitpunkt
						So Sa	23:02-23:32	
4	4011	Wer wird Millionär	Pro7	Fernsehen	Rateshow	Do, Sa Mi	20:00-24:45 20:15-21:00	Zeitpunkt
5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos

Tabelle 8.21: Geänderte Datenbankeinträge

Mit dem Demonstrator wird die Reaktion des Systems auf die Änderungen verfolgt. Die Änderungsmeldungen werden dem Priorisierungsprozess zu unterschiedlichen Zeitpunkten übergeben. Somit soll getestet werden, was passiert, wenn die geänderten Informationen den Benutzer nicht betreffen, dem Benutzer schon gesendet wurden oder noch gesendet werden sollen. Die geänderten Datenbankeinträge sind in Tabelle 8.21 zusammengestellt.

Es ist Sonntag, der 04. 11. 08, 13:00 Uhr. In der Datenbank „Visuelle Medien“ wurde das Interesse bei der OBID 4002 um den Eintrag „Film“ erweitert. Dem Priorisierungsprozess wurde eine Änderungsmeldung übermittelt. Der Benutzer war in diesem Moment nicht am System eingeloggt. Trotzdem wurde geprüft, ob sich einige Suchergebnisse für ihn in der „Ausgabedatenbank“ befinden. Gleichzeitig wurden diese aktualisiert. Alle Informationen, die nicht den aktuellen Tag betrafen, wurden entfernt. Da zu dieser Zeit noch keine Ausgaben für den Benutzer in der „Ausgabedatenbank“ vorhanden waren, wurden keine weiteren Aktionen durchgeführt.

In Tabelle 8.22 sind Gründe für die Reaktion des Systems auf die unterschiedlichen Änderungsmeldungen dargestellt.

Zeit	QID	OBID	Zeittyp	Geändert	Grund	Informiert
13:00	4	4002	Zeitdauer	Interesse	- Benutzer ist nicht eingeloggt , - Es gibt keine Suchergebnisse	Nein
14:55	4	4008	Zeitpunkt	Tag	- Benutzer ist eingeloggt , - Es gibt keine Suchergebnisse	Nein
15:05	2	2012	Zeitpunkt	Tag, Zeit	- Zugängliche Suchergebnisse mit Status „ gesendet “, - Geänderte Informationen sind nicht dabei	Nein
15:10	2	2002	Zeitpunkt	Zeit	- Zugängliche Suchergebnisse mit Status „ gesendet “, - Geänderte Informationen sind dabei	Ja
	2	2011	Zeitpunkt	Ort		Ja
	3	3011	Öffnungszeit	Kategorie		Nein
	4	4003	Zeitdauer	Zeittlänge		Ja
	5	5003	Zeitlos	Titel		Nein
15:20	4	4011	Zeitpunkt	Tag, Zeit	- Zugängliche Suchergebnisse mit Status „ senden “, - Geänderte Informationen sind nicht dabei	Nein
16:00	2	2003	Zeitpunkt	Interesse, Kategorie	- Zugängliche Suchergebnisse mit Status „ senden “, - Geänderte Informationen sind dabei	Nein
	2	2004	Zeitpunkt	Ort		Personalisierung
	3	3032	Öffnungszeit	Zeit		Personalisierung
	4	4007	Zeitdauer	Zeittlänge		Personalisierung

Tabelle 8.22: Reaktion des Systems auf Änderungsmeldungen

Um 14:55 Uhr wurde eine Änderungsmeldung bezüglich der Information mit der OBID 4008 (QID 4) registriert. Es wurde der Tag der Filmvorführung geändert. Der Benutzer war jetzt zwar am System angemeldet, für ihn wurden aber an diesem Tag noch keine Informationen bereitgestellt. Somit passierte auch diesmal nichts weiter.

Um 15:02 Uhr wurde vom Benutzer eine Anfrage an das System gestellt. Infolgedessen wurde ihm eine Gruppe von Informationen gesendet. Deswegen waren diese Informationen um 15:05 Uhr in der „Ausgabedatenbank“ als „gesendet“ markiert worden. Die Änderungsmeldung betraf die Information mit der OBID 2012 aus der „Webseitendatenbank“, bei der der Tag und die Zeit des Kinofilms geändert wurden. Aufgrund der QID und der OBID konnte vom Priorisierungsprozess festgestellt werden, dass dem Benutzer diese Information nicht gesendet wurde. Deshalb musste er darüber ebenfalls nicht informiert werden.

Um 15:10 Uhr wurde gemeldet, dass mehrere Informationen in verschiedenen Datenbanken geändert wurden. Unabhängig davon, ob der Benutzer am System gerade angemeldet war oder nicht, geprüft wurde, ob ihn diese Änderungsmeldung betraf. In der „History der Ausgaben“ wurden die zugehörigen Informationen gesucht. Waren solche existent, wurde die Art der Änderung geprüft. Wurden z. B. Zeitangaben des aktuellen Tags wie Zeit (OBID 2002) oder Zeitlänge (OBID 4003) geändert, wurde der Benutzer darüber informiert. Ähnlich war es mit der Änderung des Ortes (OBID 2011). Diese Änderungen hatten entscheidenden Einfluss auf die Gestaltung der freien Zeit des Benutzers. Deswegen war es sehr wichtig, ihn darüber zu informieren. Wurden dabei Titel (OBID 5003), Interesse, Kategorie (OBID 3011) oder andere Informationen geändert, die nicht von der Zeit und dem Ort abhängig waren, wurden diese in der „Ausgabedatenbank“ aktualisiert. Dem Benutzer wurde dies aber nicht explizit signalisiert. Das betraf auch Informationen, die verändert wurden aber zu einem anderen Tag gehören. Sie hatten an dieser Stelle keine direkte Wirkung, weil alle dem Benutzer gelieferten Informationen an den aktuellen oder vom Benutzer vorgegebenen Tag angepasst wurden. Deshalb war nur dieser Tag von der Bedeutung.

Um 15:27 Uhr hatte der Benutzer nach weiteren Informationen zu seiner ursprünglichen Anfrage ersucht. Diese wurden für ihn vorbereitet, konnten ihm aber wegen einer abgebrochenen Verbindung nicht gesendet werden. Somit erhielten diese in der Datenbank den Status „senden“. In dieser Zeit wurden aber auch die zeitlichen Änderungen bezüglich der Information mit der OBID 4011 gemeldet. Für den Benutzer wurden alle an diesem Tag schon gesendeten Informationen sowie solche, die noch gesendet werden sollten, überprüft. Da keine von der Änderung betroffen war, wurde keine weitere Funktion ausgeführt.

Um 16:00 Uhr wurden weitere Änderungen gemeldet. Diesmal waren aber die zum Senden ermittelten Informationen betroffen. Der Benutzer wusste über diese Informationen bis dahin noch nichts. Deshalb wurde er über diese Änderungen auch nicht informiert. Es erfolgte jedoch eine Aktualisierung der betroffenen Informationen in der „Ausgabedatenbank“. Änderungen, die nicht mit der Zeit oder dem Ort (OBID 2003) verbunden waren, verursachten auch keine weitere Reaktion beim System. Anders war es bei Informationen, deren Zeit (OBID 3032), Zeitlänge (OBID 4007) und Ort (OBID 2004) geändert wurde. Es konnte an dieser Stelle nicht mehr garantiert werden, dass diese Informationen immer noch zum Benutzerkontext passen. Demzufolge musste sie noch einmal personalisiert werden.

Im Fall von Informationen, die aufgrund der Benutzeranfrage vorbereitet aber bis jetzt noch nicht gesendet wurden, passierte in diesem Moment noch nichts. Diese werden erst vor einer Sendung aktualisiert, wenn der Benutzer sie abrufen (Test 1.3). Bei Informationen, die aufgrund einer Suchmeldung verarbeitet werden, erfolgt sofort eine Personalisierung. Solche Informationen haben eine sehr begrenzte Lebensdauer (Test 4.2, Test 4.3). Unpassende Informationen werden dadurch entfernt.

Somit konnte während des Tests die Aktualität der dem Benutzer gelieferten Informationen gewahrt werden. Wie gezeigt wurde, spielt auch hier der Benutzerkontext eine wichtige Rolle. Das System registriert die in den Datenbanken aufgetretenen Änderungen und reagiert entsprechend darauf. Auch wenn der Benutzer in diesem Moment nicht am System eingeloggt ist, werden die betroffenen Informationen aktualisiert. Bei der nächsten Verbindung wird er (wenn nötig) darüber informiert.

Die Signalisierung der Informationsänderung (Abb. 8.14) dauert 5 min. Dann wird diese abgeschaltet. Im Gegensatz zur Signalisierung der Suchergebnisse können die an diesem Tag den Benutzer betreffenden Änderungsmeldungen im Menü unter „Registrierte Änderungen“ angezeigt werden, auch wenn er diese nicht infolge einer Signalisierung abgerufen hat.

8.6.7 Notmeldung

Notmeldungen werden ebenfalls vom Beobachtungsprozess, der die Messwerte des Benutzers kontrolliert, generiert. Das betrifft nur solche Messungen, deren Toleranzbereich entsprechend festgelegt wurde. Diese Meldungen werden dem Priorisierungsprozess übergeben, der für das Senden zum Benutzer verantwortlich ist. Eine Notmeldung wird im Benutzerinterface im Menü, wie in Abbildung 8.15 gezeigt, signalisiert.



Abbildung 8.15: Signalisierung einer Notmeldung

Um die Reaktion des Systems auf kritische Werte zu testen, wurde im Demonstrator das Programm zur Simulation von Messwerten verwendet. Es wurde dazu ein Thermometer, mit dem die Messungen erfolgten, definiert. Die Körpertemperatur wurde in °C gemessen und der Toleranzbereich nach [Enzy09g] von 35,3 °C (Minimum) bis 37,4 °C (Maximum) angegeben. Eine Messung kann aber nur dann durchgeführt werden, wenn der Benutzer für das System erreichbar ist. Deswegen wurde die Simulation am Sonntag, den 04.01.09, von 14:30 bis 15:25 Uhr durchgeführt. In dieser Zeit war der Benutzer am System eingeloggt. Die dabei erhaltenen Messwerte sind in Tabelle 8.23 zusammengestellt.

Zeit	Messwert	Grund	Informiert	Zeit	Messwert	Grund	Informiert
14:30	36,9 °C	Im Toleranzbereich	Nein	15:02	36,6 °C	Im Toleranzbereich	Nein
14:35	36,7 °C	Im Toleranzbereich	Nein	15:05	34,9 °C	Unter Minimum (35,0)	Ja
14:40	36,6 °C	Im Toleranzbereich	Nein	15:10	35,2 °C	Unter Minimum (35,0)	Ja
14:45	37,7 °C	Über Maximum (37,0)	Ja	15:15	35,0 °C	Unter Minimum (35,0)	Ja
14:50	38,4 °C	Über Maximum (37,0)	Ja	15:20	35,5 °C	Im Toleranzbereich	Nein
14:55	37,9 °C	Über Maximum (37,0)	Ja	15:25	36,3 °C	Im Toleranzbereich	Nein

Tabelle 8.23: Reaktion des Systems auf Notmeldungen

Jeder infolge der Simulation erhaltene Messwert wurde vom Beobachtungsprozess bezüglich des Toleranzbereiches (von 35,3 °C bis 37,4 °C) überprüft. Stieg ein Wert über das definierte Maximum (37,7 °C, 38,4 °C, 37,9 °C) oder sank unter das definierte Minimum (34,9 °C, 35,2 °C, 35,0 °C), wurde dem Priorisierungsprozess eine

Notmeldung gesendet. Der Benutzer wurde im Interface über die kritischen Messwerte informiert. Die Signalisierung blieb wie üblich 5 min aktiv. Nach dieser Zeit wurde sie abgeschaltet. Ähnlich wie bei den Änderungsmeldungen waren alle an diesem Tag generierten Meldungen im Menü unter „Notmeldungen“ abrufbar. Wenn dem Benutzer ein kritischer Wert wegen einer abgebrochenen Verbindung nicht signalisiert werden konnte, wird dieses Verfahren nach dem nächsten Einloggen wiederholt.

8.6.8 Wartezeit

Während der durchgeführten und in diesem Kapitel dargestellten Testverfahren konnte keine Verzögerungen bei der Ermittlung und Bereitstellung der Informationen festgestellt werden. In einem Netzwerk mit einer Client-Server-Architektur können allerdings Wartezeiten auftreten. Eine Wartezeit kann sich z. B. ergeben, wenn alle Clients gleichzeitig auf einen vom Server zur Verfügung gestellten Dienst zugreifen wollen. Deshalb ist schon in der Entwicklungsphase von SFINKS auf diese Problematik eingegangen worden.

Wenn beispielsweise ein Benutzer eine Anfrage an das System stellt, erwartet dieser eine sofortige Antwort. Wenn dabei auf externe Ressourcen zugegriffen werden muss, ist das mit einer Belastung des Systems verbunden. Wenn eine solche Operation öfter und für mehrere Benutzer gleichzeitig durchgeführt werden muss, könnte es passieren, dass die Leistung des Systems drastisch sinkt. Deshalb wurde angenommen, dass alle von den externen Quellen gewonnen Informationen lokal gespeichert werden (Abschnitt 6.2.5). Dadurch verarbeiten die Prozesse nur lokale Informationen und greifen nur dann auf externe Quellen zu, wenn keine passenden Informationen lokal zugänglich sind. Infolgedessen können Zeit und Ressourcen des Systems gespart werden, weil nicht bei jeder Benutzeranfrage auf externe Quellen zugegriffen werden muss.

Im Fall einer Suchmeldung, bei der die Informationen vom System ohne Wissen des Benutzers zum Senden vorbereitet werden, hat die Wartezeit keine Bedeutung. Das ist damit begründet, dass der Benutzer auf diese Informationen nicht wartet. Wenn also in dieser Zeit im System irgendwelche Probleme auftreten, wird der Benutzer davon gar nichts bekommen. Wenn eine Sendegruppe vorbereitet wurde, werden dem Benutzer die darin enthaltenen Informationen zuerst vorgeschlagen. Wenn er sich entscheidet sie zu empfangen, werden ihm diese sofort gesendet. Dadurch tritt auch hier keine Wartezeit auf.

Bei den Tests mit Wireshark (Abschnitt 8.4) konnte nebenbei beobachtet werden, dass auch die erforderliche Zeit für das Einloggen am System zu klein war, um vom Benutzer bemerkt zu werden. Aufgrund der geschilderten Beobachtungen und Erkenntnissen bestand keine Notwendigkeit weitere Tests bezüglich der Wartezeit durchzuführen. Es kann auch sein, dass keine Wartezeit in SFINKS aufgetreten ist, weil das System zu klein ist. Die durchgeführten Tests waren auf ein paar Benutzer begrenzt. Die Datenbanken enthielten keine große Menge von Einträgen. SFINKS ist nur ein Prototyp eines kontextsensitiven Systems für mobile Teilnehmer. Aufgrund begrenzter zur Verfügung stehender Ressourcen konnten im Rahmen dieser Dissertation leider keine Leistungstests an großen Netzwerken mit hinreichend großer Benutzerzahl durchgeführt werden. Deshalb kann keine Aussage bezüglich eines Systems, das von ein paar Tausend Benutzern verwendet wird und das dadurch eine große Menge von Informationen bearbeiten muss, getroffen werden.

8.6.9 Aktualität der Informationen

Die Aktualität der Informationen kann sich in SFINKS auf unterschiedliche Angaben wie Kontextinformationen, Ressourcen, Sendegruppen usw. beziehen. Für die Überwachung ihrer Änderungen und Aktualität wurde der Beobachtungsprozess entwickelt (Abschnitt 6.1.4, Abschnitt 6.1.5).

Kontextinformationen, die mit Hilfe von Sensoren gewonnen werden, werden im System mit dem Zeitpunkt der Messung gespeichert. Bevor eine Messung verwendet wird, wird diese bezüglich der Zeit überprüft. Manchmal werden jedoch auch aktuelle Messungen bei der Datenverarbeitung nicht berücksichtigt. Wenn beispielsweise ein Benutzer nach etwas in der Zukunft oder in der Vergangenheit anfragt, wird sein aktueller Aufenthalt dabei nicht betrachtet. Veraltete Informationen werden allerdings nicht entfernt, sondern immer wieder durch neue ersetzt. Dadurch ist es möglich, beim Bedarf auf den letzten Stand einer Messung zuzugreifen. Wenn beispielsweise ein Benutzer gesucht wird, kann aufgrund seines Aufenthalts angegeben werden, wo er zuletzt war. Bei der Messung der Körpertemperatur kann festgestellt werden, ob diese im Vergleich zur letzten Messung gesunken oder gestiegen ist usw.

Kontextinformationen, die aufgrund der Lernfähigkeit des Systems gewonnen werden, werden ebenfalls mit einem Zeitstempel gespeichert. Für diese wird eine Lebenszeit definiert. Dadurch sind sie nur für eine begrenzte Zeit von Bedeutung und werden danach entfernt. Dies wurde bereits ausführlicher darüber in Abschnitt 6.1.2 beschrieben.

Die Informationen in den Datenbanken werden vom Beobachtungsprozess überwacht. Bevor eine Suche in den Datenbanken gestartet wird, werden deren Einträge bezüglich der Aktualität überprüft. Aus externen Quellen gewonnene Informationen werden lokal mit einem Zeitstempel gespeichert (Abschnitt 6.2.4). Deren Lebensdauer ist von ihrer Art und Quelle abhängig. Kinofilme, die gewöhnlich jede Woche geändert werden, bleiben nur eine Woche aktuell (Abschnitt 6.2.4.1). Informationen über Bücher, die von Amazon stammen, haben dagegen eine Lebensdauer von 24 h. Diese Zeit wird von Amazon vorgeschrieben, um die Aktualität der Bücher zu sichern (Abschnitt 6.2.4.2). Deshalb werden Einträge, deren Lebensdauer abgelaufen ist, vom Beobachtungsprozess entfernt. Neue Informationen werden nach Bedarf vom Suchprozess wieder aus externen Quellen gewonnen. Dadurch bleiben die Einträge in den Datenbanken aktuell.

Dem Benutzer werden von den Datenverarbeitungsprozessen Gruppen von Informationen vorbereitet und gesendet. Wenn eine solche Gruppe dem Benutzer aus irgendeinem Grund nicht gesendet werden konnte, wird sie bezüglich des Benutzerkontexts überprüft. Infolgedessen können einige Informationen, die nicht mehr zum Benutzerkontext passen, entfernt werden, obwohl diese noch aktuell sind. Der Benutzer wird auch über Änderungen solcher Informationen benachrichtigt, die ihm in der Vergangenheit bereits gesendet wurden.

Da die Aktualität der unterschiedlichen Informationen bei den zuvor beschriebenen Tests schon mit überprüft wurde, wurden an dieser Stelle keine zusätzlichen Tests durchgeführt.

8.7 Erfahrungen aus der Validierung

In Kapitel 8 wurde SFINKS bezüglich der in Kapitel 3 vorgestellten Bewertungskriterien überprüft. Es wurden nacheinander die „Unabhängigkeit von Endgeräten“, „Unabhängigkeit von Schnittstellen“, „Unabhängigkeit von Kommunikationstechnologien“ sowie die „Erweiterbarkeit der Architektur“ und die „Kontextsensitivität“ des Systems validiert.

In Tabelle 8.24 sind die Bewertungskriterien entsprechend der Tabelle 3.2 noch einmal zusammengestellt. Die aufgelisteten Projekte wurden um SFINKS ergänzt und diesem gegenübergestellt.

	PROJEKTE												
	NAFF	REAL	M3I	LoL@	Deep Map	CRUMPET	IMAGE	BETINA	MoBiC	DishIt	Brunel	ISAAC	SFINKS
KRITERIEN													
UNABHÄNGIGKEIT VON ENDGERÄTEN	½	–	½	½	–	½	½	½	–	–	½	½	+
UNABHÄNGIGKEIT VON SCHNITTSTELLEN	–	–	–	–	–	½	½	–	–	–	–	–	+
UNABHÄNGIGKEIT VON KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	+
ERWEITERBARKEIT DER ARCHITEKTUR	–	–	–	–	–	½	½	–	–	–	–	–	+
KONTEXTSENSITIVITÄT	½	½	½	½	½	½	+	+	½	+	½	+	+

Tabelle 8.24: Bewertungskriterien: Ergebnis der Validierung

Die Untersuchung der im mobilen Bereich vorhandenen Geräte wurde in Abschnitt 3.4 durchgeführt. Für SFINKS war von Anfang an wichtig, dass das System soweit wie möglich unabhängig von den Endgeräten blieb. Diese Voraussetzung wurde bei der Auswahl der verwendeten Technologien berücksichtigt (Abschnitt 7.1) und in Abschnitt 8.2 überprüft. Zum Test wurden nicht nur mobile (Laptop, Mobiltelefon, PDA), sondern auch stationäre Geräte (PC) genutzt. Es konnte festgestellt werden, dass jedes Endgerät, das mit einer Internetverbindung und einem JavaSkript-fähigen Webbrowser ausgestattet war, zur Nutzung von SFINKS verwendet werden konnte. Da heutzutage ein Webbrowser zur Standardsoftware gehört, und eine Verbindung zum Internet selbstverständlich ist, wurden diese Anforderungen in der Regel erfüllt. Deshalb konnte festgestellt werden, dass SFINKS im Gegensatz zu den in Tabelle 8.24 dargestellten Projekten von der Art des Gerätes unabhängig war.

Bei der Entwicklung von SFINKS erfolgte die Auswahl der Programmiersprache unter besonderer Berücksichtigung der Unabhängigkeit der Anwendung von Schnittstellen. Nach den Erfahrungen mit Java-Applikationen wurden auch andere mögliche Lösungen gründlich untersucht (Abschnitt 3.4.5). Dabei wurde festgestellt, dass eine Webseite als Benutzerschnittstelle wirklich vorteilhaft war, weil diese nicht auf einem Endgerät, sondern zentral auf einem Server gespeichert werden konnte. Dadurch konnte diese zu jeder Zeit vom Benutzer aufgerufen werden. Änderungen der Anwendung waren sofort für alle Benutzer zugänglich. Deshalb fiel die Entscheidung bei der Auswahl der zu verwendenden Technologien (Abschnitt 7.1) auf die Realisierung als Webanwendung. Zur Überprüfung des Kriteriums „Unabhängigkeit von

Schnittstellen" bei SFINKS (Abschnitt 8.3) wurden Endgeräte eingesetzt, bei denen eine Verbindung zum Internet eingerichtet werden konnte und die die heutzutage am häufigsten verwendeten Webbrowser (Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox) unterstützen. Um Zugriff auf SFINKS zu erhalten, waren keine Konfiguration des Gerätes und keine Installation von zusätzlicher Software erforderlich. Diese Geräte konnten auch im Austausch ohne Beschränkungen verwendet werden. Es konnten verschiedene Webbrowser verwendet werden. Dadurch konnte im Gegensatz zu den anderen Projekten gesagt werden, dass SFINKS unabhängig von einer Anwendungsschnittstelle war.

Um die Akzeptanz der Benutzer erlangen zu können, sollte deren Mobilität uneingeschränkt bleiben. Nur dadurch konnten dem Benutzer Informationen und Dienste zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort zur Verfügung gestellt werden. Ein Informationssystem sollte deswegen nicht auf den Einsatz einer Kommunikationstechnologie beschränkt sein. Diese Anforderung war unter anderem die Ursache für die Auswahl eines Informationssystems, das auf dem Client-Server-Modell basierte (Abschnitt 3.2). Mit einem Zugang zum Internet war die Erreichbarkeit des Systems für den Benutzer gesichert (Abschnitt 7.1). Die dafür verwendete Kommunikationstechnologie (Ethernet, WLAN, GPRS) zur Datenübertragung zwischen den Clients und dem Server spielte keine Rolle (Abschnitt 8.4). Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass im Gegensatz zu den anderen Projekten das Kommunikationsverfahren in SFINKS unabhängig von den dazu verwendeten Technologien war.

Das Kriterium „Erweiterbarkeit der Architektur“ beurteilte die Ausbaufähigkeit der Systemarchitektur. Bei der Entwicklung von SFINKS wurde von Anfang an auf das Ziel hingearbeitet, das System soweit wie möglich flexibel zu gestalten und nicht auf eine Anwendung zu fixieren. Deshalb wurde bei der Konzeption des Systems besonders auf dessen Modularität und auf die Erweiterbarkeit des Systems um neue Ressourcen geachtet. Bei der Realisierung wurden deshalb extra Optionen für die Erfassung der Kontextinformationen von unterschiedlichen Sensoren (Abschnitt 7.3.1), für die Erweiterung des Allgemeinprofils (Abschnitt 7.3.2) und somit die Verbesserung der Genauigkeit des Benutzerprofils sowie für die Erweiterung des Systems um neue Sensoren (Abschnitt 7.3.3) und neue Datenquellen (Abschnitt 7.2.2) hinzugefügt. Dadurch konnte das System um weitere Komponenten ausgebaut werden. SFINKS besetzte eine modulare Struktur (Abschnitt 8.5). Den Kern bildeten die Datenverarbeitungsprozesse (Beobachtungs-, Such-, Selektions-, Personalisierungs-, Priorisierungsprozess). Da die Informationsquellen als externe Module betrachtet wurden, war das System auch von diesen unabhängig. Neue Informationsquellen wie Sensoren, Webseiten, Datenbanken etc. konnten somit an das System angebunden werden. Dadurch wurde von SFINKS auch dieses Kriterium verwirklicht.

Die Empfindlichkeit des Systems auf die Änderungen des Kontextes wurde mit dem Kriterium „Kontextsensitivität“ bewertet. Die Bedeutung des Kontextes und der Einfluss dessen Änderung auf die Anpassung und die Bereitstellung relevanter Informationen wurden in Kapitel 4 untersucht. In SFINKS spielte die Zeit die entscheidende Rolle für die Anpassung an den Kontext. Daneben wurden auch Tätigkeiten des Benutzers, Zeitverhältnisse, Benutzerinteressen, Lokalisierung usw. berücksichtigt (Abschnitt 5.2.4, Abschnitt 5.4.1). Um Informationen und Dienste auf den persönlichen Bedarf des Benutzers anzupassen, wurde das Profil des Benutzers (Abschnitt 5.4.2), das den aktuellen Kontext widerspiegelte, verwendet. Das Benutzerprofil konnte aufgrund der „History der Anfragen“ erweitert werden. Somit konnte

das System auch selbst über die Vorlieben des Benutzers lernen. Die „Kontextsensitivität“ des Systems wurde mit Hilfe der Datenverarbeitungsprozesse realisiert (Kapitel 6, Kapitel 7), bei denen der Kontext des Benutzers eine sehr wichtige Rolle spielte. Mit dem Beobachtungsprozess (Abschnitt 6.1, Abschnitt 7.3.4.1) wurden die Änderungen der Kontextinformationen (Such-, Notmeldungen) und der Einträge in den Datenbanken (Änderungsmeldungen) beobachtet. Deshalb konnte das System entsprechend darauf reagieren. Die vom Suchprozess (Abschnitte 6.2, 7.3.4.2) gefundenen Informationen wurden auf Basis des Benutzerprofils gefiltert (Abschnitt 6.3, Abschnitt 7.3.4.3), personalisiert (Abschnitt 6.4, Abschnitt 7.3.4.4) und priorisiert (Abschnitte 6.5, 7.3.4.5). Die „Kontextsensitivität“ des Systems SFINKS wurde mit Hilfe von unterschiedlichen Szenarien in Abschnitt 8.6 validiert. Dort wurde die Empfindlichkeit des Systems auf die Änderungen des Kontextes nachgewiesen. Dadurch wurde das Kriterium „Kontextsensitivität“ von SFINKS vollständig erfüllt.

Aufgrund der Bewertungskriterien (Tab. 8.24) konnte festgestellt werden, dass SFINKS unabhängig von Endgeräten, Schnittstellen sowie Kommunikationstechnologien funktionierte. Dank der modularen Struktur konnte die Architektur um zusätzliche Komponenten erweitert werden. Das System arbeitete kontextsensitiv und war deshalb in der Lage, kontextsensitive Dienste anzubieten. Somit wurden die Bewertungskriterien vollständig von SFINKS erfüllt.

9. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Thematik der kontextsensitiven Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer. Es wurde eine Architektur für ein kontextsensitives System entwickelt und hierbei eine allgemeingültige Vorgehensweise für die Verarbeitung und Anwendung von Kontextinformationen vorgestellt.

Da die Kontextinformationen stark von der sie nutzenden Anwendung abhängen, ist ein solch komplexes System schwer zu realisieren. Die Kontextinformationen sind für eine Applikation und ihre Benutzer nur in einer bestimmten Situation und zu einem bestimmten Zeitpunkt relevant. Sie beschreiben den Kontext eines an der Interaktion teilnehmenden Benutzers. Dieser Kontext dient der Anpassung der Anwendung an den Benutzer. Ein Benutzerkontext kann hierbei niemals vollständig beschrieben werden. Es ist deshalb schwierig, die Relevanz einzelner Kontextinformationen, die direkt mit einer Interaktion zwischen Benutzer und Anwendung zusammenhängt, abzuschätzen. Die Kontextinformationen können fehlerbehaftet (z. B. ungenau, unvollständig usw.) sein, was von den Erfassungsmethoden oder der Art der Kontextquelle abhängig ist, und müssen in der Regel für die Anwendung erst aufbereitet werden. Dadurch ist es schwierig den Kontext zu verwerten, darauf zu reagieren oder Informationen und Dienste an ihn anzupassen.

Um die Architektur für ein kontextsensitives System konzipieren zu können, wurden zuerst eine Literaturrecherche über Informationssysteme für mobile Teilnehmer durchgeführt und deren Ergebnisse in Kapitel 2 vorgestellt. Da die recherchierten Projekte sehr unterschiedlich sind, wurde in Kapitel 3 ein genereller Aufbau eines Informationssystems für mobile Teilnehmer diskutiert. Dazu wurden aktuell vorhandene Hardwarelösungen, Softwaremöglichkeiten sowie Kommunikations- und Lokalisationsverfahren untersucht. Aufgrund der eingeführten Bewertungskriterien konnte festgestellt werden, dass die in Kapitel 2 vorgestellten Projekte meistens von der Anwendung, den Geräten oder der Software abhängig waren. Kein Projekt konnte die Anforderungen an ein kontextsensitives System für mobile Teilnehmer vollständig erfüllen. In Anlehnung daran war Bedarf an einem System feststellbar, das unabhängig von den eingesetzten Endgeräten, Kommunikationstechniken sowie Lokalisierungsverfahren ist und mobilen Benutzern kontextsensitive Informationen und Dienste bereitstellt. Dementsprechend wurden auch die Bewertungskriterien bei der

Konzeption des kontextsensitiven Informationssystems für mobile Benutzer berücksichtigt.

In Kapitel 4 wurden auf Basis einer Literaturrecherche notwendige Begriffe bezüglich des Kontexts definiert. Das im Rahmen dieser Dissertation entwickelte System SFINKS sowie dessen wichtigste Komponenten wurden in Kapitel 5 vorgestellt. Hierbei erfolgte auch eine Untersuchung unterschiedlicher Arten der Kontexterfassung. Basierend darauf wurde eine Optimierung für die Erfassung der Kontextinformationen vorgeschlagen und Methoden der Datenübermittlung diskutiert.

Kernpunkt der Dissertation ist die Konzeption und Realisierung der Architektur von SFINKS für die Verarbeitung und Anwendung der Kontextinformationen. Die wissenschaftliche Neuerung besteht in der Konzipierung des Benutzerprofils (Kapitel 5) und der Datenverarbeitungsprozesse (Kapitel 6). Die Anpassung der Information an den Benutzerkontext erfolgt durch den Beobachtungsprozess, den Suchprozess, den Selektionsprozess, den Personalisierungsprozess und den Priorisierungsprozess mit Hilfe des Benutzerprofils. Für die Realisierung des Benutzerprofils wurde eine Profilmodellierung konzipiert. Das Benutzerprofil fasst die Kontextinformationen einer Entität, die bei der Interaktion mit dem System von Bedeutung sind, zusammen. Die Lernfähigkeit des Systems ermöglicht eine ständige Erweiterung des Profils aufgrund von Benutzeranfragen, des Benutzer-Feedbacks und der Kontexterfassung durch das System.

Die dem Benutzer bereitgestellten Daten wurden in Notmeldungen, Änderungsmeldungen, Erinnerungen und Suchergebnisse bezüglich der Zeittypen aufgedgliedert, um die Wichtigkeit und Dringlichkeit von Informationen erkennen und unterscheiden zu können. Dadurch wird auch die große Menge an Informationen beherrschbar. Als Beispiel für die Anpassung von Informationen und Diensten an den Benutzerkontext wurde ein Empfehlungsdienst entwickelt und mit Hilfe dieser Architektur realisiert. Damit werden kontextsensitive Dienste und Informationen für die freien Zeiten des Benutzers bereitgestellt. Außerdem konnte dadurch die Notwendigkeit der einzelnen Datenverarbeitungsprozesse bestätigt werden. Die Realisierung des Systems SFINKS wurde detailliert in Kapitel 7 dargestellt.

In Kapitel 8 wurden die durchgeführten Tests zur Validierung von SFINKS und zum Vergleich mit den Bewertungskriterien beschrieben. Infolgedessen konnte festgestellt werden, dass in SFINKS im Gegensatz zu den in der Arbeit zuvor vorgestellten Projekten beliebige Geräte (mobile, stationäre) und verschiedene Softwareschnittstellen (Webbrowser) für den Zugriff zum System verwendet werden können. Die vom System bereitgestellten Informationen und Dienste können sowohl aus lokalen als auch aus externen Quellen bezogen werden. Für die Gewinnung der Informationen aus externen Quellen wurde eine spezielle Schnittstelle vorgeschlagen. Von den Datenverarbeitungsprozessen werden die gewonnenen Informationen und Dienste an den aktuellen Kontext des Benutzers angepasst und zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort zur Verfügung gestellt. Die dabei notwendige Datenübertragung kann mit Hilfe einer beliebigen Kommunikationstechnologie erfolgen. SFINKS ist kontextsensitiv und reagiert somit auf Änderungen des Kontextes. Darüber hinaus ist die Architektur von SFINKS erweiterbar. Somit werden von SFINKS Anforderungen an ein kontextsensitives System für mobile Teilnehmer vollständig erfüllt.

SFINKS ist in der Lage, Informationen und Dienste für die freien Zeiten eines Benutzers bereitzustellen. Der Unterschied zu den verfügbaren Diensten liegt in der

Einbeziehung des Benutzerkontextes. Dem Benutzer werden individuell zugeschnittene Informationen und Dienste, die optimal an seine Präferenzen, seine Möglichkeiten, die aktuelle Situation und somit an seinen Kontext angepasst worden sind, gesendet. Der Benutzer muss nicht mehr nach entsprechenden Informationen suchen und aus der großen Menge die für ihn interessanten Informationen selektieren. Diese Auswahl wird vom System automatisch durchgeführt. Auch wenn sich die Situation zwischenzeitlich ändert, werden vom System die Kontextänderungen bei der Verarbeitung der Informationen einbezogen. Dadurch wird der Benutzer nicht nur bei der Suche nach entsprechenden Informationen unterstützt, sondern auch bei deren Verarbeitung entlastet. Die Bedürfnisse des Benutzers nach passenden Informationen und Diensten werden somit befriedigt.

Das in dieser Dissertation präsentierte System SFINKS ist nur ein Prototyp. Um es kommerziell nutzen zu können, ist es notwendig die Architektur auf Systemen mit leistungsstarker Hardware und Software zu implementieren. Außerdem sind mehrere Server (Web-, Backup-, Datenbankserver), die eine große Anzahl von Benutzern und eine große Menge von Informationen bedienen und bearbeiten können, notwendig.

Der Empfehlungsdienst von SFINKS selbst kann für die Benutzer kostenlos sein. Erst die Nutzung der ausgewählten Dienste (z. B. Kauf eines Kinotickets) sollte kostenpflichtig sein. Um die entsprechenden Informationen und Dienste für die Benutzer bereitstellen zu können, ist eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Diensteanbietern wünschenswert. Bei den Diensteanbietern muss festgelegt werden, welche Informationen und Dienste sie zur Verfügung stellen können. Es ist ein schneller Zugriff auf diese Informationen notwendig. Dabei sollte die Aktualität dieser Informationen berücksichtigt werden. Für den Benutzer soll unsichtbar bleiben, woher die ihm zur Verfügung gestellten Informationen und Dienste stammen.

Der Empfehlungsdienst von SFINKS ist für die Benutzer durch das Internet zugänglich. Deshalb ist es sehr wichtig, dass die Verbindung mit dem Server problemlos und schnell funktioniert. Das System sollte schnell reagieren können. Nur dadurch kann dieser Service neue Kunden gewinnen. Dafür benötigen die Benutzer internetfähige Endgeräte, die allerdings heutzutage allgemein verfügbar sind. Das Benutzerinterface sollte zusätzlich mit vielen der verfügbaren Browsern getestet und bei Bedarf angepasst werden.

Der Zugriff auf die Dienste erfolgt nach dem Login. Die kontextsensitiven Informationen und Dienste werden dem Benutzer nach Anfragen und in seiner freien Zeit, sofern dies erwünscht ist, vorgeschlagen. Es sollten auch zusätzliche Tests durchgeführt werden, mit denen untersucht wird, ob das System die Erwartungen der Benutzer erfüllt.

Die Einnahmen für SFINKS können über Zusammenarbeit mit den Diensteanbietern erfolgen, da die Benutzer auf die von den Providern angebotenen Informationen und Dienste aufmerksam gemacht werden. Anhand der Beobachtung der Benutzeranfragen kann den Diensteanbietern signalisiert werden, welche Informationen von Interesse sind. Somit kann das Dienstangebot erweitert und angepasst werden, was wiederum die Weiterentwicklung von SFINKS und den Diensteanbietern gewährleistet. Je mehr unterschiedliche Provider ihre Dienste anbieten, desto größer wären das Spektrum der bei SFINKS zugänglichen Dienste und die damit in Zusammenhang stehenden zukünftigen Einnahmen. Dadurch verspricht SFINKS eine gute Investition.

A. Ausgewählte Informationen aus den Datenbanken

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
2	2001	1 1/2 Ritter	Ilmenau	Film, Kino	Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
						01-07.01.09	20:15-22:10	
						03-04.01.09	23:00-24:55	
2	2002	Männersache	Ilmenau	Film, Kino	Komödie	01-07.01.09	20:15-22:09	Zeitpunkt
						03.01.09	23:00-24:54	
2	2003	Anonyma	Ilmenau	Film, Kino	Liebe	04.01.09	19:30-21:15	Zeitpunkt
2	2004	Tintenherz	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Märchen	01-07.01.09	17:45-19:25	Zeitpunkt
						01.01.09	13:30-15:10	
						04.01.09	15:30-17:10	
2	2005	Australia	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Action, Drama, Krieg, Leben, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt
						03-04.01.09	22:30-01:15	
2	2006	Gute Nacht Geschichten	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
						01-07.01.09	20:00-21:39	
						03-04.01.09	22:30-24:09	
2	2011	1 1/2 Ritter	Meiningen	Film, Kino	Action, Komödie, Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
						01-07.01.09	20:15-22:10	
						03-04.01.09	23:00-24:55	
2	2012	Bedtime Stories	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
						03-04.01.09	22:30-24:09	
2	2013	Der Mondbär	Meiningen	Film, Kino	Humor, Liebe	01.01.09	15:15-16:26	Zeitpunkt
						03.01.09	15:15-16:26	
2	2014	Gomorra	Meiningen	Film, Kino	Beziehung	04.01.09	15:15-17:00	Zeitpunkt
2	2015	Tintenherz	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Fantasy, Jugend, Märchen, Roman	01-07.01.09	17:50-19:30	Zeitpunkt
						01.01.09	13:35-15:15	
						04.01.09	15:35-17:15	
2	2016	Australia	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Action, Krieg, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt
						03-04.01.09	22:30-01:15	
2	2017	Madagascar 2	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer	01-07.01.09	17:30-19:00	Zeitpunkt
						01-07.01.09	20:00-21:30	
						03-04.01.09	22:15-23:45	

Tabelle A.1: Ausgewählte Einträge aus der „Webseitendatenbank“ für den 04.01.08

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
2	2007	Nordwand	Ilmenau	Film, Kino	Action, Drama	08.01.09 11.01.09	8:01-10:07 11:01-13:07	Zeitpunkt
2	2008	Transporter 3	Ilmenau	Film, Kino	Action	08-14.01.09 08-14.01.09 10-11.01.09	17:45-19:29 20:15-21:59 22:45-24:29	
2	2009	Sieben Leben	Ilmenau	Film, Kino	Leben, Liebe	08-14.01.09 08-14.01.09 10-11.01.09	17:30-19:33 20:15-22:18 23:00-01:03	Zeitpunkt
2	2010	Bolt	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Action, Animation	18.01.09	15:00-17:36 17:30-19:06	
2	2018	Burn After Reading	Meiningen	Film, Kino	Komödie	08.01.09	20:00-21:36	Zeitpunkt
2	2019	Sieben Leben	Meiningen	Film, Kino	Drama, Leben, Liebe	08-14.01.09 08-14.01.09 10-11.01.09	17:30-19:33 20:15-22:18 23:00-01:03	
2	2020	Transporter 3	Meiningen	Film, Kino	Action, Leben	08-14.01.09 08-14.01.09 10-11.01.09	17:45-19:29 20:15-21:59 22:45-24:29	Zeitpunkt
2	2021	Willkommen bei den Sch Tis	Meiningen	Film, Kino	Komödie	09-14.01.09 10.01.09	20:00-21:46 22:30-24:16	
2	2022	Bolt	Meiningen	Film, Kino	Animation, Komödie	18.01.09	15:00-17:36 17:30-19:06	Zeitpunkt
2	2023	Der Tag an dem die Erde stillstand	Sonneberg	Film, Kino	Science-Fiction	09.01.09 10.01.09	22:30-24:20 22:30-24:20	
2	2024	Operation Walküre	Sonneberg	Film, Kino	Thriller	21.01.09	20:00-22:00	Zeitpunkt

Tabelle A.2: Ausgewählte Einträge aus der „Webseitendatenbank“ für den 08.01.08

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Zeit	Zeittyp
1	1001	Der Roman eines Lebens	Amazon	Buch	Roman		Zeitlos
1	1002	Die Alchemie der Utopie	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch		Zeitlos
1	1003	Zwischen Apokalypse und Alltag	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch		Zeitlos
1	1004	Der grüne Heinrich	Amazon	Buch	Roman		Zeitlos
1	1005	Nach den großen Erzählungen	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch		Zeitlos
1	1006	Märchen der Brüder Grimm	Amazon	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Märchen, Kinder	185 min	Zeitdauer
1	1007	Große Stimmen - Starke Krimis	Amazon	Buch	Krimi, Action		Zeitlos
1	1008	Filetstücke (Kabarett)	Amazon	Buch	Audio-CDs, Komödie		Zeitlos
1	1009	Von mir und über mich	Amazon	Buch	Komödie, Roman, Taschenbuch		Zeitlos
1	1010	In 80 Tagen um die Welt	Amazon	Buch, Hörbuch	Abenteuer-Box, Audio-CDs, Roman	255 min	Zeitdauer

Tabelle A.3: Ausgewählte Einträge aus der „Amazon-Datenbank“

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeityp
3	3001	Madagascar 1 und 2	Ilmenau	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	9:30-18:00	Öffnungszeit
3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	Mo-Fr Sa-So	9:00-22:00 15:00-21:00	Öffnungszeit
3	3003	Kinderfasching	Ilmenau	Veranstaltung	Kinder	08.01.09	9:00-12:20	Öffnungszeit
3	3011	Madagascar 1 und 2	Meiningen	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	8:30-18:30	Öffnungszeit
3	3021	Bauernhof	Arnstadt	Filmfestival	Umkehrfilm	02-04.01.09	9:00-24:00	Öffnungszeit
3	3032	Wir gestern, heute und morgen	Erfurt	Filmschau	Dokumentarfilm	04.01.09 05-10.01.09	15:00-22:00 9:00-24:00	Öffnungszeit
3	3033	Zooparkfest	Erfurt	Fest, Veranstaltung	Kinder, Familie	Mo-Fr Sa	9:00-20:00 9:00-12:00	Öffnungszeit
3	3034	Bierfest	Erfurt	Veranstaltung	Messe	08-11.01.09	9:00-18:00	Öffnungszeit
3	3041	Spielzeugmuseum	Sonneberg	Kultur	Ausstellung	Do	10:00-22:00	Öffnungszeit

Tabelle A.4: Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Veranstaltungen“

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeityp
4	4001	Rambo 1	SFINKS	DVD, Film	Action		120 min	Zeitdauer
4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD	Horror		165 min	Zeitdauer
4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer
4	4004	Der goldene Kompass	SFINKS	DVD	Action, Fantasy, Märchen		360 min	Zeitdauer
4	4005	Fuchs und Mädchen	SFINKS	DVD, Film	Kinder, Komödie, Märchen		90 min	Zeitdauer
4	4006	Street Kings	ZDF	Film, Serie	Action, Drama	Mo, Mi So	17:45-19:32 22:45-24:32	Zeitpunkt
4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer
4	4008	Martix	Pro7	Film, Serie	Zeichentrickfilm	Do, Di So	13:07-13:37 23:02-23:32	Zeitpunkt
4	4009	Die Bourne Identität	SFINKS	DVD, Film	Action, Horror		100 min	Zeitdauer
4	4010	The Scorpion King	RTL	Film	Action, Fantasy	05.01.09 08.01.09	23:00-24:13 20:00-21:13	Zeitpunkt
4	4011	Wer wird Millionär	Pro7	Fernsehen	Rateshow	Do, Sa	20:00-21:15	Zeitpunkt
4	4012	RTL-Nachrichten	RTL	Fernsehen	Nachrichten	Mo-Sa	18:00-19:00	Zeitpunkt
4	4013	Die Simpsons - Serie	Pro7	Fernsehen, Serie	Zeichentrickfilm	Mo-Fr Mo	18:10-19:00 20:15-21:05	Zeitpunkt
4	4014	Stern TV	Fernsehen	Serie	Dokumentation	Di, Do	22:00-23:30	Zeitpunkt

Tabelle A.5: Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Visuelle Medien“

QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Zeit	Zeityp
5	5001	Gute Nacht Geschichten	SFINKS	Buch	Abenteuer, Leben, Märchen		Zeitlos
5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik		Zeitlos
5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen		Zeitlos
5	5004	Die Welle	SFINKS	Buch, Hörbuch	Roman	156 min	Zeitdauer
5	5005	Weil Deine Augen ihn nicht sehen	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Roman, Komödie	128 min	Zeitdauer
5	5006	Edgar Allan Poe	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Krimi, Horror	315 min	Zeitdauer
5	5007	Die Söhne Napoleons	SFINKS	Buch	Biografie, Taschenbuch		Zeitlos
5	5008	Alles in Butter...	SFINKS	Buch	Erinnerungen, Biografie		Zeitlos
5	5009	Antonio Vivaldi: Porträt seines Lebens	SFINKS	Buch	Biografie, Dokumente, Taschenbuch, Komponisten		Zeitlos

Tabelle A.6: Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Schriftliche Medien“

B. Suchergebnisse für den Test 1.2

Kriterien	Kontextinfo.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Zeit	04.01.09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	Sonntag													1		1
Ort	Ilmenau	1	1	1	1				1							
	Meiningen					1	1	1								
Interesse	Film	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
	DVD											1	1		1	
Kategorie	Action				1			1						1	1	
	Komödie								1				1			
SUMME von PS		3	3	3	4	3	3	4	4	2	2	1	3	3	3	2

Tabelle B.1: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:27 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Freie Zeit und zugehörige Orte	15:27-17:15			1	0	0	1	0	1	1	1			0		
	108 min												1			
	Ilmenau			1					1							
	Meiningen						1									
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:30-24:00	1	1		0	0		0						0		1
	270 min											1			1	
	Meiningen															
SUMME von PP		1	1	2	ent	ent	2	ent	2	1	1	1	1	ent	1	1

Tabelle B.2: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:27 Uhr

ZEITYP	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ZEITPUNKT (4)	4	4	4			4									4
ÖFFNUNGSZEIT (3)								3	3	3					
ZEITDAUER (2)											2	2		2	
ZEITLOS (1)															
PRIORITÄT PA	4	4	4	ent	ent	4	ent	3	3	3	2	2	ent	2	4

Tabelle B.3: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:27 Uhr

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp	Status
2	2	2002	Männersache	Ilmenau	Film, Kino	Komödie	04.01.09	20:15-22:09	Zeitpunkt	gesendet
3	2	2011	1 1/2 Ritter	Meiningen	Film, Kino	Action, Komödie, Geschichte	04.01.09	20:15-22:10	Zeitpunkt	gesendet
7	3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	So	15:00-21:00	Öffnungszeit	gesendet
8	3	3011	Madagascar 1 und 2	Meiningen	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	8:30-18:30	Öffnungszeit	gesendet
9	4	4001	Rambo 1	SFINKS	DVD, Film	Action		120 min	Zeitdauer	gesendet
11	4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer	gesendet
14	5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik			Zeitlos	gesendet
15	5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos	gesendet
16	2	2001	1 1/2 Ritter	Ilmenau	Film, Kino	Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt	
							01-07.01.09	20:15-22:10		
							03-04.01.09	23:00-24:55		
17	2	2003	Anonyma	Ilmenau	Film, Kino	Liebe	04.01.09	19:30-21:15	Zeitpunkt	
18	2	2004	Tintenherz	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Märchen	01-07.01.09	17:45-19:25	Zeitpunkt	
							01.01.09	13:30-15:10		
							04.01.09	15:30-17:10		
19	2	2005	Australia	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Action, Drama, Krieg, Leben, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt	
							03-04.01.09	22:30-01:15		
20	2	2014	Gomorria	Meiningen	Film, Kino	Beziehung	04.01.09	15:15-17:00	Zeitpunkt	
21	2	2015	Tintenherz	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Fantasy, Jugend, Märchen, Roman	01-07.01.09	17:50-19:30	Zeitpunkt	
							01.01.09	13:35-15:15		
							04.01.09	15:35-17:15		
22	2	2016	Australia	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Action, Krieg, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt	
							03-04.01.09	22:30-01:15		
23	3	3001	Madagascar 1 und 2	Ilmenau	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	9:30-18:00	Öffnungszeit	
24	3	3021	Bauernhof	Arnstadt	Filmfestival	Umkehrfilm	02-04.01.09	9:00-24:00	Öffnungszeit	
25	3	3032	Wir gestern, heute und morgen	Erfurt	Filmschau	Dokumentarfilm	04.01.09	15:00-22:00	Öffnungszeit	
							05-10.01.09	9:00-24:00		
26	4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD	Horror		165 min	Zeitdauer	
27	4	4005	Fuchs und Mädchen	SFINKS	DVD, Film	Kinder, Komödie, Märchen		90 min	Zeitdauer	
28	4	4006	Street Kings	ZDF	Film, Serie	Action, Drama	Mo, Mi	17:45-19:32	Zeitpunkt	
							So	22:45-24:32		
29	4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer	
30	4	4008	Martix	Pro7	Film, Serie	Zeichentrickfilm	Do, Di	13:07-13:37	Zeitpunkt	
							So	23:02-23:32		

Tabelle B.4: Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ um 15:27 Uhr

C. Suchergebnisse für den Test 1.3

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp	Status
2	2	2002	Männersache	Ilmenau	Film, Kino	Komödie	04.01.09	20:15-22:09	Zeitpunkt	gesendet
3	2	2011	1 1/2 Ritter	Meiningen	Film, Kino	Action, Komödie, Geschichte	04.01.09	20:15-22:10	Zeitpunkt	gesendet
7	3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	So	15:00-21:00	Öffnungszeit	gesendet
8	3	3011	Madagascar 1 und 2	Meiningen	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	8:30-18:30	Öffnungszeit	gesendet
9	4	4001	Rambo 1	SFINKS	DVD, Film	Action		120 min	Zeitdauer	gesendet
11	4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer	gesendet
14	5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik			Zeitlos	gesendet
15	5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos	gesendet
17	2	2003	Anonyma	Ilmenau	Film, Kino	Liebe	04.01.09	19:30-21:15	Zeitpunkt	senden
18	2	2004	Tintenherz	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Märchen	04.01.09	15:30-17:10	Zeitpunkt	senden
21	2	2015	Tintenherz	Meiningen	Film, Kino	Abenteuer, Fantasy, Jugend, Märchen, Roman	04.01.09	15:35-17:15	Zeitpunkt	senden
23	3	3001	Madagascar 1 und 2	Ilmenau	Veranstaltung zum Film	Abenteuer, Kinder, Komödie	04.01.09	9:30-18:00	Öffnungszeit	senden
24	3	3021	Bauernhof	Arnstadt	Filmfestival	Umkehrfilm	04.01.09	9:00-24:00	Öffnungszeit	senden
25	3	3032	Wir gestern, heute und morgen	Erfurt	Filmschau	Dokumentarfilm	04.01.09	15:00-22:00	Öffnungszeit	senden
27	4	4005	Fuchs und Mädchen	SFINKS	DVD, Film	Kinder, Komödie, Märchen		90 min	Zeitdauer	senden
29	4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer	senden

Tabelle C.1: Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ um 20:05 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	17	18	21	23	24	25	27	29
Freie Zeit und zugehörige Orte	20:05-2:00	0	0	0	0	1	1		
	355 min							1	1
	Ilmenau								
SUMME von PP		ent	ent	ent	ent	1	1	1	1

Tabelle C.2: Aktualisierung der ungesendeten Suchergebnisse

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
24	3	3021	Bauernhof	Arnstadt	Filmfestival	Umkehrfilm	04.01.09	9:00-24:00	Öffnungszeit
25	3	3032	Wir gestern, heute und morgen	Erfurt	Filmschau	Dokumentarfilm	04.01.09	15:00-22:00	Öffnungszeit
27	4	4005	Fuchs und Mädchen	SFINKS	DVD, Film	Kinder, Komödie, Märchen		90 min	Zeitdauer
29	4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer
31	2	2001	1 1/2 Ritter	Ilmenau	Film, Kino	Geschichte	01-07.01.09	17:30-19:25	Zeitpunkt
							01-07.01.09	20:15-22:10	
							03-04.01.09	23:00-24:55	
32	2	2005	Australia	Ilmenau	Film, Kino	Abenteurer, Action, Drama, Krieg, Leben, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt
							03-04.01.09	22:30-01:15	
33	2	2006	Gute Nacht Geschichten	Ilmenau	Film, Kino	Abenteurer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
							01-07.01.09	20:00-21:39	
							03-04.01.09	22:30-24:09	
34	2	2012	Bedtime Stories	Meiningen	Film, Kino	Abenteurer, Leben, Märchen	01-07.01.09	17:30-19:09	Zeitpunkt
							03-04.01.09	22:30-24:09	
35	2	2014	Gomorra	Meiningen	Film, Kino	Beziehung	04.01.09	15:15-17:00	Zeitpunkt
36	2	2016	Australia	Meiningen	Film, Kino	Abenteurer, Action, Krieg, Roman	01-07.01.09	19:00-21:45	Zeitpunkt
							03-04.01.09	22:30-01:15	
37	2	2017	Madagascar 2	Meiningen	Film, Kino	Abenteurer	01-07.01.09	17:30-19:00	Zeitpunkt
							01-07.01.09	20:00-21:30	
							03-04.01.09	22:15-23:45	
38	4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD	Horror		165 min	Zeitdauer
39	4	4004	Der goldene Kompass	SFINKS	DVD	Action, Fantasy, Märchen		360 min	Zeitdauer
40	4	4006	Street Kings	ZDF	Film, Serie	Action, Drama	Mo, Mi	17:45-19:32	Zeitpunkt
							So	22:45-24:32	
41	4	4008	Martix	Pro7	Film, Serie	Zeichentrickfilm	Do, Di	13:07-13:37	Zeitpunkt
							So	23:02-23:32	

Tabelle C.3: Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ nach der Aktualisierung

Kriterien	Kontextinfo.	24	25	27	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Zeit	04.01.09	1	1			1	1	1	1	1	1	1				
	Sonntag														1	1
Ort	Ilmenau					1	1	1								
Interesse	Film	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1
	DVD			1	1								1	1		
Kategorie	Action				1		1				1			1	1	
	Komödie			1												
SUMME von PS		2	2	3	3	3	4	3	2	2	3	2	1	2	3	2

Tabelle C.4: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 20:05 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	24	25	27	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Freie Zeit und zugehörige Orte	20:05-2:00	1	1			1	1	1	1	0	1	1			1	1
	355 min			1	1								1	0		
	Ilmenau					1	1	1								
SUMME von PP		1	1	1	1	2	2	2	1	ent	1	1	1	ent	1	1

Tabelle C.5: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 20:05 Uhr

ZEITYP	24	25	27	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
ZEITPUNKT (4)					4	4	4	4		4	4			4	4
ÖFFNUNGSZEIT (3)	3	3													
ZEITDAUER (2)			2	2								2			
ZEITLOS (1)															
PRIORITÄT PA	3	3	2	2	4	4	4	4	ent	4	4	2	ent	4	4

Tabelle C.6: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 20:05 Uhr

D. Suchergebnisse für den Test 4.1

Kriterien	Kontextinfo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zeit	08.01.09					1	1	1	0	1	1	1				
	Donnerstag												1			
Ort	Ilmenau					1	1			1						
	Sonneberg															
Interesse	Buch	1	1	1	1									1	1	1
	DVD															
	Film					1	1	1				1				
	Veranstaltung									1	1					
Kategorie	Action					1		1				1				
	Kinder		1							1						
	Komödie			1	1											
	Roman	1			1										1	
SUMME von PS		2	2	2	3	4	3	3	ent	4	2	3	1	2	1	1

Tabelle D.1: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 14:30 Uhr

ZEITTYP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ZEITPUNKT (4)					4	4	4								
ÖFFNUNGSZEIT (3)										3					
ZEITDAUER (2)		2											2		
ZEITLOS (1)	1		1	1										1	1
PRIORITÄT PA	1	2	1	1	4	4	4	ent	ent	3	ent	ent	2	1	1

Tabelle D.2: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 14:30 Uhr

E. Suchergebnisse für den Test 4.2

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
16	1	1004	Der grüne Heinrich	Amazon	Buch	Roman			Zeitlos
17	1	1007	Große Stimmen - Starke Krimis	Amazon	Buch	Krimi, Action			Zeitlos
18	1	1010	In 80 Tagen um die Welt	Amazon	Buch, Hörbuch	Abenteuer-Box, Audio-CDs, Roman		255 min	Zeitdauer
19	2	2007	Nordwand	Ilmenau	Film, Kino	Action, Drama	08.01.09	8:01-10:07	Zeitpunkt
							11.01.09	11:01-13:07	
20	2	2010	Bolt	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Action, Animation	18.01.09	15:00-17:36	Zeitpunkt
								17:30-19:06	
21	2	2018	Burn After Reading	Meiningen	Film, Kino	Komödie	08.01.09	20:00-21:36	Zeitpunkt
22	2	2019	Sieben Leben	Meiningen	Film, Kino	Drama, Leben, Liebe	08-14.01.09	17:30-19:33	Zeitpunkt
							08-14.01.09	20:15-22:18	
							10-11.01.09	23:00-01:03	
23	3	3033	Zooparkfest	Erfurt	Fest, Veranstaltung	Kinder, Familie	Mo-Fr	9:00-20:00	Öffnungszeit
							Sa	9:00-12:00	
24	3	3041	Ausstellung Spielzeugmuseum	Sonneberg	Kultur	Ausstellung	Do	10:00-22:00	Öffnungszeit
25	4	4009	Die Bourne Identität	SFINKS	DVD, Film	Action, Horror		100 min	Zeitdauer
26	4	4012	RTL-Nachrichten	RTL	Fernsehen	Nachrichten	Mo-Sa	18:00-19:00	Zeitpunkt
27	4	4013	Die Simpsons - Serie	Pro7	Fernsehen, Serie	Zeichentrickfilm	Mo-Fr	18:10-19:00	Zeitpunkt
							Mo	20:15-21:05	
28	5	5005	Weil Deine Augen ihn nicht sehen	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Roman, Komödie		128 min	Zeitdauer
29	5	5006	Edgar Allan Poe	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Krimi, Horror		315 min	Zeitdauer
30	5	5008	Alles in Butter...	SFINKS	Buch	Erinnerungen, Biografie			Zeitlos

Tabelle E.1: Suchergebnisse zur Suchmeldung um 15:30 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Zeit	08.01.09				1	0	1	1								
	Donnerstag								1	1		1	1			
Ort	Ilmenau			1												
	Sonneberg															
Interesse	Buch	1	1	1										1	1	1
	DVD										1					
	Film				1		1	1			1					
	Veranstaltung								1							
Kategorie	Action		1		1						1					
	Kinder								1							
	Komödie						1								1	
	Roman	1		1											1	
SUMME von PS		2	2	2	4	ent	3	2	3	1	3	1	1	3	1	1

Tabelle E.2: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:30 Uhr

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Zeittyp	LOS	LOS	ZD	ZP	ZP	ZP	ZP	ÖFF	ÖFF	ZD	ZP	ZP	ZD	ZD	LOS	
Zeitangabe			255			20:00	20:15	18:30	18:30	100	18:00	18:10	128	315		
Angepasste Zeit			265			19:35	19:50	17:75	17:75	110	17:35	17:45	138	325		
Kriterien	Kontextinfo.															
Freie Zeit und zugehörige Orte	15:30-18:30			0	0	0		1	1		0	0				
	180 min			0						1			1	0		
	Ilmenau															
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:45-23:30			0	0	0	1				0	0				
	225 min			0										0		
	Ilmenau															
SUMME von PP		x	x	ent	ent	ent	ent	1	1	1	1	ent	ent	1	ent	x

Tabelle E.3: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:30 Uhr

ZEITYP	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ZEITPUNKT (4)							4								
ÖFFNUNGSZEIT (3)								3	3						
ZEITDAUER (2)										2			2		
ZEITLOS (1)	1	1													1
PRIORITÄT PA	1	1	ent	ent	ent	ent	4	3	3	2	ent	ent	2	ent	1

Tabelle E.4: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:30 Uhr

F. Suchergebnisse für den Test 4.3

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
31	1	1001	Der Roman eines Lebens	Amazon	Buch	Roman			Zeitlos
32	1	1003	Zwischen Apokalypse und Alltag	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch			Zeitlos
33	1	1005	Nach den großen Erzählungen	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch			Zeitlos
34	1	1008	Filetstücke (Kabarett)	Amazon	Buch	Audio-CDs, Komödie			Zeitlos
35	1	1010	In 80 Tagen um die Welt	Amazon	Buch, Hörbuch	Abenteuer, Audio-CDs, Roman		255 min	Zeitdauer
36	2	2007	Nordwand	Ilmenau	Film, Kino	Action, Drama	08.01.09	8:01-10:07	Zeitpunkt
							11.01.09	11:01-13:07	
37	2	2010	Bolt	Ilmenau	Film, Kino	Abenteuer, Action, Animation	18.01.09	15:00-17:36	Zeitpunkt
								17:30-19:06	
38	2	2018	Burn After Reading	Meiningen	Film, Kino	Komödie	08.01.09	20:00-21:36	Zeitpunkt
39	2	2021	Willkommen bei den Sch'Tis	Meiningen	Film, Kino	Komödie	09-14.01.09	20:00-21:46	Zeitpunkt
							10.01.09	22:30-24:16	
40	2	2022	Bolt	Meiningen	Film, Kino	Animation, Komödie	18.01.09	15:00-17:36	Zeitpunkt
								17:30-19:06	
41	2	2023	Der Tag an dem die Erde stillstand	Sonneberg	Film, Kino	Science-Fiction	09.01.09	22:30-24:20	Zeitpunkt
							10.01.09	22:30-24:20	
42	2	2024	Operation Walküre	Sonneberg	Film, Kino	Thriller	21.01.09	20:00-22:00	Zeitpunkt
43	3	3003	Kinderfasching	Ilmenau	Veranstaltung	Kinder	08.01.09	9:00-12:20	Öffnungszeit
44	4	4010	The Scorpion King	RTL	Film	Action, Fantasy	05.01.09	23:00-24:13	Zeitpunkt
							08.01.09	20:00-21:13	
45	4	4012	RTL-Nachrichten	RTL	Fernsehen	Nachrichten	Mo-Sa	18:00-19:00	Zeitpunkt

Tabelle F.1: Suchergebnisse zur Suchmeldung um 16:20 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Zeit	08.01.09						1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
	Donnerstag															
Ort	Ilmenau						1							1		
	Meiningen								1							
	Sonneberg															
Interesse	Buch	1	1	1	1	1										
	DVD															
	Film						1		1						1	
	Veranstaltung													1		
Kategorie	Action						1								1	
	Kinder													1		
	Komödie				1				1							
	Roman	1	1	1		1										
SUMME von PS		2	2	2	2	2	4	ent	4	ent	ent	ent	ent	4	3	1

Tabelle F.2: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 16:20 Uhr

		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Zeittyp		LOS	LOS	LOS	LOS	ZD	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ÖFF	ZP	ZP
Zeitangabe						255			20:00						20:00	
Angepasste Zeit						265			19:35						19:35	
Kriterien	Kontextinfo.															
Freie Zeit und zugehörige Orte	16:20-18:30						0		0					0	0	0
	130 min					0										
	Ilmenau															
	Meiningen															
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:45-23:30						0		0					0	0	0
	225 min					0										
	Ilmenau															
SUMME von PP		x	x	x	x	ent	ent	ent	ent	ent	ent	ent	ent	ent	ent	ent

Tabelle F.3: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 16:20 Uhr

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
46	1	1001	Der Roman eines Lebens	Amazon	Buch	Roman			Zeitlos
47	1	1003	Zwischen Apokalypse und Alltag	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch			Zeitlos
48	1	1004	Der grüne Heinrich	Amazon	Buch	Roman			Zeitlos
49	1	1005	Nach den großen Erzählungen	Amazon	Buch	Roman, Taschenbuch			Zeitlos
50	1	1007	Große Stimmen - Starke Krimis	Amazon	Buch	Krimi, Action			Zeitlos
51	1	1008	Filetstücke (Kabarett)	Amazon	Buch	Audio-CDs, Komödie			Zeitlos
52	1	1010	In 80 Tagen um die Welt	Amazon	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Roman		255 min	Zeitdauer
53	2	2007	Nordwand	Ilmenau	Film, Kino	Action, Drama	08.01.09	8:01-10:07	Zeitpunkt
							11.01.09	11:01-13:07	
54	2	2018	Burn After Read.	Meiningen	Film, Kino	Komödie	08.01.09	20:00-21:36	Zeitpunkt
55	2	2019	Sieben Leben	Meiningen	Film, Kino	Drama, Leben, Liebe	08-14.01.09	17:30-19:33	Zeitpunkt
							08-14.01.09	20:15-22:18	
							10-11.01.09	23:00-01:03	
56	3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	Mo-Fr	9:00-22:00	Öffnungszeit
							Sa-So	15:00-21:00	
57	3	3003	Kinderfasching	Ilmenau	Veranstaltung	Kinder	08.01.09	9:00-12:20	Öffnungszeit
58	3	3033	Zooparkfest	Erfurt	Fest, Veranstaltung	Kinder, Familie	Mo-Fr	9:00-20:00	Öffnungszeit
							Sa	9:00-12:00	
59	4	4001	Rambo 1	SFINKS	DVD, Film	Action		120 min	Zeitdauer
60	4	4002	Saw 3	SFINKS	DVD	Horror		165 min	Zeitdauer
61	4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer
62	4	4004	Der goldene Kompass	SFINKS	DVD	Action, Fantasy, Märchen		360 min	Zeitdauer
63	4	4005	Fuchs und Mädchen	SFINKS	DVD, Film	Kinder, Komödie, Märchen		90 min	Zeitdauer
64	4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer
65	4	4008	Martix	Pro7	Film, Serie	Zeichentrickfilm	Do, Di	13:07-13:37	Zeitpunkt
							So	23:02-23:32	
66	4	4009	Die Bourne Identität	SFINKS	DVD, Film	Action, Horror		100 min	Zeitdauer
67	4	4010	The Scorpion King	RTL	Film	Action, Fantasy	05.01.09	23:00-24:13	Zeitpunkt
							08.01.09	20:00-21:13	
68	4	4011	Wer wird Millionär	Pro7	Fernsehen	Rateshow	Do, Sa	20:00-21:15	Zeitpunkt
69	4	4012	RTL-Nachrichten	RTL	Fernsehen	Nachrichten	Mo-Sa	18:00-19:00	Zeitpunkt
70	4	4013	Die Simpsons – Serie	Pro7	Fernsehen, Serie	Zeichentrickfilm	Mo-Fr	18:10-19:00	Zeitpunkt
							Mo	20:15-21:05	
71	5	5001	Gute Nacht Geschichten	SFINKS	Buch	Abenteuer, Leben, Märchen			Zeitlos
72	5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik			Zeitlos
73	5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos
74	5	5005	Weil Deine Augen ihn nicht sehen	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Roman, Komödie		128 min	Zeitdauer
75	5	5006	Edgar Allan Poe	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Krimi, Horror		315 min	Zeitdauer

Tabelle F.4: Ergänzte Suchergebnisse zur Suchmeldung um 16:20 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Zeit	08.01.09								1	1	1		1			
	Donnerstag											1		1		
Ort	Ilmenau								1			1	1			
	Meiningen									1	1					
	Sonneberg															
Interesse	Buch	1	1	1	1	1	1	1								
	DVD											1			1	1
	Film								1	1	1	1			1	
	Veranstaltung												1	1		
Kategorie	Action					1			1			1			1	
	Kinder											1	1	1		
	Komödie						1			1		1				
	Roman	1	1	1	1			1				1				
SUMME von PS		2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	8	4	3	3	1

Kriterien	Kontextinfo.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Zeit	08.01.09							1								
	Donnerstag					1			1	1	1					
Ort	Ilmenau															
	Meiningen															
	Sonneberg															
Interesse	Buch											1	1	1	1	1
	DVD	1	1	1	1		1									
	Film			1	1	1	1	1					1	1		
	Veranstaltung															
Kategorie	Action		1		1		1	1						1		
	Kinder				1											
	Komödie	1		1									1		1	
	Roman															1
SUMME von PS		2	2	4	3	2	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1

Tabelle F.5: Zuordnung der Selektionsprioritäten nach der Ergänzung

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Zeitytyp	LOS	LOS	LOS	LOS	LOS	LOS	ZD	ZP	ZP	ZP	ÖFF	ÖFF	ÖFF	ZD	ZD
Zeitangabe							255	20:00	20:15	18:30			18:30	120	165
Angepasste Zeit							265	19:35	19:50	17:55			17:55	130	175
Kriterien	Kontextinfo.														
Freie Zeit und zugehörige Orte	16:20-18:30							0	0		1	0	1		
	130 min						0							1	
	Ilmenau										1				
	Meiningen														
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:45-23:30							0	0	1		0			
	225 min						0								1
	Ilmenau														
SUMME von PP	x	X	x	x	x	x	ent	ent	ent	1	2	ent	1	1	1

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Zeitytyp	ZD	ZD	ZD	ZD	ZP	ZD	ZP	ZP	ZP	ZP	LOS	LOS	LOS	ZD	ZD
Zeitangabe	185	360	90	120		100	20:00	20:00						128	315
Angepasste Zeit	195	370	100	130		110	19:35	19:35						138	325
Kriterien	Kontextinfo.														
Freie Zeit und zugehörige Orte	16:20-18:30				0		0	0	0	0					
	130 min		0	1	1		1								0
	Ilmenau														
	Meiningen														
Freie Zeit und zugehörige Orte	19:45-23:30				0		0	0	0	0					
	225 min	1	0											1	0
	Ilmenau														
SUMME von PP	1	ent	1	1	ent	1	ent	ent	ent	ent	x	x	x	1	ent

Tabelle F.6: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten nach der Ergänzung

ZEITYP	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
ZEITPUNKT (4)										4					
ÖFFNUNGSZEIT (3)											3		3		
ZEITDAUER (2)														2	2
ZEITLOS (1)	1	1	1	1	1	1									
PRIORITÄT PA	1	1	1	1	1	1	ent	ent	ent	4	3	ent	3	2	2

ZEITYP	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
ZEITPUNKT (4)															
ÖFFNUNGSZEIT (3)															
ZEITDAUER (2)	2		2	2	2	2								2	
ZEITLOS (1)											1	1	1		
PRIORITÄT PA	2	ent	2	2	ent	2	ent	ent	ent	ent	1	1	1	2	ent

Tabelle F.7: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 16:20 Uhr

G. Suchergebnisse für den Test 4.4

EID	QID	OBID	Titel	Ort	Interesse	Kategorie	Tag	Zeit	Zeittyp
76	1	1007	Große Stimmen - Starke Krimis	Amazon	Buch	Krimi, Action			Zeitlos
77	1	1008	Filetstücke (Kabarett)	Amazon	Buch	Audio-CDs, Komödie			Zeitlos
78	1	1010	In 80 Tagen um die Welt	Amazon	Buch, Hörbuch	Abenteuer, Audio-CDs, Roman		255 min	Zeitdauer
79	2	2007	Nordwand	Ilmenau	Film, Kino	Action, Drama	08.01.09	8:01-10:07	Zeitpunkt
							11.01.09	11:01-13:07	
80	2	2018	Burn After Reading	Meiningen	Film, Kino	Komödie	08.01.09	20:00-21:36	Zeitpunkt
81	2	2019	Sieben Leben	Meiningen	Film, Kino	Drama, Leben, Liebe	08-14.01.09	17:30-19:33	Zeitpunkt
							10-11.01.09	23:00-01:03	
82	3	3002	Videothek am Ilm	Ilmenau	DVD, Film, Kino	Action, Abenteuer, Drama, Horror, Komödie ...	Mo-Fr	9:00-22:00	Öffnungszeit
							Sa-So	15:00-21:00	
83	4	4003	P. S. Ich liebe Dich	SFINKS	DVD	Komödie, Romantik		185 min	Zeitdauer
84	4	4004	Der goldene Kompass	SFINKS	DVD	Action, Fantasy, Märchen		360 min	Zeitdauer
85	4	4007	Troja	SFINKS	DVD, Film	Action, Fantasy		120 min	Zeitdauer
86	4	4010	The Scorpion King	RTL	Film	Action, Fantasy	05.01.09	23:00-24:13	Zeitpunkt
							08.01.09	20:00-21:13	
87	5	5002	Männersache	SFINKS	Buch zum Film	Komödie, Liebe, Romantik			Zeitlos
88	5	5003	Der goldene Kompass	SFINKS	Buch zum Film	Action, Fantasy, Märchen			Zeitlos
89	5	5005	Weil Deine Augen ihn nicht sehen	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Roman, Komödie		128 min	Zeitdauer
90	5	5006	Edgar Allan Poe	SFINKS	Buch, Hörbuch	Audio-CDs, Krimi, Horror		315 min	Zeitdauer

Tabelle G.1: Suchergebnisse zur Suchmeldung um 18:40 Uhr

Kriterien	Kontextinfo.	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Zeit	08.01.09				1	1	1					1				
	Donnerstag							1								
Ort	Meiningen					1	1									
Interesse	Buch	1	1	1									1	1	1	1
	DVD							1	1	1	1					
	Film				1	1	1	1			1	1	1	1		
Kategorie	Drama				1		1	1								
	Fantasy							1		1	1	1		1		
	Komödie		1			1		1	1				1		1	
	Krimi	1						1								1
	Leben						1	1								
	Liebe						1	1					1			
	Märchen							1		1				1		
	Roman				1				1							1
SUMME von PS		2	2	2	3	4	6	11	2	3	3	3	4	4	3	2

Tabelle G.2: Zuordnung der Selektionsprioritäten um 18:40 Uhr

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
Zeittyp	LOS	LOS	ZD	ZP	ZP	ZP	ÖFF	ZD	ZD	ZD	ZP	LOS	LOS	ZD	ZD	
Zeitangabe			255		20:00	20:15	22:00	185	360	120	20:00			128	315	
Angepasste Zeit			265		19:35	19:50	21:25	195	370	130	19:35			138	325	
Kriterien	Kontextinfo.															
Freie Zeit und zugehörige Orte	18:40-23:30			0	1	1	1				1					
	290 min			1				1	0	1				1	0	
	Meiningen				1	1										
SUMME von PP		x	x	1	ent	2	2	1	1	ent	1	1	x	x	1	ent

Tabelle G.3: Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 18:40 Uhr

ZEITYP	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ZEITPUNKT (4)					4	4					4				
ÖFFNUNGSZEIT (3)							3								
ZEITDAUER (2)			2					2		2				2	
ZEITLOS (1)	1	1										1	1		
PRIORITÄT PA	1	1	2	ent	4	4	3	2	ent	2	4	1	1	2	ent

Tabelle G.4: Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 18:40 Uhr

Abkürzungsverzeichnis

<i>A</i>	Zeit aus der Anfrage
<i>B</i>	Belegte Zeit
<i>BZ</i>	Typ Begrenzungszeit
<i>F</i>	Freie Zeit
<i>OZ</i>	Typ Öffnungszeit
<i>SZ</i>	Sendezeit
<i>T</i>	Termin
<i>t_{AZ}</i>	Anfangszeit
<i>t_A</i>	Aktuelle Zeit
<i>t_B</i>	Beginnzeit
<i>t_E</i>	Endzeit
<i>t_{SZ}</i>	Schlusszeit
<i>t_{ZB}</i>	Zeitraum für den Beginn
<i>t_{ZE}</i>	Zeitraum für das Ende
<i>t_{ZL}</i>	Zeitlänge
<i>t_{ZZ}</i>	Zwischenzeit
<i>Z</i>	Vordefinierte Zeit
<i>ZD</i>	Typ Zeitdauer
<i>ZP</i>	Typ Zeitpunkt
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AFLT	Advanced Forward Link Trilateration
AGPS	Assisted Global Positioning System
AOA	Angle of Arrival
AOA/RTT	Angle of Arrival and Round Trip Time
ARREAL	Augmented Reality REAL
AZ	Aktuelle Zeit
BA	Benutzeranfrage
BAID	Identifizierungsnummer der Benutzeranfrage
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BETINA	Behindertengerechter Touristischer Informationsassistent
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BP	Benutzerprofil
BS	Basisstation
CERTEC	Centre for Rehabilitation Engineering
COO	Cell of Origin
CRUMPET	Creation of User-friendly Mobile Services Personalized for Tourism
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
DAC	Discretionary Access Control
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DBS	Datenbanksystem
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DGPS	Differential Global Positioning System
E-GPRS	Enhanced-GPRS

EDGE	E nhaned D ata R ates for G SM E volution
EGNOS	E uropean G eostationary N avigation O verlay S ystem
EID	Identifizierungsnummer des Ergebnisses
EML	E uropean M edia L aboratory
ent	entfernen
EOTD	E nhaned O bserved T ime D ifference
ESIT	E lectronic S ystems and I nformation T echnology
FIPA	F oundation for I ntelligent P hysical A gents
FTW	F orschungszentrum T elekommunikation W ien
FZ	Aktuelle freie Zeit
FZ mit SZ	Freie Zeit, die ab nächste Sendezeit geblieben ist
GIS	G eographic I nformation S ystem
GLONASS	G lobal N avigation S atellite S ystem
GNSS	G lobal N avigation S atellite S ystem
GPRS	G eneral P acket R adio S ervice
GPS	G lobal P ositioning S ystem
GSM	G lobal S ystem for M obile C ommunication
GTD	G eographical T ime D ifference
GUI	G raphical U ser I nterface
HSCSD	H igh S peed C ircuit S witched D ata
HSDPA	H igh S peed D ownlink P acket A ccess
HSUPA	H igh S peed U plink P acket A ccess
HTML	H yper T ext M arkup L anguage
HTTP	H yper T ext T ransfer P rotocol
ID	Identifizierungsnummer
IEEE	I nstitute of E lectrical and E lectronics E ngineers
IMAGE	I ntelligent M obility A gent for C omplex G eographical E nvironments
IP	I nternet P rotocol
IrDA	I nfrared D ata A ssociation
IRREAL	I nfrared R EAL
ISAAC	I nternational S ociety for A ugmentative & A lternative C ommunica- tion
ISM	I ndustrial, S cientific, M edical
IuKDG	I nformations- und T elekommunikationsdienste- G esetz
J2ME	J ava 2 M icro E dition
JADE	J ava A gent D evelopment F ramework
JAM-Frame	J ava A gent M anagement F ramework
LBS	L ocation B ased S ystem
LF	L ocation F ingerprinting
LoL@	L ocal L ocation A ssistant
LOS	Zeitlos
LSZ	Letzte festgelegte Sendezeit
LTE	L ong T erm E volution
M3I	M obile M ultimodal M odular I nteraction
MAC	M andatory A ccess C ontrol
MDA	M obile D igital A ssistant
MID	M obile I nternet D evice
MoBIC	M obility of B lind and E lderly P eople I nteracting with C omputers
MoODS	M obility of O utdoor S ystem
MoPS	M obility of P rejourney S ystem
MS	M obilstation
MSAS	M ultimission S atellite A ugmentation S ystem
NAFFF	N avigation für F ahrzeuge, F ahrradfahrer, F ußgänger
NSZ	Nächste vorhergesehene Sendezeit

OBID	Identifizierungsnummer des Objektes
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OTD	Observed Time Difference
OTDOA	Observed Time Difference of Arrival
PA	Ausgabepriorität
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PHP	Hypertext Preprocessor
PocketIE	Pocket Internet Explorer
PoI	Points of Interest
PP	Personalisierungspriorität
PS	Selektionspriorität
PTV	Planung Transport Verkehr
QID	Identifizierungsnummer der Quelle
QoS	Quality of Service
R	Reihenfolge der Suchergebnisse in der Sendegruppe
RAM	Random-Access Memory
RBAC	Role Based Access Control
REAL	Resource Adaptive Localisation
RFID	Radio Frequency Identification
RSS	Received Signal Strength
RTD	Real Time Difference
RTT	Round Trip Time
SAID	Identifizierungsnummer der Suchanfrage
SBAS	Satellite Based Augmentation Systems
SE	Suchergebnis
SEI	Systems Engineering Ilmenau
SFINKS	Flexibles System für Informationen in kontextsensitiven Telekommunikationsdiensten
SSL	Secure Socket Layer
SZ 15	Erforderliche 15 min für die Sendezeit
SZ 60	Erforderliche 60 min für die nächste Sendezeit
TA	Timing Advance
TAS	Touristisches Assistenzsystem für barrierefreie Urlaubs, Freizeit und Bildungsaktivitäten
TDDSG	Teledienstschutzgesetz
TDOA	Time Difference of Arrival
TIDE	Technology Initiative for Disabled and Elderly People
TOA	Time of Arrival
TOA/AOA	Time of Arrival and Angle of Arrival
UMPC	Ultra Mobile Personal Computer
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus
VM	Virtual Machine
VoIP	Voice over IP
WAAS	Wide Area Augmentation System
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WIPS	Wireless Indoor Positioning System
WLAN	Wireless Local Area Network
x	Suchergebnisse mit dem Typ Zeitlos
XML	eXtensible Markup Language
XSS	Cross-Site Scripting
Z	Zusätzliche Angaben
ZB	Zeitlicher Beginn

ZD	Zeitdauer
ZE	Zeitliches Ende
ZL	Zeitlänge
ZP	Zeitpunkt
ÖFF	Öffnungszeit

Abbildungsverzeichnis

3.1	Einordnung der Informationssysteme für mobile Teilnehmer	20
3.2	Entwicklung von mobilen Endgeräten [Gryg09]	25
3.3	Allgemeine Klassifikation von mobilen Endgeräten	26
3.4	Einordnung der mobilen Kommunikationstechniken	31
3.5	Einordnung der Lokalisierungsverfahren	35
4.1	Gliederung des Kontextes	54
5.1	Architektur von SFINKS zur Erbringung kontextsensitiver Dienste	58
5.2	Erfassung des Kontextes	62
5.3	Übermittlungsmethoden der Kontextinformationen [DeLS05]	63
5.4	Kommunikationsinfrastruktur von SFINKS	64
5.5	Erstellung des Benutzerprofils	68
5.6	Benutzerprofil	69
5.7	Beobachtungsprozess	70
5.8	Adaptierende Prozesse	72
5.9	Vorgehen beim Verarbeiten und Anwenden der Kontextinformationen	73
6.1	Überblick über den Beobachtungsprozess	77
6.2	Beobachtung von Benutzeranfragen	78
6.3	Beobachtung von Kontextinformationen	79
6.4	Überwachung der lokal gespeicherten Informationen	81
6.5	Überblick über den Suchprozess	83
6.6	Gewinnung von Informationen aus externen Quellen	86
6.7	Schnittstelle für externe Quellen	87
6.8	Überblick über den Selektionsprozess	88
6.9	Einordnung des Informationstyps	89
6.10	Überblick über den Personalisierungsprozess	93

6.11 Bestimmung der belegten Zeiten	94
6.12 Zeitliche Zusammenstellung	96
6.13 Bestimmung der freien Zeiten aufgrund der belegten Zeiten	97
6.14 Korrektur der freien Zeiten bezogen auf die aktuelle Zeit	99
6.15 Berücksichtigung der Zeit aus der Benutzeranfrage	100
6.16 Beziehungen zwischen Öffnungszeiten und freien Zeiten	101
6.17 Bestimmung der Schlusszeit	102
6.18 Beziehungen zwischen Begrenzungszeiten und freien Zeiten	103
6.19 Bestimmung der Anfangszeit	104
6.20 Bestimmung der Zeitlänge	104
6.21 Überblick über den Priorisierungsprozess	106
6.22 Bestimmung der Sendezeit	112
6.23 Bestimmung der nächsten Sendezeit	112
7.1 Tabellen der Datenbanken db_system und db_user	119
7.2 Tabellen der Datenbank db_veranstaltung	119
7.3 Demonstratorinterface: Hauptmenü	122
7.4 Demonstratorinterface: Benutzerinformationen	124
7.5 Demonstratorinterface: Profile	125
7.6 Demonstratorinterface: Sensordaten	126
7.7 Überblick über die Datenverarbeitungsprozesse	127
7.8 Beobachtungsinterface: Gemeinsamer Funktionsteil	128
7.9 Beobachtungsinterface: Benutzeranfragen	129
7.10 Beobachtungsinterface: Benutzerprofil	129
7.11 Beobachtungsinterface: Auswahl der lokalen Quellen	130
7.12 Beobachtungsinterface: Überblick über gespeicherte Informationen	131
7.13 Beobachtungsinterface: Zeitliche Informationen eines Eintrags	131
7.14 Beobachtungsinterface: Webseiten	132
7.15 Beobachtungsinterface: Externe Datenbank	133
7.16 Suchinterface: Benutzeranfrage und Benutzerprofil	133
7.17 Suchinterface: Ressourcen und Kriterien	134
7.18 Selektionsinterface: Funktionsteile der Suchanfrage	135
7.19 Selektionsinterface: Kriterien und Einstellungen	136
7.20 Personalisierungsinterface: Kriterien und Einstellungen	137

7.21	Priorisierungsinterface: Kriterien und Einstellungen	138
7.22	Benutzerinterface: Anmeldung	140
7.23	Benutzerinterface: Informationen über einen Benutzer	141
7.24	Benutzerinterface: Kontextsensitive Dienste	142
8.1	Überblick über den Testaufbau	150
8.2	Getestete Endgeräte: PC, Laptop, Mobiltelefon Nokia	151
8.3	Getestete Browser: Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox	151
8.4	Verbindungen per Ethernet, WLAN, GPRS	153
8.5	Konfigurationsprozedur für Sensoren	154
8.6	Erweiterungsprozedur für Informationsquellen	155
8.7	Anfrage, Suchergebnisse, detaillierte Informationen	156
8.8	Reaktion des Systems auf Kontextänderungen	169
8.9	Signalisierung über neue Suchergebnisse	172
8.10	Suchergebnisse der Tests ①-③	179
8.11	Suchergebnisse der Tests ①-②	180
8.12	Suchergebnisse der Tests ④-⑥	182
8.13	Suchergebnisse der Tests ③-⑥	184
8.14	Signalisierung einer Informationsänderung	185
8.15	Signalisierung einer Notmeldung	188

Tabellenverzeichnis

2.1	Gegenüberstellung der Projekte	16
3.1	Vergleich der Informationssystemgruppen	21
3.2	Zusammenstellung der Bewertungskriterien	46
5.1	Beispiel für einen Datenbankeintrag nach [LeDS05][Lewa07]	66
7.1	Teil der Konfigurationsdatei der Datenbank <code>db_veranstaltung</code>	120
8.1	Suchergebnisse zur Benutzeranfrage um 15:02 Uhr	157
8.2	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:02 Uhr	158
8.3	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:02 Uhr	159
8.4	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:02 Uhr	159
8.5	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:02 Uhr	160
8.6	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:27 Uhr	161
8.7	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 20:05 Uhr	163
8.8	Zusammenstellung der Benutzeranfragen	163
8.9	Aufgliederung der Benutzeranfrage BAID 15	164
8.10	Aufgliederung der Benutzeranfragen vom 01.11.08 bis 20.11.08	165
8.11	Aufgliederung der Benutzeranfragen vom 04.01.09 bis 07.01.09	167
8.12	Festlegung und Aktualisierung der Sendezeiten	170
8.13	Suchergebnisse zur Suchmeldung um 14:30 Uhr	173
8.14	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 14:30 Uhr	174
8.15	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 14:30 Uhr	174
8.16	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 15:30 Uhr	175
8.17	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 16:20 Uhr	176
8.18	Einordnung der Suchergebnisse in die Sendegruppe um 18:40 Uhr	177
8.19	Testgruppe: Anfragen nach Büchern	178

8.20	Testgruppe: Anfragen nach Filmen	181
8.21	Geänderte Datenbankeinträge	185
8.22	Reaktion des Systems auf Änderungsmeldungen	186
8.23	Reaktion des Systems auf Notmeldungen	188
8.24	Bewertungskriterien: Ergebnis der Validierung	191
A.1	Ausgewählte Einträge aus der „Webseitendatenbank“ für den 04.01.08 . . .	197
A.2	Ausgewählte Einträge aus der „Webseitendatenbank“ für den 08.01.08 . . .	198
A.3	Ausgewählte Einträge aus der „Amazon-Datenbank“	198
A.4	Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Veranstaltungen“	199
A.5	Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Visuelle Medien“	199
A.6	Ausgewählte Einträge aus der Datenbank „Schriftliche Medien“	199
B.1	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:27 Uhr	200
B.2	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:27 Uhr	200
B.3	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:27 Uhr	200
B.4	Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ um 15:27 Uhr	201
C.1	Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ um 20:05 Uhr	202
C.2	Aktualisierung der ungesendeten Suchergebnisse	202
C.3	Suchergebnisse in der „Ausgabedatenbank“ nach der Aktualisierung	203
C.4	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 20:05 Uhr	203
C.5	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 20:05 Uhr	203
C.6	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 20:05 Uhr	204
D.1	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 14:30 Uhr	205
D.2	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 14:30 Uhr	205
E.1	Suchergebnisse zur Suchmeldung um 15:30 Uhr	206
E.2	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 15:30 Uhr	207
E.3	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 15:30 Uhr	207
E.4	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 15:30 Uhr	207
F.1	Suchergebnisse zur Suchmeldung um 16:20 Uhr	208
F.2	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 16:20 Uhr	209
F.3	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 16:20 Uhr	209
F.4	Ergänzte Suchergebnisse zur Suchmeldung um 16:20 Uhr	210

F.5	Zuordnung der Selektionsprioritäten nach der Ergänzung	211
F.6	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten nach der Ergänzung	212
F.7	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 16:20 Uhr	212
G.1	Suchergebnisse zur Suchmeldung um 18:40 Uhr	213
G.2	Zuordnung der Selektionsprioritäten um 18:40 Uhr	214
G.3	Zuordnung der Personalisierungsprioritäten um 18:40 Uhr	214
G.4	Zuordnung der Ausgabeprioritäten um 18:40 Uhr	214

Literatur

- [AKMP⁺02] H. Anegg, H. Kunczier, E. Michlmayr, G. Pospischil und M. Umlauf. *LoL@: designing a location based UMTS application*. ÖVE-Verbandszeitschrift E&I, Springer, Heidelberg, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/LoLa_Designing_a_Location_Based_UMTS_Application.pdf, Februar 2002.
- [Alby08] T. Alby. *Das mobile Web. 3G, 3GP, 4G, Android, Edge, GSM, HSPA, iPhone, LBS, PTT, UMTS, WAP, WCDMA, WIMAX, WML, WURFL*. Hanser Fachbuch, Auflage: 1, ISBN-10: 3446415076, ISBN-13: 978-3446415072, November 2008.
- [AmWe01] M. Amberg und J. Wehrmann. *Situationsabhängige Dienste - Grundlagen ihrer Entwicklung*. Aachen, Juli 2001.
- [BaKW02] J. Baus, A. Krüger und W. Wahlster. *A resource-adaptive mobile navigation system*. Proceedings of IUI, 7th International Conference on Intelligent User Interfaces, ACM Press, <http://www.iuiconf.org/02pdf/2002-001-0005.pdf>, 2002.
- [BaMa04] D. Bargiel und S. Marek. *PHP i MySQL. Tworzenie sklepów internetowych*. Helion, ISBN 83-7361-359-5, 2004.
- [BBKL01] A. Butz, J. Baus, A. Krüger und M. Lohse. *A Hybrid Indoor Navigation System*. Proceedings of IUI, International Conference on Intelligent User Interfaces, ACM Press, New York, <http://w5.cs.uni-sb.de/~butz/publications/papers/hybrid-iui.pdf>, 2001.
- [BETI03a] BETINA. *BETINA führt durch Magdeburg*. MobilGuide - Mobiler elektronischer Touristenführer, ADI private Informatik-Akademie gGmbH, Europäische Strukturfonds Sachsen-Anhalt 2000 - 2006, Das Sonderprogramm zum Aufbau der Informationsgesellschaft in Sachsen-Anhalt, Wettbewerb Nr. 1 „Tourismus in der Informationsgesellschaft“, <http://www.tsa.de/sonderprogramm/wettbewerb1/gewinner/mobilguide.php>, Februar 2003.
- [BETI03b] BETINA. *Mobiler Elektronischer Stadtführer*. Mobiler-Stadtführer, Mehr über die neue Dienstleistung MobilGuide, ADI private Informatik-Akademie gGmbH, <http://www.mobiler-stadtfuehrer.de/textonly/spezifikation.html>, 2003.
- [BETI03c] BETINA. *MobilGuide*. Mobiler Stadtführer, Aktuell, ADI private Informatik-Akademie gGmbH, <http://www.mobiler-stadtfuehrer.de/html4/index.html>, 2003.

- [BFKLP01] B. Brunner-Friedrich, R. Kopetzky, M. Lechthaler und A. Pammer. *Visualisierungskonzepte für die Entwicklung kartenbasierter Routing-Applikationen im UMTS-Bereich*. In Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII, Beiträge zum AGIT-Symposium, S. 72-77, Salzburg, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/Visualisierungs-konzepte_Entwicklung_kartenbasierter_Routing_Apps_UMTS.pdf, 2001.
- [Bosc03] Bosch. *Navigation für Fahrzeuge, Fahrradfahrer und Fußgänger*. Telematica, Projekt NAFFF, <http://www.telematica.de/html/nafff.html>, 2003.
- [BrBC97] P. Brown, J. Bovey und X. Chen. *Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace*. IEEE Personal Communications 4(5), pp. 58-64, http://www.cs.ukc.ac.uk/people/staff/pjb/papers/personal_comms.html, Oktober 1997.
- [Brow96] P. Brown. *The stick-e document: a framework for creating context-aware applications*. In Proceedings of Electronic Publishing 8(2), pp. 259-72, Laxenburg, Austria, <http://www.cs.ukc.ac.uk/research/infosys/mobicomp/Fieldwork/Papers/ps/StickeDocument.ps>, September 1996.
- [Brow98] P. Brown. *Triggering information by context*. Personal Technologies 2(1), pp. 1-9, 1998.
- [BuBK00] A. Butz, J. Baus und A. Krüger. *Augmenting buildings with infrared information*. Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality ISAR, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, <http://w5.cs.uni-sb.de/~butz/publications/papers/buildings.pdf>, 2000.
- [Burk02] R. Burke. *Hybrid recommender systems: Survey and experiments*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 12(4):331-370, 2002.
- [Butz00] A. Butz. *IRReal und verschiedene FhG-Projekte*. Seminar „Mobile Computing“ im SS 2000, Saarland, <http://w5.cs.uni-sb.de/~butz/teaching/mobile-ss00/ausarbeit/irreal/IRReal.html>, 2000.
- [CDMF⁺00] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday und C. Efstathiou. *Developing a context-aware electronic tourist guide: some issues and experiences*. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI-00), ACM Press, pp. 17-24, <http://www.comp.lancs.ac.uk/~efstrati/research/papers/CHI.pdf>, April 2000.
- [CoKP00] V. Coors, C. Kray und R. Porzel. *Zu komplexen Diensten mit einfachen natürlich sprachlichen Interaktionen*. Workshop „Digital Storytelling“ (DISTEL 2000), Darmstadt, Germany, http://www.comp.lancs.ac.uk/~kray/pub/2000_distel.pdf, 2000.
- [DeAb97] A. Dey und G. Abowd. *CyberDesk: the use of perception in context-aware computing*. PUI Workshop Submission, <http://www.cc.gatech.edu/fce/cyberdesk/pubs/PUI97/pui.html>, 1997.
- [DeAb99] A. Dey und G. Abowd. *Towards a better understanding of context and context-awareness*. In HUC 99: Proceedings of the 1st international

- symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, Springer, London, UK 1999, In the workshop on the what, who, where, when, and how of context-awareness, as part of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000), The Hague, The Netherlands, April 2000, <ftp://ftp.cc.gatech.edu/pub/gvu/tr/1999/99-22.pdf>, 1999.
- [DeAW98] A. Dey, G. Abowd und A. Wood. *CyberDesk: a framework for providing self-integrating context-aware services*. In Proceedings of the International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '98), pp. 47-54, Extended version in Knowledge-Based Systems 11(1), pp. 3-13, September 1998, <http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/KBS11-1.pdf>, 1998.
- [Debe09] M. Debes. *Konzeption und Realisierung eines kontextsensitiven Routingverfahrens*. Dissertation, Technische Universität Ilmenau, Universitäts-Verlag, ISBN 978-3-939473-40-4, Ilmenau, 2009.
- [DeLS05] M. Debes, A. Lewandowska und J. Seitz. *Definition and Implementation of Context Information*. Joint 2nd Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC 05) & 1st Ultra-Wideband Expert Talk (UET 05), University of Hannover, Hannover, Germany, Hannoversche Beiträge zur Nachrichtentechnik, Shaker, Band 0.2, S. 63-68, ISBN 3-8322-3746-1, Aachen, Germany. Auflage, März 2005.
- [DeSA01] A. Dey, D. Salber und G. Abowd. *A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications*. Anchor article of a special issue on Context-Aware Computing in the Human-Computer Interaction (HCI) Journal 16(2-4), pp. 97-166, <http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/HCIJ16.pdf>, 2001.
- [Dey98] A. Dey. *Context-aware computing: the CyberDesk project*. AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, Stanford University, Technical Report SS-98-02, pp. 51-54, <http://www.cc.gatech.edu/fce/cyberdesk/pubs/AAAI98/AAAI98.html>, März 1998.
- [Dey00a] A. Dey. *Enabling the use of context in interactive applications*. In the CHI Doctoral Consortium, In the Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000), pp. 79-80, The Hague, The Netherlands, <http://www.cc.gatech.edu/fce/contexttoolkit/pubs/CHI2000-doctoral.pdf>, April 2000.
- [Dey00b] A. Dey. *Providing architectural support for building context-aware applications*. Ph.D. thesis, College of Computing, Georgia Institute of Technology, <http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/dey-thesis.pdf>, Dezember 2000.
- [Dey01] A. Dey. *Understanding and using context*. Personal and Ubiquitous Computing Journal 5(1), pp. 4-7, <http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/PeTe5-1.pdf>, 2001.
- [Diet05] W. Dietz. *Location Based Services in der Mobilkommunikation*. Projektarbeit, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektronik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau,

- <http://zack1.e-technik.tu-ilmeneau.de/~webkn/STUD-DIPLOM/index.htm>, September 2005.
- [DSAF99] A. Dey, D. Salber, G. Abowd und M. Futakawa. *The conference assistant: combining context-awareness with wearable computing*. In the Proceedings of the 3rd International Symposium on Wearable Computers (ISWC '99), pp. 21-28, San Francisco, CA, <http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/ISWC99.pdf>, Oktober 1999.
- [DSFA99] A. Dey, D. Salber, M. Futakawa und G. Abowd. *An Architecture To Support Context-Aware Applications*. Georgia Institute of Technology, GVU Technical Report GIT-GVU-99-23, <ftp://ftp.cc.gatech.edu/pub/gvu/tr/1999/99-23.pdf>, Juni 1999.
- [E-Te07] E-Teaching. *Mobile Endgeräte*. Kategorie: Medientechnik, Vernetzung, Mobile Computing, Mobile Endgeräte, Informationsportal für Hochschullehrende, e-teaching.org, http://www.e-teaching.org/technik/vernetzung/mobile_computing/endgeraete/index_html, Oktober 2007.
- [E-Te09] E-Teaching. *PDA (Personal Digital Assistant)*. Kategorie: Glossar, Informationsportal für Hochschullehrende, e-teaching.org, <http://www.e-teaching.org/glossar/pda>, September 2009.
- [EdBS03] S. Edwards, P. Blythe und S. Scott. *Delivery of dynamic, personalised travel and tourist information through mobile phones and PDAs: the IMAGE project*. The 8th Annual INFORM Conference and Exhibition took place at the Millennium Stadium, Cardiff, <http://www.inform-uk.org/papers2003/PAPER-~3.DOC>, Oktober 2003.
- [Eiob07] Portal Eioba. *Bezpieczenstwo MySQL w pigulce*. Kategorie: Technologia, Popularne; Polska, http://www.eioba.pl/a75250/bezpieczenstwo_mysql_w_pigulce, 2007.
- [Enzy09a] Freie Enzyklopädie. *BDSG - Bundesdatenschutzgesetz*. Kategorie: Rechtsquelle (Deutschland), Datenschutzrecht, Nebenstrafrecht, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Bdsg>, Juni 2009.
- [Enzy09b] Freie Enzyklopädie. *Benutzerprofil*. Kategorien: Systemadministration, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Benutzerprofil>, März 2009.
- [Enzy09c] Freie Enzyklopädie. *Client-Server-Modell*. Kategorien: IT-Architektur, Softwarearchitektur, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Client-Server-Modell>, August 2009.
- [Enzy09d] Freie Enzyklopädie. *Cross-Site Scripting*. Kategorie: World Wide Web, Sicherheitslücke, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Cross-Site_Scripting, Mai 2009.
- [Enzy09e] Freie Enzyklopädie. *Datenschutz*. Kategorie: Datenschutz, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Datenschutz>, Juni 2009.
- [Enzy09f] Freie Enzyklopädie. *Informationssystem*. Kategorien: Informationssystem, Dokumentation, Datenbank, Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Informationssystem_\(Informatik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Informationssystem_(Informatik)), August 2009.

- [Enzy09g] Freie Enzyklopädie. *Körpertemperatur*. Kategorie: Physiologie, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Körpertemperatur>, Mai 2009.
- [Enzy09h] Freie Enzyklopädie. *Liste der Betriebssysteme*. Kategorien: Betriebssystem, Liste (Informatik), Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Betriebssysteme, September 2009.
- [Enzy09i] Freie Enzyklopädie. *Liste der Programmiersprachen*. Kategorien: Programmiersprache, Liste (Informatik), Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Programmiersprachen, August 2009.
- [Enzy09j] Freie Enzyklopädie. *Liste von Webbrowsern*. Kategorien: Liste (Informatik), Webbrowser, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Webbrowsern, September 2009.
- [Enzy09k] Freie Enzyklopädie. *Mobile Endgeräte*. Kategorie: Telekommunikation, IT-Architektur, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Mobile_Endgeräte, April 2009.
- [Enzy09l] Freie Enzyklopädie. *Mobiltelefon*. Kategorie: Mobiltelefon, Elektromagnetische Verträglichkeit, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Mobiltelefon>, Mai 2009.
- [Enzy09m] Freie Enzyklopädie. *Netbook*. Kategorie: Tragbarer Computer, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Netbook>, August 2009.
- [Enzy09n] Freie Enzyklopädie. *Notebook*. Kategorie: Tragbarer Computer, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Notebook>, August 2009.
- [Enzy09o] Freie Enzyklopädie. *Personal Digital Assistant*. Kategorie: PDA, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Personal_Digital_Assistant, August 2009.
- [Enzy09p] Freie Enzyklopädie. *Session-ID*. Kategorie: IT-Architektur, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Session_ID, April 2009.
- [Enzy09q] Freie Enzyklopädie. *Smartphone*. Kategorien: Telekommunikation, Smartphone, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Smartphone>, August 2009.
- [Enzy09r] Freie Enzyklopädie. *Smartphone*. Kategorie: Urządzenia telekomunikacyjne, Wikipedia, <http://pl.wikipedia.org/wiki/Smartphone>, Juli 2009.
- [Enzy09s] Freie Enzyklopädie. *SQL-Injection*. Kategorie: Lesenswert, Sicherheitslücke, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/SQL_Injection, Juni 2009.
- [Enzy09t] Freie Enzyklopädie. *Suchmaschine*. Kategorie: Suchmaschine, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Suchmaschine>, September 2009.
- [Enzy09u] Freie Enzyklopädie. *Tablet PC*. Kategorien: Tragbarer Computer, Hardware, Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Tablet_PC, August 2009.
- [Enzy09v] Freie Enzyklopädie. *Telefon komorkowy*. Kategorie: Telefony komarkowe, Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Telefon_komorkowy, September 2009.

- [Enzy09w] Freie Enzyklopädie. *Ultra Mobile PC*. Kategorie: Tragbarer Computer, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/UMPC>, Juli 2009.
- [Enzy09x] Freie Enzyklopädie. *XAMPP*. Kategorie: World Wide Web, Softwarepaket, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/XAMPP>, Oktober 2009.
- [Enzy09y] Freie Enzyklopädie. *Zugriffskontrolle*. Kategorie: IT-Sicherheit, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Zugriffskontrolle>, Januar 2009.
- [Ever08] F. Evers. *Mobilität im Internet - Die „Roaming-Enabled Architecture“ (REACH) als Middleware für vertikale Handover*. In Tagungsband zum 10. Ilmenauer TK-Manager Workshop, 65-69, Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, 12. September 2008. TU Ilmenau, Universitätsverlag Ilmenau, ISBN 978-3-939473-33-6, 2008.
- [FiKS97] S. Fickas, G. Korteum und Z. Segall. *Software organization for dynamic and adaptable wearable systems*. International Symposium on Wearable Computers, pp. 56-63, 1997.
- [FrFl98] D. Franklin und J. Flachsbart. *All gadget and no representation makes jack a dull environment*. In the Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments, Technical Report SS-98-02, pp. 155-160, Palo Alto, CA, AAAI Press, <http://dent.infolab.nwu.edu/infolab/downloads/papers/paper10072.pdf>, März 1998.
- [Fuch09] T. Fuchß. *Mobile Computing: Grundlagen und Konzepte für mobile Anwendungen*. Verlag: Hanser Fachbuch, ISBN-10: 3446229760, ISBN-13: 978-3446229761, Mai 2009.
- [GaCB] V. Garaj, F. Cecelja und W. Balachandran. *The mobile system for remote sighted guidance of blind and visually disabled pedestrians*. Brunel University, http://www.brunel.ac.uk/faculty/tech/systems/research/ElectronicResearchGroup/GPS_Vania.html.
- [GaCB00] V. Garaj, F. Cecelja und W. Balachandran. *The Brunel Navigation System for blind*. In Proceedings of the U.S. Institute of Navigation - GPS 2000 Technical Meeting, Salt Lake City, Utah, USA, http://www.cis.strath.ac.uk/research/seminars/0210_Ptasinski.pdf, 2000.
- [GaUh01] G. Gartner und S. Uhlirz. *Cartographic concepts for realizing a location based UMTS service: Vienna City Guide - Lol@*. In Proceedings of the 20th International Cartographic Conference Beijing, vol. 3, pp. 3229-3239, Beijing, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/Vienna_City_Guide_LoLa.pdf, 2001.
- [Gryg09] M. Grygiel. *Ewolucja urzadzen mobilnych*. Kategorie: Urzadzenia telekomunikacyjne, Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ewolucja_urz\pmdze~n_mobilnych, März 2009.
- [HeIR02] K. Henricksen, J. Indulska und A. Rakotonirainy. *Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems*. In Proceedings of the First International Conference on Pervasive Computing, pp. 167-180, August 2002.

- [HeMR01] A. Helal, S. Moore und B. Ramachandran. *Drishiti: an integrated navigation system for visually impaired and disable*. Proceedings of the 5th International Symposium on Wearable Computer, pp. 149-156, Zurich, Switzerland, <http://www.harris.cise.ufl.edu/projects/publications/wearableConf.pdf>, Oktober 2001.
- [HeSS03] A. Heuer, G. Saake und K. Sattler. *Datenbanken kompakt*. Mitp-Verlag, 2. Auflage, ISBN-10: 3-8266-0987-5 ISBN-13: 978-3-8266-0987-9, September 2003.
- [HeWu05] C. Hellge und L. Wulfken. *Personalisiertes Webbrowsern mit mobilen Endgeräten*. Medienprojekt, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektronik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://zack1.e-technik.tu-ilmenau.de/~webkn/STUD-DIPLOM/index.htm>, Februar 2005.
- [Hogr05] D. Hogrefe. *Mobile dienste: kontextsensitive Dienste*. Vorlesung, Mobilkommunikation II, WS 05/06, Georg-August-Universität Göttingen, 2005.
- [Hoov02] A. Hoover. *For the blind, a computer navigation system with its own map*. University of Florida, News, <http://www.napa.ufl.edu/2002news/blindsystem.htm>, September 2002.
- [HuNBR97] R. Hull, P. Neaves und J. Bedford-Roberts. *Towards situated computing*. In the Proceedings of the 1st International Symposium on Wearable Computers (ISWC'97), pp. 146-153, Cambridge, MA, IEEE, <http://fog.hpl.external.hp.com/techreports/97/HPL-97-66.pdf>, Oktober 1997.
- [IMAG03a] IMAGE. *Autonomy for disabled persons. Information anytime, anywhere*. Telework Associations, Research, <http://telework.bravepages.com/research.htm>, 2003.
- [IMAG03b] IMAGE. *Mit PTV-Software auf dem richtigen Weg: Erste Fußgängernavigation besteht Praxistest*. Internet PTV AG, Newsletter-Archiv, http://www.ptv.de/cgi-bin/news/news_archiv.pl?nr=1.10.03, 2003.
- [Isaa95a] Isaac. *Isaac: A tool for development. Project structure*. Seite von Certec, <http://www.english.certec.lth.se/isaac/isaac3.html>, 1995.
- [Isaa95b] Isaac. *Isaac: A wealth of Capabilities*. Seite von Certec, <http://www.english.certec.lth.se/isaac/isaac1.1.wealth.html>, 1995.
- [ITWi09a] ITWissen. *Anwendungsserver*. Kategorie: Computertechnik, Comp.-Ausführungen, Mobile Computer, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Anwendungs-Server-application-server.html>, 2009.
- [ITWi09b] ITWissen. *Authentifizierung*. Kategorie: Informationstechnik, IT-Sicherheit, Pers. Schutz, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Authentifizierung-authentication.html>, 2009.

- [ITWi09c] ITWissen. *BDSG - Bundesdatenschutzgesetz*. Kategorie: Standards - Gremien, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Bundesdatenschutzgesetz-BDSG.html>, 2009.
- [ITWi09d] ITWissen. *IuKDG - Informations- und Telekommunikationsdienste-Gesetz*. Kategorie: Standards - Gremien, Standards - Empfehlungen, Telekommunikation, Tk-Dienste, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Informations-und-Telekommunikationsdienste-Gesetz-IuKDG.html>, 2009.
- [ITWi09e] ITWissen. *Mobilgerät*. Kategorie: Computertechnik, Comp.- Ausführungen, Mobile Computer, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Mobilgeraet-mobile-equipment.html>, 2009.
- [ITWi09f] ITWissen. *Netbook*. Kategorie: Computertechnik, Comp.- Ausführungen, Mobile Computer, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Netbook-netbook.html>, 2009.
- [ITWi09g] ITWissen. *Sicherheit*. Kategorie: Informationstechnik, IT-Sicherheit, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Sicherheit-security.html>, 2009.
- [ITWi09h] ITWissen. *Sitzung*. Kategorie: Datenkommunikation, DK-Übertragung, Computertechnik, Speicher, CD-DVD, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Sitzung-session.html>, 2009.
- [ITWi09i] ITWissen. *Smartphone-Browser*. Kategorie: Netzwerke, Mobilfunknetze, Mobilfunkdienste, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Smartphone-Browser-smartphone-browser.html>, 2009.
- [ITWi09j] ITWissen. *TDDSG - Teledienstschutzgesetz*. Kategorie: Informationstechnik, IT-Sicherheit, Datenschutz, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Teledienstschutzgesetz-TDDSG-teleservices-data-protection-ordinance.html>, 2009.
- [ITWi09k] ITWissen. *UMPC (ultra mobile personal computer)*. Kategorie: Computertechnik, Comp.- Ausführungen, Mobile Computer, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/ultra-mobile-personal-computer-UMPC.html>, 2009.
- [ITWi09l] ITWissen. *XSS*. Kategorie: Informationstechnik, IT-Sicherheit, Gefahrenpotential, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/cross-site-scripting-XSS.html>, 2009.
- [ITWi09m] ITWissen. *Zugriffskontrolle*. Kategorie: Informationstechnik, IT-Sicherheit, Pers. Schutz, Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Zugriffskontrolle-access-control.html>, 2009.

- [IWM09] IWM. *Authentifizierung*. Kategorie: Glossar, Portal E-Teaching Community, Institut für Wissensmedien (IWM), Tübingen, <http://www.e-teaching.org/glossar/authentifizierung>, 2009.
- [JaLe02] P. Janaszek und A. Lewandowska. *Datenschutz in Computernetzen*. VII. Wissenschaftliche Konferenz: „Multimedia in der Didaktik der Technik“, Universitätsverlag Stettin, ISSN 1232-5848, Stettin, Polen, November 2002.
- [JöPS98] B. Jönsson, L. Philipson und A. Svensk. *What Isaac taught us*. Centre for Rehabilitation Engineering, Lund University, Sweden, <http://www.certec.lth.se/doc/whatisaac/whatisaac.pdf>, Printed and bound at Trydells Tryckeri, Laholm, Certec, ISSN 1101-9956. Auflage, 1998.
- [JöSv95] B. Jönsson und A. Svensk. *Isaac - A personal digital assistant for the differently tabled*. Proceedings of the 2nd TIDE Congress, pp. 356-361, Paris, France, <http://www.certec.lth.se/doc/isaaca>, April 1995.
- [KBMS+04] A. Krüger, A. Butz, C. Müller, Ch. Stahl, R. Wasinger, K. Steinberg und A. Dirschl. *The connected user interface - realizing a personal situated navigation service*. Proc. of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces, pp. 161-168, <http://www.dfki.de/~krueger/PDF/IUI04-BPN.pdf>, 2004.
- [Klah09] A. Klahold. *Empfehlungssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme*. Verlag: Vieweg+Teubner; Auflage: 1, ISBN-10: 3834805688, ISBN-13: 978-3834805683, Februar 2009.
- [KoCi03] J. Kolakowski und J. Cichocki. *UMTS. System telefonii komorkowej trzeciej generacji*. Warszawa, Polska, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, ISBN 83-206-1507-0. Auflage, 2003.
- [Kuba02] U. Kubach. *Vorübertragung ortsbezogener Informationen zur Unterstützung mobiler Systeme*. Doktorarbeit, Universität Stuttgart, Fakultät Informatik, Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner, Stuttgart, Februar 2002.
- [Lech03] M. Lechthaler. *Kartenbasiertes mobiles GIS Informationserschließung durch Location Based Services*. Institut für Geodäsie, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 12 Internationale Geodätische Woche, Obergurgl, <http://www.mplusm.at/ifg/download/Lechthaler.pdf>, Februar 2003.
- [LeDS05] A. Lewandowska, M. Debes und J. Seitz. *An Architecture For Context-Sensitive Telecommunication Applications*. Institute For Systems And Technologies Of Information, Control And Communication (Insticc), Webist, First International Conference On Web Information Systems And Technologies, Insticc Press, pp. 40-47, ISBN 972-8865-20-1, Miami, USA, Mai 2005.
- [Lehm04] A. Lehmann. *Recommender Systems*. Hauptseminar Multimediaetechnik, TU Dresden, http://www.mmt.inf.tu-dresden.de/Lehre/Archiv/Sommersemester_04/Hauptseminar/ausarbeitungen/lehmann.pdf, 2004.
- [Lein08] R. Leinhos. *Personalisierte Sammlung von Informationen auf der Basis von Kontextinformationen*. Diplomarbeit, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für

- Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://zack1.e-technik.tu-ilmenau.de/~webkn/Arbeiten/DIPLOMREFERAT/RobertoLeinhos-Diplomarbeit.pdf>, 2008.
- [LeMi02] A. Lewandowska und A. Mitas. *Personeller Datenschutz in einem Kommunikationsnetz*. VII. Wissenschaftliche Konferenz: „Multimedia in der Didaktik der Technik“, Universitätsverlag Stettin, ISSN 1232-5848, Stettin, Polen, November 2002.
- [Lewa07] A. Lewandowska. *Architektur für die Verarbeitung von Kontextinformationen: Architekturkonzept*. Fachpublikation, Interner Forschungsbericht, Universitätsbibliothek Ilmenau, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=9077>, 2007.
- [Lewa08] A. Lewandowska. *Datenverarbeitungsprozesse des kontextsensitiven Systems SFINKS*. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, Tagungsband zum 10. Ilmenauer TK-Manager Workshop, S. 53-57, Universitätsverlag Ilmenau, ISBN 978-3-939473-33-6, Ilmenau, September 2008.
- [LoL@02] LoL@. *Local Location Assistant*. ftw. Projekt C1, Projektbeschreibung, <http://lola.ftw.at/homepage/>, 2002.
- [Luth04] S. Lutherdt. *Innoregio Teilprojekt TAS*. Kurzvorstellung, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Biomechatronik, 2004.
- [Mala99] R. Malaka. *Deep Map: The multilingual tourist guide*. FuSeNetD, Workshop, <http://www.eurescom.de/~pub/fusenetd/Malaka.pdf>, November 1999.
- [Mala02] R. Malaka. *Computer-mediated interaction with a city and its history*. In Workshop notes of the International Workshop on Intelligent Media Technology for Communicative Reality, held at PRICAI, pp. 24-29, Tokyo, <http://www.embassi.de/publi/veroeffent/Malaka2002.pdf>, 2002.
- [MaMe01] R. Malaka und P. Meusburger. *Heidelberg in vier Dimensionen*. Universität Heidelberg, <http://www.uni-heidelberg.de/presse/ruca/ruca3-2001/dimensionen.html>, Forschungsmagazin „Ruperto Carola“, Heft 3. Auflage, 2001.
- [MaZi00] R. Malaka und A. Zipf. *DEEP MAP, challenging IT research in the framework of a tourist information system*. Proceedings of ENTER, 7th International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism, Barcelona, Spanien, http://www.smartkom.org/Vortraege/EML/Challenging_IT_Research.pdf, Springer Computer Science, pp. 15-27, Wien, New York. Auflage, 2000.
- [Müll02] C. Müller. *Multi modal dialog in a mobile pedestrian navigation system*. Proceedings of the ISCA Workshop on Multi-Modal Dialogue in Mobile Environments, Kloster Irsee, Germany, http://www.coli.uni-sb.de/cl/projects/collate/publications/src/mueller_irsee_2002.pdf, Juni 2002.
- [MoBI95] MoBIC. *Standard interface for orientation and navigation systems for disabled persons*. The MoBIC Consortium, Discussion Document,

- <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/projects/mobic/interface/title.html>, Juni 1995.
- [MoKo98] H. Mori und S. Kotani. *Robotic travel aid for the blind: HARUNOBU-6*. The Second European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, Mount Billingen, Skövde, Sweden, http://www.cyber.rdg.ac.uk/ISRG/icdvrat/1998/papers/1998_24.pdf, September 1998.
- [MäPr01] K. Mäkelä und P. Prusi. *Providing route instructions with speech*. Project paper for Speech Interface Design course, Department of Computer Science, The University of Tampere, Autumn, http://www.cs.uta.fi/~kjr/SID/projects/SID_project.doc, 2001.
- [Nark03] J. Narkiewicz. *GPS. Globalny system pozycyjny. Budowa, dzialanie, zastosowanie*. Warszawa, Polska, Wydawnictwa Komunikacji i Laczności, ISBN 83-206-1493-7. Auflage, 2003.
- [NEXT07] Portal NEXT. *Zastrzyk kodu w SQL-a*. NEXT 2007/1, Polska, <http://www.nextmag.pl/index.php/artukul/aid/511>, 2007.
- [Noki09] Forum Nokia. *S60 platform*. Kategorie: Technology Topics, Device Platforms, S60, Forum.Nokia.com, Driving mobile innovation, http://www.forum.nokia.com/Resources_and_Information/Explore/Software_Platforms/S60/, 2009.
- [OECD08] OECD. *Policy Guidance for Addressing Emerging Consumer Protection and Empowerment Issues in Mobile Commerce*. Organisation for economic co-operation and development (OECD), Directorate for Science, Technology and Industry, Committee for Information, Computer and Communications Policy, OECD Ministerial Meeting on the Future of the Internet Economy, Seoul, Korea, <http://www.oecd.org/dataoecd/50/15/40879177.pdf>, Juni 2008.
- [Pasc98] J. Pascoe. *Adding generic contextual capabilities to wearable computers*. In The Second International Symposium on Wearable Computers, Pittsburgh, IEEE Computer Society, pp. 92-99, Oktober 1998.
- [PeFS98] H. Petrie, S. Furnerand und T. Strothotte. *Design Lifecycles and Wearable Computers for Users with Disabilities*. In First workshop on HCI mobile devices 1998-05-21/1998-05-22, Glasgow University, Scotland, <http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/mobile/helen.htm>, 1998.
- [PJSR⁺97] H. Petrie, V. Johnson, T. Strothotte, A. Raab, R. Michel, L. Reichert und A. Schalt. *MoBIC: an aid to increase the independent mobility of blind travellers*. The British Journal of Visual Impairment 15(2), pp. 63-66, <http://www.visugate.biz/bjvi/may1997/may1997.html#mobic>, Mai 1997.
- [PLMN⁺01] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle und A. Zipf. *CRUMPET: creation of user-friendly mobile services personalised for tourism*. In Proceedings of 3G 2001 - Second Int. Conf. on 3G Mobile Communication Technologies, London. UK, <http://www2.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/3g-crumpet2001.pdf>, März 2001.

- [PoKK01] G. Pospischil, H. Kunczier und A. Kuchar. *LoL@ - a UMTS location based service*. Proc. International Symposium on 3rd Generation Infrastructure and Services, Athens/GR, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/LoLa_a_location_based_service.pdf, Juli 2001.
- [Pott04] C. Potthoff. *Barrierefreier Campus: Lokalisierung im freien Feld*. Medienprojekt, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektronik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://zack1.e-technik.tu-ilmenau.de/~webkn/STUD-DIPLOM/index.htm>, Januar 2004.
- [Ran02] L. Ran. *An integrated indoor/outdoor navigation system based on Drishti*. <http://www.cise.ufl.edu/~yran/navigation.doc>, 2002.
- [RCDD98] T. Rodden, K. Cheverst, N. Davies und A. Dix. *Exploiting context in HCI design for mobile systems*. In the Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, Glasgow, Scotland, http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/mobile/HCIMD1.html#_Toc420818967, Mai 1998.
- [RHDC98] M. Rauhala-Hayes, C. Dolphin, N. Clarkin und K. Cullen. *The promise of the information society. Good practice in using the information society for the benefit of older people and disabled people*. PROMISE, ISPO, Project 20700, January 1997 - June 1998, <http://www.stakes.fi/promise/book/pr17walk.htm>, Gummerus Pringint, Jyväskylä, Finland, ISBN: 051-33-0550-3. Auflage, 1998.
- [Ryan97] N. Ryan. *Mobile computing in a fieldwork environment: metadata elements*. Project working document, version 0.2, 1997.
- [RyPM98] N. Ryan, J. Pascoe und D. Morse. *Enhanced reality fieldwork: the context-aware archaeological assistant*. In Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Editors. Oxford, <http://www.cs.kent.ac.uk/projects/mobicomp/Fieldwork/Papers/CAA97/ERFldwk.html>, 1998.
- [SaDA98] D. Salber, A. Dey und G. Abowd. *Ubiquitous computing: defining an HCI research agenda for an emerging interaction paradigm*. Georgia Tech GVU Technical Report GIT-GVU-98-01, 1998.
- [SaDA99] D. Salber, A. Dey und G. Abowd. *The context toolkit: aiding the development of context-enabled applications*. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 99), pp. 434-441, <http://www.cc.gatech.edu/fce/contexttoolkit/pubs/chi99/>, Mai 1999.
- [SATT⁺99] A. Schmidt, K. Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven und W. Van de Velde. *Advanced interaction in context*. 1th International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), Karlsruhe, Germany, http://www.teco.edu/~albrecht/publication/huc99/advanced_interaction_context.pdf, Lecture notes in computer science, Springer, vol. 1707, pp. 89-101, ISBN 3-540-66550-1. Auflage, 1999.
- [Saut08] M. Sauter. *Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme: Von UMTS und HSDPA, GSM und GPRS zu Wireless LAN und Bluetooth Piconetzen*. Verlag: Vieweg+Teubner; Auflage: 3., ISBN-10: 3834803979, ISBN-13: 978-3834803979, Januar 2008.

- [SBLPZ03] B. Schmidt-Belz, H. Laamanen, S. Poslad und A. Zipf. *Location-based mobile tourist services, first user experiences*. ENTER, <http://dookie.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/CRUMPET-ENTER03-final.pdf>, 2003.
- [SBPZ02] B. Schmidt-Belz, S. Poslad und A. Zipf. *Creation of user-friendly mobile tourism services*. Proceedings of the workshop of „HCI in Mobile Tourism Services“, http://fit-bscw.gmd.de/pub/bscw.cgi/d33335856-2/*/*/*mTourismHCI-crumpet.pdf, 2002.
- [Schn03] C. Schneider. *Stadtführung per PDA in Magdeburg*. Xonio, News, http://www.xonio.com/news/news_11251333.html?tid1=7468&tid2=0, Dezember 2003.
- [ScKR01] J. Schafer, J. Konstan und J. Riedl. *Electronic Commerce Recommendation Applications*. Journal of Data Mining and Knowledge Discovery 5, pp. 115-153, 2001.
- [ScMT94] B. Schilit, M. Marvin und M. Theimer. *Disseminating active map information to mobile hosts*. IEEE Network 8(5), pp. 22-32, <http://citeseer.nj.nec.com/cache/papers/cs/691/ftp.zSzzSzftp.parc.xerox.comzSzpubzSzschildtSzAMS.pdf/schilit94disseminating.pdf>, 1994.
- [ScSt00] J. Schneider und T. Strothotte. *Constructive exploration of spatial information by blind users*. In The Fourth International ACM Conference on Assistive Technologies (ASSETS 2000), http://www.isg.cs.uni-magdeburg.de/graphik/pub/files/Schneider_2000_CES.pdf, Arlington, VA USA, pp. 188-192, New York, Auflage, November 2000.
- [SDHT06] J. Seitz, M. Debes, M. Heubach und R. Tosse. *Digitale Sprach- und Datenkommunikation: Netze - Protokolle - Vermittlung*. Verlag: Hanser Wirtschaft; Auflage: 1, ISBN-10: 3446229795, ISBN-13: 978-3446229792, Oktober 2006.
- [SiWa02] A. Simon und M. Walczyk. *Sieci komorkowe GSM/GPRS. Usługi i bezpieczeństwo*. Krakow, Polska, Wydawnictwo Xylab, ISBN 83-917724-0-1. Auflage, 2002.
- [Soft09] Software-Engineering-Wissensdatenbank. *Benutzerprofil*. Das Web-Portal des nationalen Forschungsprojekts ViSEK, Fraunhofer IESE, <http://www.software-kompetenz.de/?15955&highlight=profil>, 2009.
- [SPJR95] T. Strothotte, H. Petrie, V. Johnson und L. Reichert. *MoBIC: user needs and preliminary design for a mobility aid for blind and elderly travellers*. Presented at the 2nd TIDE congress, Paris, La Villette, <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/projects/mobic/tidefull.html>, April 1995.
- [Szel04] M. Szeliga. *Bezpieczeństwo SQL Servera - iniekcja kodu*. Portal Microsoft TechNet, Baza wiedzy TechNet, Artykuly ekspertow, Microsoft Corporation, Polska, <http://www.microsoft.com/poland/technet/article/art008.msp>, 2004.
- [Telt07] Teltarif. *Kaum größer als ein PDA: Ultra Mobile PCs im Überblick*. Kategorie: Handy & Co., Meldung, „Kleinformat“, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/arch/2007/kw03/s24591.html>, Januar 2007.

- [Telt09a] Teltarif. *Begriffswirrwarr: Netbook, UMPC, MID, Subnotebook?* Kategorie: Frei Sprechen, Netbook, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/frei-sprechen/x-netbook/begriffswirrwarr-netbook-umpc-mid-subnotebook/1.html>, Januar 2009.
- [Telt09b] Teltarif. *Das iPhone 3G S im Vergleich mit aktuellen Smartphones.* Kategorie: Handy & Co., Meldung, „Flaggschiffrennen“, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/iphone-3g-s-smartphone-vergleich/news/34538.html>, September 2009.
- [Telt09c] Teltarif. *Das Smartphone - der mobile Alleskönner.* Kategorie: Handy & Co., Infoseite: alles in einem, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/handy/smartphone.html>, September 2009.
- [Telt09d] Teltarif. *Mobile Betriebssysteme für Smartphones.* Kategorie: Handy & Co., Infoseite: OS, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/handy/betriebssysteme/>, 2009.
- [Telt09e] Teltarif. *Netbook, MID und UMPC: Spezialisten für mobiles Internet.* Kategorie: Handy & Co., Infoseite: EeePC & Co., Onlinemagazin [teltarif.de](http://www.teltarif.de), Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/h/netbook/>, 2009.
- [Telt09f] Teltarif. *Nokia 6710 Navigator.* Kategorie: Handy & Co., Nokia, 6710 Navigator, Onlinemagazin [teltarif.de](http://www.teltarif.de), Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/h/nokia/6710-navigator/>, Februar 2009.
- [Telt09g] Teltarif. *Ratgeber: Entscheidungskriterien für den Kauf eines Netbooks.* Kategorie: Handy & Co., Meldung, „Kaufberatung“, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/arch/2009/kw08/s33112.html>, Februar 2009.
- [Telt09h] Teltarif. *Zusatz-Software für den PDA.* Kategorie: Mobilfunk, Infoseite: Aufwertung, Größtes deutschsprachiges Telekommunikations-Magazin, <http://www.teltarif.de/i/pda-software.html>, 2009.
- [UhlLe02] S. Uhlirz und M. Lechthaler. *LoL@ - City Guide, Prototyp einer kartenbasierten UMTS-Applikation.* In Geowissenschaftliche Mitteilungen, Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessungswesen und Geoinformation TU Wien, Heft Nr. 58, S. 171-182, Wien, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/LoLa_City_Guide_Prototyp_einer_kartenbasierten_UMTS_Applikation.pdf, 2002.
- [Uhl01] S. Uhlirz. *Cartographic concepts for UMTS-location based services.* In Proceedings of the 3rd Workshop on Mobile Mapping Technolog, Cairo, Egypt, http://lola.ftw.at/homepage/content/a40material/Cartographic_Concepts_for_UMTS_Location_based_Services.pdf, 2001.
- [UjBe02] S. Ujjin und P. Bentley. *Particle Swarm Optimization Recommender System.* Department of Computer Science, University College London, London, [http:](http://)

- //www.cs.ucl.ac.uk/staff/S.Ujjin/publications/PSOrecommender_final.pdf, 2002.
- [WaJH97] A. Ward, A. Jones und A. Hopper. *A new location technique for the active office*. IEEE Personal Communications 4(5), pp. 42-47, <http://www.it.kth.se/edu/Ph.D/LocationAware/ftp.orl.co.uk:/pub/docs/ORL/tr.97.10.pdf>, Oktober 1997.
- [WaSK03a] R. Wasinger, C. Stahl und A. Krüger. *M3I in a pedestrian navigation & exploration system*. Proc. of the Fourth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices, pp. 481-485, <http://www.dfki.de/~krueger/PDF/mobileHCI03.pdf>, 2003.
- [WaSK03b] R. Wasinger, C. Stahl und A. Krüger. *Mobile multimodal pedestrian navigation*. IGC2003 Second International Workshop on Interactive Graphical Communication, London, <http://www.dfki.de/~krueger/PDF/IGC03.pdf>, 2003.
- [WaSK03c] R. Wasinger, C. Stahl und A. Krüger. *Robust speech interaction in a mobile environment through the use of multiple and different media input types*. Proc. of Euro Speech, pp. 1049-1052, <http://www.dfki.de/~krueger/PDF/eurospeech03.pdf>, 2003.
- [Wed07] K. Wedekind. *Selektion und Personalisierung von Informationen auf der Basis von Kontextinformationen*. Diplomarbeit, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://zack1.e-technik.tu-ilmenau.de/~webkn/Arbeiten/DIPLOMREFERAT/diplomarbeit-wedekind.pdf>, 2007.
- [WeTh03] L. Welling und L. Thomson. *PHP i MySQL. Tworzenie stron WWW. Vademecum profesjonalisty*. Titel des Originals: „PHP and MySQL. Web Development“, Second Edition, Helion, ISBN 83-7361-140-1, Polska, 2003.
- [Wino01] T. Winograd. *Architectures for context*. In Human Computer Interaction Journal, Band 16, pp. 401-419, 2001.
- [Wint03] S. Winter. *Barrierefreier Campus: Lokalisierung in Gebäuden*. Medienprojekt, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Elektronik und Informationstechnik, Institut für Informationstechnik, Fachgebiet Kommunikationsnetze, Ilmenau, <http://zack1.e-technik.tu-ilmenau.de/~webkn/STUD-DIPLOM/index.htm>, Dezember 2003.
- [WOHB+03] R. Wasinger, D. Oliver, D. Heckmann, B. Braun, B. Brandherm und C. Stahl. *Adapting spoken and visual output for a pedestrian navigation system based on given situational statements*. ABIS Workshop on adaptively and user modelling in interactive software systems, pp. 343-346, <http://w5.cs.uni-sb.de/~stahl/m3i/ABIS2003.pdf>, 2003.
- [Zaja03] K. Zajac. *Galileo. Das europäische Satellitennavigationssystem*. Vorlesung Nutzlasten, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, Dresden, 2003.
- [ZCHM00] A. Zipf, V. Chandrasekhara, J. Häußler und R. Malaka. *GIS hilft Touristen bei der Navigation, ein erster Prototyp des mobilen Deep Map*

- Systems für das Heidelberger Schloss*. In HGG-Journal. Heft 14 (Journal der Heidelberger Geographischen Gesellschaft), Heidelberg, http://www.smartkom.org/Vortraege/EML/Mobiles_Gis_hilft_Touristen.pdf, 2000.
- [ZiMa99] A. Zipf und R. Malaka. *Web-basierte Planung und animierte Visualisierung von 3D Besichtigungstouren im Rahmen des Touristeninformationssystems Deep Map*. AGIT Spezial: GIS in Verkehr und Transport, Salzburg, <http://dookie.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/zipf-AGIT1999-DeepMap-3DTourenplan.pdf>, 1999.
- [Zipf01] A. Zipf. *Interoperable GIS-Infrastruktur für Location-Based Services (LBS) - M-Commerce und GIS im Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Forschung*. In GIS Geo-Informationen-Systeme, Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen, S. 37-43, <http://www2.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/GIS-LBS2001.zipf-final.pdf>, September 2001.

