

# Ein Framework für den Einsatz mobiler Dienste im Gesundheitswesen

DISSERTATION

zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,  
vorgelegt der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Freiburg, Schweiz

von

**Marco SAVINI**  
aus Italien

Genehmigt von der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät  
am 20.12.2010 auf Antrag von  
Herrn Prof. Dr. Andreas Meier (erster Referent) und  
Herrn Prof. Dr. Heiko Schuldt (zweiter Referent)

Freiburg, Schweiz 2011

Mit der Annahme einer Dissertation beabsichtigt die Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg nicht, zu den darin enthaltenen Meinungen des Verfassers Stellung zu nehmen. (Fakultätsbeschluss vom 23. Januar 1990)





# Zusammenfassung

Das Gesundheitswesen ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Akteuren mit partikularen Bedürfnissen. Die Informationsflüsse zwischen Ihnen basiert heutzutage häufig auf mündlicher und papierbasierter Kommunikation. Gerade zwischen Patienten und deren behandelnden Ärzten kommen elektronische Medien selten zum Einsatz. Die Probleme dieser Kommunikation sind offensichtlich: die Fehlerrate ist höher, die Übermittlungsgeschwindigkeit durch physische Einflüsse limitiert und die Weiterverarbeitung, z.B. eine graphische Darstellung, eingeschränkt.

In dieser Arbeit wird ein Gerüst vorgestellt, welches die Entwicklung mobiler medizinischer Anwendungsfälle unterstützt. Diese Ausrichtung begünstigt einerseits die zunehmende Mobilität von Patienten, welche die Erfassung physiologischer Parameter nicht mehr von einer geographischen Ortschaft abhängig machen wollen. Andererseits wird auf die bedeutend höhere Penetration mobiler Geräte in der Bevölkerung, besonders in den älteren Segmenten, Rücksicht genommen. Bei den Informationsempfängern wird die Einbindung mehrerer Partner unterstützt; so sollen die physiologischen Parameter eines Einzelnen verschiedenen Parteien zur Verfügung gestellt werden. Das Gerüst unterstützt explizit die Personalisierung der erfragten Informationen, um den Informationsempfängern die für einen gegebenen Patienten notwendigen Entscheidungsgrundlagen anzubieten.

Nach einer Einführung in die Grundlagen von eHealth und der Vorstellung einer Taxonomie für mobile Gesundheitsanwendungen werden die Bedingungen des Handlungsrahmens mit vier Umfragen bestimmt. Diese Ergebnisse werden anschliessend in eine Grobarchitektur überführt. Der Berücksichtigung von Kontext, also des Einbezugs der aktuellen Situation des Nutzers, wird in einem separaten Kapitel dedizierte Beachtung geschenkt. Diese Erkenntnisse resultieren schlussendlich in einer feinen Ausarbeitung der Architektur. Diese kann als Basis für eine Referenzimplementierung genutzt werden. Sämtliche Kapitel werden mit praxisnahen Beispielen illustriert, welche die abstrakten Vorgänge auf eine vereinfachte reale Situation abbilden. Das Ergebnis der Arbeit ist die Vorstellung eines Frameworks, welches auf die dedizierten Bedürfnisse des Informationsflusses zwischen an einer (häufig chronischen) Krankheit leidenden Patienten und deren behandelnden medizinischen Fachpersonen Rücksicht nimmt.



# Abstract

The public health sector contains a multitude of actors, each with particular requirements. Nowadays, the information flow between these actors bases often on oral and paper-based communication. Especially between patients and their treating doctors electronic media is used seldomly. The resulting problems are obvious: the error rate is higher, the speed of communication considerably lower and limited due to physical constraints and the processing of the information, such as a graphical representation, restricted.

This thesis presents a framework supporting the creation of mobile medical use cases. This orientation promotes the increasing mobility of patients, which do not want to be dependent on a physical location when capturing physiological data. On the other hand, the considerably higher penetration of mobile devices in the (especially older) population is taken into account. For information consumers the integration of several partners, such as doctors or dietologists, is supported. Thus the physiological parameters of a single patient can be distributed to several parties at once. The framework explicitly supports the personalisation of the requested physiological parameters, in order to provide information consumers with the necessary information to decide on a single patient.

After an introduction of the basics of eHealth and the presentation of a taxonomy for mobile health applications the terms and conditions of the desired framework are elaborated in four surveys. These results are carried over into a coarse architecture. The consideration of context, incorporating the current situation of the user, is described in a dedicated chapter. These findings result finally in a detailed composition of the framework architecture, which can be used as the base for a reference implementation. Chapters are illustrated with practical examples, mapping the abstract procedures onto simplified real world scenarios. The result of this thesis is the presentation of a framework considering the dedicated requirements of the information flow between a (often chronic) sick patient and their treating medical professionals.





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zielsetzung und Zielgruppe . . . . .	1
1.1.1	Hauptziel der Dissertation . . . . .	1
1.1.2	Forschungsfragen . . . . .	1
1.1.3	Zielpublikum . . . . .	2
1.2	Methodik, Vorgehen und Aufbau . . . . .	2
1.2.1	Methodik . . . . .	2
1.2.2	Vorgehen und Aufbau der Arbeit . . . . .	3
1.3	Kontext der Dissertation . . . . .	5
1.4	Abgrenzungen und einleitende Anmerkungen . . . . .	5
1.4.1	Angesprochene Akteure . . . . .	5
1.4.2	Sicherheit und Privatsphäre . . . . .	5
1.4.3	Anwendungsfälle . . . . .	5
1.4.4	Framework . . . . .	6
<b>2</b>	<b>eHealth und mHealth Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1	Gesundheitswesen . . . . .	7
2.1.1	Akteure . . . . .	7
2.1.2	Volkswirtschaftliche Aspekte des Gesundheitswesens . . . . .	8
2.2	Definition und Ziele von eHealth . . . . .	11
2.2.1	Abgrenzung zu Telemedizin . . . . .	13
2.2.2	Fazit . . . . .	13
2.3	mHealth: Einsatz mobiler Technologien . . . . .	14
2.3.1	Definition . . . . .	14
2.3.2	Akteure . . . . .	15
2.3.3	Nutzen mobiler medizinischer Anwendungen . . . . .	15
2.4	Taxonomien mobiler Gesundheitsanwendungen . . . . .	17
2.4.1	Bewertungsdimensionen . . . . .	18
2.4.2	Kategorisierung existierender mobiler Anwendungen . . . . .	20
2.5	Technische, soziale und ethische Aspekte . . . . .	23
2.5.1	Technologiefolgenabschätzung für Telemedizin . . . . .	26
2.5.2	Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologien bei betagten Menschen . . . . .	31

2.5.3	Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologien bei Einschränkungen . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Anforderungen an mHealth Infrastruktur</b>	<b>37</b>
3.1	Einführung . . . . .	37
3.1.1	Motivation für die Umfragen . . . . .	37
3.1.2	Aspekte . . . . .	37
3.1.3	Der Akteur Patient . . . . .	39
3.2	eHealth Marktstudie 2006 . . . . .	39
3.2.1	Motivation . . . . .	39
3.2.2	Ergebnisse . . . . .	40
3.3	Mobile Dienste in der Kardiologie . . . . .	43
3.3.1	Motivation . . . . .	44
3.3.2	Krankheitsbilder . . . . .	44
3.3.3	Vorgestellte Telekardiologie Lösung . . . . .	45
3.3.4	Rücklauf . . . . .	46
3.3.5	IuK in der Kardiologie . . . . .	46
3.3.6	Motivation und Komponenten in einer Telekardiologie-Anwendung . . . . .	47
3.3.7	Komponenten einer Telekardiologie Anwendung für medizinische Fachpersonen . . . . .	50
3.4	Mobile Dienste in der Dermatologie . . . . .	52
3.4.1	Dermatologie . . . . .	52
3.4.2	Umfrage . . . . .	53
3.4.3	IuK-Einsatz und Mittel am Arbeitsplatz . . . . .	53
3.4.4	Kenntnisse und Nutzung der IuK . . . . .	55
3.4.5	Anwendungsfälle . . . . .	55
3.4.6	Art der Kommunikation . . . . .	57
3.4.7	Ausbau vom IuK-Einsatz . . . . .	58
3.4.8	Vor- und Nachteile . . . . .	60
3.5	Mobile Dienste in der Türkei . . . . .	60
3.5.1	Diabetes . . . . .	62
3.5.2	Verhältnis der Patienten zu Diabetes . . . . .	62
3.5.3	IuK Infrastruktur und Know-How der Ärzte . . . . .	64
3.5.4	Anwendung mobiler Technologien . . . . .	64
3.5.5	Potentielle Auswirkungen einer mobilen Diabetes Lösung . . . . .	65
3.6	Folgerung und Anforderungskatalog . . . . .	66
3.6.1	Interpretation der Ergebnisse . . . . .	66
3.6.2	Anforderungen an mobile medizinische Dienste . . . . .	68
<b>4</b>	<b>Grobarchitektur</b>	<b>73</b>
4.1	Zweck und Potential . . . . .	73
4.2	eSana Grobarchitektur . . . . .	74
4.2.1	Einführung . . . . .	74

4.2.2	Subscriber Modelle . . . . .	76
4.2.3	Laufzeitumgebung . . . . .	77
4.2.4	Komponenten auf dem mobilen Gerät . . . . .	79
4.3	Sicherheit und Identity Management . . . . .	81
4.3.1	Einführung . . . . .	81
4.3.2	Datenschutz in der Schweiz . . . . .	82
4.3.3	Mobiles Gerät . . . . .	83
4.3.4	Identity Management . . . . .	84
4.4	Anwendungsszenarien . . . . .	85
4.4.1	Anwendung Bewertungsdimensionen auf eSana . . . . .	85
4.4.2	Entfernte Überwachung eines Diabetikers . . . . .	86
4.4.3	Entfernte Überwachung bei Herzinsuffizienz . . . . .	90
4.4.4	Weitere Anwendungsfälle . . . . .	98
4.5	Einsatzgebiete des eSana Frameworks . . . . .	101
<b>5</b>	<b>Kontextinformationen auf mobilen Geräten</b>	<b>103</b>
5.1	Charakterisierung einer Situation . . . . .	103
5.1.1	Einführung in Kontext . . . . .	103
5.2	Beispiele von Kontextontologien . . . . .	108
5.2.1	Anwendungsfall Apothekensuche . . . . .	108
5.2.2	Anwendungsfall Übermittlung physiologische Parameter . . . . .	110
5.2.3	LoCa: Location and context-aware infrastructure for eHealth applications . . . . .	111
5.3	Einsatz intelligenter Benutzerschnittstellen . . . . .	113
5.3.1	Möglichkeiten und Einschränkungen der Benutzerinteraktion auf mobilen Geräten . . . . .	114
5.3.2	Kontext-Informationen als beeinflussende Ereignisse . . . . .	114
5.4	Kontext in der Grobarchitektur . . . . .	116
5.4.1	Sensoren . . . . .	118
5.4.2	Persistenzschicht . . . . .	119
5.4.3	Schichtenarchitektur . . . . .	121
5.4.4	Funktionsweise der Kontextverwaltung . . . . .	121
<b>6</b>	<b>Das eSana Framework</b>	<b>123</b>
6.1	Übersicht . . . . .	123
6.1.1	Definition Framework . . . . .	123
6.1.2	Verwendete Technologien zur Überbrückung der Systemgrenzen . . . . .	125
6.1.3	Komponentensicht des Frameworks . . . . .	126
6.1.4	Verwandte Projekte . . . . .	128
6.2	Technisches Umfeld . . . . .	130
6.2.1	Übersicht . . . . .	130
6.2.2	Aktuelle mobile Plattformen . . . . .	131
6.2.3	Mobile Netzwerke . . . . .	134

6.3	eSana auf dem mobilen Endgerät . . . . .	137
6.3.1	Benutzeroberflächen . . . . .	137
6.3.2	Hauptmenu Konfiguration . . . . .	138
6.3.3	Workflows auf der mobilen Plattform . . . . .	138
6.3.4	Hauptkonfiguration . . . . .	141
6.4	Dispatcher . . . . .	142
6.4.1	Übersicht . . . . .	142
6.4.2	Konfigurationsmanagement . . . . .	143
6.4.3	Nachrichtenmanagement . . . . .	145
6.4.4	Übermittlung physiologischer Parameter . . . . .	147
6.4.5	Verbrauchermanagement . . . . .	149
6.4.6	Verbraucherautorisierung . . . . .	151
6.4.7	Anonymisierung . . . . .	152
6.4.8	Verschlüsselung . . . . .	152
6.4.9	Datenmodell für Dispatcher . . . . .	153
6.5	Zugriff auf Verbraucheranwendungen . . . . .	154
6.5.1	Dienste vom Dispatcher . . . . .	154
6.5.2	Dienste der Verbraucheranwendung . . . . .	155
6.6	Anforderungsanalyse . . . . .	156
6.6.1	Komplexität der Anwendungen . . . . .	156
6.6.2	Kontext der Anwendungsausführung . . . . .	156
6.6.3	Mehrbenutzerfähigkeit . . . . .	156
6.6.4	Analyse- und Automatisierungsmöglichkeiten . . . . .	156
6.6.5	Analysestellen . . . . .	157
6.6.6	Werkzeuge für die Verwaltung/Analyse . . . . .	157
6.6.7	Datentypen . . . . .	157
6.7	Merkmale und Deployment-Prozess . . . . .	157
6.7.1	Technische Merkmale des eSana Frameworks . . . . .	157
6.7.2	Deployment-Prozess . . . . .	160
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>165</b>
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	165
7.1.1	Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit . . . . .	165
7.1.2	Forschungsfragen . . . . .	166
7.2	Schlussbetrachtung und Ausblick . . . . .	169
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>173</b>
<b>A</b>	<b>Schema Definitionen</b>	<b>197</b>
A.1	Prozesse . . . . .	197
A.2	Benutzerschnittstellen . . . . .	203
A.3	Hauptmenu . . . . .	209
A.4	Konfiguration . . . . .	211

<b>B Beispiele</b>	<b>215</b>
B.1 Prozess Diabetes . . . . .	215
B.2 Benutzerschnittstelle Gewichtseingabe . . . . .	218
B.3 Beispiel Hauptmenu . . . . .	219
B.4 Beispiel Hauptkonfiguration . . . . .	220
<b>C Aufbau Projekt</b>	<b>223</b>
C.1 ESanaDelegate . . . . .	224
C.2 ESanaDefinition . . . . .	224
C.3 WorkflowEngine . . . . .	224
C.4 UIEngine . . . . .	225
C.5 ConfigurationContext . . . . .	226
C.6 ESanaMain . . . . .	226
<b>D Klassendiagramme</b>	<b>227</b>
D.1 Konfigurationsmanagement . . . . .	227
D.1.1 Aktualisierung und Hinzufügen von Konfigurationen . . .	227
D.1.2 Entfernen von Konfigurationen . . . . .	227
D.1.3 Schnittstelle für Funktionalität . . . . .	227
D.2 Benutzerschnittstellen . . . . .	227
D.2.1 Schnittstellen-Listen . . . . .	229
D.2.2 Schnittstellen-Elemente . . . . .	229
D.3 Workflows . . . . .	232
D.3.1 Workflow-Elemente . . . . .	232
D.3.2 Verbindungen innerhalb eines Workflows . . . . .	232
D.3.3 Ausführung eines Workflows . . . . .	232
D.4 Nachrichten-Management . . . . .	236
D.5 Physiologische Parameter . . . . .	236
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>239</b>



# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Zielsetzung und Zielgruppe

#### 1.1.1 Hauptziel der Dissertation

Diese Arbeit fokussiert sich auf die Erstellung und Beschreibung eines Frameworks für mobile medizinische Anwendungen. Um die Grundfunktionalität besser abgrenzen zu können, werden Umfrageergebnisse vorgestellt, die verschiedene Aspekte einer angenommenen Lösung beleuchten um sodann bevorzugte Ansätze besser verstehen und unterstützen zu können.

Das Hauptziel ist die Entwicklung eines Frameworks, welches Anwendungsentwicklern ein solides Fundament für die Erstellung von mobilen medizinischen Anwendungen bietet. Die eigentlichen medizinischen Parameter für den konkreten Anwendungsfall sind nicht Bestandteil dieser Arbeit, genauso wenig wie die Ausgestaltung einer generischen Auswertepattform für sämtliche Arten medizinischer Anwendungsfälle.

#### 1.1.2 Forschungsfragen

Die Fragestellungen in dieser Arbeit drehen sich darum, wie ein Framework für mobile Dienste im Gesundheitswesen aufgebaut werden muss, um möglichst viele sinnvolle Anwendungsfälle zu unterstützen. Die nachfolgenden Forschungsfragen führen diese Zielsetzung explizit auf:

1. Welche mHealth-Anforderungen bestehen für unterschiedliche Gesundheitsdienste (Kardiologie, Dermatologie, Diabetes)?
2. Wie können mobile Technologien eingesetzt werden um die Lebensqualität von chronisch kranken Patienten zu verbessern und gleichzeitig die Versorgung der behandelnden medizinischen Fachperson mit entscheidungsrelevanten Informationen zu gewährleisten?
3. Wie kann die medizinische Versorgung von ruralen Gebieten mittels mobilen Geräten verbessert werden?

4. Welche Funktionalitäten sollte ein mHealth-Framework anbieten um darauf aufsetzende Applikationen möglichst optimal zu unterstützen?
5. Was für Anwendungsszenarien sind für mHealth-Applikationen denkbar?
6. Wie können die Prozesse im Gesundheitswesen mit Hilfe von mobilen Technologien unterstützt werden?

### 1.1.3 Zielpublikum

Zielgruppen dieser Arbeit sind sowohl akademische wie auch praxisorientierte (Medizin-)Informatiker, welche ein generisches Framework verwenden wollen, um konkrete mobile medizinische Anwendungen zu implementieren. Das Framework erlaubt es ihnen, sich auf die konkrete medizinische Fragestellung und deren Auswertung zu konzentrieren, da Fragestellungen um die Erfassung und Verteilung der medizinischen Informationen zumindestens konzeptionell bereits beantwortet sind.

Diese Zielgruppen sind zu unterscheiden von den Anspruchsgruppen, die eine solche Lösung verwenden werden. Diese Anspruchsgruppen sind in erster Linie Patienten und Leistungserbringer. Eine Zusammenfassung der Interaktionsvarianten mit Beispielen befindet sich in der Tabelle 1.1.

Tabelle 1.1: Interaktionsvarianten zwischen Anspruchsgruppen mit Beispielen.

Quelle		Ziel	
		Patient	Leistungserbringer
	Patient	Sozialer Austausch	Übermittlung physiologischer Parameter
	Leistungserbringer	Bestätigung Termine, Elektronisches Rezept	Zweitmeinung

Das in dieser Arbeit vorgestellte Framework fokussiert sich auf die Interaktionsvarianten Patient → Leistungserbringer, Leistungserbringer → Patient und Leistungserbringer → Leistungserbringer.

## 1.2 Methodik, Vorgehen und Aufbau

### 1.2.1 Methodik

Bei der dieser Arbeit zugrundeliegende Forschung werden verschiedene Methoden berücksichtigt (siehe [WH07]):



- **Quantitative Analyse:** Verschiedene Umfrage wurden durchgeführt, um die Präferenzen der verschiedenen an einem solchen System mitwirkenden Akteuren zu bestimmen. Diese werden im Kapitel 3 vorgestellt.
- **Konzeptionell-deduktive Analyse:** Diese konstruktive Forschungsmethode mit mittlerem Formalisierungsgrad kommt bei der Erstellung der Grobarchitektur im Kapitel 4 zum Zuge.
- **Referenzmodellierung:** Die Erstellung eines allgemeinen Frameworks basierend auf Beobachtungen, bestehender Literatur und quantitativen Analysen ist ein Hauptbestandteil der vorliegenden Arbeit und wird in den Kapiteln 4, 5 und 6 vertieft behandelt.
- **Prototyping:** Die Implementierung des eSana Frameworks stellt einen Prototyp des Referenzmodells dar.

### 1.2.2 Vorgehen und Aufbau der Arbeit

Die Analyse des Anwendungsumfelds Gesundheitswesen und eHealth wurde mit einer extensiven Literaturstudie durchgeführt (siehe Kapitel 2). Diese Phase berücksichtigte existierende mobile Anwendungen, welche zu einer ersten Grobversion des in dieser Arbeit beschriebenen Frameworks generalisiert wurden (siehe Kapitel 4).

Diese erste Grobversion wurde in drei Umfragen anhand der spezifischen Anwendungsdomänen Kardiologie, Dermatologie und Diabetes in ruralen Gebieten getestet (siehe Kapitel 3). Zugleich wurden offene Fragen zur möglichen Ausgestaltung geklärt und das Feld der möglichen abstrakten Anwendungsfälle genauer eingegrenzt.

Parallel dazu wurden Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Kontextinformationen erarbeitet (siehe Kapitel 5). Diese neuen Möglichkeiten wurden in die Architektur übernommen und bei der Implementierung konzeptionell berücksichtigt.

Während sämtlichen Phasen wurden die gewonnenen Erkenntnisse prototypisch umgesetzt und auf verschiedene Merkmale (Usability, Performance) hin getestet. Das Substrat dieser Erkenntnisse ist im Kapitel 6 festgehalten.

Der Aufbau der Arbeit wird in der Abbildung 1.1 illustriert. Im ersten Kapitel werden Forschungsfragen formuliert, welche im Abschluss beantwortet werden. Das Grundlagen-Kapitel enthält unter anderem eine Taxonomie mobiler Gesundheitsanwendungen. Diese Taxonomie wird in der Grobarchitektur verwendet, um die Möglichkeiten des vorgestellten Frameworks abzugrenzen. Im dritten Kapitel mit den Umfragen wird zu Beginn ein Bewertungsraster vorgestellt, welches nach Vorstellung der Umfragen zu einem Anforderungskatalog führen. Letztlich wird bei der Beschreibung der Grobarchitektur ein Anwendungsfall auf konzeptioneller Ebene vorgestellt. Die Anforderungen im Kapitel 4 werden nach dem Detailbeschrieb im Kapitel 6 des Frameworks auf implementatorischer Ebene geprüft.

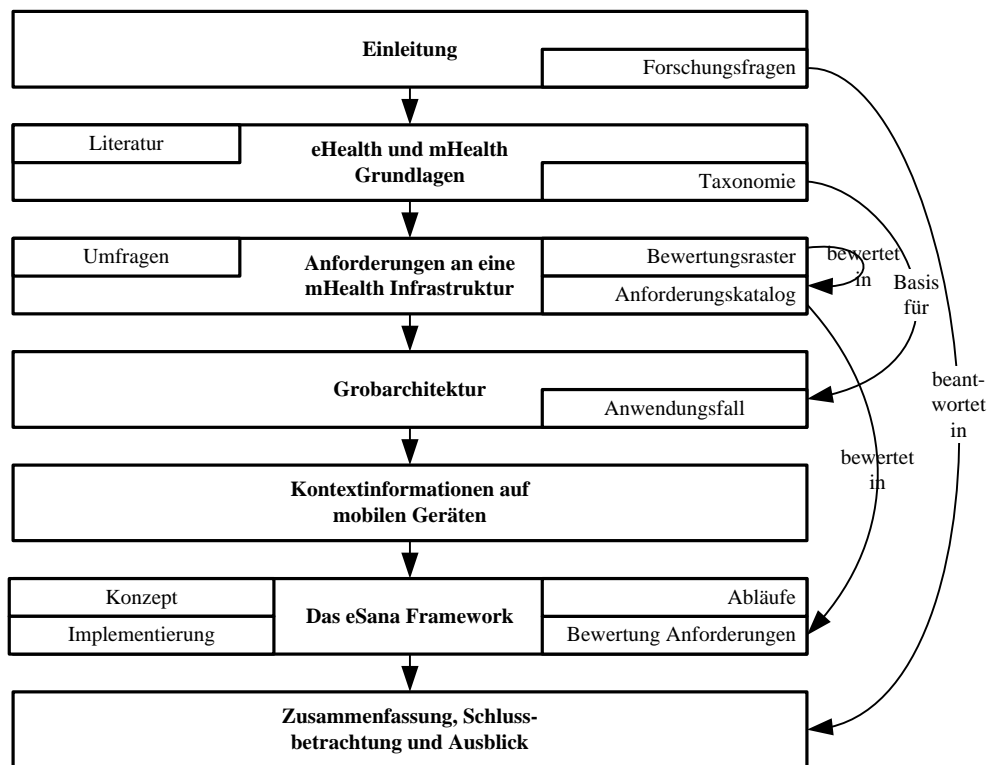


Abbildung 1.1: Aufbau der vorliegenden Arbeit.

## 1.3 Kontext der Dissertation

Die hier vorgestellte Arbeit operiert in der Domäne des Gesundheitswesens. Das Gesundheitssystem zeichnet sich durch eine hohe Komplexität und Fragmentierung aus. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist die Vereinfachung und Optimierung wichtiger Prozesse im Bereich mobiler eHealth-Dienstleistungen. Dabei wird insbesondere das System in der Schweiz berücksichtigt, was jedoch keine Einschränkung ist, da die angesprochenen Prozesse in aller Regel weltweit Gültigkeit haben. Eine in der Schweiz nur schwer nachvollziehbare Prozessausprägung, die Interaktion mit Anspruchsgruppen in ruralen Gebieten, wird explizit anhand einer Umfrage in der Türkei separat behandelt.

## 1.4 Abgrenzungen und einleitende Anmerkungen

### 1.4.1 Angesprochene Akteure

Das Gesundheitswesen spricht eine Vielzahl von Akteuren an (siehe Abbildung 2.1 auf Seite 9). Nur eine Untermenge davon wird in dieser Arbeit berücksichtigt, namentlich die Akteure Mensch und Leistungserbringer. Weitere Akteure wie z.B. Versicherer werden nicht berücksichtigt, auch wenn diese beispielsweise als Anbieter von mobilen medizinischen Lösungen auftreten können.

### 1.4.2 Sicherheit und Privatsphäre

Zwei weitere Abgrenzungen betreffen die Sicherheit mobiler medizinischer Anwendungen und die Privatsphäre der Eigentümer der übermittelten physiologischen Parameter. Diese werden im Abschnitt 4.3 auf Seite 81 kurz behandelt. Eine vertiefte Untersuchung dieser wichtigen Aspekte würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen; Grund dafür ist die Vielzahl verwendeter Netzwerke, welche in einer auf dem vorgestellten Framework basierenden Anwendung zum Einsatz kommen: BAN für Wearables, PAN für die Kommunikation mit dem mobilen Gerät, WAN für die Übermittlung der physiologischen Daten an den eSana Server, weitere WANs für die Übermittlung vom eSana Server an die Endverbraucher einer Anwendung.

### 1.4.3 Anwendungsfälle

Etliche in dieser Arbeit illustrierte Anwendungsfälle wurden mit medizinischen Fachpersonen auf grobe Stichhaltigkeit überprüft; sie dienen jedoch lediglich als Hilfestellung für den Leser, um das Verständnis der vorgestellten Architektur und Prozesse zu unterstützen. Eine Feinspezifikation der medizinischen Dimension einer konkreten Problemstellung ist Aufgabe von einer auf diesem Framework basierenden Lösung und wird in dieser Arbeit nicht behandelt.

#### 1.4.4 Framework

Unter einem Framework wird im Zusammenhang mit dieser Arbeit ein auf eine Problemdomäne fokussiertes, technisches Grundgerüst verstanden, welches die Entwicklung konkreter Anwendungsfälle unterstützen soll. Eine genauere Definition dieses Ausdrucks befindet sich im Abschnitt 6.1.1 auf Seite 123.

## Kapitel 2

# eHealth und mHealth Grundlagen

### 2.1 Gesundheitswesen

#### 2.1.1 Akteure

Im Schweizer Gesundheitssystem interagieren verschiedene Akteure miteinander (siehe Abbildung 2.1). Der Akteur Mensch steht dabei im Mittelpunkt sämtlicher Bestrebungen; Wechselwirkungen finden direkt oder indirekt mit folgenden Akteuren statt:

- Auf der *staatlichen Ebene* agieren verschiedene Teilnehmer mit dem Akteur Mensch. Die staatlichen Institutionen Bund, Kanton und Gemeinde haben dabei ihre Aufgaben geteilt (siehe [Koc07] und [AB06]). Die Interaktionen sind für den Bürger insbesondere als Prämienverteuerungen/-verbilligungen zu spüren (von den Kantonen) und als Informationsfluss von sämtlichen Institutionen zum Menschen, beispielsweise als Teilaspekt einer umfassenden Präventionspolitik (siehe [RG06, Kapitel 2.1.1. und Kapitel 3]).
- *Patienten- und Konsumentenorganisationen* dienen dem Menschen dazu, sich beraten oder vertreten zu lassen und existieren in verschiedenen Ausprägungen: Nach Krankheitsbild (z.B. Krebsliga, Lungenliga, Rheumaliga), als Konsumentenschutzorganisationen (z.B. SKS, siehe <http://www.konsumentenschutz.ch>), als komplementäre Elemente im Gesundheitssystem (z.B. Selbsthilfegruppen), als klassische Patientenschutzorganisationen (siehe [KZ07]). Dabei findet Beratung in Form von Informationen für Betroffene oder Angehörige statt, welche die Organisationen im Gegenzug finanzieren. Weitere Informationen findet man in [BVW07].
- *Leistungserbringer* erbringen die vom Patienten gewünschten Tätigkeiten im Zusammenhang mit seiner Gesundheit und rechnen diese ab. Dabei gibt es verschiedene Berufsbilder zu berücksichtigen (siehe [Flu04]), von

Pflegeberufen (siehe [Mös07, PBS07]) über Ärzte (siehe [HSJ<sup>+</sup>07]) oder Apotheker (siehe [JR07]) hin zu Technikern oder Optikern.

- Jeder Bürger in der Schweiz ist einem *Versicherer* angeschlossen (siehe [Sch09a, Artikel 3]), welcher die vom Leistungserbringer getätigten Leistungen finanziert, entweder direkt oder als Rückzahlung an den Patienten. Versicherer treten meistens als Krankenkassen auf und gehören zu den Sozialversicherungen (wie z.B. auch Unfall- oder Invalidenversicherungen, siehe [Des07]). Die Finanzierung findet über Prämienzahlungen statt. Das Bundesgesetz über die Krankenversicherung ermächtigt die Versicherer, die Prämien innerhalb eines Kantons nach Regionen abzustufen ([Sch09a, Artikel 61, Absatz 2]). Die Abstufungen müssen auf ausgewiesene Kostenunterschiede zurückzuführen sein. Weitere Informationen zu Krankenversicherungen findet man bei [Fre07] und [BCJ07].
- Die Aktorengruppe rund um die *Bildung, Lehre und Forschung* fördert die Entstehung und Verbreitung medizinischen Wissens und bildet die zukünftigen Leistungserbringer aus. Dies geschieht entweder in einem universitären Umfeld oder in Form von Weiterbildung.

### 2.1.2 Volkswirtschaftliche Aspekte des Gesundheitswesens

Im Jahr 2007 wurden 55.2 Milliarden Schweizer Franken im Gesundheitswesen ausgegeben. Dies entspricht einer Zunahme von 2.5 Milliarden (oder 4.9%) gegenüber 2006. In Prozent des Bruttoinlandprodukts BIP angegeben sind das 10.6% (siehe [Koc09, Mor09]). Dieser Anteil steigt seit 1950 von 3.5% kontinuierlich an (1975: 7.3%, 1985: 8.1%, 1995: 9.9%, siehe [Gil04]). Die Schweiz ist somit eines der Länder mit den weltweit höchsten Gesundheitsausgaben und liegt im internationalen Vergleich an dritter Stelle nach den USA und Frankreich (siehe [Koc09]). Die wertmässig erbrachten Leistungen nach Institutionen werden in der Tabelle 2.1 illustriert.

Ähnliche historische Zuwachsraten lassen sich auch in anderen industrialisierten Ländern beobachten (siehe am Beispiel Deutschland in [OHZ06, Seite 47]).

Der von privaten Haushalten direkt übernommene Anteil betrug im Jahr 2001 31.7% (nicht gedeckte Leistungen wie Zahnbehandlungen, siehe [Web07], Spitex (siehe [Gmü07], wobei 3% der Gesamtbevölkerung Leistungen beanspruchen und 29'000 Personen und 640 Organisationen die Betreuung übernehmen, siehe [Bun10]), Franchisen, siehe [AHS05]). Die Zunahme ist bei praktisch allen Leistungserbringern zu beobachten. Besonders ins Gewicht fallen die Kostenentwicklungen bei Krankenhäusern und sozialmedizinischen Institutionen sowie bei der ambulanten Versorgung (siehe [AHS05, Kapitel 2]). Erstaunlich ist der geringe Stellenwert der Prävention: 2007 wurden in der Schweiz lediglich 2.3% der Gesundheitsausgaben für Prävention ausgegeben (siehe [Koc09]); die Schweiz be-

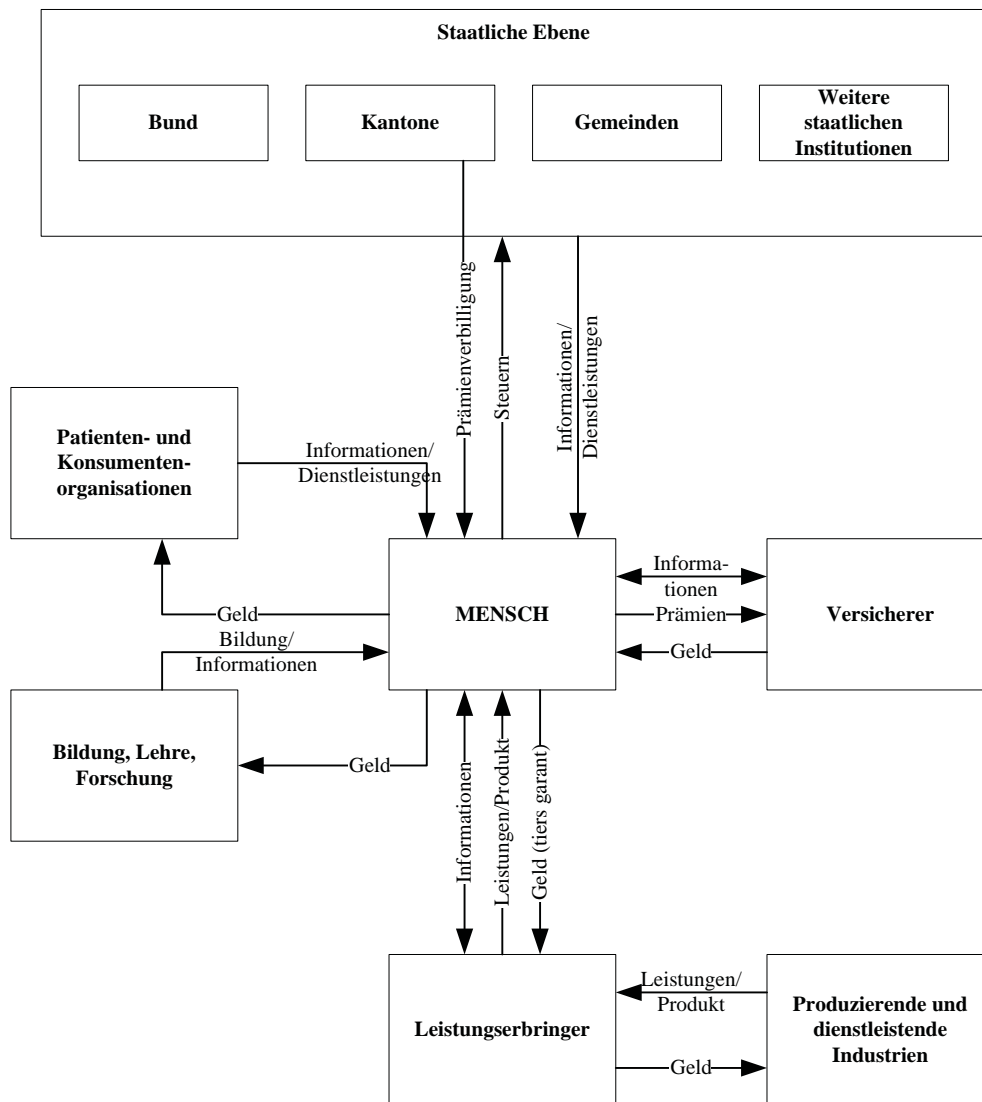


Abbildung 2.1: Der Mensch im Zentrum des Gesundheitssystems Schweiz (aus [Bun07, Seite 14]).

Tabelle 2.1: Kostenanteil Leistungsarten (aus [Sch08a]).

Leistungsart	2005
Ärzte ambulant	23%
Spital stationär	24%
Apotheken	14%
Spital ambulant	14%
Pflegeheime	8%
Medikamente Ärzte	7%
Physiotherapeuten	2%
Laborleistungen	2%
SPITEX	2%
Sonstige	4%

legt damit im OECD Vergleich einen mittleren Rang. Viele Experten weisen das das herrschende Ungleichgewicht zwischen Prävention und kurativer Medizin hin.

Nicht in dieses Schema passt, dass in der Schweiz, entgegen der landläufigen Meinung, die Bevölkerung seltener zum Arzt geht. Die Häufigkeit der Arztbesuche ist in der Schweiz mit 4 Besuchen pro Jahr 41% tiefer als der Durchschnitt der verglichenen OECD-Länder.

Gemäss [Gil04] wird es in Zukunft aus folgenden Gründen mit der Kostensteigerung ähnlich weitergehen:

- Neue Therapien und pharmakologische Fortschritte
- Alterung der Bevölkerung
  - Mehrbedarf an medizinischen Leistungen
  - Zusätzliche geriatrische Einrichtungen erforderlich
- Mehr Pflegepersonal um den hohen Ansprüchen gerecht zu werden
  - Drohender Mangel bedingt Lohnerhöhungen

Anstrengungen zur Kosteneindämmung sind deshalb unerlässlich. Hierbei muss jedoch die Qualität der erbrachten Leistungen auf mindestens dem gleichen Niveau bleiben. In [Ogg07] werden folgende Hebel zur Beeinflussung der Kosten beschrieben:

- Veränderung der Finanzierungssysteme
- Mengenbegrenzungen
- Preisbegrenzungen
- Einschränkung des Leistungsumfangs



- Strukturvorgaben und -bereinigung
- Anreizsysteme für Leistungsempfänger
- Massnahmen zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung
- Beeinflussung des Entscheidungs- und Verschreibungsverhaltens
- Massnahmen zur Qualitätsverbesserung

Die in dieser Arbeit vorgestellten Lösungsansätze unterstützen die vier letztgenannten Handlungsfelder.

## 2.2 Definition und Ziele von eHealth

In der Literatur fehlt eine einheitliche Definition des Begriffes eHealth. Vielen Definitionen gemeinsam ist jedoch die Unterstreichung, dass aus der Konvergenz von Medizin und Informationstechnologien neue Möglichkeiten und Anwendungsgebiete entstehen. Nachfolgend werden verschiedene Definitionen illustriert.

Eine der ersten umfassenden Definitionen findet sich in [Eys01] und wird vielfach zitiert:

„e-health is an emerging field in the intersection of medical informatics, public health and business, referring to health services and information delivered or enhanced through the Internet and related technologies. In a broader sense, the term characterizes not only a technical development, but also a state-of-mind, a way of thinking, an attitude, and a commitment for networked, global thinking, to improve health care locally, regionally, and worldwide by using information and communication technology.“ [Eys01]

[Eys01] kristallisiert in seinem Beitrag zehn E's heraus, welche seiner Ansicht nach eHealth charakterisieren:

- Efficiency (Effizienz): eHealth soll die Effizienz der Prozesse verbessern und dadurch zu Kostenersparnissen führen.
- Enhancing quality of care (Erhöhung der Pflegequalität): Parallel zur Effizienzsteigerung soll auch die Qualität erhöht werden. Dazu gehören unter anderem die Einbringung von Patientenmeinungen, um die Qualität zu sichern und vergleichbar zu machen.
- Evidence based (Evidenzbasiert): Die Effektivität von eHealth Eingriffen soll nicht nur angenommen werden, sondern mittels klarer Beweisführung wissenschaftlich nachgewiesen werden können.

- Empowerment of consumers and patients (Ermächtigung von Patienten und Kunden): Die Patienten sollen ins Zentrum der Bemühungen gestellt werden, wobei eHealth hierzu erweiterte Ansätze bietet.
- Encouragement (Ermutigung): Es soll eine neue Beziehung zwischen Patienten und Ärzten ermutigt werden, hin zu einer Partnerschaft, in welcher Entscheidung gemeinsam getroffen werden.
- Education (Lehre): Angehende und bestehende Ärzte sollen mit Online Kursen weitergebildet werden. Auch Patienten sollen online informiert werden (z.B. im Rahmen von Präventionsmassnahmen).
- Enabling (Ermöglichung): Der Informationsaustausch zwischen Gesundheitsorganisationen soll standardisiert werden.
- Extending (Erweiterung): Der Anwendungsbereich des Gesundheitswesens soll sowohl geographisch wie auch konzeptionell erweitert werden.
- Ethics (Ethik): Die neuen Interaktionsformen zwischen Patienten und Ärzten eröffnen neue Gefahren und Aufgaben für ethische Fragestellungen, wie z.B. Privatsphäre, Einwilligungen, etc.
- Equity (Gleichheit): Mehr Gleichheit ist einer der Grundsätze von eHealth, aber gleichzeitig besteht die Gefahr, dass der digitale Graben grösser wird.

In der Schweiz wurde vom Bundesamt für Gesundheit im Juni 2007 (siehe [Bun07]) die Strategie eHealth lanciert, welche die folgende Definition für den Begriff eHealth enthält:

„Unter „eHealth“ oder „Elektronischen Gesundheitsdiensten“ versteht man den integrierten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zur Gestaltung, Unterstützung und Vernetzung aller Prozesse und Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Gesundheitswesen.“ [Bun07, Seite 2]

eHealth wird dabei als Anwendungskonzept verstanden, wobei das technisch Machbare im Hintergrund steht. Als übergeordnete Ziele werden Effizienz, Qualität, Sicherheit und die Förderung der Wirtschaft genannt. Bei der Strategieformulierung wird dabei als Vorgehensweise auf die Priorisierung der häufigsten Prozesse hingewiesen: Eher seltene Situationen sollen später, basierend auf der mittlerweile existierenden Infrastruktur, berücksichtigt werden. Anwendungsbe-  
reiche, die mittels eHealth optimiert werden sollen, sind: Administration, Information, Konsultation, Diagnose, Verschreibung, Überweisung, Therapie, Überwachung, Abrechnung.

Auch die Weltgesundheitsorganisation WHO definiert den Begriff ähnlich:

„eHealth is the use, in the health sector, of digital data - transmitted, stored and retrieved electronically – in support of health care, both at the local site and at a distance.“ [WHO09]

Eine weitere Definition aus dem deutschen Sprachraum befindet sich bei [Haa06], welcher eHealth bezeichnet als

„Kunstwort aus Gesundheitswesen, Telekommunikation und Informatik, welches alle einrichtungsübergreifenden und ortsunabhängigen Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnologien im Gesundheitswesen zur Überbrückung von Raum und Zeit umfasst.“ [Haa06]

### 2.2.1 Abgrenzung zu Telemedizin

Der aus den siebziger Jahren stammende Begriff der Telemedizin wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich in die aktuelle Diskussion über eHealth einbezogen. Das Schweizerische Bundesamt für Gesundheit betrachtet die Telemedizin als Untermenge von eHealth:

„Die Telemedizin ist ein Teilbereich von „eHealth“. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Interaktion auf räumliche Distanz zwischen Patientinnen/Patienten und Arzt (Telekonsultation) oder unter Ärzten (Telekonsil) im Zusammenhang mit medizinischer Diagnostik oder Behandlung. Die Besonderheit der Telemedizin kommt daher, dass die Überwindung von Distanz durch technische Kommunikationsmittel unterstützt wird.“ [Bun07, Seite 57]

Auf der anderen Seite wird in [Jäc04, Seiten 9 und 10] der Begriff Telemedizin klar von eHealth unterschieden. Ersteres bezieht sich auf orts- und zeitunabhängige Anwendungen mit personenbezogenen Patientendaten. Bei eHealth wird der Fokus auf medizinische Anwendungen gelegt, welche nicht personenbezogen sind und demnach anderen Datenschutzbestimmungen unterliegen.

[Den02, Seite 2043] beschreibt, dass telemedizinische Lösungen in eHealth Konzepten integriert sind. [EKS<sup>+</sup>04, Seiten 6 und 7] untersucht verschiedene Abgrenzungen des Begriffes Telemedizin und eHealth und kommt zum Schluss, dass ersterer meistens als Teilbereich von letzterem betrachtet wird.

### 2.2.2 Fazit

Für diese Arbeit wird die eHealth Definition des Bundesamtes für Gesundheit in [Bun07] vorausgesetzt. Auch bei der Abgrenzung zum Begriff Telemedizin kommt die gleiche Quelle zum Zuge. Dies hat mehrere Gründe:

- Die Definition enthält sämtliche relevanten Aspekte (Technik, Akteure, Kontext).

- Obwohl sich dieser Beitrag nicht ausschliesslich auf die geografischen, demografischen und politischen Gegebenheiten der Schweiz bezieht, stellen sie dennoch das ursprüngliche Umfeld dar.
- Die Definition gilt innerhalb der Schweiz als akzeptiert und schliesst andere Definitionen nicht aus.

## 2.3 mHealth: Einsatz mobiler Technologien

Mobile Technologien sind zu einem allgegenwärtigen Gut geworden. Die Marktdurchdringung von mobilen Telefonen in der Schweiz betrug im Jahr 2007 108,1% und hat eine steigende Tendenz (siehe [Bun08a]). Der Versorgungsgrad für GSM-Netze (siehe [Sau06, Kapitel 1]) beträgt 100% und auch UMTS-Technologien (siehe [Sau06, Kapitel 3]) erreichen 91% der Bevölkerung in der Schweiz. Die Nachfrage nach allgegenwärtigem Zugriff auf Informationen und Funktionen steigt stetig.

Es ist naheliegend, diese neuen und breit akzeptierten Technologien auch im Gesundheitswesen zu nutzen und Benutzern die Möglichkeit zu geben, zeit- und ortsunabhängig medizinische Transaktionen durchführen zu können.

### 2.3.1 Definition

In [EGM<sup>+</sup>06] wird mHealth etwas knapp definiert als

„medicine at distance with the patients using mobile devices like cellular phones and personal digital assistants.“ [EGM<sup>+</sup>06]

Telemedizin im engeren Sinn wird in [EKS<sup>+</sup>04, Seite Z-1] definiert als Teilgebiet von eHealth und also eine Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Medizin. Im weiteren Sinn wird Telemedizin als alle medizinischen Behandlungen betrachtet, bei denen sich die Beteiligten nicht in unmittelbarem Kontakt befinden. Die Überwindung der räumlichen Distanz geschieht mit technischen Hilfsmitteln, welche jedoch nicht näher spezifiziert sein müssen.

Eine etwas ältere, aber vollständigere Definition befindet sich bei [PG04]:

„M-Health erfasst mittels Mikrochiptechnologie Daten genau dort, wo sie erhoben werden und ermöglicht eine zentrale Indizierung und Zusammenstellung als Voraussetzung eines zeitnahen, ortsunabhängigen Abrufes der für eine Entscheidungsunterstützung oder eines Wissensabgleichs benötigten Informationen.“ [PG04]

Letztere Definition enthält die für diese Arbeit relevanten Komponenten der Ortsunabhängigkeit, der Zeitnähe und dem Hinweis auf den zu unterstützenden Entscheidungsprozess. Schliesslich wird der Begriff „pervasive healthcare“, welcher zu einem grossen Teil mit mHealth kongruent ist, in [Var07] definiert als

„healthcare to anyone, anytime, and anywhere by removing locational, time and other constraints while increasing both the coverage and the quality of healthcare.“ [Var07]

Verschiedene Arbeiten beschreiben bereits das Zusammenspiel von Patient und mobilem Gerät. Ausserdem weist die in [WHO06] präsentierte Umfrage auf eine erhöhte Nachfrage von Ländern ausserhalb der OECD nach Telemedizin hin; dies wird unter anderem darin begründet, entferntes medizinisches Wissen auch in ländlichen und weniger weit entwickelten Gebieten nutzen zu können. Auch im Fazit bei [Arn07, Seite 44] wird die Allgegenwärtigkeit von Computer im Gesundheitswesen als natürliche Weiterentwicklung eines Teils von eHealth betrachtet.

### 2.3.2 Aktoren

[BSF05] beschreiben die verschiedenen Innovationsgrade bei der Anwendung von mobilen Technologien im Gesundheitswesen und sieht insbesondere medizinische Fachpersonen als Innovationstreiber.

Als Benutzer solcher mobiler Anwendungen kommen diverse Aktoren in unterschiedlichen Situationen in Frage:

- Medizinische Fachpersonen nutzen mobile Anwendungen um beispielsweise allfällige Interaktionen zwischen verschiedenen Medikamenten messen zu können.
- Patienten können mit mobilen Geräten zuhause physiologische Parameter erfassen, anstatt sie auf ein Blatt Papier zu schreiben. Diese Parameter können jederzeit elektronisch übermittelt werden.
- Ärzte und Pfleger greifen im Krankenhaus mittels mobilen Geräten auf die Patienteninformationen des klinischen Informationssystems zu (siehe [FMM<sup>+</sup>09]).
- Krankenhäuser können Patienten früher entlassen und bestimmte Überwachungen entfernt durchführen lassen, was Patienten den Vorteil einer vertrauten Umgebung erlaubt und dem Gesundheitswesen Kostenersparnisse ermöglicht. Ein solcher Ansatz mit Beingschwüren ist in [CLB04] beschrieben.

### 2.3.3 Nutzen mobiler medizinischer Anwendungen

Der Einsatz mobiler Geräte stellt gemäss [GI07] den Akteur Patient endgültig ins Zentrum. Eine fortlaufende Überwachung mit grösstmöglichem Freiheitsgrad kann nun realisiert werden und ermöglicht eine Fülle von neuen Anwendungsfällen. Nachfolgend werden die aus [GI07], [FRG<sup>+</sup>06], [PG04], [LKHK05] entnommenen Vorteile von mHealth Lösungen für die verschiedenen Aktoren beschrieben.

Der Patient erhält durch mHealth die Möglichkeit, sich freier mit seiner Gesundheit auseinanderzusetzen. Die Vorteile sind:

- Orts- und zeitunabhängige Überwachung von Vitalfunktionen, d.h. zeitnahe Erkennung eines verschlechternden Gesundheitszustandes
- Höherer Betreuungsgrad
- Verbesserte und aktivere Kommunikation mit dem behandelnden Arzt
- Vereinfachter und ortsunabhängiger Zugang zu Informationen
- Kontroll- und Erinnerungsfunktionen (z.B. Medikamenteneinnahme und Arzttermine)
- Erhöhte Lebensqualität durch höhere Unabhängigkeit

Auch für Ärzte können mobile Anwendungen eine Reihe von Vorteilen bieten:

- Verbesserte Versorgungsqualität und Entscheidungshilfen
- Minderung des administrativen Aufwandes durch ortsgerechte Befundaufnahme
- Ortsunabhängiger Zugriff auf mobile Patientendaten
- Fehlerreduzierte Erkennung von Patienten
- Orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf Expertenwissen (z.B. Zweitmeinungen)
- Reduzierung oder sogar Eliminierung von Mehrfacherfassungen

Zuletzt können mobile medizinische Anwendungen auch der Gemeinschaft oder dem Staat Vorteile bieten:

- Bessere Kostenkontrolle durch genauere Befundaufnahme
- Kosteneinsparung durch unterstützte administrative oder medizinische Abläufe
- Kosteneinsparungen durch Qualitätssteigerungen

## 2.4 Taxonomien mobiler Gesundheitsanwendungen

Mobile Anwendungen lassen sich auf verschiedene Art und Weise kategorisieren. In [MSB<sup>+</sup>08] werden die folgenden Dimensionen vorgeschlagen und auf verschiedene Projekte angewendet:

- Elektronische Verwendung von Kontext und Ort
- Automatisierte Anpassung von Diensten und Benutzerschnittstellen
- Online Überwachung/Datenströme
- Prozesse und Workflows
- Interaktionen mit externen Diensten
- Mobilität und Allgegenwärtigkeit
- Fehlertoleranz
- Dezentrale und verteilte Systeme

Im Gegensatz dazu werden mobile Anwendungen in [Var07] nach deren Verwendungszweck klassiert.

- Prävention
- Betrieb Gesundheitswesen und Checkups
- Kurzfristige Überwachung (z.B. zuhause)
- Langfristige Überwachung (z.B. in einem Alters- oder Pflegeheim)
- Personalisierte Gesundheitsüberwachung
- Ereigniserkennung und -management
- Intervention, Transport und Behandlung bei Notfällen

Der Fokus der Kategorisierung bei [MSB<sup>+</sup>08] liegt bei kontextabhängigen Anwendungen, welche nur einen Teil von mobilen medizinischen Anwendungen ausmachen. Bei [Var07] hingegen ist der Fokus eindimensional auf den implementierten Anwendungsfall ausgerichtet. Aus diesem Grund wurde für die in diesem Abschnitt evaluierten Projekte die in [TCL05] beschriebene Taxonomie verwendet, innerhalb welcher mobile Gesundheitsanwendungen kategorisiert werden können.

### 2.4.1 Bewertungsdimensionen

In [TCL05] werden fünf Dimensionen vorgeschlagen, um entfernte medizinische Anwendungen zu klassifizieren. Diese Taxonomie klammert organisatorische Dimensionen wie z.B. Recht oder Kosten explizit aus. Die nachfolgend beschriebenen Bereiche Anwendungszweck und Anwendungsfeld können als *medizinische* Dimensionen zusammengefasst werden. Die drei weiteren Bereiche Umgebung, Kommunikationsinfrastruktur und Übertragungsoptionen können dem Begriff *Übertragung* zugeordnet werden.

#### Anwendungszweck

Diese Dimension kann in zwei Hauptgruppen unterteilt werden: klinische und nicht-klinische Anwendungen. Mögliche Werte für klinische Anwendungen sind (aus [TCL05, Tabelle 2]):

- Triage
- Diagnose
- Nicht-chirurgische Pflege
- Chirurgische Pflege
- Beratung
- Überwachung
- Bereitstellung Spezialpflege
- Überwachung Primärpflege

Nicht-klinische Anwendungen können folgende Werte annehmen (aus [TCL05, Tabelle 3]):

- Medizinische Lehre
- Patientenausbildung und -aufklärung
- Forschung
- Öffentliche Gesundheitsversorgung
- Administration



### Anwendungsfeld

Mit dieser Dimension wird auf die medizinische Domäne Bezug genommen. Ziel ist es, dass medizinische Anwendungen domänengerecht eingeteilt werden. Beispielsweise unterscheiden sich die benötigten Informationen für eine Diagnose in der Kardiologie markant von denen in einem psychiatrischen Umfeld. Nachfolgend wird ein kleiner Auszug möglicher Anwendungsfelder illustriert (aus [TCL05, Tabelle 4]):

- Kardiologie
- Pädiatrie
- Home Care
- Dermatologie
- Psychiatrie
- Notfallaufnahme

### Umgebung

Die Umgebung bezieht sich auf den physischen Kontext in welchem sich die verschiedenen Systemaktoren befinden. Je nach Anwendung können Aktoren (z.B. Patient) sich zu Hause aufhalten oder sogar unterwegs sein, wohingegen ein anderer Akteur (z.B. Arzt) sich bei der gleichen Anwendung frei in einem Krankenhaus bewegt (z.B. Patientenvisite). Beispiele von Umgebungen sind Krankenhaus, Klinik, Praxis, Gesundheitszentrum, zu Hause, mobil.

### Kommunikationsinfrastruktur

Diese eher technische Dimension bezieht sich auf die verwendeten Technologien die bei der Übertragung der Informationen eingesetzt wird. Gerade im mobilen Umfeld sind bei Übertragungstechniken der zweiten Generation (GSM, siehe [Sch03, Kapitel 4.1]) Qualitätseinbussen zu berücksichtigen, da die Bandbreite sehr gering ist. Je nach Anwendungszweck und -feld ist dies nicht weiter problematisch, aber z.B. Videokonferenzen sind so nicht möglich. Eine Übersicht drahtloser Netzwerke befindet sich in der Tabelle 6.1 auf Seite 135.

### Übertragungsoptionen

Diese letzte Dimension kann in zwei Gruppen unterteilt werden: Synchroner Kommunikation setzt die zeitgleiche Verfügbarkeit der beteiligten Aktoren voraus, wohingegen die asynchrone Kommunikation dies nicht voraussetzt. Die Tabelle 2.2 illustriert mögliche Anwendungen gruppiert nach Medienart.

Tabelle 2.2: Übertragungsoptionen mit Beispielen (aus [TCL05, Tabelle 7]).

Medienart	Synchron	Asynchron
<b>Audio</b>	Telefon (-konferenz)	Anrufbeantworter
<b>Video</b>	Videokonferenz	Streaming von Videos oder Audio (z.B. Podcasts)
<b>Data</b>	Instant Messaging, Elektronische White Boards	Fax, E-Mail, Web, Store and Forward Mechanismen, Web Foren

#### 2.4.2 Kategorisierung existierender mobiler Anwendungen

In diesem Abschnitt werden bestehende Anwendungen aus der Literatur analysiert und mittels obiger Taxonomie kategorisiert. Dabei werden ausschliesslich Anwendungen in Verbindung mit mobilen Geräten berücksichtigt.

##### Adipositas Begleiter

In [KLWK06] und [Heu05] werden Adipositas Begleiter beschrieben, welche übergewichtige junge Patienten in ihrem Alltag führen und unterstützen. Das System bietet unter anderem Motivationsunterstützungsfunktionalität und Erinnerungsmöglichkeiten an. Der Patient überträgt im Gegenzug Informationen über seinen aktuellen Zustand, welche vom Betreuer eingesehen wird. Ferner wird der Austausch mit anderen Patienten vom System zur Verfügung gestellt. Die Zielsetzungen des Systems sind die Erhöhung der Patienten-Compliance, die Förderung der Motivation (engl. empowerment), die Vermeidung der Isolation, die Emotionsregulation, die Integration in das therapeutische Konzept und die Bereitstellung personalisierter Informationen und Dienste.

Tabelle 2.3: Kategorisierung Adipositas Begleiter.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> <li>• Monitoring</li> <li>• Nicht chirurgische Pflege</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care

Tabelle 2.3: Kategorisierung Adipositas Begleiter.

Dimension	Bewertung
Umgebung	Es wird zwischen den Akteuren unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patient ist mobil</li> <li>• Betreuer ist in einem Krankenhaus oder in der Praxis</li> </ul>
Kommunikationsinfrastruktur	Der Patient nutzt ein mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS.
Übertragungsoptionen	Asynchron, sowohl beim Austausch mit der Patientengruppe wie auch mit dem Betreuer.

### HealthPal

Ein Begleiter für ältere Menschen wird in [KS06] beschrieben. Dabei werden Menschen mit geringen Technologiekenntnissen mit einem digitalen Assistenten ausgerüstet, welcher das Erfassen ihrer physiologischen Werte autonom in ihrer bevorzugten Umgebung erlaubt. Der Patient wird bei der Erfassung dialogbasiert unterstützt. Etliche Informationsquellen, wie eine medizinische Datenbank oder die Patientenakte, sind auf dem mobilen Gerät gespeichert und werden von der Applikation zur Analyse und Information beigezogen. Die Kommunikation mit der Aussenwelt (z.B. in einem Notfall) wird vom mobilen Gerät über ein mobiles Telefon gemacht. Dies ermöglicht es, auch Geräte mit HealthPal auszurüsten, welche keine Kommunikationsmöglichkeiten anbieten.

Tabelle 2.4: Kategorisierung HealthPal.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care.
Umgebung	Patient ist mobil
Kommunikationsinfrastruktur	Der Patient nutzt ein mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS, jedoch über ein separates Gerät wie ein Mobiltelefon.
Übertragungsoptionen	Im Normalfall findet kein Austausch statt. Im Notfall wird entweder eine SMS (asynchron) oder ein Telefonat (synchron) gestartet.

### MOEBIUS

Das in [FRG<sup>+</sup>06] beschriebene Projekt MOEBIUS (Mobile Extranet Based Integrated User Services) integriert Patienten und Ärzte, indem es diagnostische Werkzeuge, therapeutische Algorithmen und Pflege-, bzw. Überwachungssysteme auf einem mobilen Gerät zur Verfügung stellt. Technisch gesehen ist es eine WAP Lösung, d.h. es werden, ähnlich wie auf dem Web mit HTML, Dokumente vom Internet auf dem mobilen Gerät dargestellt. Das Projekt ist allgemein gehalten und es lassen sich eine Vielzahl medizinischer Anwendung darauf aufbauen.

Es wurden verschiedene Untersuchungen mit dem System durchgeführt. In [FRG<sup>+</sup>06] wird der Anwendungsfall Adipositas beschrieben. Die Resultate sind vielversprechend: Die Gewichtsreduktion der Teilnehmer ist markant und das System wird im Allgemeinen als gut bis sehr gut erachtet. Auch eine signifikante Reduktion des Blutdrucks (kardiovaskulärer Risikofaktor) konnte beobachtet werden.

Tabelle 2.5: Kategorisierung MOEBIUS.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> <li>• Monitoring</li> <li>• Nicht chirurgische Pflege</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care
Umgebung	Es wird zwischen den Akteuren unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patient ist mobil</li> <li>• Betreuer ist in einem Krankenhaus oder in der Praxis</li> </ul>
Kommunikationsinfrastruktur	Der Patient nutzt ein mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS.
Übertragungsoptionen	Asynchron.

### MPAS: Begleitung junger Krebspatienten

[LKHK05] beschreiben ein System für die Begleitung junger Krebspatienten. Der Patient wird in den Dokumentationsprozess eingebunden, was einerseits die Früherkennung von Problemen fördert und andererseits den Arzt entlastet. Es werden eine Reihe von Vorteilen erkannt:

- Höhere Einhaltung von Terminen dank Warnsystem (engl. compliance)
- Höhere Datenqualität
- Weniger Arbeit auf der Seite des Arztes bei der Vorbereitung der Dokumentation
- Weniger Fehler in der Dokumentation

Tabelle 2.6: Kategorisierung MPAS.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring</li> <li>• Beratung</li> <li>• Diagnostik</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care
Umgebung	Es wird zwischen den Akteuren unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patient ist mobil</li> <li>• Eltern und Angehörige benutzen einen stationären Arbeitsplatz</li> <li>• Betreuer ist in einem Krankenhaus oder in der Praxis</li> </ul>
Kommunikationsinfrastruktur	Der Patient nutzt ein mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS.
Übertragungsoptionen	Asynchron.

## 2.5 Technische, soziale und ethische Aspekte

Nachfolgend werden Aspekte mobiler medizinischer Lösungen betrachtet, welche nicht unmittelbar mit einer konkreten Ausgestaltung zusammenhängen, sondern Folgen dieser neuen Technologien und Anwendungsmöglichkeiten auf die Gesellschaft und auf den einzelnen Menschen beleuchten und einschätzen.

Gemäss [Kro04] werden in der biomedizinischen Ethik moralische Normen häufig in vier Felder unterteilt:

- Bei der *Achtung der Selbstbestimmung* soll die Autonomie der Handlungen keinen beherrschenden Einflüssen unterworfen werden. Dazu gehört z.B.

die Etablierung eines partnerschaftlichen Arzt-Patient Verhältnisses, der Datenschutz als Aspekt der Patientenautonomie oder das Recht auf informationelle Selbstbestimmung.

- Die Abwägung verschiedener Einflüsse zum höchsten Gesamtnutzen für die Patienten ist ein Fall für die *Prinzipien des Wohltuns*. Diese lassen sich nicht immer durchsetzen, ohne andere Prinzipien einzuschränken.
- Das Prinzip des *Nichtschadens* muss oft zugunsten eines Nettonutzens für den Patienten eingeschränkt werden. Auch die Nicht-Einhaltung von Datenschutzrichtlinien können Schaden verursachen, wenn z.B. der Arbeitgeber von der Krankheit eines Patienten erfährt.
- Die Einführung von Neuerungen, die nicht automatisch jedermann zur Verfügung stehen (engl. information divide), fallen unter das Prinzip der *Gerechtigkeit*. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gerechtigkeit gewahrt ist, wenn durch die Einführung einer Neuerung niemand schlechter gestellt wird, als er es vorher war. Wenn jedoch durch die Einführung neuer Technologien bei anderen Leistungen gespart werden muss, dann kann dieses Prinzip verletzt werden.

In [Ise00] wird ein ethischer Code für die Telemedizin vorgeschlagen, welcher aus einem Schwur mit folgenden Elementen besteht:

- **Doing good:** Verantwortliche Nutzung von Telemedizin, zeitgerechte Antwort auf Anfragen, Informationen anderen Interessierten zugänglich machen, ...
- **Being fair:** Zusammenarbeit mit Organisationen, telemedizinisch versorgte Patienten die gleiche Aufmerksamkeit schenken, ...
- **Maintaining integrity:** Aufrichtigkeit mit Partnern, telemedizinische Anwendungen nur dann empfehlen wenn es Sinn macht, ...
- **Respecting others:** Beachtung der Privatsphäre, den Patienten vorher richtig informieren, Beachtung des Arzt-Patient Verhältnisses auch bei telemedizinischen Konsultationen, ...
- **Doing no intentional harm:** Keine Fähigkeit oder Wissen verwenden um Schaden anzurichten, nur Beraten wenn genügend Informationen vorhanden sind, ...
- **Teaching others and advancing the science:** Unterstützung anderer Ärzte, zur Entwicklung neuer sinnvoller Anwendungen anregen, ...
- **Insuring appropriate oversight:** Sofort nicht adäquate Verwendung telemedizinischer Anwendungen melden, Verständnis für die Probleme der in Kontakt stehenden Patienten und Ärzte, ...

Eine aktuellere und umfangreichere Betrachtung wird in [KL08] beschrieben. Es werden offene Fragen gestellt mit dem Zweck, damit eine breitere Diskussion der ethischen Auswirkungen von Telemedizin zu erreichen. Die zu betrachtenden Fragekategorien betreffend ethischer Fragen werden nachfolgend beschrieben:

- **Design:** Oft diskutiert in diesem Zusammenhang sind Punkte zur Usability einer Anwendung oder betreffend der Informationsüberladung (engl. information overload) der Akteure. Diese Fragekategorie wird erweitert mit dem Hinweis, dass nicht klar ist, ob Usability an einen Ort, Zeit oder einer Patientengruppe gebunden ist. Ferner wird bemerkt, dass etliche Disziplinen an der Technologieentwicklung mitarbeiten und jede eigene Interessen verfolgt. Eine Frage ist zudem, ob der Wandel zu entfernten Gesundheitsdiensten Rationalität und Effizienz zu Lasten traditioneller Werte im Gesundheitswesen verschieben oder inwiefern die Manipulation des Verhaltens von Benutzern gerechtfertigt sein kann. Weitere Informationen hierzu findet man bei [FKJ08].
- **Telehealth:** Studien im Umfeld telemedizinischer Anwendungen fokussieren sich meistens auf medizinische oder technische Aspekte und berücksichtigen selten ethische Fragestellungen. Offen ist beispielsweise wie der Informationsverlust beim Betrachten von Bildern oder Informationen ohne den Patienten vor Ort die Entscheidungsfindung beeinflusst. Dieser Kontextverlust könnte zu mehr Fehldiagnosen führen. Ausserdem ist nicht immer klar, wo die Verantwortung bei potentiellen Problemen liegt, da eine Verschiebung von klinischen Aufgaben an nicht-medizinisches Personal stattfindet. Die Herausforderung liegt darin, Anwendungen nicht nur auf technische Korrektheit zu prüfen, sondern auch anhand moralischer Verhältnismässigkeit.
- **Einverständniserklärung:** Das Wissen eines Patienten um die möglichen Folgen beim Einsatz telemedizinischer Anwendungen ist ein vieldiskutiertes Thema in der Telemedizin. Jedoch sind häufig nicht alle Folgen absehbar, weswegen das Einverständnis immer von einer gewissen Unsicherheit geprägt ist.
- **Autonomie und Ermächtigung:** Die oft proklamierte Autonomie für Nutzer telemedizinischer Anwendungen kann in gewissen Fällen zu unvorhergesehenen Effekten führen. So wird z.B. die Anthropomorphisierung der Anwendung beobachtet. Es stellt sich die Frage, ob die Nutzung der neuen Technologien tatsächlich Teil des Wandels vom Paternalismus zur kollaborativen Entscheidungsfindung in der Gesundheitsvorsorge darstellen oder ob es sich um ein Paternalismus in neuem Gewand handelt.
- **Veränderte Beziehungen:** Die Änderungen am Arzt-Patient-Verhältnis eröffnen das Risiko, dass sowohl beide depersonalisiert werden und dass die

Krankheitsbehandlung den Kontext der persönlichen Visite verliert. Eine zusätzliche Gefahr besteht darin, dass der Patient seine zentrale Rolle im Behandlungsprozess verliert.

- **Gesellschaft:** Teil der Betrachtung gesellschaftlich relevanter Fragestellungen ist die Ungleichbehandlung durch unterschiedliche Zugriffsmöglichkeiten (engl. *divital divide*) und auch die durch unterschiedliche Informationsversorgung (engl. *information gap*). Ferner gibt es die strukturellen Änderungen zu berücksichtigen; so kann die Autorität des Hausarztes in Frage gestellt werden, wenn der Informationsfluss ausschliesslich mit Spezialisten stattfindet.

In [HBB<sup>+</sup>03] werden die Chancen allgegenwärtiger (engl. *pervasive*) Anwendungen in der Medizin erläutert. Jedoch wird auch auf die Risiken eingegangen:

- Gesundheitliche Risiken des direkten physischen Kontakts mit Elektronik-Komponenten (vor allem langfristig)
  - Erwartete Zunahme der Anwendung von Implantaten aufgrund sinkender Hemmschwelle
  - Einsatz neuer Materialien von Implantaten
  - Nicht-ionisierende Strahlung in unmittelbarer Nähe von Gewebe
- Hochfrequente Strahlung (thermische und athermische Wirkungen)
  - Bisher kein Nachweis von Unbedenklichkeit
  - Experimentelle Ergebnisse athermischer Effekte können nicht reproduziert werden
  - Wirkungen auf den menschlichen Organismus

Als Einflussgrößen der Strahlungsbelastung werden in [HBB<sup>+</sup>03] insbesondere die ansteigende Zahl von Strahlungsquellen, deren Leistung, deren Abstand zum Körper und die verwendeten Trägerfrequenzen betrachtet.

### 2.5.1 Technologiefolgenabschätzung für Telemedizin

In [EKS<sup>+</sup>04, Kapitel 6] werden Leitlinien an telemedizinische Entwicklungen der Zukunft gestellt. Diese betreffen die folgenden Punkte:

- Lebenserwartung, Lebensqualität und Selbstbestimmung der Patienten
- Gleicher und gerechter Zugang zur Gesundheitsversorgung
- Volkswirtschaftlicher Nutzen, Effektivität und Effizienz



- Zufriedenheit und Motivation der Behandelnden
- Entwicklungsfähigkeit und Pluralismus der Medizin

Ferner werden in [EKS<sup>+</sup>04, Kapitel 7] die möglichen Auswirkungen von Telemedizin betrachtet. Diese Chancen und Risiken werden nachfolgend illustriert.

### **Qualität der medizinischen Versorgung**

- Chancen: Höhere Geschwindigkeit, weniger Aufwand und weniger Kosten beim Einholen von Gutachten, Forum für mehrere Experten, Verbesserung Informationsaustausch mittels Telekonsultation, Verbesserung Verteilung von Spezialwissen.
- Risiken: Weniger Information über Patient als bei konventioneller Visite (Kontextverlust), Verarmung der Kommunikation, Qualitätseinbusse bei Einsatz niedrig qualifizierter Behandelnder.

### **Therapietreue der Patienten**

- Chancen: Wiederholungs- und Erinnerungseffekt durch geringen Aufwand für Patienten, Intensivierung Kontakt zwischen Behandelnden und Patient, bessere Verdeutlichung von Informationen, Stärkung Eigeninitiative der Patienten durch Information.
- Risiken: Abnahme Compliance wegen Reduzierung persönlicher Kontakte, Abnahme Compliance wegen Überwachungseffekt.

### **Patientenzufriedenheit**

- Chancen: Stärkung Eigenverantwortung, Einbindung in Behandlungsprozess, Ersparung Transporte und Mehrfachuntersuchungen, gewohnte Umgebung für Patienten, schnellere Ergebnisse und dadurch Entlastung Ungewissenheit, höhere Unabhängigkeit, Stärkung Sicherheitsempfindung, weniger aufwändige Erreichbarkeit, orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf Dienstleistungen, anonyme Beratung.
- Risiken: Überforderung Patient, schlechte Erfahrungen mit telemedizinischen Angeboten, Einschränkung persönlicher Kontakte, Gefühl des Ausgeliefertseins, Eindruck permanenter Überwachung, Gefühl von Bevormundung, hohe Kosten, Mängel bei Datenschutz und Datensicherheit.

### **Lebensqualität älterer Menschen**

- Chancen: Entlastung Angehöriger, Reduzierung Kosten, Verschiebung der Schwelle zwischen Gesundheit und Krankheit, höheres Sicherheitsgefühl.

- Risiken: Risiko wegen höherem Sicherheitsgefühl, Kostenschub wenn Telemedizin lediglich zu Vermittlung subjektiver Sicherheit genutzt wird, mangelnde Rücksichtnahme auf eingeschränktes Seh- und Hörvermögen.

Dieses Thema wird im Abschnitt 2.5.2 auf Seite 31 genauer beschrieben.

### **Abläufe und Strukturen**

- Chancen: Kostenersparnis und Qualitätssicherung durch höheren Spezialisierungsgrad, Behandlung in der Nähe von Angehörigen und in vertrauter Umgebung.
- Risiken: Höherer Koordinationsbedarf, Qualitätssicherung, geringere räumliche Koordination der Dienstleistungen.

### **Berufsbilder**

- Chancen: Aufwertung Pflegeberufe, mehr Freiheit für Behandelnde.
- Risiken: Verlust persönlicher Kontakt, Probleme mit Arbeitsmotivation durch Abflachung Hierarchien, neue Anforderungen, Technisierung Berufsbild, Übertragung psychosozialer Aufgaben an Pflegende.

Weitere Informationen zu den Berufsbildern im Gesundheitswesen findet man bei [Flu04], [Mös07], [HSJ<sup>+</sup>07] oder [PBS07].

### **Technische Lösungen und Entwicklungen**

- Chancen: Vielversprechendes Anwendungspotential.
- Risiken: Unnötige Kosten, de-facto Standards von grossen Unternehmen, Verplanung Ressourcen, Unsicherheiten betreffend Beeinflussung verschiedener medizinischer Geräte.

### **Finanzierung von Forschung und Entwicklung**

- Chancen: Förderung Telemedizin-Projekte, gute Koordination der Vorhaben, Vermeidung Doppelspurigkeiten.
- Risiken: Nicht-Förderung wegen Unterschätzung gesellschaftlicher Relevanz der Telemedizin, übermässige und wahllose Förderung telemedizinischer Projekte.

**Finanzierung von Investitionen und Betrieb**

- Chancen: Vermehrte Beteiligung Krankenkassen, Anregung Diskussionen.
- Risiken: Grössere Projekte nicht finanzierbar wegen zunehmendem Kostendruck im Gesundheitswesen, Finanzierung nur möglich bei direkten Kosteneinsparungen, mögliche Qualitätsverbesserungen der medizinischen Versorgung im Hintergrund.

**Vergütung telemedizinischer Leistungen**

- Chancen: Finanzierung telemedizinischer Leistungen durch Krankenkassen bei Nachweis Effektivität.
- Risiken: Finanzierung durch Krankenkassen im Hinblick auf kurzfristige Kosteneinsparungen, mangelnde Privatfinanzierung sinnvoller telemedizinischer Leistungen, Reduzierung Gerechtigkeit beim Zugang.

**Volks- und betriebswirtschaftliche Auswirkungen**

- Chancen: Senkung Kosten Gesundheitswesen in industrialisierten Ländern, verbesserte Kontrolle der Kostenwirksamkeit, Teilnahme an neuen Märkten, Schaffung Arbeitsplätze.
- Risiken: Effizienzverluste aufgrund Doppelspurigkeiten zwischen konventionellen und telemedizinischen Verfahren, Unterschätzung Folgekosten telemedizinischer Anwendungen (Wartung, Schulung, etc.), Kostenschub aufgrund vermehrten Einsatzes präventiver Massnahmen.

**Haftungsrecht**

- Chancen: Etablierung neuer Sorgfaltsmassstäbe.
- Risiken: Höheres Fehlerrisiko.

**Datenschutzrecht**

- Chancen: Sensibilisierung auf wichtige Fragestellungen.
- Risiken: Zugriff auf grosse Mengen von Patientendaten, gezieltes Abrufen und Manipulation von Patientendaten ohne Spuren, Einschleichen Fehler, Gewährleistung Zugriff, systematische Auswertung, einfache Weiterverbreitung, Transfer Patientendaten in andere Länder mit laxeren Datenschutzbestimmungen, Senkung Hemmschwelle für unbefugten Zugriff, intensive Überwachung Beteiligter.

**Schutz der Umwelt**

- Chancen: Vermeidung Transporte, Vermeidung unnötiger Untersuchungen, Einsparung Ressourcen durch vermehrten elektronischen Versand.
- Risiken: Mehrbelastung aufgrund dezentraler Anschaffung medizintechnischer Geräte, Verbreitung IuK-Geräte, elektromagnetische Felder.

**Gesellschaftliche Akzeptanz**

- Chancen: Beitrag zu „besserer Medizin“.
- Risiken: Wichtige gesellschaftliche Bedürfnisse werden nicht berücksichtigt, akzeptanzmindernde Umstände, Ruf „Medizin zweiter Klasse“.

**Autonomie und Handlungsspielraum der Patienten**

- Chancen: Mehr Informations- und Wahlmöglichkeiten, Stärkung Autonomie und Handlungsfreiheit.
- Risiken: Benötigtes Vertrauensverhältnis, nicht auf alle Krankheitsbilder anwendbar, wachsende Standardisierung medizinischer Leistungen, Etablierung des Normalfalls Telemedizin aus Kostenüberlegungen, Einschränkung Wahlfreiheit, Manipulation und Einschränkung Autonomie durch Telemedizinanbieter, Verlagerung Risiko an Patienten.

**Wahrung der Privatsphäre**

- Chancen: Stärkung Bewusstsein bei Beteiligten und daraus folgende bessere Umsetzung Datenschutz.
- Risiken: Verletzungen der Privatsphäre einfacher möglich, Senkung Hemmschwelle.

**Gleicher und gerechter Zugang zur Gesundheitsversorgung**

- Chancen: Spezialisiertes Wissen für alle besser verfügbar, Demokratisierung medizinischen Fachwissens, Stärkung Unabhängigkeit Urteil des Behandelnden, stufengerechtere Versorgung, Vermeidung unnötiger Behandlungen aufgrund verbesserter Information, gezielterer Einsatz von Mitteln im Gesundheitswesen, bessere Gesundheitsversorgung in Entwicklungsländern.
- Risiken: Tendenz zur Billigmedizin in manchen Bereichen, Vorwand für inadäquate Gesundheitsversorgung entlegener Gebiete, Zugang nur für Gutinformierte, digitale Kluft.

### **Persönliche Verantwortung von Patienten und Behandelnden**

- Chancen: Schärfung Bewusstsein für Verantwortungsfragen, automatisierter und vollständigerer Dokumentationsprozess, vermehrte Einbindung von Patienten.
- Risiken: Hin- und Herschieben der Verantwortung aufgrund vermehrter Akteure, eingeschränkte Fassbarkeit Patient beim Behandelnden, verwendete Daten stellen nur unvollständiges Modell des Patienten dar, fatalistisches und passives Verhalten Patient.

### **Internationale Beziehungen**

- Chancen: Erleichterung grenzüberschreitender Wissens- und Erfahrungsaustausch, Unterstützung bei Einsatz von Hilfsorganisationen.
- Risiken: Verwendung für militärische Zwecke, Mittel stehen anderweitig nicht mehr zur Verfügung, unbefriedigende Kostenwirksamkeit, technische Kolonialisierung beim Einsatz in Schwellen- oder Entwicklungsländern.

#### **2.5.2 Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologien bei betagten Menschen**

Betagte Menschen stellen aufgrund ihres erhöhten Morbiditätsrisikos eine wichtige Zielgruppe für den Einsatz von mobilen Gesundheitsdiensten dar. Gemäss [Com08] betrug 2004 die Lebenserwartung in der EU-27 81.5 Jahre für Frauen und 75.2 Jahre für Männer. In den letzten 40 Jahren betrug der durchschnittliche Zuwachs an der Lebenserwartung 2.5 Jahre pro Dekade. Dieser Trend wird wohl nicht im gleichen Masse weiterfahren, da wenig Erhöhungspotential besteht aufgrund der drastischen Reduzierung der Kindersterblichkeit. Auch in [WHO08, Seite 7] wird auf die in den westlichen Industrieländern steigende Lebenserwartung hingewiesen; die Hälfte aller 80 bis 84-jährigen haben zwei oder mehr chronische Beschwerden.

Der Fokus auf Betagte wird beispielsweise im Projekt AGNES genutzt (siehe [WBP<sup>+</sup>09]), um Ihren sozialen Einbezug mit Hilfe von IuK zu stärken. Das Projekt integriert neben einer gemeinschaftsbindenden Webseite auch mit Sensoren ausgerüstete mobile Geräte, deren Messungen zurück in das System fliessen.

Das Verhalten der Kommunikation zwischen Grosseltern und Enkeln wird in [QHM<sup>+</sup>05] beschrieben; neue Kommunikationsformen wie SMS oder E-Mail werden relativ wenig genutzt. Es besteht jedoch eine inverse Korrelation mit der Distanz: je weiter Grosseltern und Enkel voneinander wohnen, desto eher werden Mittel wie E-Mail genutzt. Ähnliche Korrelationen sind auch bei der Entfernung zwischen Arzt und Patient zu erwarten.

In [Kur07, NHJ08, CL08b, GBG04] wird beschrieben, mit welchen Barrieren Betagte beim Einsatz von mobilen Geräten konfrontiert sind:

- Die Anzeige sollte möglichst grossen Text mit gutem Kontrast darstellen können und die Hintergrundbeleuchtung sollte nicht zu schnell abschalten, da Betagte häufig etwas mehr Zeit brauchen, um eine Aktivität auszuführen.
- Die Form sollte grosszügig dimensioniert sein, so dass das mobile Geräte gut in der Hand gehalten werden können, da sie so auch mit versteiften Gelenken besser bedienbar sind.
- Vorprogrammierte Funktionen dienen der schnellen Betätigung, zum Beispiel im Notfall.
- Gummierte Knöpfe werden als störend empfunden; metallische Knöpfe mit fühlbarer Betätigung (taktiles Feedback) werden bevorzugt.
- Die Menustrukturen sollten möglichst einfach sein und wenige Optionen enthalten. Häufig sind Menus auch der Desktop-Metapher angelehnt, womit jedoch die wenigsten Betagten etwas anfangen können.
- Funktionen wie Kamera und Musik werden als irrelevant empfunden, da ein mobiles Gerät primär als Kommunikationsmittel empfunden wird.

Jedoch erkennen Betagte auch eine Reihe von Vorteilen beim Einsatz von mobilen Geräten:

- Sie wissen, dass sie jederzeit jemanden erreichen können.
- Sie fühlen sich sicherer, von sich aus fortzugehen.
- Sie fühlen sich sicherer, alleine zu sein.
- Die drei am meisten gewünschten Funktionen sind das Adressbuch, der Kalender und der Wecker. Gemeinsam an diesen Funktionen ist, dass sie als Erinnerungstützen dienen.

In [ZB08] wird die Handhabung von mobilen Geräten anhand der Variablen Alter und Geschlecht analysiert. Sie kommen zum Schluss, dass Erfahrung mit technischen Geräten die Nutzung einer mobilen Menustruktur positiv beeinflusst. Im Gegensatz zur landläufigen Meinung hatte die Gruppe der Kinder (9-10 Jahre) die geringsten Erfahrungen im Umgang mit Computer, aber das höchste Interesse an Technologie. Dennoch kann das klassische Vorurteil, dass Kinder einfach mit technischen Geräten umgehen können, nicht bestätigt werden. Die Kindergruppe zeigt auch die grössten Geschlechterunterschiede (siehe [ZB08, Abbildungen 7 und 8]). Es besteht zudem ein altersunabhängiger Zusammenhang zwischen dem räumlichen Vorstellungsvermögen und der Fähigkeit sich in der Menustruktur eines mobilen Telefons zurechtzufinden. Die Gruppe der Teilnehmer mittleren Alters (40-61 Jahre) hat im Schnitt besser als die Kindergruppe abgeschnitten, dennoch etwas schlechter als die mittlere Gruppe der jungen Erwachsenen (20-30 Jahre). Es werden folgende Empfehlungen für das Interface-Design gegeben:

- Menüstrukturen so flach wie möglich halten und hohe Komplexität vermeiden.
- Komplexität der Tasten vermeiden und möglichst auf Mehrfachbelegung von Tasten verzichten. Wenn sich letzteres nicht bewerkstelligen lässt, dann sollte zumindest darauf geachtet werden, dass die Mehrfachbelegung semantisch ähnlich ist (z.B. „ok“ und „zurück“ im Gegensatz zu „zurück“ und „aufhängen“). Häufig benutzte Tasten sollten in der Mitte angeordnet werden.
- Bei der Benennung der Menufunktionen sollte ein guter Mittelweg gefunden werden zwischen zu allgemeinen Bezeichnungen (z.B. „Einstellungen“) und technischen Bezeichnungen (z.B. „SIM-Aktivität“). Ferner sollten ähnliche Bezeichnungen für verschiedene Menüs vermieden werden (z.B. „Anrufeinstellungen“ und „Telefoneinstellungen“).

In einer ähnlichen Studie bei [AZ07] wird empfohlen, älteren Nutzern bei der Lernphase möglichst früh auf erfolgreiche Interaktionen hinzuweisen. Dieses konstruktive Feedback kann die Unschlüssigkeit von älteren Nutzern vermeiden und deren Selbstvertrauen bei der Nutzung von mobilen Anwendungen steigern.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mobile Geräte, welche dem gewünschten Formfaktor (physisch und auch als Software) von Betagten entsprechen, durchaus genutzt werden. Die Unterstützung mit Erinnerungsfunktionen wird als positiv bewertet.

### 2.5.3 Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologien bei Einschränkungen

Körperliche Einschränkungen beeinflussen die Interaktionsfähigkeiten mit einem Informationssystem oder einem mobilen Gerät (siehe [SYF08]). Diese Einschränkungen können sich aus dem Gesundheitszustand oder auch der Umgebung ergeben, wie in der Abbildung 2.2 illustriert wird.

Körperliche Einschränkungen können wie folgt kategorisiert werden:

- Sie sind entweder *permanent* oder *temporär*.
- Sie können *ständig* oder *sporadisch* auftreten.
- Es gibt *progressive* Einschränkungen (werden im Laufe der Zeit immer ausgeprägter), *regressive* (werden weniger schlimm) und *statische* (bleiben gleich).
- Die Schwere der Einschränkung kann von *mild* bis *schwerwiegend* sein. Sie ist demzufolge *variabel*.

Einschränkungen, die vom Gesundheitszustand des Nutzers ausgehen, können verschiedene Ursachen haben. Nachfolgend werden die wichtigsten beschrieben (aus [SYF08]):

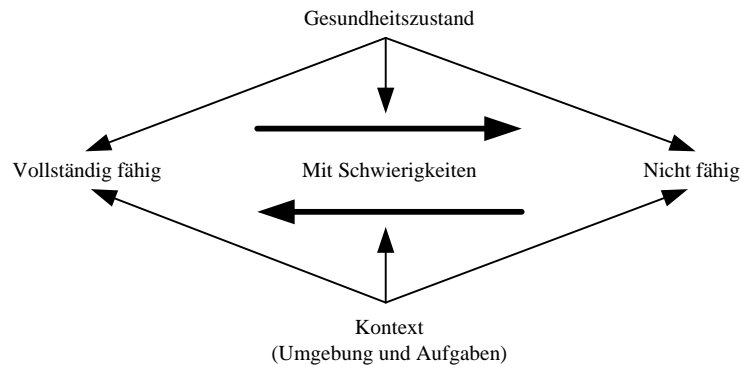


Abbildung 2.2: Modell der Zusammenhänge zwischen Gesundheitszustand, Kontext und individueller Fähigkeiten (aus [SYF08, Abbildung 42.1]).

- *Amyotrophe Lateralsklerose* (ALS, auch Lou Gehrig-Syndrom genannt) ist eine degenerative Erkrankung des motorischen Nervensystems. Sie beginnt mit Schwäche in den Händen und breitet sich kontinuierlich aus.
- *Arthritis* bezieht sich auf die Entzündung eines Gelenks und tritt bei fortschreitendem Alter häufiger auf.
- *Hirnverletzung* ist ein Begriff, um eine Menge von Verletzungen am Gehirn zu beschreiben. Das Ausmass der resultierenden Einschränkung hängt von der betroffenen Hirnregion ab und kann von periodischen Kopfschmerzen, motorischen Einschränkungen, Sicht oder Sprache auslösen.
- Der Ausdruck *Zerebralparese* beschreibt einen Zustand, der typischerweise um die Geburt herum geschieht. Es ist keine Krankheit und schreitet nicht progressiv fort. Die damit zusammenhängenden Lähmungserscheinungen können die Bewegungsfähigkeit stark einschränken. Auch Hör- und Sprechstörungen können in unterschiedlichem Grad auftreten.
- Bei *fehlenden Gliedmassen* gibt es unterschiedliche Ausprägungen, welche die Fähigkeiten, ein mobiles Gerät zu benutzen, unterschiedlich beeinflussen können.
- *Multiple Sklerose* (MS) ist eine Störung, bei welcher mit den Augen, Gehirn und Rückenmark zusammenhängende Nervenfasern im Laufe der Zeit Myelin verlieren. MS ist progressiv und alterniert typischerweise zwischen Perioden des Aufflammens und Perioden von relativ guter Gesundheit.
- *Muskeldystrophie* bezeichnet eine Gruppe von vererbten Muskelerkrankungen. Eine Folge sind häufig motorische Einschränkungen, da die Gelenke aufgrund der zusammengezogenen Muskeln an Bewegungsfreiheit verlieren.



- *Parkinson* ist eine fortschreitende Erkrankung des Nervensystems und tritt relativ häufig auf (1 von 250 Menschen über 40 Jahre und 1 von 100 über 65 Jahre). Oft beginnt diese Erkrankung mit Tremoren und kann zu Bewegungseinschränkungen führen.
- Unter *Repetitive Strain Injury-Syndrom* wird eine Gruppe von Erkrankungen beschrieben, welche bei wiederkehrenden Belastungen auftreten. Ein klassisches Beispiel ist das Karpaltunnelsyndrom oder die Sehnenscheidenentzündung.
- Ein *Hirnschlag* wird definiert als das Absterben von Hirngewebe aufgrund einer mangelnden Blut- oder Sauerstoffzufuhr. Die Symptome sind stark vom betroffenen Hirnareal abhängig und können in Einschränkungen der Sicht, Sprache, kognitiver oder motorischer Fähigkeiten resultieren.
- *Rückenmarksverletzungen* treten auf, wenn das Rückenmark gestaucht, getrennt, verletzt oder von Krankheiten angegriffen wird. Die Folgen hängen weitgehend von der Art und dem Grad der Verletzung ab und sind normalerweise permanent und statisch.
- Unter einem *Tremor* werden unwillkürliche Bewegungen verstanden. Sie können unterschieden werden zwischen Tremoren in Ruhephasen und solchen bei der Verwendung von Muskeln. Auch die Stimmbänder können beeinflusst werden, was zu einem Verlust oder Inkonsistenzen beim sprachlichen Ausdruck führen kann.
- Das *Locked-in-Syndrom* bezeichnet einen seltenen Zustand, in dem ein Mensch bei erhaltenem Bewusstsein fast vollständig gelähmt ist und nur durch Augenbewegungen zur Kommunikation mit der Aussenwelt fähig ist.

Die Auswirkungen bei der Interaktion mit einem mobilen Gerät und dem darauf ausgeführten Informationssystem sind weitgehend vom Ausmass und der Art der Folgen abhängig. Eine Rückenmarkverletzung mit einer Lähmung der Beine oder Einschränkungen in der Sprache beeinflussen die Arbeit mit einem Informationssystem wenig. Weitergehende Einschränkungen werden bei stationären Geräten mit Techniken wie die Cursorsteuerung mit dem Kopf, der Zunge oder den Augen unterstützt. Diese Methoden lassen sich jedoch nur schwer auf ein mobiles Gerät übertragen. Erfolgsversprechender ist der Einsatz von Sprache, falls vorhanden, um die Steuerung vorzunehmen (siehe [YD08]).



## Kapitel 3

# Anforderungen an eine mHealth Infrastruktur

### 3.1 Einführung

Mobile Dienste im Gesundheitswesen laufen innerhalb des Kontexts der involvierten Akteure ab. Um den Handlungsrahmen dieser Akteure zu bestimmen, werden verschiedene Umfragen vorgestellt, die unterschiedliche Bereiche möglicher Anwendungen abdecken.

#### 3.1.1 Motivation für die Umfragen

Die in diesem Kapitel vorgestellten Umfragen bezwecken eine genauere Einsicht in die aktuellen Situationen und Kenntnisse der Akteurengruppe Arzt. Ferner sollen Erkenntnisse über die kritischen Merkmale einer mobilen medizinischen Anwendung aus Sicht dieser Akteurengruppe gewonnen werden.

Die durchgeführten Umfragen lassen sich grob in drei Dimensionen unterteilen:

- Externe und digitalisierte physiologische Parameter
- Datenströme
- Anforderungen der Bedürfnisse in ländlichen Gebieten

#### 3.1.2 Aspekte

Die nachfolgend vorgestellten Umfragen sprechen direkt die bei eHealth und mHealth Lösungen involvierten Akteure an. Sie wurden zwischen 2006 und 2009 durchgeführt und beleuchten diverse Aspekte einer vorgegebenen medizinischen Anwendung. Die folgenden Fragen sollen mit den Umfragen beantwortet werden:

- A. Ist-Zustand der IuK-Infrastruktur:** Mit dieser Frage soll bestimmt werden, auf welchem Stand die IuK-Infrastruktur bei den angesprochenen Akteuren ist. Dies bezieht sich auf die verfügbaren Gerätschaften wie auch auf die Anbindung an Netze. Diese Frage wird in allen Abschnitten beantwortet.
- B. Einsatz von eHealth in der Schweiz:** Diese Frage bezieht sich darauf, wie eHealth in der Schweiz konkret und in welcher Ausprägung eingesetzt wird. Die Ergebnisse werden im Abschnitt 3.2 behandelt.
- C. Dringlichkeit Optimierungsmaßnahmen:** Mit dieser Frage wird die Dringlichkeit von Optimierungsmaßnahmen im Gesundheitswesen betrachtet. Siehe Abschnitt 3.2.
- D. IuK-Kenntnisse von medizinischen Fachpersonen:** Als primäre Ansprechpersonen bei medizinischen Fragen sind die technischen Kenntnisse für den Einsatz von mHealth Anwendungen von grosser Bedeutung, da die Akzeptanz zu einem grossen Teil von ihnen abhängt. Mit dieser in den Abschnitten 3.3, 3.4 und 3.5 behandelten Frage wird eruiert, welche Technologien den Ärzten bekannt sind und wie gut sie im Alltag mit IuK zurechtkommen.
- E. Übermittlung von Datenströmen:** Die Übermittlung von Datenströmen, also kontinuierlichen Informationen, wird im Abschnitt 3.3 behandelt. Verschiedene Fragen behandeln die Abwägung zwischen Qualität und Durchsatz am Beispiel der EKG-Messung in der Kardiologie.
- F. Übermittlung von diskreten Parametern:** In den Abschnitten 3.4 und 3.5 wird betrachtet, welche Punkte es bei der Übermittlung von diskreten Parametern anhand der Beispiele Dermatologie und Diabetes zu beachten gibt.
- G. Übermittlung von Bilddaten:** Diese Fragestellung bezieht sich auf die Übermittlung von visuellen Informationen am Beispiel der Dermatologie und wird im Abschnitt 3.4 behandelt.
- H. Besonderheiten beim Einsatz von mobilen Diensten in ruralen Gebieten:** Rurale Gebiete bieten andere Problemstellungen als urbane. Diesen Fragen werden im Abschnitt 3.5 anhand von Erfahrungen mit Diabetes in ruralen Regionen in der Türkei behandelt.
- I. Beurteilung von Anwendungsfällen:** Ärzte beurteilen in den Abschnitten 3.3, 3.4 und 3.5 mögliche Anwendungsfälle mobiler Lösungen im Gesundheitswesen in den Fachgebieten Kardiologie, Dermatologie und Diabetes.

**J. Integration medizinischer Informationen in den Alltag der Ärzte:**

Die Integration, Darstellung und Analyse von medizinischen Informationen aus mobilen Anwendungen beeinflussen im Arbeitsalltag die Prozesse der Ärzte. Die Abschnitte 3.3, 3.4 und 3.5 behandeln aus Sicht dieser Empfänger die gewünschte Formen dieser neuartigen Interaktionen.

**3.1.3 Der Akteur Patient**

Die Umfragen wurden aus organisatorischen Gründen hauptsächlich mit den Akteuren Arzt und Organisation durchgeführt. Es wurden keine Umfragen direkt mit der heterogenen Aktorengruppe Patient durchgeführt. Bei [KBH<sup>+</sup>07] werden die Ergebnisse einer Umfrage bei Patienten mit Blutgerinnungsstörungen zum Begriff „Telemedizin“ durchgeführt: Der Begriff hat bei Patienten immer noch einen relativ geringen Bekanntheitsgrad (32%) und lediglich 10% haben bereits telemedizinische Leistungen in Anspruch genommen. Patienten mit einer konkreten Idee des Begriffs geben folgende Vorstellungen preis:

- Beratung per Telekommunikation: 26.6%
- Übertragung von Körperdaten: 18.8%
- Diagnostik/Therapie per Telekommunikation: 18.4%
- Überwachung: 16.6%
- Sonstiges: 19.6%

In den folgenden Abschnitten werden in chronologischer Reihenfolge die Ergebnisse der einzelnen Umfragen beschrieben.

**3.2 eHealth Marktstudie 2006****3.2.1 Motivation**

Die Marktstudie eHealth Schweiz wurde 2006 an der Universität Fribourg in Zusammenarbeit mit dem Dachverband SwissICT<sup>1</sup> durchgeführt und fokussierte sich insbesondere auf die folgenden Themen:

- Elektronischer Leistungsaustausch unter den wichtigsten Marktteilnehmern, unter besonderer Berücksichtigung der Webdienste der Leistungserbringer Ärzte, Ärztekassen, Krankenhäuser und Apotheken.
- Nutzenaspekte elektronischer Kommunikations- und Distributionskanäle.

---

<sup>1</sup>Siehe <http://www.swissict.ch>

Die Zielsetzung der Marktstudie ist die Erhebung der elektronischen Dienste und Nutzenpotentiale im Schweizer Gesundheitswesen, unter anderem auch um sie nach Möglichkeit mit anderen europäischen Ländern zu vergleichen.

Die Zielpopulation der Umfragen bestand am Stichtag (9. Februar 2006) aus 13'689 Organisationen aus den oben erwähnten Bereichen. Aus diesen Bereichen wurden 9 Schichten gebildet und eine optimale Auswahl vorgenommen. Daraus resultierte ein Stichprobenraum von 1'500 angeschriebenen Organisationen.

Diese Organisationen wurden aus den diversen Bereichen ausgewählt, die folgenden NOGA Codes entsprechen: NOGA 51.46, 52.31, 52.32, 52.33A, 66.01, 66.03, 85.11, 85.12, 85.13, 85.14, 85.31A-F (zu den NOGA Codes siehe [Bun08b]).

- Gross- und Detailhandel mit pharmazeutischen, medizinischen und orthopädischen Erzeugnissen und Artikeln
- Krankenkassen, Lebens-, Unfall- und Schadensversicherungen
- Krankenhäuser
- Arzt- und Zahnarztpraxen
- Heime (z.B. Pflege-, Behindertenheime)
- Sonstige Aktivitäten der nicht-ärztlichen Medizinalberufe (z.B. Physiotherapie, Psychotherapie, Medizinische Labors)

### 3.2.2 Ergebnisse

#### Rücklauf

Der Rücklauf beträgt nach einer zweiten Nachfassaktion 15.8% der angeschriebenen 1'500 Organisationen.

**Dringlichkeit Optimierungsmaßnahmen** Die Bewertung der Dringlichkeit der Optimierungsmaßnahmen ist in der Abbildung 3.1 ersichtlich. Folgende Beobachtungen können gemacht werden bei der Betrachtung auf Ebene Branche:

- Die Digitalisierung der Papierdokumente wird von 96% der Unfall- und Krankenversicherungen als mittel bis hoch bewertet im Gegensatz zu den 50% über alle Branchen hinweg.
- Der mobile Zugriff auf Kunden- und Patientendaten wird von 68% der Krankenhäuser und von immerhin 42% der Arztpraxen als mittel bis hoch eingeschätzt (global 34%).
- Dienste für ein Communication Center bewerten 65% der Arztpraxen als mittel bis hoch (global 39%).
- 84% der Krankenhäuser erachten die Berechnung der Prozesskosten als mittel bis hoch (global 49%).

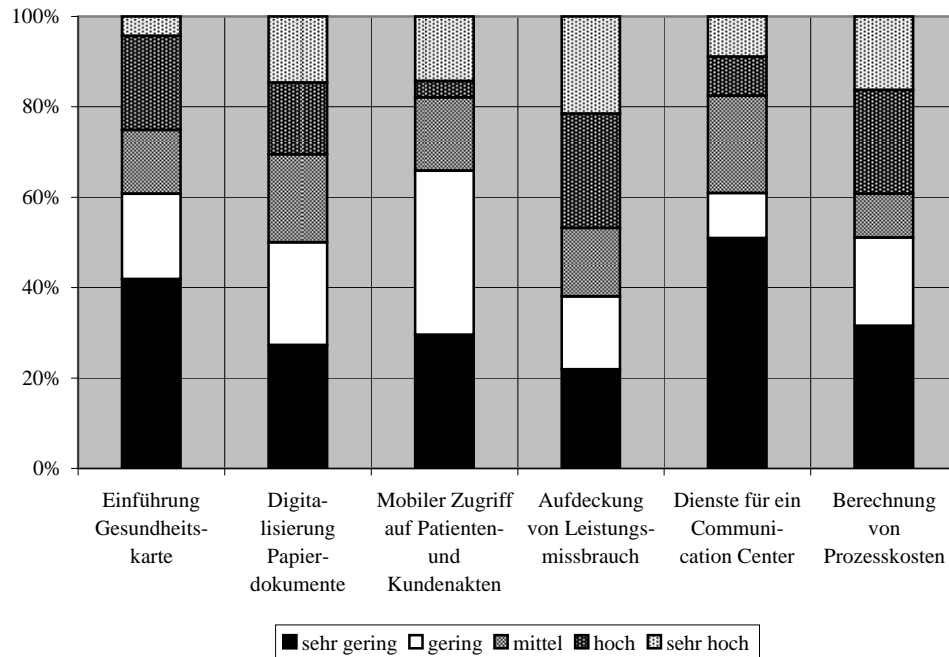


Abbildung 3.1: Bewertung Dringlichkeit Optimierungsmaßnahmen.

**Kommunikationskanäle** 92.5% der Organisationen nutzen das Internet, wobei die im Detail verfolgten Ziele der Abbildung 3.2 entnommen werden können. Die hohe Internetnutzung ist etwas tiefer als der Schweizer Durchschnitt mit 98%<sup>2</sup>. Die folgenden Hauptgründe werden für die Nutzung angegeben:

- Reduzierung der Kosten
- Zeitgerechte Beratungs- und Betreuungsdienste
- Bessere Bindung an den Patienten, bzw. Kunden
- Optimierung der Abläufe

**IuK-Sicherheit** Sicherheit hat einen sehr hohen Stellenwert bei den befragten Unternehmen: Praktisch 100% messen ihr eine hohe oder sehr hohe Bedeutung bei. Betrachtet man allerdings die verwendeten Verfahren in Abbildung 3.3, stellt sich heraus, dass lediglich die elementarsten Mechanismen von der Mehrheit verwendet werden. Kryptographische Verfahren und digitale Signaturen werden lediglich von einer Minderheit eingesetzt.

<sup>2</sup>siehe [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/04/key/approche\\_globale.indicator.30201.302.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30201.302.html) mit den Indikatoren zur IuK-Infrastruktur in der Schweiz im 2005

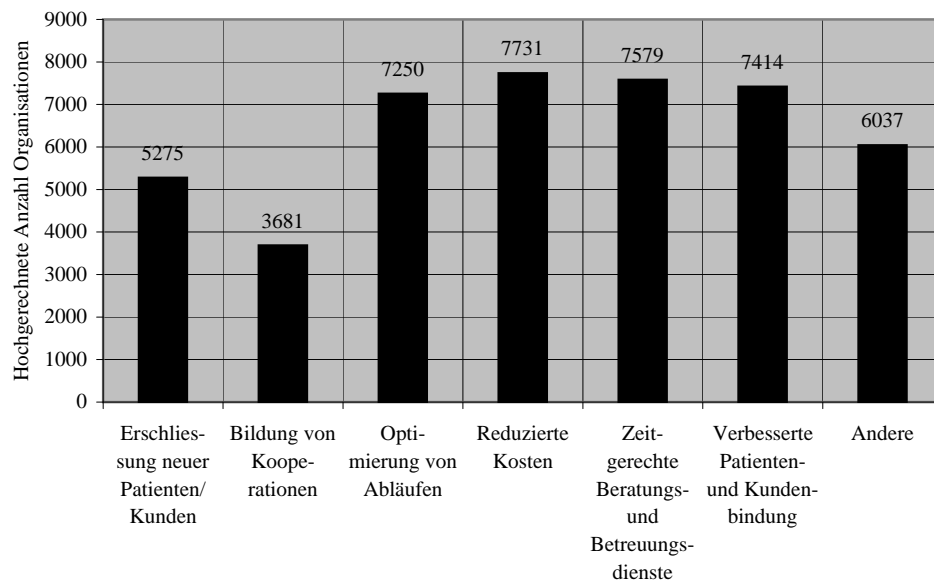


Abbildung 3.2: Verwendungszweck Internet.

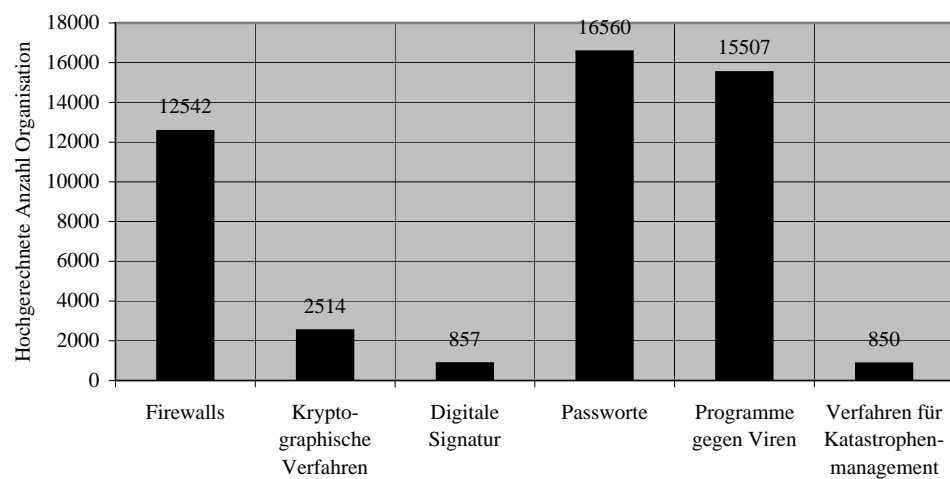


Abbildung 3.3: Eingesetzte Sicherheitsverfahren.



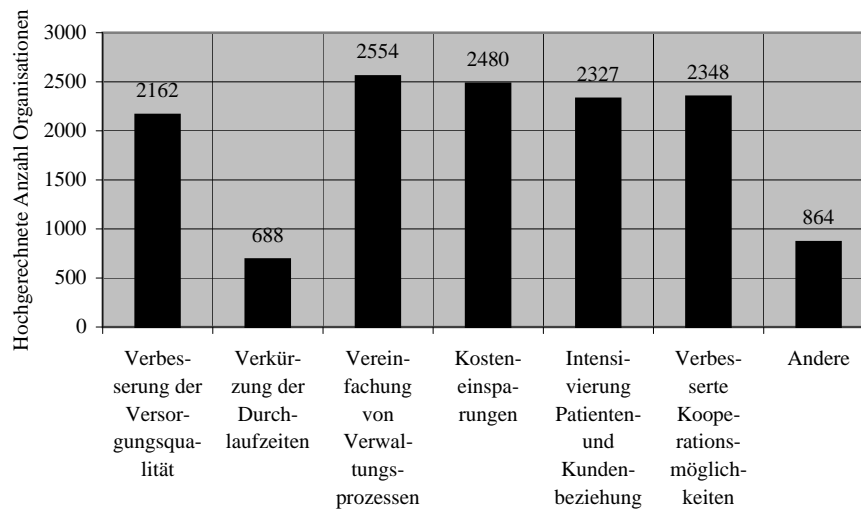


Abbildung 3.4: Nutzenpotentiale eHealth.

**Anwendung eHealth** Bei der Frage ob eHealth eingesetzt wird, antworten 85% der Organisationen, dass der Einsatz nicht vorgesehen ist. Der Begriff eHealth wurde in der Umfrage beiliegenden Glossar folgendermassen definiert:

Unter eHealth oder Electronic Health versteht man die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien, um Prozessabläufe in der Patientenversorgung zu optimieren, Qualität und Sicherheit zu erhöhen und medizinische Informationen besser zu erschliessen.

Bei weiteren 12.5% wird eHealth zwar noch nicht unter dieser Definition eingesetzt, ist aber zumindest vorgesehen. Von denjenigen Organisationen, die eHealth entweder vorsehen oder bereits einsetzen, werden die folgenden Nutzenpotentiale am höchsten eingeschätzt (siehe Abbildung 3.4):

- Vereinfachung von Verwaltungsprozessen
- Kosteneinsparungen
- Verbesserte Kooperationsmöglichkeiten
- Intensivierung der Patienten, bzw. Kundenbeziehungen
- Verbesserung der Versorgungsqualität

### 3.3 Mobile Dienste in der Kardiologie

In dieser Umfrage (siehe [vB07, vBSSM08]) wird die Frage erörtert, inwiefern eine mobile Anwendung für Patienten in der Kardiologie zur Messung von EKG's

aus Sicht der praktizierenden Kardiologen sinnvoll ist. Dazu wurden 277 (von insgesamt 553) Kardiologen in der deutsch- und französischsprachigen Schweiz befragt.

### 3.3.1 Motivation

Kardiovaskuläre Erkrankungen repräsentieren die grösste einzelne Todesursache in der Schweiz, verantwortlich für 37% aller Todesfälle in 2007 (siehe [Jun07]). Danach folgen Krebserkrankungen mit 26%. Obwohl der prozentuale Anteil von herzbedingten Krankheiten für Personen über 65 Jahren auf 41.7% ansteigt, ist der Anteil bei den jüngeren Menschen zwischen 45 und 64 mit 20% immer noch recht hoch. Ähnliche Daten existieren im EU-Raum, wo sich etwa 42% aller Todesfälle auf kardiovaskuläre Krankheiten zurückführen lassen [Eur09, Kapitel 15, Seite 109]; kardiovaskuläre Erkrankungen sind für 81% der Todesfälle bei Männern und 92% bei den Frauen in der Altersgruppe der über 65-jährigen verantwortlich.

Telekardiologie ist ein Feld, welches bereits seit längerer Zeit in verschiedenen Ausprägungen benutzt wird. Viele Kardiologen haben deshalb bereits Erfahrungen damit gesammelt und können entsprechend qualifiziert Antwort geben. Eine Übersicht über den aktuellen Stand der Telekardiologie in Deutschland wird in [GvG07] gegeben.

### 3.3.2 Krankheitsbilder

In [Bos07] werden die folgenden Arten von Herzkrankheiten beschrieben:

#### Probleme mit dem elektrischen System vom Herz

Wenn das Gewebe, welches die elektrischen Signale zum Herzmuskel sendet, beschädigt ist, können abnormale Herzschläge in verschiedenen Varianten auftreten:

- **Bradycardia:** Ungewöhnlich langsamer oder unregelmässiger Rhythmus.
- **Tachycardia:** Mehr als 100 Schläge pro Minute.
- **Herzflimmern:** Die oberen Kammern des Herzens schlagen mit zwischen 300 und 600 Schlägen pro Minute.
- **Plötzlicher Herztod:** Das Herz hört plötzlich und unvorsehen zu pumpen und zu schlagen auf.

#### Probleme mit den Herzerterien

Diese Probleme stellen die häufigste Herzkrankheit in den Industrieländern dar. Fettbelag legt sich in den Arterien ab und weniger Blut kann durch den Muskel fliessen. Dies wird in der Abbildung 3.5 illustriert.

### Probleme mit der Arterien ausserhalb des Herzens

Auch hier bildet sich Fettbelag ab, aber ausserhalb des Herzens, so dass weniger Blut durch den Körper fliesst. Wenn die blockierte Arterie das Gehirn mit Blut versorgt, kann der Patient im schlimmsten Fall einen Schlag erleiden.



Abbildung 3.5: Fettbelag an den Herzarterien (aus [Kno07]).

### 3.3.3 Vorgestellte Telekardiologie Lösung

Im Zuge der in [vB07] durchgeführten Umfrage wurde den angeschriebenen Kardiologen ein stark vereinfachter Lösungsansatz (siehe Abbildung 3.6) vorgestellt. Dieser dient als Stütze für die Antwortenden um sich eine mögliche Telekardiologie Lösung besser vorstellen zu können.

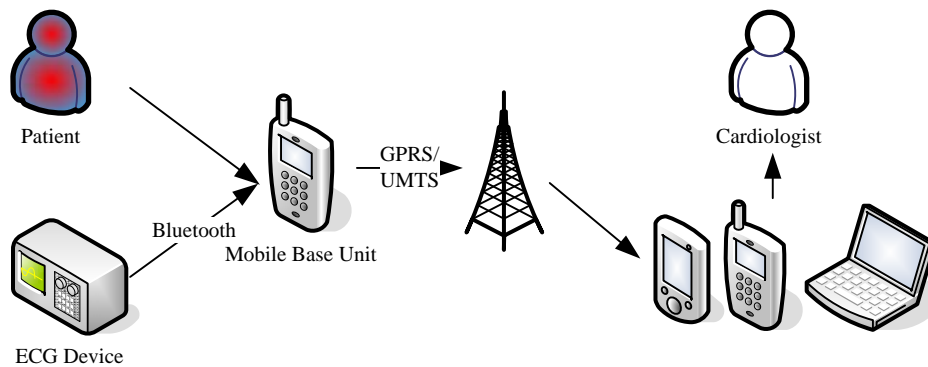


Abbildung 3.6: Vereinfachter Anwendungsfall auf dem Fragebogen.

Der Einsatz von IuK in der Kardiologie wurde in der Literatur schon vielfach beschrieben und ist nicht neu. [RGF<sup>+</sup>01] beschreibt ein solches Projekt, bei welchem ein 12-Kanal EKG gemessen wird und präsentiert gleichzeitig eine globale Architektur, welche die Datenflüsse ermöglicht. In [PCS<sup>+</sup>06] wird die Integration mittels Bluetooth Technologie beschrieben und ein Ausblick einer möglichen Weitervermittlung über GPRS gegeben. [FGH04] verwenden einen dedizierten Receiver, welcher mit einem PDA verbunden ist. Dieser kommuniziert die Daten weiter an ein klinisches Alarmsystem. Auch in [LFS04] wird die kontinuierliche

Tabelle 3.1: Rücklauf der Umfrage.

Arbeitsort		Ortsgrösse		
Krankenhaus	Praxis	> 100'000	> 30'000	< 30'000
61.5%	33.1%	29.2%	26.3%	45.4%

Messung eines drahtlosen 2-Kanal EKGs beschrieben; die Autoren gehen auch noch auf die Problematik des Stromverbrauchs ein, welcher beim Einsatz von Funktechnologien unweigerlich zunimmt.

### 3.3.4 Rücklauf

Von den 277 angeschriebenen Kardiologen wurden 100 Fragebogen zurückgesandt, was einem Rücklauf von 36.1% entspricht. In der Tabelle 3.1 werden diese Zahlen auf die verschiedenen Variablen hin aufgeschlüsselt: Die Sprachregion scheint keinen Einfluss auf den Rücklauf zu haben, wohingegen der Arbeitsort des Kardiologen eine gewisse Rolle spielt.

### 3.3.5 IuK in der Kardiologie

Zwei Fragen behandeln die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Kardiologie. In einer Frage werden die Kardiologen befragt, wie sie den Wunsch ihrer Patienten einschätzen, innovative Anwendung für die Behandlung und Diagnose zur Verfügung zu haben. 28.3% der Kardiologen denken, dass ihre Patienten ein eher starkes Bedürfnis nach solchen Anwendungen haben. Auf den Arbeitsort aufgeschlüsselt kann man erkennen, dass die Kardiologen in Krankenhäusern dieses Bedürfnis tendenziell höher einschätzen als Kardiologen mit eigener Praxis (siehe Abbildung 3.7).

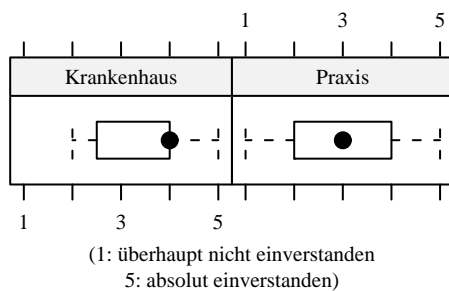


Abbildung 3.7: IuK Verwendung für Patienten in der Kardiologie.

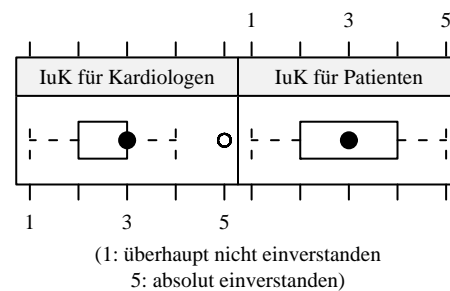


Abbildung 3.8: IuK Verwendung in der Kardiologie allgemein.

In der zweiten Frage werden die Kardiologen befragt, ob IuK Technologien ihres Erachtens nach genügend im Arbeitsalltag eingesetzt werden. Der Median

für diese Frage ist ähnlich wie bei der ersten Frage, jedoch lässt sich keine Abweichung zwischen den verschiedenen Arbeitsorten erkennen. Die Resultate beider Fragen sind in der Abbildung 3.8 ersichtlich.

Zusammenfassend können folgende Aussagen gemacht werden:

- Patienten haben ein gewisses Bedürfnis nach innovativen Anwendungen in der Kardiologie.
- Wenn Kardiologen in einem Krankenhaus arbeiten, dann haben ihre Patienten ein höheres Bedürfnis für zusätzliche IuK Anwendungen als die Patienten der Kardiologen in einer normalen Praxis.
- Kardiologen haben das Gefühl, dass IuK in ihrer täglichen Arbeit genügend eingesetzt wird.

### 3.3.6 Motivation und Komponenten in einer Telekardiologie-Anwendung

Fragen zu diesem Thema können weiter in drei Gruppen aufgeteilt werden: Die Kategorie *Patient* analysiert die Fähigkeiten und die Gründe für einen Patienten ein solches System zu nutzen. Die Fragen in der Kategorie *Systemkomponenten für Patienten* legen das Augenmerk auf verschiedene Szenarien und der Anzahl Anschlüsse welche nötig sind um ein EKG zu messen. Ausserdem wird die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass Patienten ihr eigenes EKG selbst an einem mobilen Gerät anschauen können. Die letzte Kategorie, *Systemkomponenten für Kardiologen* setzt sich schlussendlich mit der Frage auseinander, was für Kenntnisse auf Seite der Kardiologen vorhanden sind und in welcher Form die Daten schlussendlich bei ihm aufbereitet werden sollen.

#### Fähigkeit der Patienten

In dieser Frage werden die Kardiologen gefragt, wie sie die Fähigkeiten ihrer Patienten pro Altersgruppe einschätzen, ein EKG selbst zu messen und zu übermitteln. Die Resultate sind nicht überraschend und in der Abbildung 3.9 ersichtlich: Mit steigendem Alter des Patienten nimmt die Fähigkeit ab, eine mobile telekardiologische Anwendung zu nutzen.

Die Formulierung der Frage definiert die Annahme, dass mit ein solches System mit 3 Aktionen (Betätigung Schalter) die Messung initiiert wird.

#### Gründe für die Patienten

In einer weiteren Frage werden die möglichen Gründe für die Nutzung eines solchen Systems erfragt. Die Resultate sind in der Tabelle 3.2 dargestellt. Nicht überraschend ist die Aussage, dass ein Telekardiologie System vor allem für Patienten in ländlichen Gebieten von Vorteil sein kann, um den Zugang zum Kardiologen zu verbessern. Kardiologen in Krankenhäusern beurteilen dies sogar noch

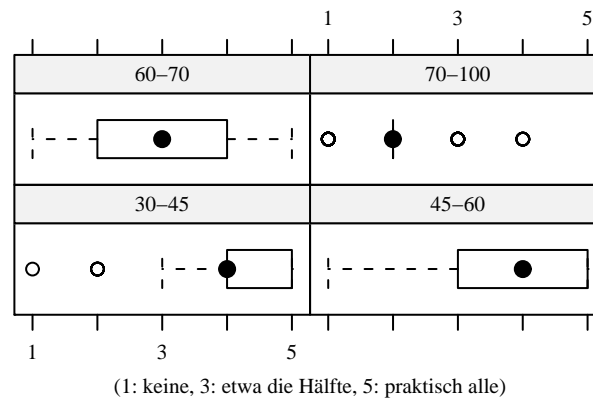


Abbildung 3.9: Fähigkeit der Patienten nach Altersgruppe.

wichtiger (75%) als ihre Kollegen mit eigener Praxis (55%). Interessanterweise wird, obwohl ältere Patienten für die Nutzung einer solchen Anwendung eher als ungeeignet empfunden werden (siehe Abbildung 3.9), deren eingeschränkte Mobilität doch als zweitwichtigster Grund angesehen. Ferner wird der mögliche Zeitgewinn für Patienten einer solchen Anwendung von 50% aller Kardiologen in Krankenhäusern positiv beurteilt, wohingegen nur 29% der Kardiologen mit eigener Praxis dies so sehen.

Tabelle 3.2: Mögliche Gründe für Patienten.

Grund	Zustimmung
Patienten in der Kardiologie, welche in ländlichen Gebieten wohnen	58.6%
Hohe Anzahl von Patienten mit eingeschränkter Mobilität	42.4%
Höherer Service in Qualität und Behandlung	39.4%
Steigende Anzahl mobiler Benutzer mit Affinität zur Nutzung einer solchen Anwendung	36.4%
Zeitgewinn für Patienten	32.3%
Reduzierung der Kosten	18.2%

### Sytemkomponenten für Patienten

In diesem Abschnitt des Fragebogens werden verschiedene Konfigurationen und Szenarien beim Patienten für eine mobile Telekardiologie Anwendung beschrieben. Die erste Frage behandelt verschiedene Einsatzszenarien für Patienten und befragt die Kardiologen nach ihrer Einschätzung, welche in der Abbildung 3.10 illustriert wird. Nur eines der vorgestellten Szenarien, die permanente Übermittlung der Parameter für Hochrisikopatienten, erhält eine relativ hohe Zustimmung.

In Bezug auf die regelmässige Übermittlung von EKG Daten zur Vorsorge, bewerten Kardiologen in grösseren Städten dieses Anwendungsszenario etwas höher (Durchschnitt 2.06) als ihre Kollegen in Dörfern (Durchschnitt 1.76); dies könnte damit zusammenhängen, dass Kardiologen in Städten ihre Patienten eher für Routine-Checkups empfangen.

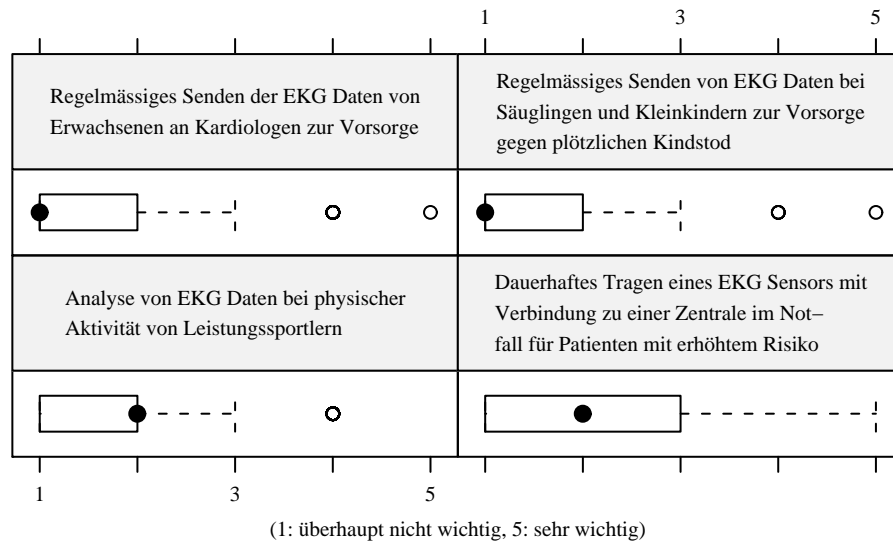


Abbildung 3.10: Einsatzszenarien einer mobilen Telekardiologie Lösung.

### Anzahl Kanäle

Eine weitere Frage behandelt die Anzahl Kanäle (siehe [BO03, BPPW01]) bei der Messung des EKG's, welche für eine zuverlässige Interpretation in einer mobilen Anwendung nötig sind. Die Verteilung in der Abbildung 3.11 illustriert zwei klare Vorlieben: drei und zwölf Kanäle.

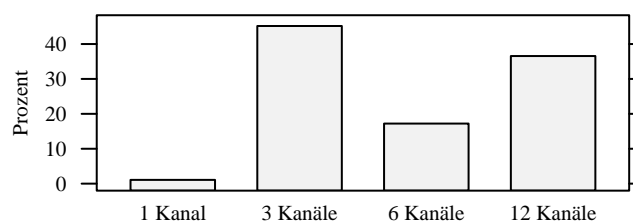


Abbildung 3.11: Vorlieben Anzahl EKG-Kanäle.

### Effektivität der Diagnose

Die Bewertung der Diagnosemöglichkeiten anhand der auf Seite 44 beschriebenen Krankheitsbilder wird in der Abbildung 3.12 gezeigt. Die Ergebnisse zeigen klar, dass die beschriebene mobile Lösung für Probleme mit Arterien ausserhalb des Herzens praktisch keine Unterstützung bieten kann.

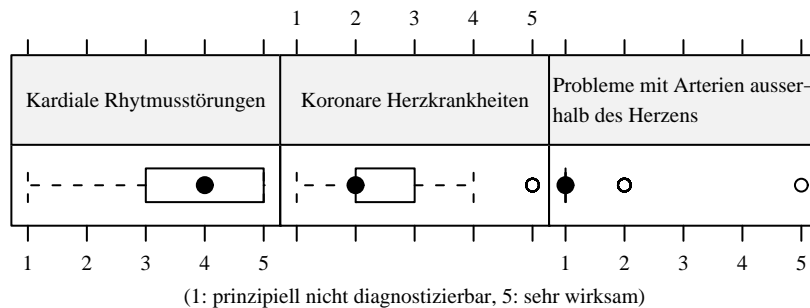


Abbildung 3.12: Bewertung der Effektivität nach Krankheitsbildern.

### Anzeige des EKG's auf dem mobilen Endgerät

In der letzten Frage in diesem Teil geht es darum, ob die Kardiologen die Anzeige des Messresultats für die Patienten für sinnvoll erachten. Die Ergebnisse in der Abbildung 3.13 zeigen klar, dass Kardiologen diese Funktionalität nicht als sinnvoll erachten; dies kann unter anderem damit zusammenhängen, dass EKG's recht kompliziert zum Lesen sein können und nur durch medizinischen Fachpersonen analysiert werden sollten.

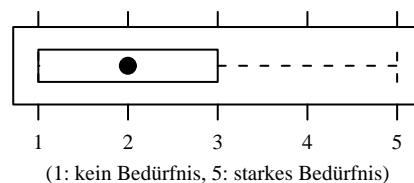


Abbildung 3.13: Anzeige des EKG's auf dem mobilen Endgerät für die Patienten.

### 3.3.7 Komponenten einer Telekardiologie Anwendung für medizinische Fachpersonen

Der letzte Teil des Fragebogens behandelt die Frage, welche Komponenten in welcher Form für die medizinischen Fachpersonen (die Empfängerseite einer mobilen Anwendung) zum Einsatz kommen können.



### Kenntnisse der Kardiologen

In der ersten Frage wurden die Kardiologen nach der Einschätzung ihres Kenntnisstandes bezüglich verschiedenen Technologien befragt. Wie in Abbildung 3.14 dargestellt, werden die Kenntnisse in den Bereichen „Internet Anwendungen“, „Mobile Kommunikation“, „Informationssysteme“ und „PDA“ am höchsten eingeschätzt.

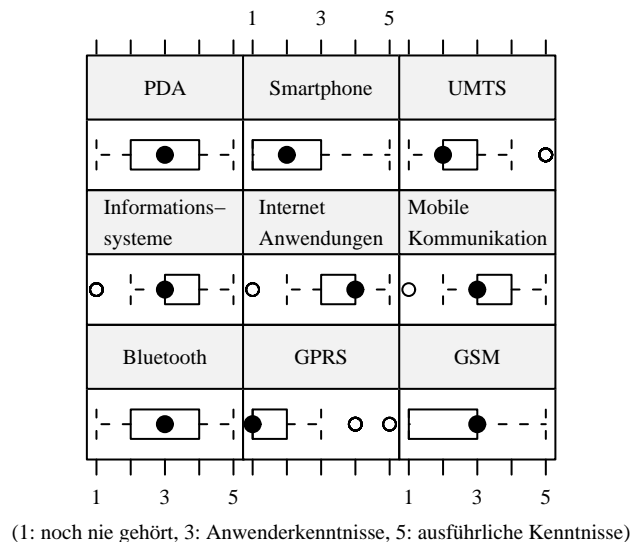


Abbildung 3.14: Technologie-Kenntnisse der Kardiologen.

Dies erklärt auch die Ergebnisse der nächsten Frage: Die Kardiologen wurden nach ihren Vorlieben befragt, wie sie EKG Daten von Patienten erhalten möchten. Die Frage wurde pro Einsatzszenario analog der Abbildung 3.10 gestellt. Eine aggregierte Zusammenfassung der Antworten findet man in der Tabelle 3.3. Jedoch illustrieren die nach Einsatzszenario aufgeschlüsselten Ergebnisse in Abbildung 3.15, dass die Vorliebe stark davon abhängen, in was für einem Kontext die Anwendung eingesetzt wird: Beim Einsatz einer solchen Lösung für Hochrisiko-Patienten steigt die Anzahl der Kardiologen sprunghaft an, die sich auf ihrer Seite auch eine mobile Lösung in Form eines Smartphones wünschen.

Tabelle 3.3: Sortierte Zusammenfassung der bevorzugten Endsysteme.

Endsystem	Bevorzugt von
Webbasierte Lösung	38.7%
Smart Phone	24.3%
E-Mail mit Anhang	21.2%
Dedizierte Anwendung	15.8%

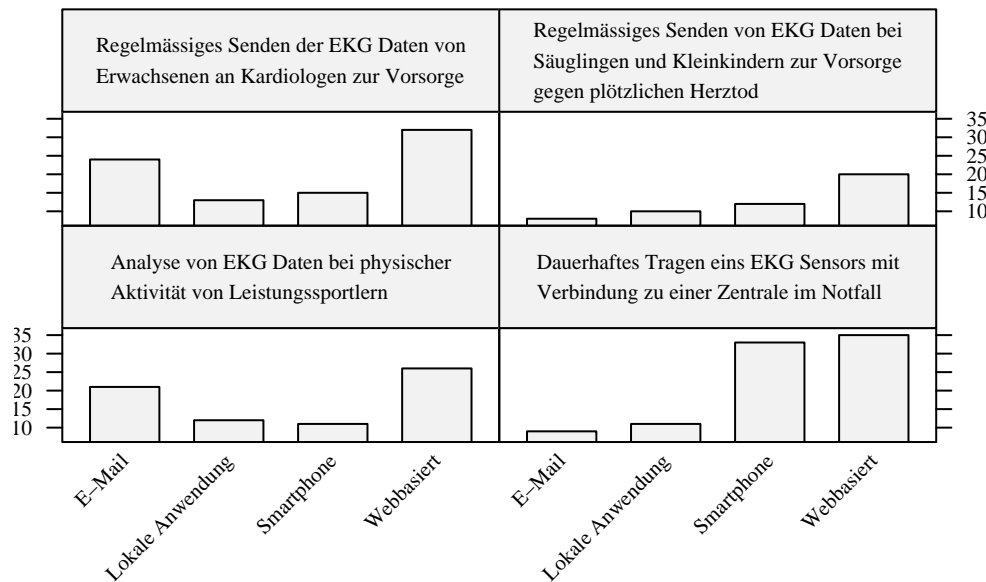


Abbildung 3.15: Bevorzugte Endsysteine aufgeschlüsselt nach Einsatzszenario.

### 3.4 Mobile Dienste in der Dermatologie

Die Dermatologie bietet mit seiner bildlastigen Anamnese ein interessantes Feld für den Einsatz von mobilen Geräten. In einer Umfrage bei Schweizer Dermatologen 2008 wurden mögliche Anwendungsgebiete erläutert und die Meinung der Dermatologen bezüglich möglicher Anwendungsszenarien und -möglichkeiten abgefragt. Details zu den nachfolgend beschriebenen Ergebnissen findet man bei [Wen08, WMW<sup>+</sup>08, SVW08, SWM08].

Die Grundlage für die Umfrage bieten die Erkenntnisse in den Studien von [BVT<sup>+</sup>05] an der Universität Genf und von [LSM<sup>+</sup>07] an der Universität L'Aquila in Italien, in welchen die Qualität von digitalen Bildern über Kameras in mobilen Geräten für die Bewertung eines dermatologischen Krankheitsbildes als genügend erachtet wird.

Eine Übersicht über in Mobiltelefone integrierte Kameras wird in [Rey08] geboten, wo eine Fülle von zukünftigen Anwendungen mit Smart Phones (z.B. im Augmented Reality Umfeld) aufgezeigt und prophezeit werden.

#### 3.4.1 Dermatologie

Gemäss der schweizerischen Gesellschaft für Dermatologie und Venerologie (nachfolgend SGD<sup>3</sup>) befasst sich die Dermatologie mit der Diagnose, Behandlung und Vorbeugung von Erkrankungen der Haut, der hautnahen Schleimhäute sowie der Haare und Nägel [Sch09b].

<sup>3</sup>Siehe <http://www.derma.ch>

Das Organ Haut erfüllt eine Vielzahl wichtiger Funktionen [Mol95, Kapitel 1.3]:

- **Schutzfunktion:** vor mechanischen Einflüssen, Chemikalien, Hitze und Kälte, Strahlen, Austrocknung.
- **Austauschfunktion:** Regelung der Wärmeabgabe durch Schweiß und Wasser, um eine konstante Temperatur des Körpers zu erhalten.
- **Reizaufnahme:** Wahrnehmung von Berührungen, Temperaturunterschieden und Schmerzen durch Rezeptoren in der Haut.

Die Haut ist aufgeteilt in verschiedene Schichten: der Epidermis (Oberhaut), Dermis (Lederhaut) und der Subcutis (Unterhaut), welche die Haut mit dem darunterliegenden Gewebe verbindet.

### 3.4.2 Umfrage

Die Umfrage wurde anonym und brieflich im März 2008 bei 340 Dermatologen in der deutsch- und französischsprachigen Schweiz durchgeführt. Die Fragen und Adressaten wurden in Zusammenarbeit mit der SGDV erarbeitet. Die SGDV hat ein massgebliches Interesse an der Umfrage gezeigt, die Ergebnisse wurden deshalb auch an deren Generalversammlung im September 2008 in Lausanne präsentiert. Ausserdem wurde der Umfrage ein Motivationsbrief der SGDV beigelegt.

Bis Ende April wurden 191 Antworten zurückgeschickt, was einem Rücklauf von 56% entspricht. Diese hohe Quote kann bereits einen ersten Rückschluss auf das Interesse der angesprochenen Dermatologen am behandelten Umfragethema zulassen.

Die Fragen wurden in mehrere Kategorien unterteilt: IuK-Einsatz und Mittel am Arbeitsplatz, Kenntnisse und Nutzung der IuK, Anwendungsfälle, Art der Kommunikation, Ausbau von IuK-Einsatz und Vor- bzw. Nachteile einer solchen Lösung.

### 3.4.3 IuK-Einsatz und Mittel am Arbeitsplatz

Zwei Fragen behandeln den Einsatz von IuK am Arbeitsplatz und zeigen ein eher zurückhaltendes Bild. Die Infrastruktur ist zwar vorhanden, aber Software zur Verwaltung der Patientendossiers wird von einer Mehrheit gar nicht erst in Betracht gezogen (siehe Abbildung 3.17). Bei der Nutzung sieht es auch eher zurückhaltend aus: Onlineplattformen zum Austausch oder zur Weiterbildung werden selten genutzt; einzig E-Mails an Kollegen werden von 67% der befragten Dermatologen mindestens mehrfach monatlich genutzt (siehe Abbildung 3.16).

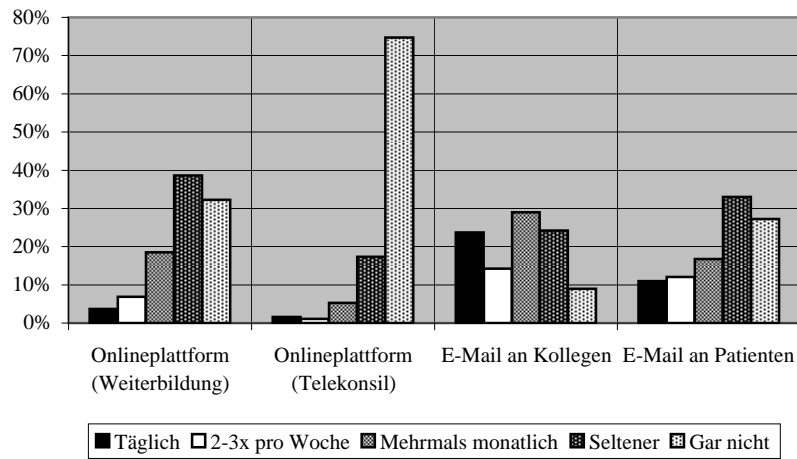


Abbildung 3.16: Frage 1: Wie stark nutzen Sie bereits Informations- und Kommunikationstechnologien für Ihre Arbeit?

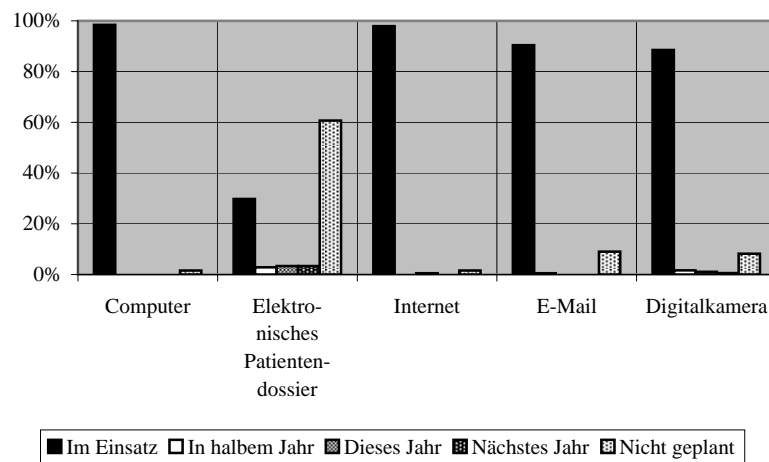


Abbildung 3.17: Frage 2: Über welche Mittel verfügen Sie an Ihrem Arbeitsplatz?

### 3.4.4 Kenntnisse und Nutzung der IuK

Drei Fragen der Umfrage betrachten die Kenntnisse der Befragten im Umgang mit IuK. In einer ersten Frage werden die persönlichen Einschätzungen zum Umgang mit diversen Technologien befragt (siehe Abbildung 3.18). Bei sämtlichen Technologien ist die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten tendenziell gut oder sehr gut. Einzig bei der elektronischen Bildbearbeitung schätzt sich nur rund die Hälfte entsprechend ein.

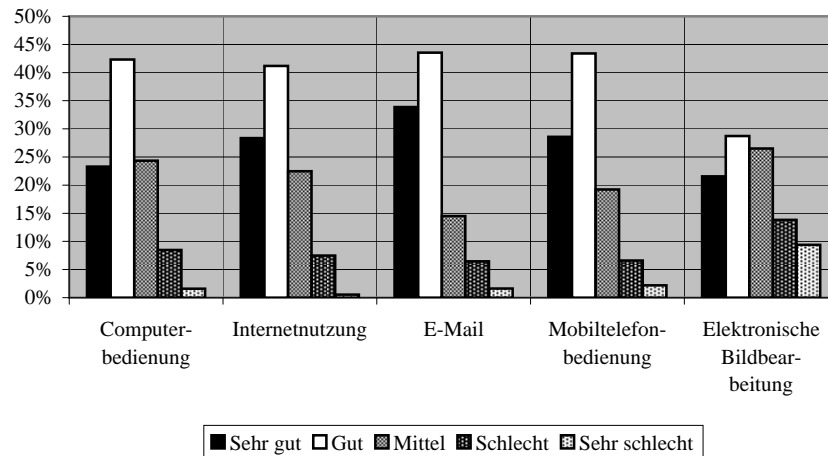


Abbildung 3.18: Frage 3: Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse in folgenden Bereichen ein?

Digitalfotos von Patienten werden schon von fast der Hälfte der Befragten mindestens mehrmals im Monat betrachtet. Lediglich 15% gehen nicht mit diesen digitalen Informationen um (siehe Abbildung 3.19).

Das Interesse von Patienten am elektronischen Austausch mit ihren Dermatologen scheint hingegen geringer zu sein. Lediglich 30% werden mindestens mehrmals monatlich nach den einem möglichen elektronischen Austausch befragt (siehe Abbildung 3.20).

### 3.4.5 Anwendungsfälle

Die folgenden Einsatzmöglichkeiten für den Einsatz einer mobilen Lösung in der Dermatologie wurde den Befragten vorgestellt:

- **Langzeitbetreuung:** Ein Pfleger macht mit einem Mobiltelefon eine oder mehrere Aufnahmen einer Wunde beim Patienten. Die Bilder werden mit zusätzlichen Informationen (z.B. Alter, Juckreiz, sonstige Symptome) versehen und über ein Netzwerk dem Dermatologen zur Beurteilung geschickt. Der Dermatologe kann bei Betrachtung der Bilder und Informationen dem Pfleger weitere Anweisungen geben.

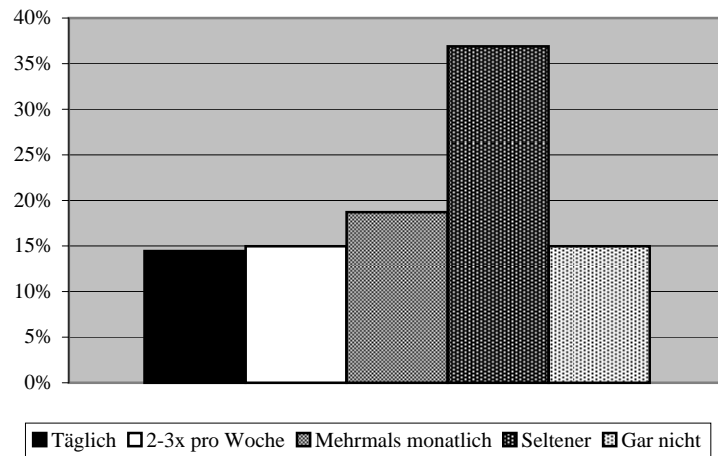


Abbildung 3.19: Frage 4: Haben Sie bereits Digitalfotos von Patienten am Bildschirm begutachtet?

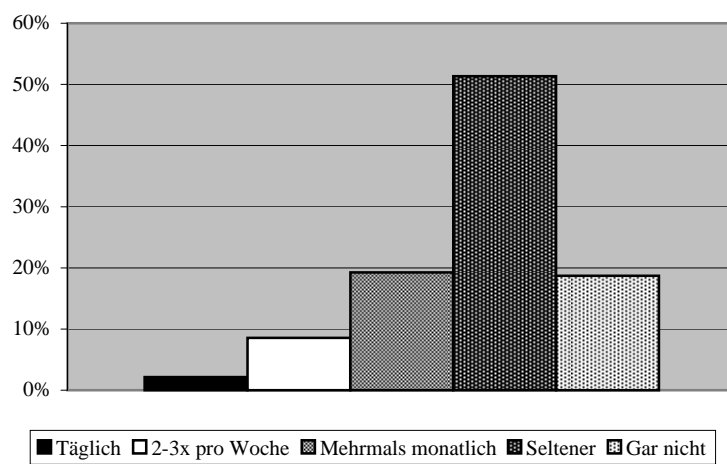


Abbildung 3.20: Frage 5: Wurden Sie schon von Patienten gefragt, ob Sie per E-Mail oder Videokonferenz erreichbar sind?

- **Spontanbetreuung:** Analog der Langzeitbetreuung, aber für einmalige oder sporadische Anwendungsfrequenzen. Zweck ist es, dem Pfleger eine grössere Sicherheit zu bieten bei der Konfrontation mit für ihn schwer einschätzbaren Situationen.
- **Telekonsultation:** Hierbei wird die Anfrage nicht von einem Pfleger ausgeführt, sondern direkt vom Patienten. Dieser kann beispielsweise ein Mutttermal aufnehmen und dieses dem Dermatologen zwecks Beurteilung elektronisch senden.
- **Telekonsil:** Der aufnehmende Akteur ist hierbei ein Arzt (z.B. Hausarzt), welcher zwecks Zweitmeinung die Aufnahme einer Erkrankung durchführt und diese einem Dermatologen schickt. Zweck ist es, Hausärzte gerade bei Hausbesuchen ihrer Patienten zu unterstützen.

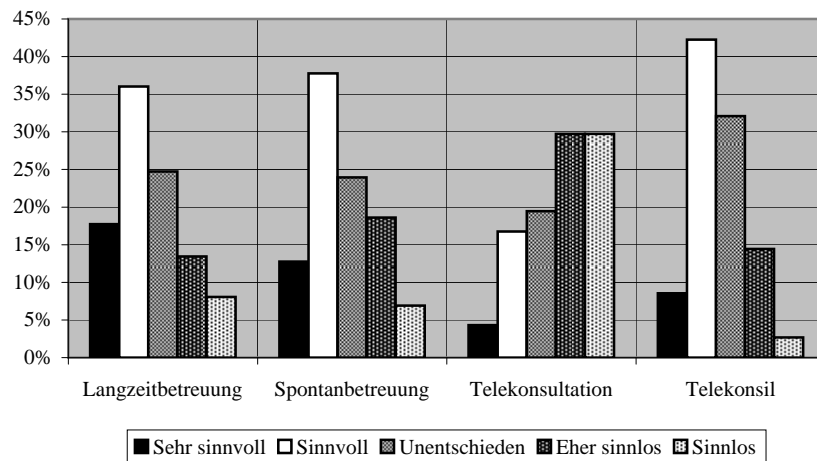


Abbildung 3.21: Frage 6: Wie sinnvoll ist die Anwendung mobiler Geräte für diese Szenarios?

Die Ergebnisse in Abbildung 3.21 zeigen klar die Präferenzen der Dermatologen, welche stark vom ausführenden Akteur abhängig ist. Diejenigen Anwendungsfälle welche von medizinischem Personal durchgeführt werden (Langzeit- und Spontanbetreuung, Telekonsil) werden als sinnvoll oder sehr sinnvoll erachtet. Sobald der Patient direkt Kontakt mit dem Dermatologen aufnimmt, ist die Akzeptanz bedeutend tiefer.

### 3.4.6 Art der Kommunikation

Zwei Fragen behandeln die Empfängerseite einer elektronischen Kommunikation von dermatologischen Daten, unabhängig des Anwendungsfalles. In der ersten Frage werden verschiedene Möglichkeiten illustriert, wie Informationen von Patienten erhalten und angezeigt werden können (siehe Abbildung 3.22). Favorisiert

von 71% der Befragten wird hierbei der Empfang der Angaben per E-Mail. Mit einem Webportal sind lediglich 27% der Befragten einverstanden. Auch die automatische Betrachtung in einem elektronischen Patientendossier wird auch nur von 34% gutgeheissen, was jedoch unter anderem daran liegen kann, dass lediglich eine Minderheit eine solche Software einsetzt (siehe Abschnitt 3.4.3 auf Seite 53).

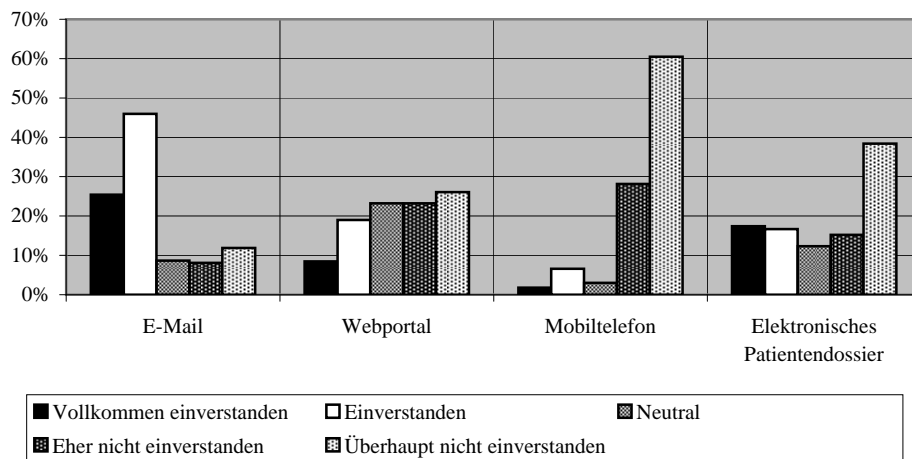


Abbildung 3.22: Frage 7: In welcher Art würden Sie gerne Daten und Bilder eines Patienten erhalten, um sie zu beurteilen?

Die zweite Frage dieses Bereiches (siehe Abbildung 3.23) geht auf die gewünschte Art der Interaktion ein; dabei werden die Möglichkeiten E-Mail, Webportal und Telefonat gegeben. Analog wie bei der Empfangsseite wird die Interaktion per E-Mail mit 76% stark gegenüber der Möglichkeiten eines Webportals mit 22% Zustimmung favorisiert. Interessant ist, dass 70% der Dermatologen auch eine Kommunikation über Telefon als sinnvoll erachten, auch wenn hier offensichtlich keine Geschichte über den Informationsfluss möglich ist und somit der Dokumentationsprozess durch den Medienbruch in Frage gestellt wird.

### 3.4.7 Ausbau vom IuK-Einsatz

Eine Frage bezieht sich generell auf die Sicht der Dermatologen, ob und mit welchen Akteuren der Ausbau der elektronischen Bild- und Informationsübertragung ausgebaut werden soll. Die Ergebnisse in der Abbildung 3.24 sprechen für sich: Unter Dermatologen, also als Möglichkeit, um Zweitmeinungen zu erhalten, wird ein solcher Ausbau erwünscht. Auch mit anderen Ärzten ist ein Ausbau mit über 50% Zustimmung erwünscht. Einzig die Kooperation direkt mit Patienten wird klar abgelehnt; 71% der Befragten sind eher oder strikt gegen einen Ausbau mit dieser Nutzergruppe. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen in der Abbildung 3.21.



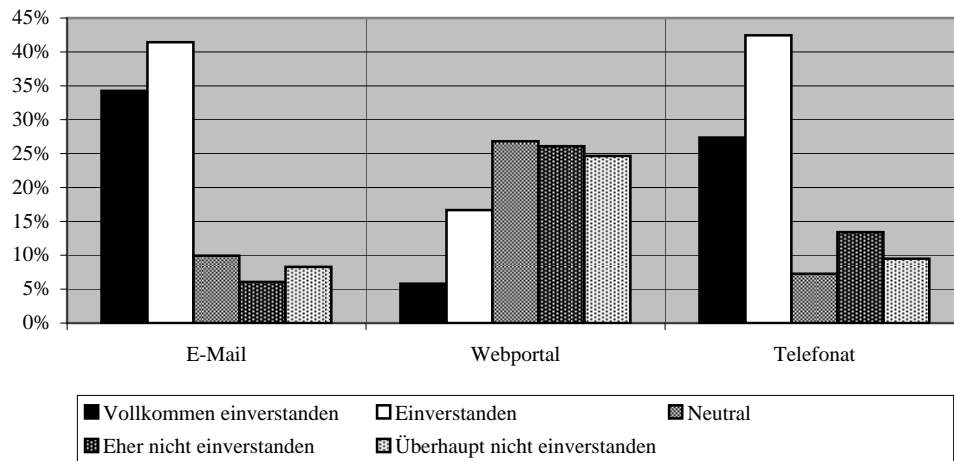


Abbildung 3.23: Frage 8: Auf welche Art möchten Sie auf eine Anfrage antworten können?

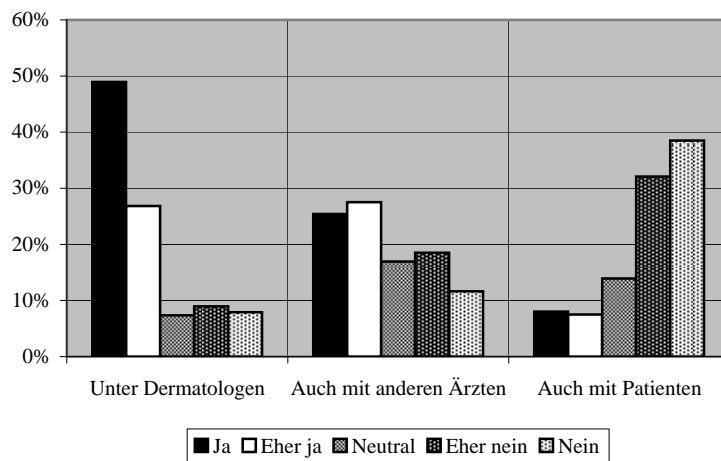


Abbildung 3.24: Frage 9: Sind Sie an einem Ausbau der elektronischen Bild- und Textübertragung interessiert?

### 3.4.8 Vor- und Nachteile

Die letzten zwei Fragen der Umfrage behandeln die sich aus der Sicht der befragten Dermatologen ergebenden Vor- und Nachteile einer mobilen Lösung. Als Vorteile (siehe Abbildung 3.25) werden insbesondere das Einholen von Zweitmeinungen (67% Zustimmung) und die Unterstützung von Patienten mit eingeschränkter Mobilität (70% Zustimmung) betrachtet. In einem geringeren Ausmass (39% Zustimmung) wird auch der verbesserte Informationsfluss durch mehr Informationen als Vorteil erachtet. Nicht einverstanden sind die Befragten mit der Aussage, dass durch ein solches System die Arbeitsbelastung sinken wird.

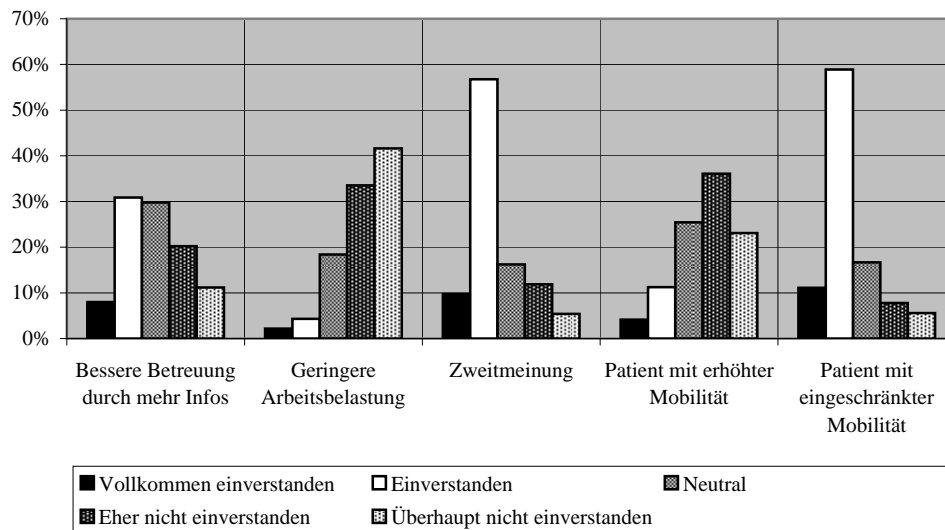


Abbildung 3.25: Frage 10: Wo sehen Sie die Vorteile beim Einsatz mobiler Geräte in der Dermatologie?

Bei den Nachteilen, die vorgeschlagen worden sind, haben sich die Dermatologen mehrheitlich einverstanden erklärt. Die Auswertung dieser Angaben wird in der Abbildung 3.26 illustriert.

## 3.5 Unterstützung von Diabetikern in ruralen Gebieten der Türkei

Die Türkei ist ein Land, welches zur Zeit ihr Gesundheitssystem reformiert; für diese Arbeit ist es insbesondere auch deshalb interessant, weil es rurale Gebiete enthält und eine bedeutend tiefere allgemeine Bevölkerungsdichte aufweist (87.8 Einwohner pro km<sup>2</sup> im Gegensatz zu 187.5 Einwohner pro km<sup>2</sup> in der Schweiz). Aus diesem Grund wurde im August und September 2008 in Zusammenarbeit mit dem türkischen Gesundheitsministerium eine Umfrage durchgeführt. Diese

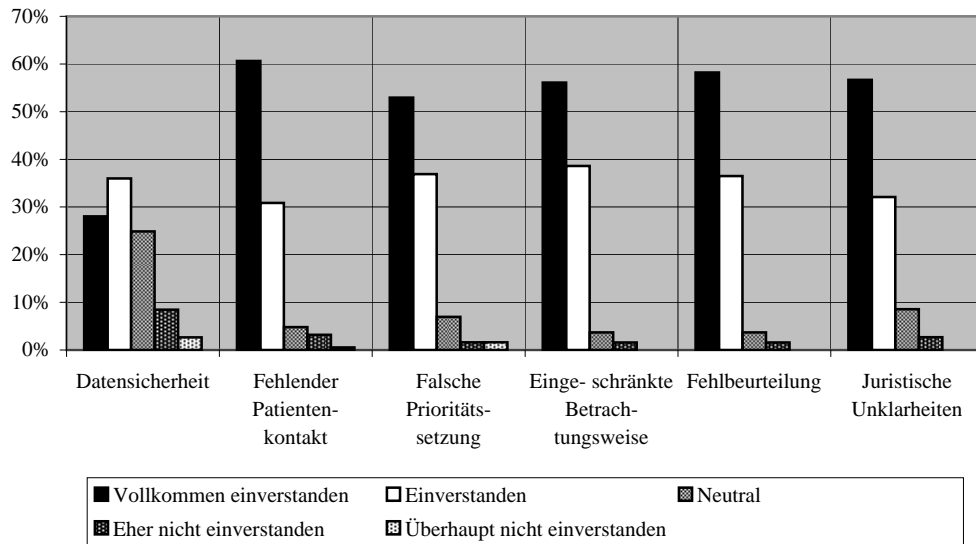


Abbildung 3.26: Frage 11: Wo sehen Sie die Nachteile beim Einsatz mobiler Geräte in der Dermatologie?

wurde mit 336 Allgemeinmediziner in den Gebieten Adiyaman, Bolu und Duzce (siehe Abbildung 3.27) anhand von Interviews durchgeführt.

Telemedizinische Ansätze für rurale Gebiete werden schon seit längerem verfolgt. In [PBH92] werden verschiedene Anwendungsgebiete entfernter Überwachung und Pflege illustriert: Ansätze existieren innerhalb von Städten, in der Fortbildung von Ärzten und in der Gewährleistung medizinischer Leistungen an Gefangenen. Allen Ansätzen gemeinsam ist der Versuch, die Unterschiede der Gesundheitsversorgung auf den verschiedenen geographischen Ebenen teilweise auszugleichen, da es ökonomisch nicht Sinn macht, die bestmögliche Versorgung überall verfügbar zu machen.



Abbildung 3.27: Angesprochene Provinzen in der Türkei.

Als Anwendungsdomäne wurde Diabetes gewählt, da dieses Krankheitsbild auch in der Türkei weit verbreitet ist. 239 Mediziner haben an der Umfrage teilgenommen, was einem Rücklauf von 71.1% entspricht. Dieser Wert variiert nicht signifikant zwischen den einzelnen Gebieten. 72.4% der Antwortenden sind männlich und das Durchschnittsalter beträgt 34 Jahre mit einem durchschnittlichen Arbeitserfahrung von 8.4 Jahren. Die grosse Mehrheit von 98.7% arbeitet in Familienzentren.

Die nachfolgenden Abschnitte gehen auf die wichtigsten Ergebnisse der Umfrage ein. Weitergehende Informationen und Ergebnisse sind in [SS10] und [Sek10] beschrieben.

### 3.5.1 Diabetes

Unter Diabetes ist in diesem Zusammenhang von Diabetes mellitus Typ 2 gemeint, umgangssprachlich Alterdiabetes genannt. Sie stellt die häufigste Form von Diabetes dar und wird durch eine unterschiedlich schwer ausgeprägte Störung der Insulinwirkung und Insulinsekretion verursacht (siehe [KBB04]). Genetische Faktoren haben einen grossen Einfluss auf die Krankheit.

Typ 2 Diabetes-Patienten benötigen oft keine Insulintherapie. Gängige Therapieformen umfassen Diäten, Bewegungsaktivierungen und orale Antidiabetika (siehe [KBB04]).

Normalerweise sind nur ältere Menschen von dieser Krankheit betroffen, in seltenen Fällen kann sie jedoch auch bei Jugendlichen auftreten. Der Beginn des Krankheitsverlaufes ist meist schleichend und es treten häufig keine Beschwerden auf. In vielen Fällen existiert eine familiäre Häufung und die Betroffenen sind meistens übergewichtig.

### 3.5.2 Verhältnis der Patienten zu Diabetes

Verschiedene Fragen behandeln die Auseinandersetzung mit dem Krankheitsbild Diabetes. Bei der ersten Frage wurden die Teilnehmer gefragt, ob und wie sie wissenschaftliche Literatur zu Diabetes verfolgen. 77.3% geben an, dass sie sich regelmässig informieren; von diesen verfolgen 33.2% Konferenzen zum Thema, 47.8% benutzen elektronische Datenbanken, 70% verwenden Publikationen um sich auf dem Laufenden zu halten und 27.2% besuchen Kurse zum Thema.

Eine weitere Frage geht auf die Anzahl Diabetiker ein, die ein Arzt behandelt. Durchschnittlich behandelt ein Arzt 75 Diabetiker, wobei es hier relativ grosse Unterschiede gibt. 80.3% der Ärzte geben an, dass sie keine Informationen über separate Behandlungen erhalten. Das bedeutet, dass zusätzliche Ansätze wie z.B. Ernährungsberatung nicht ein Teil der Entscheidungsfindung beim Arzt sind. Ferner sagen 72.3% aus, dass Patienten in ruralen Gebieten nicht regelmässig zu Untersuchungen kommen können.

In Abbildung 3.28 werden die Ergebnisse der Frage gezeigt, wie oft Diabetiker ihren Arzt besuchen. Die meisten Ärzte geben an, dass ihre Patienten 1-3x pro

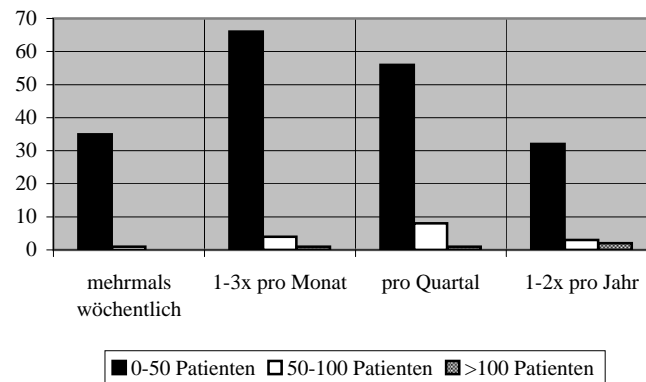


Abbildung 3.28: Frage 15: Was sind die Besuchsfrequenzen ihrer Patienten?

Monat oder mindestens quartalsweise den Arzt aufsuchen. Nur eine Minderheit kommt häufiger zum Arzt.

Die Ärzte wurden auch gefragt, weshalb sie denken, dass viele Diabetiker sie nicht regelmässig besuchen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3.4 dargestellt. Die beiden Hauptantworten sind eindeutig mit mangelnder Prävention und Information zu erklären. Dennoch geben über die Hälfte der Ärzte an, dass das Leben in einem ruralen Gebiet problematisch für die Verfolgung der Krankheit ist.

Tabelle 3.4: Gründe, weshalb Patienten nicht regelmässig den Arzt aufsuchen.

Grund	Prozent
Patient ist sich der Dringlichkeit seiner Krankheit nicht bewusst	72.0%
Patient setzt sich nicht mit seiner Krankheit auseinander	65.7%
Patient lebt in einem ruralen Gebiet	54.8%
Wegen hoher sozialer und medizinischer Kosten	38.5%
Wegen traditioneller Behandlungsmöglichkeiten	16.7%
Patient akzeptiert seine Krankheit nicht	15.5%

61.5% der Ärzte denken, dass eine mobile Lösung, welche physiologische Parameter übermittelt und einen Feedback-Mechanismus enthält, für Patienten in ruralen Gebieten Sinn macht. Nur 20.1% denken, dass häufigere Besuche von Ärzten in ruralen Gebiete Sinn machen. In diesem Zusammenhang wurde auch gefragt, wie sehr die Ärzte den zuhause gemachten Messungen von Patienten in ruralen Gebieten vertrauen. Die Ergebnisse in der Abbildung 3.29 sind durchzogen. Die Mehrheit von 75% ist ambivalent oder vertraut den Messungen. Aber ein Viertel der Befragten traut den Messungen nicht; dies kann verschiedene Ursachen haben: Das Vertrauen in die Geräte ist gering, das Vertrauen in die messenden Personen ist gering oder der richtige Kontext (z.B. Uhrzeit) wird in Frage gestellt, da sie nicht kontrolliert werden kann.

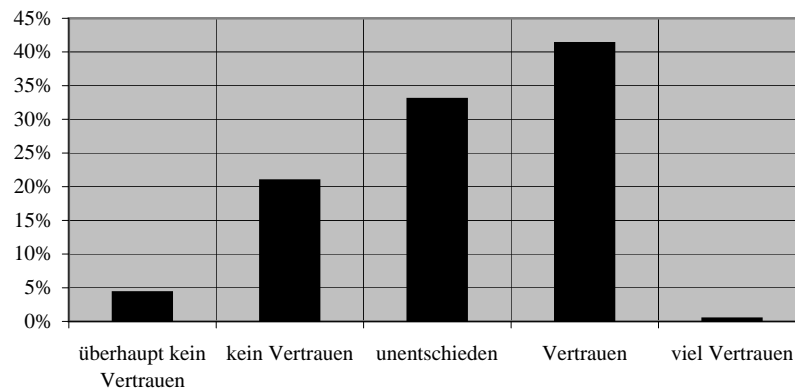


Abbildung 3.29: Frage 18: Vertrauen in die Messungen von Blutzuckermessgeräten?

### 3.5.3 IuK Infrastruktur und Know-How der Ärzte

In einem separaten Teil des Fragebogens wird anhand technischer Begriffe eruiert, wie die Kenntnisse der Ärzte bezüglich IuK Technologien ist. Nicht überraschend geben mehr als 80% der Antwortenden an, dass sie folgende Begriffe als normale Power-User kennen und anwenden: Mobiltelefone, SMS, Internet, Mail, MSN (chat). Weitgehend unbekannt (weniger als 20% der Befragten sind haben mindestens durchschnittliche Kenntnisse) sind die folgenden Begriffe: PDA, GPRS, EDGE. Auch dieses Ergebnis ist aufgrund der technischen Ausrichtung nicht überraschend. Weitere Begriffe sind im Mittelfeld anzutreffen: 60.3% kennen und verwenden Bluetooth, 52.7% sind es bei MMS, WAP ist 49.5% ein Begriff. Der Ausdruck „Browser“ ist nur 42.3% bekannt, was aufgrund der hohen Zustimmung beim Ausdruck „Internet“ wohl eher sprachliche Ursachen hat.

Nur 14.6% der Ärzte denken, dass IuK genügend in ihrem Alltag eingesetzt wird; 67.4% denken, dass IuK mehr eingesetzt werden sollte (der Rest ist unentschieden). Im Gegensatz dazu steht die Tatsache, dass 98.2% der Befragten Zugang zu einem Computer haben. Diese sind auch sehr gut ausgelastet: 58.1% nutzen ihn während mehr als 4 Stunden täglich und weitere 20.9% zwischen 3 bis 4 Stunden.

### 3.5.4 Anwendung mobiler Technologien

Die Befragten nutzen ihre Mobiltelefone regelmässig. 76.6% nutzen es ständig und weitere 23.0% zumindest gelegentlich. Der Verwendungszweck ist meistens das normale Telefonat. Ausserdem nutzen 65.3% regelmässig SMS.

Die Patienten der Befragten nutzen ihre Mobiltelefone in 66.8% der Fälle um mit den Ärzten zu kommunizieren. Davon nutzen 89.6% normale Telefonate und 9.7% nutzen den SMS Dienst um mit dem Arzt in Verbindung zu treten.

86.7% der Befragten denken, dass die IuK Infrastruktur in ruralen Gebieten der Türkei verbessert werden sollte.

### 3.5.5 Potentielle Auswirkungen einer mobilen Diabetes Lösung

Den befragten Ärzten wurde eine vereinfachte Lösung einer mobilen Unterstützung für Diabetiker vorgestellt. Diese wurden in separaten Fragen evaluiert. In einer solchen Frage wurden die Ärzte gefragt, ob sie denken, dass eine solche Lösung die Anzahl Todesfälle zu reduzieren vermag. Nicht überraschend gibt die Mehrheit von 56.2% an, dass eine solche Lösung dazu beitragen könnte, aber nicht muss. 8.2% denken, dass eine solche Lösung die Anzahl Todesfälle eindeutig zu reduzieren vermag und 29.6% denken nicht, dass es eine Rolle spielen wird.

Die Beziehung zwischen Arzt und Patient würde gemäss 71.0% der Befragten verbessert. Lediglich 5.2% denken, dass eine Verschlechterung des Verhältnisses die Folge ist. Der Rest der Befragten hat hierzu keine Meinung oder denkt nicht, dass sich das Verhältnis ändern wird.

64.4% der Befragten denken, dass sich die Verfolgung der Patienten mit einer solchen Lösung stark vereinfacht würde. Lediglich 10.0% denken, dass es sich komplizieren würde. Das mögliche Interesse der Patienten an einer mobilen Lösung ist hingegen ambivalenter: 19.6% denken, dass die meisten Patienten daran interessiert sein werden und 8.7% denken, dass fast niemand Interesse zeigen würde. Die überwiegende Mehrheit von 66.1% der Ärzte denkt, dass ein Teil der Patienten interessiert sein könnte, wohingegen andere nicht interessiert sind.

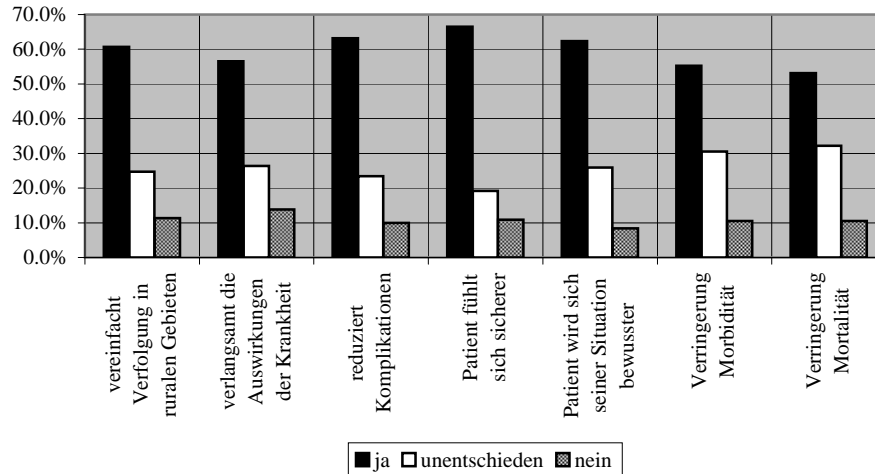


Abbildung 3.30: Frage 39: Auswirkungen einer mobilen Lösung für Diabetiker.

Eine weitere Frage geht auf die Arbeitslast für die Ärzte ein, welche sich mit einer solchen Lösung ändern könnte: 74.7% denken, dass sich ihre Arbeitslast erhöhen würde, lediglich 19.7% denken das Gegenteil.

Die möglichen Auswirkungen einer mobilen Lösung für Diabetiker sind in der Abbildung 3.30 illustriert. Bezeichnend ist, dass die Zustimmung besonders bei den psychologischen Parametern ausgeprägt ist: der Patient würde sich mit einer solchen Lösung sicherer fühlen und bewusster mit seiner Situation umgehen können. Die Auswirkungen bezogen auf einzelne Krankheitsbilder, die bei Diabetes auftauchen können, zeigen klar, dass sich die Ärzte die grössten Effekte bei der Reduzierung der Herzerkrankungen und der offenen Wunden versprechen. Dies wird in der Abbildung 3.31 illustriert.

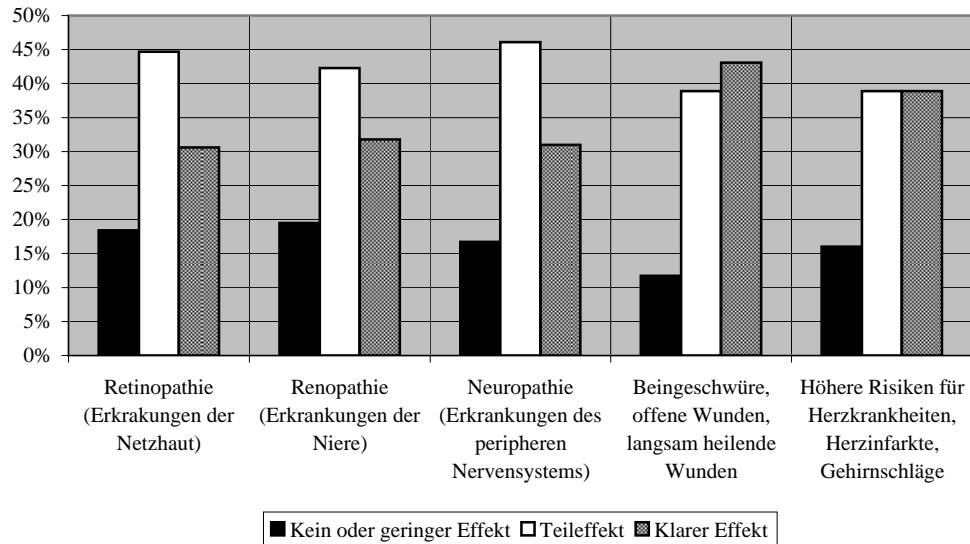


Abbildung 3.31: Frage 40: Effekte auf Krankheitsbilder.

## 3.6 Folgerung und Anforderungskatalog

Dieser Abschnitt interpretiert die Ergebnisse der Umfragen und folgert daraus einen Katalog von Anforderungen für zukünftige Anwendungen in einem mHealth Umfeld.

### 3.6.1 Interpretation der Ergebnisse

- A. Ist-Zustand der IuK-Infrastruktur:** Im Allgemeinen sind Ärzte oder medizinische Organisationen gut ausgestattet (siehe Abschnitt 3.2.2 auf Seite 41). Praktisch alle haben einen Internetzugang und moderne IuK-Umgebungen. Dies trifft insbesondere auch auf Ärzte in der Türkei zu. Dieses Ergebnis stellt eine solide Basis für künftige eHealth Anwendungen dar.



- B. Einsatz von eHealth in der Schweiz:** eHealth wird nur von einer kleinen Minderheit der Akteure im Gesundheitswesen genutzt. Betrachtet man die konträren Ergebnisse bei C, liegt der Schluss nahe, dass die abstrakte Definition von eHealth mittels konkreten Anwendungen illustriert werden muss, um den Nutzen allen Akteuren bekannt zu machen. Es sollte jedoch verhindert werden, dass eHealth lediglich auf eine aufzählbare Menge von Anwendungen reduziert wird.
- C. Dringlichkeit Optimierungsmaßnahmen:** Medizinische Organisationen in der Schweiz sehen durchaus ein, dass Optimierungsmaßnahmen notwendig sind (siehe Abbildung 3.1 auf Seite 41). Dies steht im Widerspruch mit dem Einsatz von eHealth (siehe B). In der Türkei ist man diesbezüglich weiter; das Gesundheitswesen wird grundlegend umstrukturiert und nicht zuletzt mit Hilfe elektronischer Hilfsmittel optimiert. Der elektronische und sogar mobile Zugriff auf Patientendaten wird von vielen Ärzten als wichtig eingeschätzt. Gerade im stationären Umfeld ist dieser Zugang besonders wichtig.
- D. IuK Kenntnisse von medizinischen Fachpersonen:** Die IuK Kenntnisse der medizinischen Fachpersonen wie Ärzte sind im Allgemeinen gut bis sehr gut (siehe Abbildungen 3.14 auf Seite 51, 3.18 auf Seite 55 und Abschnitt 3.5.3 auf Seite 64). Fast alle Technologien sind mindestens aus Nutzersicht bekannt, mit einigen wird schon seit längerem auch im professionellen Umfeld bei Partikularlösungen gearbeitet. Dies ist ein Vorteil für die erste Schulung der Patienten, umfasst aber explizit nicht die Gewährleistung des technischen Supports während des Betriebs.
- E. Übermittlung von Datenströmen:** Medizinische Fachpersonen pochen nicht zwangsläufig auf die höchstmögliche Messqualität sondern sind durchaus mit pragmatischen Ergebnissen zufrieden (siehe Abbildung 3.11 auf Seite 49). Dies kommt Anwendungen zugute, welche Daten über ein mobiles Netzwerk übermitteln müssen.
- F. Übermittlung von diskreten Parametern:** Aus Sicht der medizinischen Fachpersonen ist vor allem der Erhalt und die Visualisierung von physiologischen Parametern relevant. Das bevorzugte Medium für die Analyse sind eindeutig Webportale und E-Mail (siehe Abbildungen 3.22 auf Seite 58, 3.23 auf Seite 59 und Tabelle 3.3 auf Seite 51). Bei vielen medizinischen Fachpersonen sind elektronische Patientendossiers zur Zeit nicht verbreitet, was eine Integration mit diesen Systemen zur Zeit weniger wichtig macht.
- G. Übermittlung von Bilddaten:** Die Qualität von digitalen Aufnahmen wird im bildlastigen Anwendungsfeld der Dermatologie als ausreichend empfunden (siehe Abschnitt 3.4 auf Seite 52). Als bevorzugtes Medium zur Analyse wird dabei E-Mail, gefolgt von Webportalen angegeben (siehe

3.22 auf Seite 58). Die Analyse von Bilddaten auf Mobiltelefonen auf der Verbraucherseite ist ungenügend. E-Mail bietet den weiteren Vorteil, dass die Bilddaten einfach exportiert und mit Drittsystemen betrachtet und bearbeitet werden können.

- H. Besonderheiten beim Einsatz von mobilen Diensten in ruralen Gebieten:** Befragte Ärzte im Abschnitt 3.5 auf Seite 60 unterscheiden sich von ihren Schweizer Kollegen insbesondere in der Bewertung des Einsatzes von Patienten für die mobile Datenerfassung. Beurteilen Schweizer Ärzte mobile Dienste als sinnvoll in Telekonsil-Anwendungen, also zwischen medizinisch ausgebildeten Partnern, ist diese Affinität in ruralen Gebieten in der Türkei weniger spürbar, da die Entsendung von medizinischem Personal in entlegene Gebiete nicht einfach lösbar ist. Eine weitere Besonderheit ist, dass die Aufklärung von Patienten in ruralen Gebieten tiefer ist; dieses Problem lösende Kampagnen können durch mobile Dienste unterstützt werden. Der stärkere Einbezug von Patienten bei der Informationsversorgung gilt also in ruralen Gebieten für beide Richtungen (z.B. in der Prävention).
- I. Beurteilung der Anwendungsfälle:** Die befragten Ärzte unterstützen in erster Linie Anwendungsfälle, die klar in ihrem klinischen Alltag nachvollziehbar sind (siehe Abbildungen 3.10 auf Seite 49 und 3.21 auf Seite 58). Ausserdem werden in der Schweiz Anwendungsfälle bevorzugt, welche in einem Telekonsil-Verhältnis sind, also zwischen medizinischen Fachpersonen (siehe H). Nicht von Ärzten initiierte Anwendungsfälle, z.B. als Telekonsultation, werden negativ beurteilt.
- J. Integration medizinischer Informationen in den Alltag der Ärzte:** Die Informationsempfänger und -analysten wünschen sich eine möglichst einfache Handhabung. Dies wird in den Abbildungen 3.22 auf Seite 58, 3.23 auf Seite 59 und der Tabelle 3.3 auf Seite 51 deutlich. Die Integration in eine allfällige Patientenverwaltungssoftware entfällt, weil diese gerade bei Ärzten mit eigener Praxis häufig nicht vorhanden sind (siehe Abbildung 3.17 auf Seite 54). Letzteres wird sich in Zukunft aller Voraussicht nach noch ändern, deshalb sollte darauf geachtet werden, dass man sich allfällige Integrationen nicht verbaut. Der bevorzugte Zugang ist im Moment jedoch lediglich über einen Web-Zugang oder der Erhalt als E-Mail.

### 3.6.2 Anforderungen an mobile medizinische Dienste

Dieser Abschnitt beschreibt die Anforderungen an mobile medizinische Anwendungen, um eine möglichst hohe Anzahl von Anwendungsfällen abdecken zu können. Diese Anforderungen basieren auf der Analyse im vorangegangenen Abschnitt.

### Komplexität der Anwendungen

Die Komplexität mobiler Anwendungen definiert sich insbesondere über die abgefragten Informationen, die benötigt werden, um eine Situation zu erfassen. Hierbei gibt es zu beachten, dass zwei Nutzerkreise in Fragen kommen (siehe **H** und **I**):

- Medizinisches Fachpersonal kann komplexere Fragestellungen beantworten und dient als Übersetzer für den Patienten. Ausserdem behandelt eine medizinische Fachperson mehrere Patienten mit der gleichen Anwendung und ist entsprechend auf deren Nutzung geschult.
- Patienten, insbesondere in ruralen Gebieten, sind eine heterogene Gruppe. Die Abfragen müssen möglichst einfach und auf den Patienten zugeschnitten sein. Das bedeutet, dass beispielsweise eine auf Diabetes ausgerichtete Anwendung nicht von allen Patienten die gleichen Informationen benötigt.

Dies hat zur Folge, dass die übermittelten Informationen in jedem Fall pro Nutzer parametrisierbar sein müssen. Im einfachsten Fall, mit medizinischem Fachpersonal als Nutzer, können einheitliche und relativ komplexe Benutzerschnittstellen auf der medizinischen Anwendung dargestellt werden. Bei der direkten Kommunikation mit einem Patienten muss die Komplexität jedoch auf das notwendige Mass reduziert werden, im Idealfall möglichst auf die Person zugeschnitten. Letzteres Ideal sollte auch wegen des Zusammenhangs zwischen Patientenalter und multimorbiden Krankheitserscheinungen abgestrebt werden.

### Kontext der Anwendungsausführung

Die Ausführungssituation (z.B. Ort) kann variieren (siehe **H**, **I**). In einer Vielzahl von Fällen (stationäre Einrichtungen wie Krankenhäuser oder Altersheime, siehe Folgerung **C**) kann davon ausgegangen werden, dass auch andere medizinische Geräte zur Verfügung stehen, welche mit der Anwendung interagieren können oder müssen (z.B. bei EKG-Strömen, siehe **E**). Jedoch können sich die Anwendungen nicht in jedem Fall darauf stützen. So muss beispielsweise eine Anwendung für Herzinsuffizienz auch funktionieren, wenn der Nutzer keine kommunikationsfähige Waage zur Gewichtsmessung besitzt. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass ein beträchtlicher Teil von medizinischen Informationen nicht Skalare sind und deren Erfassung deshalb nicht in jedem Fall durch einen Benutzer manuell durchgeführt werden kann (z.B. EKG-Strom).

### Mehrbenutzerfähigkeit

Auf der mobilen Seite kann der Akteur der Anwendung nicht nur ein einzelner Benutzer sein, sondern auch ein Surrogat (z.B. Krankenpfleger, siehe **H**, **I**). Deshalb muss die Anwendung in der Lage sein, dem Surrogat das Untersuchungsobjekt

auswählen und danach die Informationen für eine andere Person erfassen zu lassen.

### Analyse- und Automatisierungsmöglichkeiten

Die Analysten von übermittelten medizinischen Informationen haben je nach behandelter Krankheitssituation ganz unterschiedliche Anforderungen betreffend der Betrachtung und Evaluation. Bei der Übermittlung von einfachen diskreten Gewichtsdaten ohne Zusatzinformation (z.B. Herzinsuffizienz) reicht eine tabellarische und graphische Aufbereitung der Daten als einfaches Diagramm. Bei anderen Situationen sind die Werkzeuge jedoch bedeutend komplexer und sehr individuell angepasst (siehe **J**).

Auch das Analysemedium ist relevant. Die meisten befragten Mediziner bevorzugen einen möglichst einfachen Zugang zu den Patienteninformationen, z.B. eine Web Oberfläche oder die Übermittlung per E-Mail. Eine Integration in bestehende Software (Benutzung von Standards wie DICOM oder HL7, siehe [SVW08] für eine mögliche Integration) ist vielfach sinnvoll aber aufgrund der teilweise geringen Durchdringung solcher Software bei den Mediziner nicht in jedem Fall sinnvoll (siehe **J**).

Bei der Automatisierung können digitale Entscheidungsprozesse sofort bei Erhalt der medizinischen Informationen ausgeführt werden um auf bestimmte Situationen möglichst schnell reagieren zu können. Dieser Entscheidungsmechanismus ist nur im einfachsten Fall trivial (z.B. Grenzwert bei Blutzuckerwert), kann aber sehr komplex werden, wenn beispielsweise Datenströme automatisch voranalysiert werden müssen.

Aus oben erwähnten Gründen erscheint es sinnvoll, die Erfassung und Übermittlung der medizinischen Informationen klar vom Analyseteil zu entkoppeln um somit möglichst allen Anforderungen dediziert gerecht zu werden.

### Analysestellen

Diese Anforderung geht nicht von der Grundannahme aus, dass die Beziehung zwischen mobilen Akteur (z.B. Patient) und Analysten (z.B. Mediziner) in einem Mehrfach-zu-Eins Verhältnis steht. Es ist durchaus denkbar, dass die gesendeten Informationen an mehrere Stellen parallel gesendet werden. Beispielsweise können statistische Informationen an das kantonale Gesundheitsamt anonymisiert geschickt werden, welches diese Informationen für ihre eigenen Zwecke auswertet. Ein anderes Beispiel ist der häufige Einbezug von verschiedenen Experten bei der Behandlung des Krankheitsverlaufes (z.B. Ernährungsberatung bei Diabetes). Sämtliche einbezogenen Akteure benötigen physiologische Daten eines Patienten.

Deshalb erscheint es sinnvoll, wenn die in der vorangehenden Anforderung beschriebene Entkoppelung der Empfänger und Übermittler-Seite auf einer Verteilplattform basiert, welche die verschiedenen Empfänger verwaltet und entspre-

chende Schritte (z.B. Anonymisierung) vornehmen kann, bevor die Informationen übermittelt werden.

### **Werkzeuge für die Verwaltung/Analyse**

Gemäss der Folgerung **D** haben Ärzte eine gute Kenntnis der Informations- und Kommunikationstechnologien. Dies ermöglicht komplexere Analysewerkzeuge. Ausserdem haben viele Ärzte gute Internet-Kenntnisse, was den Einsatz von Web-Lösungen vereinfacht. Der Zugriff auf diese Werkzeuge kann dank der guten Infrastruktur (siehe **A**) garantiert werden.

### **Datentypen**

Mögliche erfassbare Datentypen auf der Informationslieferantenseite müssen auch allgemeine Datenströme (siehe **E**) und Bilddaten (siehe **G**) beinhalten. Eine mögliche spezielle Voranalyse dieser Daten muss auf bereits auf dem mobilen Gerät möglich sein. Ferner sind auch andere Datentypen denkbar, deren Behandlung nicht von Beginn an berücksichtigt worden sind. Ein mobiles medizinisches Grundgerüst muss diesbezüglich erweiterbar sein.



## Kapitel 4

# Grobarchitektur zur Digitalisierung von Informationsflüssen in einem mHealth Szenario

### 4.1 Zweck und Potential

Medizinische Informationen werden heutzutage in grossem Umfang noch auf Papier geführt. Dies ist hauptsächlich auf die einfache Bedienbarkeit des Mediums zurückzuführen. Mobilien Geräten gelingt es in den letzten Jahren jedoch immer besser, die Eingabe, Abfrage und Übermittlung von Informationen jeglicher Art zu ermöglichen. Durch diese Digitalisierung ergeben sich für sämtliche Akteure eine Reihe von Vorteilen:

- **Vermeidung von Medienbrüchen:** Daten müssen nicht mehrfach eingegeben werden, was einerseits die Qualität erhöht und andererseits den Aufwand verringert.
- **Sofortige Verfügbarkeit:** Die Kombination von elektronischen Eingabegeräten mit stets verfügbaren Datennetzen ermöglicht die unmittelbare Verfügbarkeit der erfassten Informationen.
- **Auswertbarkeit:** Mobile Geräte verfügen über leistungsfähige Prozessoren, die es erlauben, Daten und Datenströme lokal auszuwerten und zu analysieren.
- **Abtasten der Umgebung:** Mobile Geräte sind über diverse Schnittstellen mit der Aussenwelt verbunden. Dazu gehört nicht nur die Verbindung zum Datennetz, sondern auch zu lokalen Netzen um in der Umgebung befindliche Geräte aufspüren, abfragen oder steuern zu können.

- **Multimedialität:** Die meisten digitalen Begleiter sind heute in der Lage multimediale Elemente anzuzeigen, zu erfassen und abzulegen. Dazu gehören beispielsweise Bildaufnahmen über eine integrierte Kamera, Videoaufnahmen oder Sprachaufzeichnungen.
- **Formfaktor:** Die Grösse der mobilen Geräte ist für den ständigen Gebrauch unterwegs ausgelegt. Das bedeutet, dass der Benutzer das Gerät ständig auf sich tragen und verwenden kann.
- **Interaktivität:** Mobile Geräte sind in der Lage, mit dem Anwender zu interagieren. Dazu gehören visuelle, haptische wie auch akustische Modalitäten. Eingaben können somit syntaktisch validiert und Fehleingaben aufgezeigt werden.

## 4.2 eSana Grobarchitektur

### 4.2.1 Einführung

Eine mögliche mobile Anwendung im medizinischen Umfeld besteht grob aus zwei Teilen, die sich folgendermassen zusammenfassen lassen:

- Der *mobile Teil* der Anwendung läuft auf einem entsprechenden Gerät beim Endanwender und ermöglicht die Interaktion mit ihm. Folglich muss das benutzte Endgerät über Ein- und Ausgabemöglichkeiten verfügen (z.B. Tastatur und Bildschirm).
- Beim *Server* handelt es sich um eine Verteilplattform, auf welcher die gesammelten Daten an weitere Anwendungen zur Nutzung weitergeleitet werden. Der Server ist über ein sicheres Netzwerk vom Gerät des Endanwenders aus zugreifbar.

Ausserdem existieren mehrere externe Akteure, welche die Anwendung beeinflussen oder von ihr beeinflusst werden:

- Externe *Sensoren* senden Daten an den mobilen Teil der Anwendung. Dazu gehören medizinische Geräte, welche Messdaten über einen Patienten senden wie auch Umgebungssensoren wie beispielsweise Temperaturmessgeräte oder Bewegungssensoren, welche die Lage einer Person bestimmen können.
- Der *Benutzer* interagiert mit dem mobilen Gerät, indem er Daten über seinen Gesundheitszustand eingibt und von einer Fachperson vorbereitete Fragen beantwortet. Dazu wird ihm ein Dialog dargestellt, welcher als Prozess modelliert ist. Dies ermöglicht es dem Fragesteller (typischerweise eine medizinische Fachperson), bestimmte Fragen erst zu stellen, wenn bei anderen Angaben gewisse Bedingungen erfüllt worden sind.



- Nachdem die Daten an den Server übermittelt worden sind, schickt dieser sie weiter an eine Reihe von *Verbraucheranwendungen*. Der Server nimmt in diesem Fall die Rolle eines Verteilers ein. Diese Verbraucher gehören nicht mehr zum eSana Framework, sondern empfangen eine definierte Menge von Daten von Patienten und transformieren diese für ihre eigenen Dienste. Mögliche Anwendungen sind beispielsweise mehrdimensionale Datenbanken, welche die Daten mittels OLAP verarbeiten und Analysemöglichkeiten bieten (siehe [Ion08]) wie auch Anwendungen, welche dem Fragesteller (z.B. Arzt) einer Information eine spezifische grafische Aufbereitung ermöglichen. Verbraucheranwendungen müssen nicht zwangsläufig interaktiv sein; autonom ablaufende Komponenten können die ankommenden Daten analysieren und auf Auffälligkeiten untersuchen. Solche Werkzeuge können dann mit Eskalationsmechanismen versehen werden, welche automatisch einen Arzt oder eine für Notfälle zuständige Stelle kontaktieren. Eine Schnittstelle erlaubt es den Verbraucheranwendungen, bei der Verteilplattform Interesse für die Daten einer bestimmten Person anzumelden (engl. subscribe), welche daraufhin bei erfolgter Freigabe die erhaltenen physiologischen Informationen weiterleitet (engl. publish). Benutzer dieser Verbraucheranwendungen sind die eigentlichen Verbraucher (typischerweise medizinische Fachpersonen aber je nach Anwendung auch Patienten), welche damit interagieren können und die erhaltenen physiologischen Werte analysieren können.

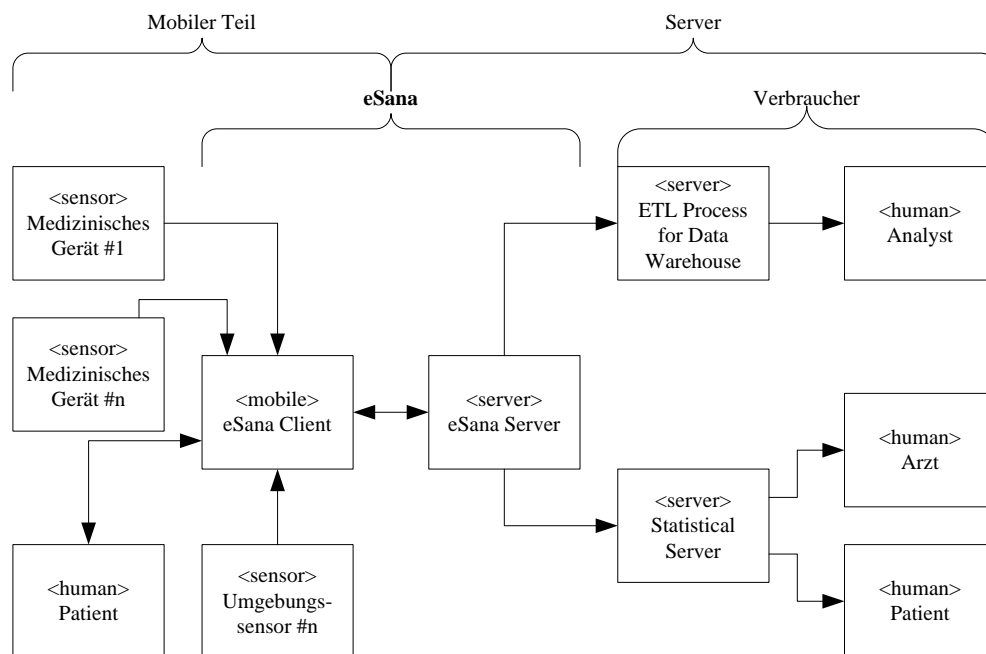


Abbildung 4.1: eSana Grobarchitektur

Abbildung 4.1 illustriert beispielhaft die verschiedenen Systemkomponenten im eSana Framework. Der Benutzer interagiert mit einem mobilen Gerät, welches Sensordaten aus der Umgebung erhält. Danach werden die Daten, normalerweise angereichert durch den Endanwender, an den eSana Server weitergeleitet, welcher diese wiederum an eine Reihe von Empfängern sendet. Diese Empfänger haben dann ihre jeweils eigenen Benutzer- und Zielgruppen.

### 4.2.2 Subscriber Modelle

#### Einmaliger Registrierungsprozess

Eine Verbraucheranwendung muss sich an der Verteilplattform anmelden, damit diese ihr die gewünschten medizinischen Informationen weiterleitet. Nachfolgend wird dieser Registrierungsprozess aus organisatorischer Sicht beschrieben.

Folgende Bedingungen müssen aus Sicht des Verteilplattform-Betreibers erfüllt sein, damit eine externe Anwendung registrierungswürdig ist:

- Die Fremdanwendung erfüllt die sicherheitstechnischen Vorgaben (Datenschutz/Datensicherheit), welche beim Umgang mit sensiblen medizinischen Daten aus rechtlicher Sicht gegeben sind. Diese Vorgabe beschränkt sich nicht nur auf die Übertragung der Informationen, sondern auch auf deren Haltung und Verwendung.
- Es ist definiert, welche Informationen weitergeleitet werden sollen. Beispielsweise kann sich eine auf Herzinsuffizienz spezialisierte Anwendung auf den Empfang der physiologischen Parameter Gewicht und Blutdruck beschränken.
- Die Schnittstelle für den Empfang von Daten ist implementiert.
- Die Form der zu empfangenden Daten ist definiert. Hiermit wird definiert, ob die Daten anonymisiert erhalten werden (ohne Bezug zum Erfasser) oder eine Referenz beinhalten.

Eine Einschränkung auf Nutzerkreise ist nicht vorgesehen, da bei jeder Anfrage der Nutzer bestätigen muss, ob und welche Daten er an diesen Verbraucher weiterleiten will.

#### Registrierung von Nutzern

Wünscht eine Fremdanwendung die Informationen eines bestimmten Nutzers zu erhalten, muss er diese Anfrage von seiner Seite aus starten. Die Verteilplattform leitet die Anfrage an den Nutzer weiter, welcher sie bestätigen oder ablehnen kann. Der Nutzer hat auf seiner mobilen Plattform jederzeit Einsicht darüber, welche Verbraucheranwendungen welche seiner Daten erhalten und kann seine Einstellungen jederzeit ändern. Somit ist gewährleistet, dass der Nutzer, normalerweise ein Patient, Herr seiner Daten bleibt.

### 4.2.3 Laufzeitumgebung

Bei mobilen Anwendungen stellt sich die Frage, inwiefern webbasierte Anwendungen den Ansprüchen gerecht werden und in welchen Fällen lokal installierte Anwendungen, z.B. basierend auf JME (siehe [Sch04, Pfe07]) sinnvoll sind. Die Tabelle 4.1 gibt eine Übersicht der Vor- und Nachteile der jeweiligen Ansätze.

Tabelle 4.1: Webbasierte und lokale mobile Anwendungen.

Webbasierte Anwendung	Lokale Anwendung
<i>Installation der Anwendung und von Aktualisierungen</i>	
Das Rollout ist deutlich vereinfacht, da Anpassungen lediglich auf dem Server gemacht werden müssen.	Die Anwendung muss auf jedem Gerät separat installiert werden; automatische Aktualisierungen des Laufzeitverhaltens müssen explizit implementiert werden.
<i>Zugriff auf Geräteeigenschaften</i>	
Auf die Eigenschaften des mobilen Geräts kann nur eingeschränkt zugegriffen werden, da die Anwendung auf einem Webserver läuft. Dennoch kann auf manchen Geräten auf mit der Kamera gemachten Bilder zugegriffen werden. Der Zugriff auf entfernte Dienste, beispielsweise auf dem Internet abgelegte Kalender, ist möglich.	Lokale Anwendungen haben viel Freiraum und können sowohl auf die Bluetooth Schnittstellen (siehe [Sch04, Seite 301]) wie auch auf die Telefoneigenschaften (z.B. Kalender, siehe [Sch04, Seite 284]) zugreifen. Auch der Zugriff auf externe Datenbestände ist möglich.
<i>Datenvolumen</i>	
Die Kommunikation zwischen dem Endgerät und dem Server ist in Bezug auf das Datenvolumen recht verschwenderisch, da alles über das HTTP Protokoll übermittelt wird.	Die Struktur der zu übermittelnden Daten kann von der lokalen Anwendung selbst definiert und/oder komprimiert werden, so dass ein beträchtlich geringeres Datenvolumen erreicht werden kann. Die Komprimierung der Kommunikation über dem XML-Standard auf mobilen Geräten wird in [NWBD07] beschrieben.
<i>Benutzerschnittstelle (siehe auch Kapitel 5.3.1)</i>	

Webbasierte Anwendung	Lokale Anwendung
Die Benutzerschnittstelle ist für den Benutzer schwieriger zu handhaben, da sie auf XHTML basiert. Dies ist vor allem bei komplexeren Formularen problematisch. Hingegen ist die Darstellung von nicht interaktiven Inhalten normalerweise besser (siehe [Zha07, Sto05]). Gerätespezifische Darstellungsmöglichkeiten (z.B. für iPhone) sind möglich, schränken jedoch das mögliche Feld der einsetzbaren Endgeräte deutlich ein.	Durch die Möglichkeit, viel tiefer in die Darstellung der Benutzerschnittstelle eingreifen zu können, können benutzer- und anwendungsgerechtere Eingabemasken dargestellt werden (siehe [Vir05, Pfe07, Sch04]).
<i>Authentifizierung</i>	
Da eine Anwendung auf dem Internet für jedermann zugänglich ist, muss die Authentifizierung des Benutzers entsprechend hohen Sicherheitsstandards genügen. Dies kann die Akzeptanz der Anwendung beeinträchtigen, da sich z.B. komplexe Passwörter nur schlecht auf einem mobilen Gerät eingeben lassen.	Betrachtet man das mobile Endgerät als Surrogat des Benutzers (siehe [SS05] in Bezug auf nomadische Benutzer), sind für die Authentifizierung weniger hohe Standards erforderlich; ein passwortgeschützter Zugang kann unter Umständen dennoch nötig sein.
<i>Verbindungsloses Arbeiten mit der Anwendung</i>	
Bei mobilen webbasierten Anwendungen ist es nicht möglich, ohne Zugang zum Internet zu arbeiten, da sämtliche Seiten direkt vom Server runtergeladen werden. Neuere Technologien wie z.B. Google Gears (siehe [Gün07]) ermöglichen es zwar, auch ohne Netzzugang zu arbeiten, müssen jedoch auf Laufzeitumgebungen auf dem mobilen Gerät verfügbar sein und installiert werden.	Lokale Anwendungen haben die Möglichkeit, einen Teil der Daten auf dem mobilen Endgerät zu halten und so auch ohne Kommunikation mit dem Server auszukommen. Sobald eine Verbindung besteht, können die gepufferten Daten versendet werden. Diese Methode muss allerdings explizit umgesetzt werden und ist nicht in jedem Fall sinnvoll.

Das in dieser Arbeit vorgestellte Framework fokussiert sich auf lokale Anwendungen, welche sich jedoch ohne grossen Aufwand in webbasierte Lösungen transformieren lassen.

#### 4.2.4 Komponenten auf dem mobilen Gerät

##### Komponentensicht

Das in der Abbildung 4.2 illustrierte grobe Komponentendiagramm zeigt die verschiedenen Teile des Frameworks und deren Zusammenspiel.

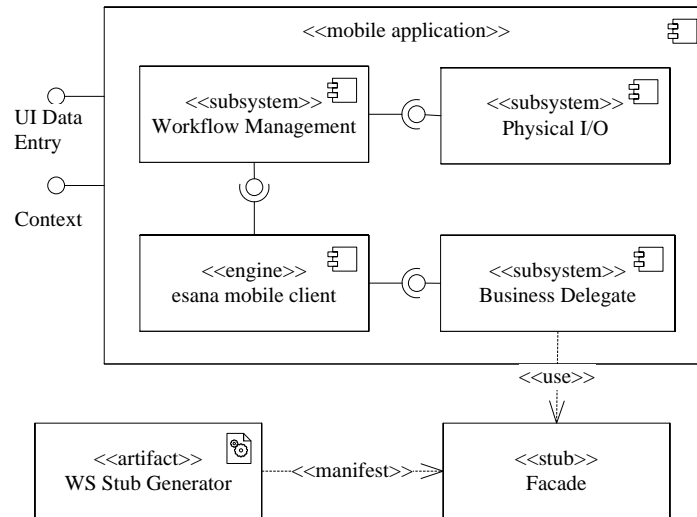


Abbildung 4.2: Komponentendiagramm des eSana Frameworks.

Die Komponente *Physical I/O* enthält die Logik, welche den Zugang zur unmittelbaren Aussenwelt abhandelt und daraus den Kontext ableitet. Dieses Logik läuft eigenständig und kommuniziert mit der *Workflow Management* Komponente. Diese beinhaltet die Prozesssteuerung und interpretiert die Artefakte, welche die Benutzeroberflächen und deren Zusammenhänge darstellt.

Die *Business Delegate* Komponente steuert die Kommunikation mit der entfernten Aussenwelt, hauptsächlich mit der Verteilplattform auf dem Server. Sie sendet alle physiologischen Parameter weiter an die Verteilplattform. Auch der Empfang von neuen Meldungen wird über den Delegate gesteuert.

*esana mobile client* hält sämtliche Komponenten zusammen und startet die Laufzeitumgebung der mobilen Anwendung. Dazu gehört das Laden von Konfigurationen und das Starten von Umsystemen. Nachfolgend werden einzelne Aspekte der Architektur beschrieben.

##### Benutzeroberflächen

Die individuelle Natur von medizinischen Anwendungen erlaubt es nicht, dass Endbenutzer, beispielsweise Patienten, ihre Angaben auf standardisierten Eingabemasken machen. Multimorbidität ist eine sehr häufige Erscheinung: Patienten haben gleichzeitig mehrere Krankheiten, die teilweise im Zusammenhang stehen oder sich gegenseitig beeinflussen. Aus diesem Grund werden auf der Anwendung

des Endbenutzers die Eingabemasken als Artefakte gehandhabt und zur Laufzeit interpretiert. Beim Aufstarten der Anwendung werden die Artefakte vom Server aktualisiert und auf dem mobilen Gerät abgelegt. Dies erlaubt eine personalisierte und ständig an die aktuellen Gegebenheiten (z.B. Krankheitsverlauf) angepasste Erfassung der benötigten Werte.

### Workflows

Die Definition von Eingabemasken reicht nicht aus, um komplexeren Ansprüchen gerecht zu werden, denn sehr häufig ist die Abfrage von bestimmten Werten von anderen Eingaben oder Umgebungsparametern abhängig. Aus diesem Grund wird im Rahmen des eSana Frameworks eine einfache Workflow-Engine zur Verfügung gestellt, welche lose auf UML Zustandsdiagrammen (siehe [Kec05, Seiten 295-341] oder [GBB07, Seiten 182-190]) basiert. Dabei entspricht ein Zustand einer Eingabemaske; dieser Sachverhalt kennzeichnet sich dadurch, dass jeder Zustand eine eindeutige Referenz auf eine definierte Benutzeroberfläche enthält. Ausserdem gibt es noch Aktionen (Referenzen auf beliebige Klassen) welche zur Laufzeit nachgeladen und ausgeführt werden. Es gibt eine Reihe vordefinierter Aktionen, z.B. „Sende Angaben an Server“; aber es muss für Entwickler einer spezifischen medizinischen Anwendung möglich sein, eigene Aktionen zu implementieren, welche dann in einem Workflow referenziert und aufgerufen werden können.

### Übermittlung Informationen

Die Übermittlung der eingetragenen Parameter an den Server, welcher die Weitervermittlung übernimmt, ist ein für alle möglichen medizinischen Anwendungen standardisierter Prozess. Dabei müssen verschiedene Typen unterschieden werden:

- Normale Daten wie beispielsweise Texte, numerische Werte, Zeitstempel, Einfach- oder Mehrfachauswahlen.
- Multimediale binäre Daten wie Bilder, Video- oder Audioströme.
- Sonstige Datenströme wie beispielsweise EKG-Daten.
- Standardisierte Nachrichten von und an medizinische Fachpersonen.

Bei der Übermittlung sind weitere Leistungsmerkmale zu berücksichtigen, da die mobilen Datennetze nicht die gleichen Bandbreiten und Latenzzeiten bieten wie drahtgebundene Netze. Man operiert vielmehr in einem high-latency, low-bandwidth Umfeld (siehe [KG99]).

### Kontext

Der Einbezug kontextueller Informationen kann bei etlichen medizinischen Anwendungen einen Mehrwert bieten und den Endbenutzer von Eingabebürden entlasten. Ferner können einige Datentypen wie beispielsweise EKG Ströme nicht manuell eingegeben werden; diese müssen folglich in jedem Fall auf das mobile Gerät übermittelt werden.

Die Bedeutung und Einsatzmöglichkeiten von Kontext wird im Kapitel 5 auf Seite 103 genauer behandelt.

## 4.3 Sicherheit und Identity Management

### 4.3.1 Einführung

Fragen um die Sicherheit von Informationen sind ein sehr wichtiges Thema in sämtlichen eHealth-nahen Anwendungen. Dieser Abschnitt kann lediglich einen kurzen Überblick über verschiedene Aspekte und weiterführende Literatur geben, da die eingehende Behandlung dieses komplexen und vielschichtigen Themengebiets den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

eHealth Anwendungen können auch zur Patientensicherheit beitragen. Im Beitrag von [STSD07] werden verschiedene IuK Anwendungen im Gesundheitswesen genannt, welche die Sicherheit verbessern sollen:

- *Elektronische Patientenakten* sollen den Verlust von papierbasierten Patienteninformationen verhindern. Es wird auch vorausgesagt, dass der Wechsel auf elektronische Patientendaten der wichtigste einzelne Schritt ist, um die Patientensicherheit zu erhöhen (siehe [STSD07, Seite 22]). Eine detailliertere Beschreibung der Umsetzung der Sicherheitsaspekte der elektronischen Gesundheitskarte in Deutschland befindet sich in [Cau06].
- *Entscheidungsunterstützende Systeme* (DSS) sind ein Oberbegriff für eine Reihe von eHealth Anwendungen. Sie können grob beschrieben werden als informatikbasierte Unterstützung für Management-Entscheidungen mit semistrukturierten Problemstellungen. Hierbei muss zwischen medizinischen und geschäftlichen entscheidungsunterstützenden Systemen unterschieden werden. Die Anwendung solcher Lösungen standardisiert den Entscheidungsprozess; einfache Algorithmen dienen als Warnsysteme wohingegen komplexere regelbasierte Anwendungen die Fehlerrate bei der klinischen Entscheidungsfindung zu reduzieren vermögen.
- Der Einsatz einer *informatikbasierten Auftragserfassung* für medizinische Fachpersonen steht im Gegensatz zum manuellen und papierbezogenen Vorgang, wie er z.B. noch heute in den meisten Krankenhäusern zum Einsatz kommt. Befürworter von informatikbasierten Lösungen argumentieren, dass solche Systeme Fehler während der Abschrift reduzieren. Ferner können mit

entsprechenden Expertensystemen die Fehler bei der Medikamentenvergabe reduziert werden und die Einhaltung von klinischen Richtlinien erhöhen.

- Die *Erkennung von ungünstigen Krankheitsverläufen und Ergebnissen* (z.B. Laborwerte) kombiniert mit entsprechenden *Alarmierungssystemen* können unter anderem die Zeitspanne bis zur Behandlung des Patienten reduzieren. Dies kann auch z.B. bei der Überwachung der Medikation bei entlassenen Patienten eingesetzt werden.
- *Vorfallsmeldesysteme* können bei Analyse und Pragmatisierung der Ergebnisse zur öffentlichen Gesundheit beitragen. Dabei können bei der Analyse Muster erkannt werden (z.B. geographische Häufung von Krankheitsfällen) und zu Massnahmen runter gebrochen werden. Die Anwendung von Data Mining Technologien (siehe [Mei07, Seite 177]) auf existierende Datenbestände können auch zu einem späteren Zeitpunkt Erkenntnisgewinne bringen.

Nachfolgend werden einige für mHealth Anwendungen relevanten Sicherheitsaspekte beleuchtet.

#### 4.3.2 Datenschutz in der Schweiz

Der Datenschutz in der Schweiz wird über das Bundesgesetz über den Datenschutz (siehe [Sch08b]) geregelt. In [Cav07] werden acht Grundsätze unterschieden, die bei der Bearbeitung von Gesundheitsdaten berücksichtigt werden müssen:

- Rechtmässige Beschaffung
- Rechtmässige Bearbeitung
- Treu und Glauben
- Verhältnismässigkeit
- Zweckbindung
- Richtigkeit
- Datensicherheit
- Kontrollziele

Gemäss [Sch08b, Artikel 8] gibt es ein Auskunftsrecht, so dass jede Person vom Inhaber einer Datensammlung Auskunft darüber verlangen kann, ob und welche Daten über sie existieren. Ziffer 3 dieses Artikels geht dabei besonders auf die Auskunft von Gesundheitsdaten ein.



### 4.3.3 Mobiles Gerät

Da mobile Geräte ständig an verschiedenen Orten benutzt werden, verbinden sie sich häufig mit unsicheren Netzwerken. Ferner sind sie normalerweise mit drahtlosen Netzwerken verbunden, welche in der Regel einfacher zu manipulieren sind als drahtgebundene. Ausserdem führt die inhärente Tragbarkeit von mobilen Geräten häufiger zu Verlust und Diebstahl. Sobald das einmal geschehen ist, können nicht autorisierte Benutzer Zugriff auf die Daten erhalten.

Die Sicherheitsgefahren von mobilen Geräten werden in [WHT06] wie folgt kategorisiert:

- Kommunikationssicherheit
  - Denial of Service (DoS) Attacken be- oder verhindern den Zugriff von autorisierten Personen auf das Netzwerk. In drahtlosen Netzwerken kann eine solche Attacke mittels eines starken externen Signals den Zugriff blockieren.
  - Das Abfangen von Datenströmen, auf die man keinen Zugriff hat, wird zwar mittels Verschlüsselungsmethoden erschwert. Jedoch können heutzutage z.B. auch WEP Verschlüsselungen innert kurzer Zeit gebrochen werden und sind deshalb keine Option (siehe auch [KS08]).
  - Die Impersonisation als einen autorisierten Benutzer kann zum Zugriff auf sensible Daten führen.
  - Die Manipulation von Daten auf dem mobilen Gerät oder während der Übermittlung stellt eine grosse Gefahr dar. Es können z.B. Trojaner oder Viren in das Hauptsystem eingeschleust werden. Auch können ungewöhnliche Daten zu unerwünschten Reaktionen der verarbeitenden Systeme führen.
  - Mit der Leugbarkeit kann ein Benutzer plausibel beschreiben, dass er eine bestimmte Aktion nicht ausgeführt hat. Dies kann mit starker Benutzerauthentifizierung, Log Dateien und digitalen Signaturen festgestellt werden.
- Der Wireless LAN (IEEE 802.11) Standard beschreibt zwei Sicherheitsdienste, Authentifizierung und Privatsphäre. Beide Aspekte werden mit WEP abgehandelt; jedoch hat sich dieser Ansatz als schwach erwiesen. Ein besserer Ansatz ist z.B. die Nutzung von WPA, welches jedoch nicht auf allen mobilen Geräten verfügbar ist.
- Im Bluetooth Generic Access Profile (GAP, siehe auch [Sch03, Kapitel 7.5.7.] oder [Sau06, Kapitel 5.5]) werden drei Sicherheitsmodi definiert: ungesichert, höherschichtige Sicherheit nach der Verbindung, tieferschichtige Sicherheit vor der Verbindung. Als vertrauenswürdig eingestufte Geräte haben unlimitierten Zugriff auf alle Dienste. Auch bei den Diensten wird

zwischen drei Modi unterschieden: benötigen Autorisierung und Authentifizierung, benötigen nur Authentifizierung, offene Dienste. Obwohl der Bluetooth Standard (siehe [Blu09]) von Anfang an auf Sicherheit konzipiert worden ist, existieren einige implementierungsabhängige Schwachstellen. Weitere Angaben zur Sicherheit von Bluetooth befinden sich in [SP08, Kapitel 4].

- Die Sicherheit von mobilen WAN Netzwerken wie GSM, GPRS, UMTS, etc. ist unter anderem in [Sch03, Kapitel 4.1] oder [Sau06] beschrieben. Prinzipiell ist bei diesen Netzwerken jede Verbindung mit einem unterschiedlichen Sitzungsschlüssel verschlüsselt, dennoch gibt es verschiedene Schwachstellen, insbesondere bei Benutzung des älteren GSM Standards. Eine Übersicht von Sicherheitsproblemen bei GSM anhand des Beispiels Mobile Banking wird in [Pai10] gegeben.
- Die Sicherheit des mobilen Geräts kann in verschiedene Aspekte unterschieden werden.
  - Die Erhöhung des physischen Schutzes (z.B. gegen Diebstahl) kann meistens nur auf Kosten der Tragbarkeit erreicht werden.
  - Die meisten mobilen Geräte ermöglichen keine andere Authentifizierung als PINs oder Passworte. Der Einsatz von Fingerabdrucksensoren ist nicht weit verbreitet, auch aufgrund des Umstandes, dass die Geräte dann nicht mehr mit Handschuhen benutzt werden können.
  - Die Kontrolle der Zugriffe ist auf den meisten mobilen Geräten nur rudimentär umgesetzt. Dies hängt auch damit zusammen, dass das Gerät in den meisten Fällen ein Surrogat für eine bestimmte Person darstellt und selten den Besitzer wechselt.
  - Es macht Sinn, sensitive Informationen auf dem mobilen Gerät zu verschlüsseln und mit einem Passwort zu versehen. Jedoch ist aufgrund der kleinen Tastatur die Eingabe von komplexen Passwörtern schwierig.
  - Obwohl es nur wenige Viren für mobile Geräte gibt, wird erwartet, dass diese stark zunehmen und deshalb der Einsatz von Anti-Virus-Software auch auf solchen Geräten Sinn machen wird. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen Bluetooth- und MMS-Viren, wobei letztere als bedeutend gefährlicher eingestuft werden (siehe [Hav09]).

Weitere Informationen und Ansätze zum Themengebiet Sicherheit für mobile Gesundheitsanwendungen findet man z.B. bei [TTSO06], [MSK06] oder [MDP04].

#### 4.3.4 Identity Management

Identity Management befasst sich mit dem Verwalten von digitalen Identitäten von ihrer Entstehung und Vergabe bis zu ihrer Beendigung und Archivierung.

Diese Aufgabe ist im eSana Framework wichtig, um z.B. die Erfassung eines neuen Patienten oder neuen Verbrauchers zu regeln; eine nicht fachgerechte Umsetzung könnte z.B. dazu führen, dass die medizinischen Daten von Verstorbenen auch Jahrzehnte nach ihrem Ableben vorhanden sind oder dass konkursite Verbraucher weiterhin Daten erhalten.

Identity Management in Bezug auf eHealth wird in [Cav07] ausführlich beschrieben. Darin wird auch ein Prototyp für die Rechteverwaltung im eSana Framework vorgestellt.

## 4.4 Anwendungsszenarien

Dieser Abschnitt behandelt mögliche Anwendungsszenarien, die mit auf dem eSana Framework basierenden Anwendungen möglich sind.

### 4.4.1 Anwendung der Bewertungsdimensionen auf das eSana Framework

Dieser Abschnitt nutzt die im Abschnitt 2.4.1 auf Seite 18 beschriebenen Bewertungsdimensionen, um die primäre Funktionalität des eSana Frameworks abzugrenzen.

#### Anwendungszweck

Folgende Zwecke für klinische Anwendungen sind vorgesehen:

- **Nicht-chirurgische Pflege:** Unterstützung bei Rehabilitationsmassnahmen, chronischen Krankheiten, psychischen Störungen, etc.
- **Beratung:** Möglicher Einbezug beratender medizinischer Tätigkeiten wie z.B. Ernährungsberatung.
- **Überwachung:** Die Überwachung physiologischer Parameter ist das klassische Problemfeld für das eSana Framework.
- **Bereitstellung Spezialpflege:** Unterstützung beim Einbezug von Zweitmeinungen.
- **Überwachung Primärpflege:** Da in der Primärpflege chronische Krankheiten ein grosses Gewicht haben, kann das eSana Framework den Informationsfluss unterstützen.

Für nicht-klinische Anwendungen kommen folgende Felder zum Zuge:

- **Patientenausbildung und -aufklärung:** Einbezug des Patienten mit vereinfachter Analysesicht der physiologischen Parameter, Implementierung spezieller Anwendungen.

- **Öffentliche Gesundheitsversorgung:** Erhalt anonymisierter Daten zur Analyse von Massendaten.

### Anwendungsfeld

Prinzipiell sind alle medizinischen Spezialitäten berücksichtigt, in denen ein Informationsfluss stattfindet. Jedoch ist das eSana Framework nicht explizit an die speziellen Prozesse in Notfallsituationen angepasst und kann dieses Anwendungsfeld nur unter Vorbehalt unterstützen.

### Umgebung

Als physischer Kontext kommt prinzipiell jeder mit Anschluss an ein WAN (siehe Abschnitt 6.2.3 auf Seite 134) in Frage. Beim Informationslieferanten liegt der Schwerpunkt jedoch klar auf mobile Aktoren mit entsprechenden Geräten.

### Kommunikationsinfrastruktur

Beim Informationslieferanten können alle vom mobilen Gerät unterstützen drahtlosen Netzwerke (siehe Abschnitt 6.1 auf Seite 135) benutzt werden. Die benötigte Infrastruktur auf Seiten des Informationsempfängers ist abhängig vom Verbraucher.

### Übertragungsoptionen

Prinzipiell unterstützt das eSana Framework lediglich die asynchrone Kommunikation sämtlicher Medienarten. Das Augenmerk liegt bei der Medienart Data.

## 4.4.2 Entfernte Überwachung eines Diabetikers

### Aktoren

In diesem Anwendungsfall geht es um den 62-jährigen Hans Dietrich, welcher an Diabetes Mellitus Typ-2 (umgangssprachlich Altersdiabetes, siehe Abschnitt 3.5.1 auf Seite 62) leidet. Zur Überprüfung der Therapie hat ihm sein Hausarzt Thomas Abrecht empfohlen, die auf dem eSana Framework basierende **DiaMess** Anwendung zu installieren und den angegebenen Prozessen zu folgen.

Interessieren tut sich auch seine Ernährungsberaterin Beatrice Egger für einen Teil der Werte; sie will überprüfen können, ob die Ernährungsmassnahmen greifen; dazu soll Hans Dietrich 1–2 Stunden nach dem Essen den Blutzucker-Wert messen, so dass Lebensmittel, die zu einem Anstieg führen, in Zukunft weggelassen werden können.

### Vorbedingungen

Es wird davon ausgegangen, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Anwendungen sind bei allen Aktoren eingerichtet und lauffähig.
- Die entsprechenden Berechtigungen sind erteilt.
- Die Sensoren Waage und Blutzuckermessgerät sind mit einer drahtlosen Schnittstelle (z.B. Bluetooth) ausgestattet, welche die direkte Kommunikation mit der Anwendung auf dem mobilen Gerät erlaubt.
- Der Sensor Blutdruckmessgerät bietet keine elektronische Anbindung. Die entsprechenden Werte werden vom Benutzer abgelesen und manuell auf dem mobilen Gerät eingetragen.
- Das mobile Gerät verfügt über eine eingebaute Kamera.

### Prozessübersicht Anwendungsszenario

Das Zusammenspiel der verschiedenen Aktoren, Sensoren und Anwendungen wird in der Abbildung 4.3 als Sequenzdiagramm dargestellt. Diese basiert auf der verallgemeinerten Architektur der Abbildung 4.1 auf Seite 75. Im Gegensatz zur verallgemeinerten Version wird lediglich der Datenfluss in einer Richtung illustriert. Die annotierten Nachrichten sind wie folgt zu lesen:

1. Hans Dietrich startet die **DiaMess** Anwendung auf dem mobilen Gerät.
2. Die Waage übermittelt die Gewichtsdaten an das mobile Gerät über Bluetooth.
3. Das Glukose-Messgerät übermittelt die Blutzuckerwerte an das mobile Gerät über Bluetooth.
4. Das Blutdruck-Messgerät zeigt die aktuellen Werte an, übermittelt sie jedoch nicht.
5. Hans Dietrich gibt den Blutdruck Wert in der mobilen Anwendung **DiaMess** ein.
6. Hans Dietrich beendet den Eingabeprozess.
7. Die Übertragung an den eSana Server wird gestartet. Sämtliche Daten des Eingabeprozesses, inklusive der Sensor-Informationen, werden an den Server übertragen.
8. Der Server übermittelt die gewünschten Informationen an die Anwendung **Diet Management**.

9. Der Server übermittelt die gewünschten Informationen an die Anwendung **Physio Values**.
10. Beatrice Egger betrachtet die Informationen auf der **Diet Management** Anwendung.
11. Thomas Abrecht betrachtet die Informationen auf der **Physio Values** Anwendung.

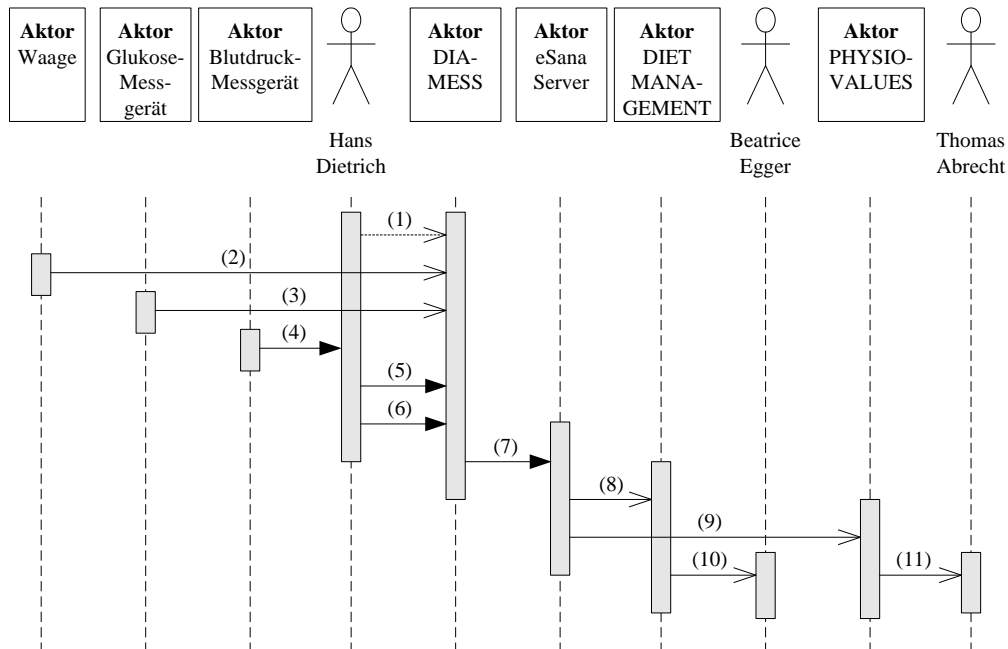


Abbildung 4.3: Datenflüsse und Aktoren im Anwendungsszenario „Entfernte Überwachung eines Diabetikers“.

### Prozess auf dem mobilen Gerät des Patienten

In der Abbildung 4.4 wird der Prozess illustriert, wie er vom Hausarzt definiert und auf dem mobilen Gerät des Patienten ausgeführt wird. Beim Starten des Prozesses wird überprüft, ob es lokale Daten zum Versenden hat (1, z.B. im Falle einer fehlenden Verbindung bei der letzten Messung). Danach wird das „Glukose“ Formular dargestellt (2), welches den Blutzuckerwert erfragt. Ist die Abweichung mehr als 10mg/dl zum Durchschnitt (3), wird das Formular „Mahlzeit“ geöffnet (4). Danach wird der neue Durchschnitt lokal gespeichert (5).

Liegt die letzte Blutdruckmessung mehr als 7 Tage zurück (6), wird das Formular „Blutdruck“ geöffnet (7). Diese Werte werden gespeichert, inkl. dem aktuellen Messdatum. Liegt der Glukose-Wert über dem Schwellwert von 120mg/dl (8)

müssen Angaben zum aktuellen Gewicht im Formular „Gewichtsdaten“ gemacht werden (9). Übersteigt der BMI des Patienten den Schwellwert von 30.0 (10), dann muss er zudem noch angeben, wieviele Minuten er in der letzten Woche körperlich aktiv war; dafür ist das Formular „Körperliche Aktivitäten“ zuständig (11).

Wurden alle Angaben gemacht, werden die Daten übermittelt (12). Im Erfolgsfall erscheint eine entsprechende Meldung (13) und der Prozess gilt als beendet (14). Im Fehlerfall kann der Benutzer wählen, ob er die Übermittlung noch einmal versuchen (15), die gesamte Eingabe abbrechen (16) oder die Daten lokal speichern möchte (17). In den beiden letzten Fällen gilt der Prozess als beendet; lokale Daten werden gegebenenfalls beim nächsten Starten des Prozesses übermittelt (18).

Im einfachsten Fall wird nach der Eingabe des Blutzuckerwertes die Übermittlung an den Server gestartet. Dies ist dann der Fall, wenn die Abweichung des Wertes zum Durchschnitt weniger als 10mg/dl beträgt, der Blutzuckerwert 120mg/dl nicht übersteigt und die letzte Blutdruckmessung weniger als 7 Tage vorliegt. Dieser optimale Pfad lautet in der Abbildung  $2 \rightarrow 5 \rightarrow 12 \rightarrow 13 \rightarrow 14$ . Ansonsten nimmt der Prozess einen entsprechenden Pfad ein.

### Bewertung des Anwendungsfalles

In der Tabelle 4.2 wird der Anwendungsfall „Entfernte Überwachung eines Diabetikers“ anhand der im Abschnitt 2.4.1 auf Seite 18 beschriebenen Dimensionen bewertet.

Tabelle 4.2: Kategorisierung Anwendungsfall „Entfernte Überwachung eines Diabetikers“.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> <li>• Überwachung Primärpflege (Einbezug Hausarzt)</li> <li>• Bereitstellung Spezialpflege (Einbezug Ernährungsberaterin)</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care

Tabelle 4.2: Kategorisierung Anwendungsfall „Entfernte Überwachung eines Diabetikers“.

Dimension	Bewertung
Umgebung	Es wird zwischen den Akteuren unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hans Dietrich ist mobil</li> <li>• Beatrice Egger und Thomas Abrecht sind in der Praxis</li> </ul>
Kommunikationsinfrastruktur	Mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS
Übertragungsoptionen	Asynchron

#### 4.4.3 Entfernte Überwachung bei Herzinsuffizienz

##### Einführung

Herzinsuffizienz (Herzschwäche) ist als Sammelbegriff aufzufassen und steht immer im Zusammenhang mit einer ihr zugrunde liegenden Herzerkrankung<sup>1</sup>. Sie ist eine sehr häufige Erkrankung; in der Schweiz gibt es über 100'000 Patienten, jährlich erkranken weitere 20'000. Da teure Hospitalisationen häufig sind, macht die Betreuung von herzinsuffizienten Patienten in westlichen Ländern ca. 2% der Gesamtbudgets im Gesundheitswesen aus (siehe [BLR07]). Man unterscheidet zwischen akuter und chronischer Herzinsuffizienz; nachfolgend wird auf letztere Bezug genommen.

Bei einer Herzinsuffizienz kann das Herz aufgrund einer Funktionsstörung das Blut nicht mehr in genügender Menge auswerfen; als Folge hiervon ist die Durchblutung der restlichen Organe gefährdet. Als häufigste Ursachen gelten (aus [Onm09]):

- Koronare Herzkrankheiten (bis 70%)
- Krankhafte Erweiterung des Herzens (ca. 15%)
- Herzmuskelentzündung
- Herzklappenerkrankungen

Zusätzlich sind Risikofaktoren bekannt, die die Entstehung einer Herzinsuffizienz begünstigen:

- Bluthochdruck
- Zu viel Cholesterin im Blut

---

<sup>1</sup>Dieser Anwendungsfall basiert auf einem Gespräch mit Dr. med. Michael Schneider vom 21. Januar 2009.



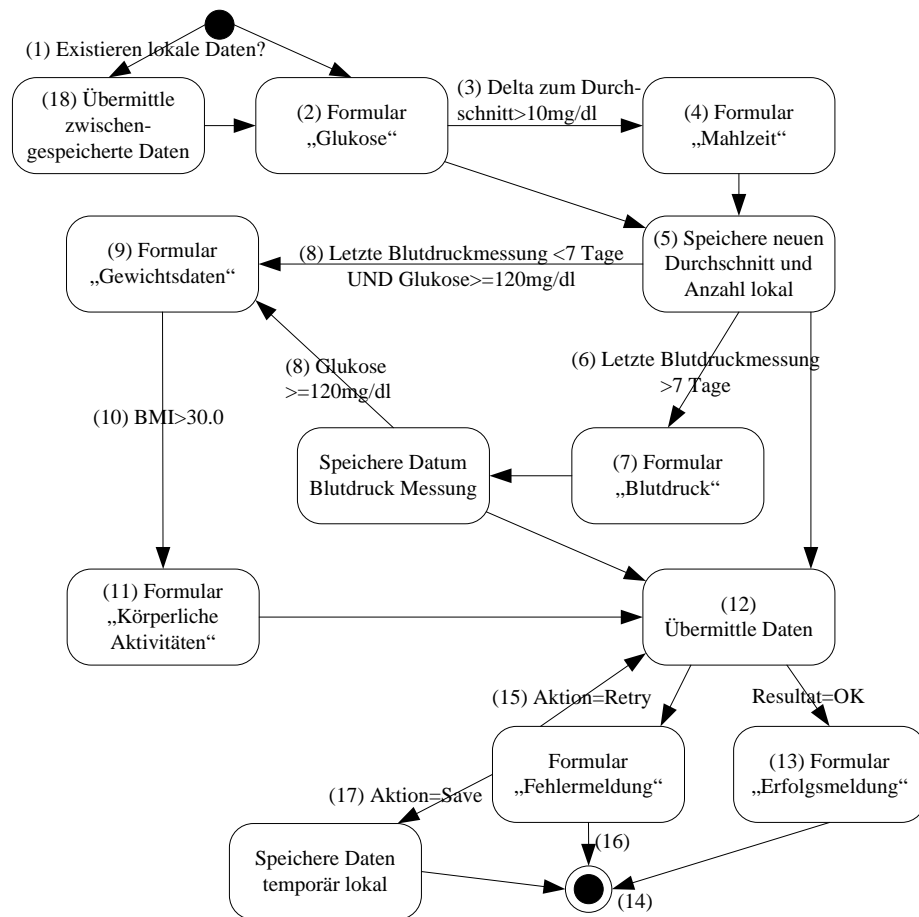


Abbildung 4.4: Prozess auf dem mobilen Gerät des Diabetikers.

- Diabetes mellitus
- Nikotin- und Alkoholmissbrauch
- Adipositas

Häufig entsteht Herzinsuffizienz in der folgenden zeitlichen Abfolge: Bluthochdruck  $\rightarrow$  koronare Herzkrankheit  $\rightarrow$  Herzinfarkt  $\rightarrow$  Herzinsuffizienz.

Es wird je nach Art der Beschwerden zwischen einer Links- und einer Rechts-herzinsuffizienz unterschieden. Meistens treten die Symptome in unterschiedlichem Grad gemeinsam auf; man spricht dann von einer globalen Herzinsuffizienz.

Die Schwere der Erkrankung wird mittels der NYHA-Klassifikation bestimmt. Sie ist wie folgt definiert (aus [Bun09, Seite 22]):

- **NYHA I** (asymptomatisch): Herzerkrankung ohne körperliche Limitation. Alltägliche körperliche Belastung verursacht keine inadäquate Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
- **NYHA II** (leicht): Herzerkrankung mit leichter Einschränkung bei körperlicher Leistungsfähigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe und bei geringer Anstrengung. Stärkere körperliche Belastung verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris, z.B. Bergaufgehen oder Treppensteigen.
- **NYHA III** (mittelschwer): Herzerkrankung mit höhergradiger Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei gewohnter Tätigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe. Geringe körperliche Belastung verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina Pectoris, z.B. Gehen in der Ebene.
- **NYHA IV** (schwer): Herzerkrankung mit Beschwerden bei allen körperlichen Aktivitäten und in Ruhe, Bettlägerigkeit.

## Symptome

Bei der Linksherzinsuffizienz kommt es häufig zu Atemnot und zu einer beschleunigten Atmung. Betroffene müssen sich häufig im Bett aufsetzen um besser Luft zu bekommen. Ferner können sie unter Hustenanfällen und Unruhe leiden.

Bei der Rechtsherzinsuffizienz hingegen lagert sich häufig Wasser an den Knöcheln und Schienbeinen ab. Da dieses Wasser nachts ausgeschwemmt wird und ins Blut gelangt, müssen Betroffene häufig nachts auf die Toilette. Bei fortgeschrittenen Fällen sind die Halsvenen prall gefüllt, da sich das Blut in die Venen zurückstaut. Auch kann sich das Wasser im Bauch ansammeln. Unter Umständen entzündet sich wegen einer gestauten Magenvene die Magenschleimhaut, was zu Appetitlosigkeit und Völlegefühl führen kann.

### Aktoren

In diesem Anwendungsfall behandelt der Arzt Thomas Abrecht zwei Patienten mit Herzinsuffizienz der NYHA Klasse II. Christian Ramser ist Raucher und leidet an Diabetes mellitus. Der Arzt unterstützt ihn bei der Rauchentwöhnung (siehe [Bun09, Empfehlung 5-7]). Herr Ramser muss in der Nacht häufig Wasser lassen und leidet an Appetitlosigkeit.

Marc Schluep hingegen leidet an einem hohen Blutdruck und hat Atembeschwerden. Ausserdem ist er ziemlich unruhig.

Beide Patienten sollen regelmässig das Gewicht messen. Bei kurzfristigen Gewichtsanstiegen muss der Hausarzt benachrichtigt werden (siehe [Bun09, Empfehlung 5-11]). Ferner sollen beide ein moderates körperliches Training aufnehmen (siehe [Bun09, Empfehlung 5-4]). Den Patienten wurde die Anwendung **MobileHeart** auf ihren mobilen Geräten installiert.

Der Arzt Thomas Abrecht nutzt die Anwendung **HeartFailure**, welches die Werte von den Patienten empfängt und grafisch aufbereitet. Ein häufiges Problem bei der papierbasierten Gewichtsmessung ist das der Arzt keine Möglichkeit hat zu überprüfen, ob der Patient auch tatsächlich das Gewicht misst (engl. compliance). Aus diesem Grund überwacht die Anwendung **HeartFailure** den Empfang von Parametern und reagiert wie folgt:

- Wenn seit 5 Tagen keine Gewichtsdaten eingegangen sind, wird dem Patienten ein SMS geschickt mit einer Aufforderung, die Messung fortzuführen.
- Wenn seit 10 Tagen keine Gewichtsdaten eingegangen sind, erhält der Arzt eine E-Mail mit der Aufforderung, Kontakt mit dem Patienten aufzunehmen.

### Vorbedingungen

Es wird davon ausgegangen, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Anwendungen sind bei allen Aktoren eingerichtet und lauffähig.
- Die entsprechenden Berechtigungen sind erteilt.
- Keines der benutzten medizinischen Geräte hat Schnittstellen, welche die Daten elektronisch an das mobile Gerät übermitteln können.

### Prozessübersicht Anwendungsszenario

Die Abbildung 4.5 illustriert die Top-Down Sicht des Prozesses mit zwei Aktoren als Informationslieferanten und einem Akteur auf der Verbraucherseite. Die Legende ist wie folgt zu lesen:

1. Patient liest aktuelles Gewicht von seiner Waage ab.

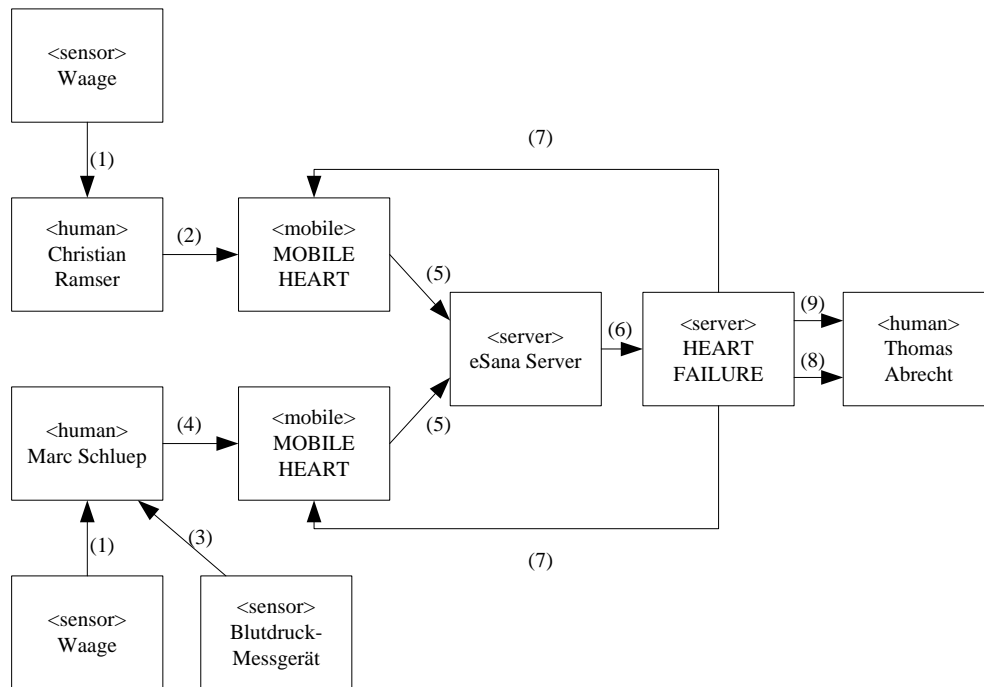


Abbildung 4.5: Prozessübersicht bei entfernter Überwachung herzinsuffizienter Patienten.

2. Patient füllt Daten in seinem mobilen Prozess aus.
3. Patient liest den systolischen und diastolischen Blutdruck vom Blutdruckmessgerät ab.
4. Patient füllt Daten in seinem mobilen Prozess aus.
5. Patient übermittelt eingegebene Daten an den eSana Server.
6. Der eSana Server übermittelt die Daten an den Verbraucher **HeartFailure**.
7. Periodische Überprüfung: Wurden seit 5 Tagen keine Daten vom Patienten empfangen, wird eine SMS an ihn geschickt.
8. Interaktion zwischen dem Verbraucher **HeartFailure** und dem Arzt.
9. Periodische Überprüfung: Wurden seit 10 Tagen keine Daten vom Patienten empfangen, wird eine E-Mail an den Arzt geschickt.

#### **Mobiler Prozess beim Patienten Christian Ramser**

Der mobile Prozess in der Abbildung 4.6 beim Patienten Christian Ramser beginnt mit der Überprüfung, ob er periodisch Daten übermittelt (1). Hat die letzte Übermittlung vor mehr als zwei Tagen stattgefunden, wird er gewarnt (2). Danach muss er sein Gewicht eingeben (3).

Ist eine klare Gewichtszunahme messbar, wird der Patient gleich im Prozess gewarnt, dass er den Arzt kontaktieren sollte (4). Ansonsten muss er aufgrund seiner Diabetes den Blutzuckerwert eingeben (5). Um die kontinuierliche Reduzierung der Nikotinabhängigkeit zu überwachen, gibt der Patient danach seinen Konsum an (6, Anzahl Zigaretten oder Kaugummis in den letzten 24 Stunden).

Da Christian Ramser aufgrund des Wassers in den Beinen häufig nachts auf die Toilette muss, wird diese Frequenz im nächsten Prozessschritt beantwortet (7). Seine Appetitlosigkeit wird danach eruiert (8).

Die moderaten körperlichen Aktivitäten, die ihm der Hausarzt empfohlen hat, werden im nächsten Prozessschritt abgefragt (9). Je nach Abmachung kann dies eine Angabe sein über die Anzahl Minuten Training seit der letzten Messung (z.B. auf Hometrainer) oder schlicht die Anzahl Schritte gemäss einem separaten (oder auf dem mobilen Gerät integrierten) Schrittzähler.

Am Ende werden die Daten übermittelt (10) und der Erfolgsfall entsprechend angezeigt (11). Im Fehlerfall (12) kann der Patient entscheiden, ob er die Daten zwischenspeichern (13), den Versuch noch einmal starten (14) oder die ganze Eingabe abbrechen möchte (15).

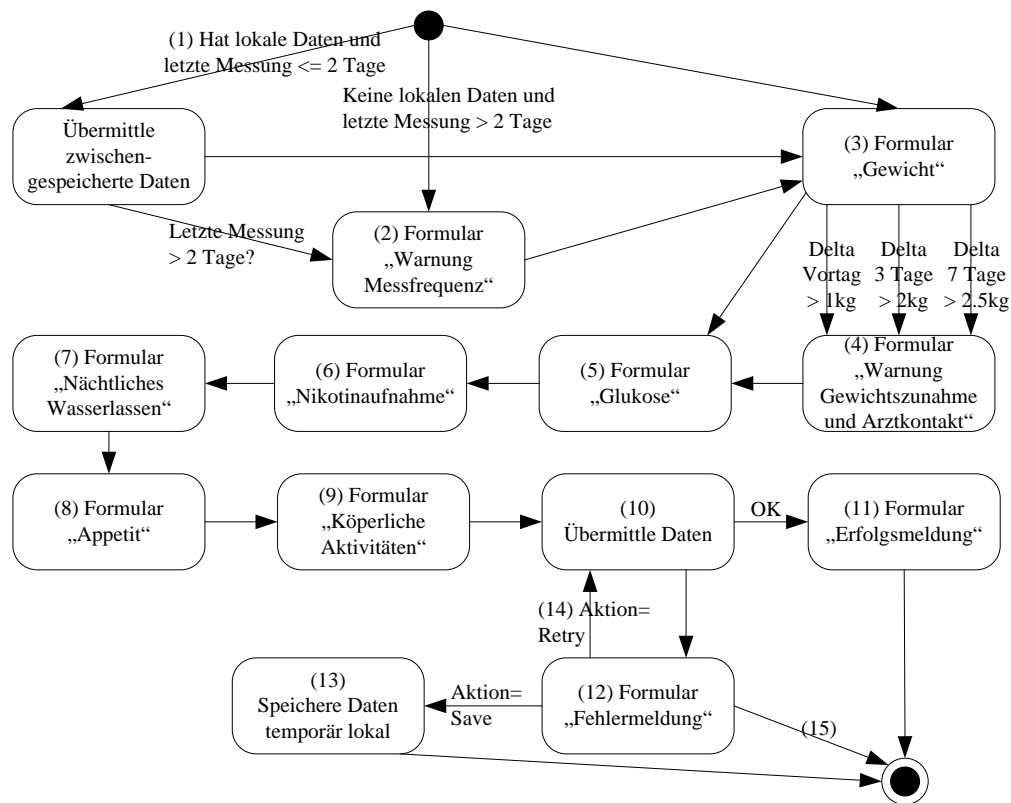


Abbildung 4.6: Mobiler Prozess beim herzinsuffizienten Patienten Christian Ramser.

### Mobiler Prozess beim Patienten Marc Schluep

Beim Patienten Marc Schluep beginnt der Prozess (siehe Abbildung 4.7) analog wie bei Christian Ramser. Nach der Gewichtseingabe (1) wird er jedoch aufgefordert, den systolischen und diastolischen Blutdruckwert einzugeben (2). Aufgrund seiner Atmungsprobleme wird er danach gefragt, wie sein Schlaf war und ob er Kissen benötigt um in eine aufrechtere Position zu gelangen (3).

Die mit seiner Erkrankung zusammenhängende Unruhe wird im Anschluss darauf bestimmt (4). Analog wie beim Patienten Christian Ramser werden am Ende noch Angaben zu seinen körperlichen Aktivitäten abgefragt (5). Die Übermittlung der Daten an den eSana Server ist schlussendlich analog wie beim vorangehenden Prozess (6 und 7).

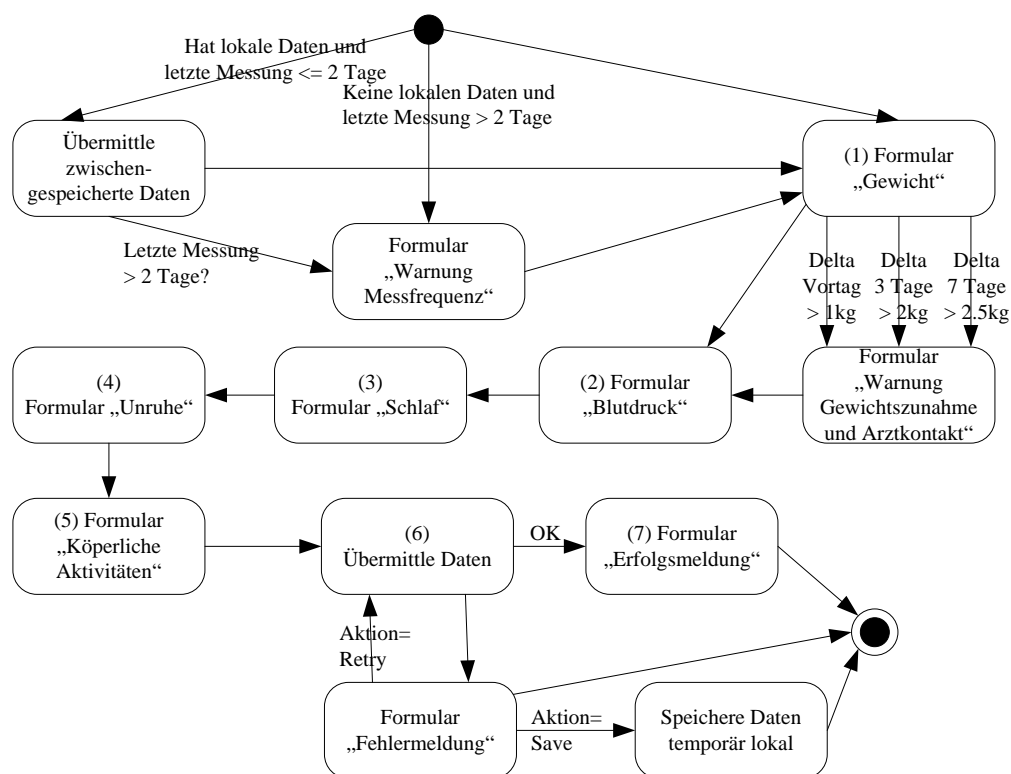


Abbildung 4.7: Mobiler Prozess beim herzinsuffizienten Patienten Marc Schluep.

### Bewertung des Anwendungsfalles

In der Tabelle 4.3 wird der Anwendungsfall „Entfernte Überwachung bei Herzinsuffizienz“ anhand der im Abschnitt 2.4.1 auf Seite 18 beschriebenen Dimensionen bewertet.

Tabelle 4.3: Kategorisierung Anwendungsfall „Entfernte Überwachung bei Herzinsuffizienz“.

Dimension	Bewertung
Anwendungszweck	Klinisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> <li>• Überwachung Primärpflege</li> </ul>
Anwendungsfeld	Home Care
Umgebung	Es wird zwischen den Akteuren unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christian Ramser und Marc Schluep sind mobil</li> <li>• Thomas Abrecht ist in der Praxis</li> </ul>
Kommunikationsinfrastruktur	Mobiles Netzwerk wie GSM oder UMTS
Übertragungsoptionen	Asynchron

#### 4.4.4 Weitere Anwendungsfälle

##### Zweitmeinung in der Dermatologie

Dieser in [Wen08] vorgestellte Anwendungsfall findet im medizinischen Anwendungsfeld Dermatologie (siehe Einführung im Abschnitt 3.4.1 auf Seite 52) statt<sup>2</sup>. Der geographische Kontext ist typischerweise ein Pflegeheim mit Patienten und Pflegern, bzw. internen Ärzten. Letztere sind häufig mit dermatologischen Situationen konfrontiert (Schürfwunden, offene Wunden, etc.) für deren Beurteilung eine Zweitmeinung, in diesem Fall von einem Dermatologen, wünschenswert ist.

Ein mobiles Gerät erlaubt ihnen die Erfassung der wichtigsten physiologischen Parameter des Patienten (z.B. Juckreiz). Auch werden Fotoaufnahmen der betroffenen Stelle gemacht. Sämtliche Angaben werden an den eSana Server übermittelt, welches diese an den Verbraucher **DermaOpinion** weiterleitet.

Angeschlossene Dermatologen haben die Möglichkeit, in ihrer Praxis die Fälle anzusehen und zu beurteilen. Gegebenenfalls wird eine eingehende Untersuchung bei einem Spezialisten empfohlen.

Dieser Anwendungsfall weist mehrere Besonderheiten auf: Auf der Informationslieferanten-Seite bedient ein Pfleger die mobile Anwendung als Stellvertreter für einen Patienten. Die hat mehrere Folgen: Einerseits kann der Pfleger durch seine Ausbildung bedeutend komplexere Fragestellungen beantworten als der Patient. Andererseits muss die mobile Anwendung in der Lage sein, physiologische

<sup>2</sup>Dieser Anwendungsfall wurde ausserdem am 16. Februar 2009 mit Dr. med. Hermann Kollmar und Dr. Anthony Dyson bei Medgate im Rahmen des LoCa-Projekts besprochen.



Parameter beliebig vieler Patienten zu erfassen. Das heisst, das mobile Gerät kann nicht mehr als Surrogat für einen Patienten betrachtet werden.

Eine weitere Besonderheit ist die Tatsache, dass auf der Verbraucher-Seite beliebig viele Dermatologen sein können (z.B. in einem medizinischen Kommunikationszentrum, MCC), welche die Fälle begutachten. Die *DermaOpinion* Anwendung kann einen Fall auch mehreren Gutachtern zur Verfügung stellen um somit ein ausgewogeneres Ergebnis zu erhalten.

### Kontinuierliche Überwachung mehrerer Parameter

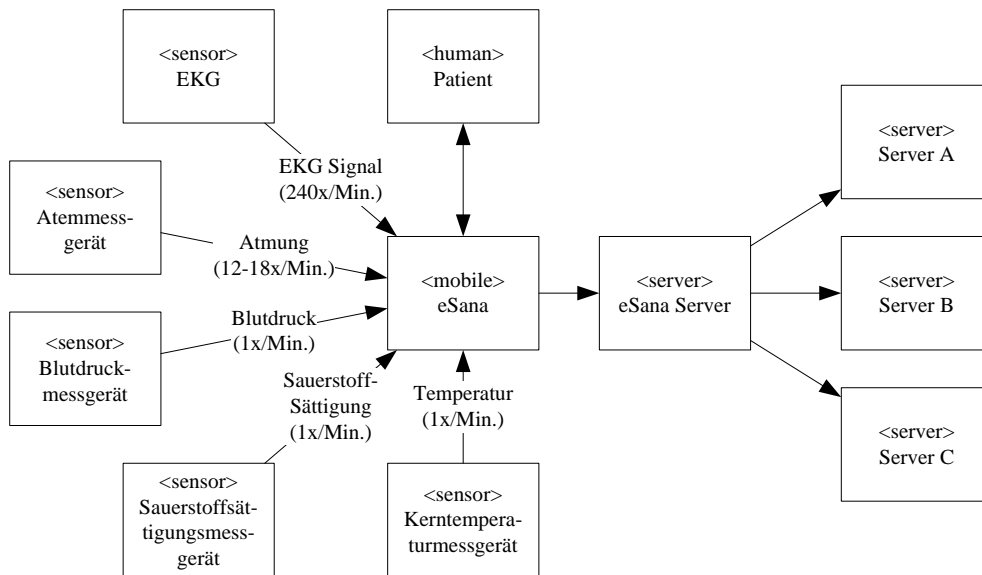


Abbildung 4.8: Übersicht für die kontinuierliche Messung von Vitalparametern.

Dieser Anwendungsfall ist nicht an ein spezifisches Krankheitsbild gebunden und beschreibt, wie Daten kontinuierlich gemessen und auf explizite Anweisung hin übermittelt werden können (angelehnt an [Var07, Abbildung 2]). Eine Übersicht wird in der Abbildung 4.8 gegeben: mehrere Geräte übermitteln ständig Daten an die mobile Station. Sobald der Nutzer genug gemessen hat, werden die Messungen gestoppt und die Übertragung gestartet. Die Verteilplattform versendet dann beliebige Teilmengen der Daten an eine Reihe von Empfängern zur Auswertung.

Die Prozesssicht ist etwas komplexer als beim vorangehenden Anwendungsfall. Der Patient interagiert praktisch nicht mehr mit dem mobilen Gerät und ist lediglich für das Starten der Übermittlung verantwortlich. Während das System auf seine Eingabe wartet, werden kontinuierlich Daten aus der Umgebung gesammelt und lokal gespeichert. Ein solcher Prozessablauf wird in der Abbildung 4.9 illustriert.

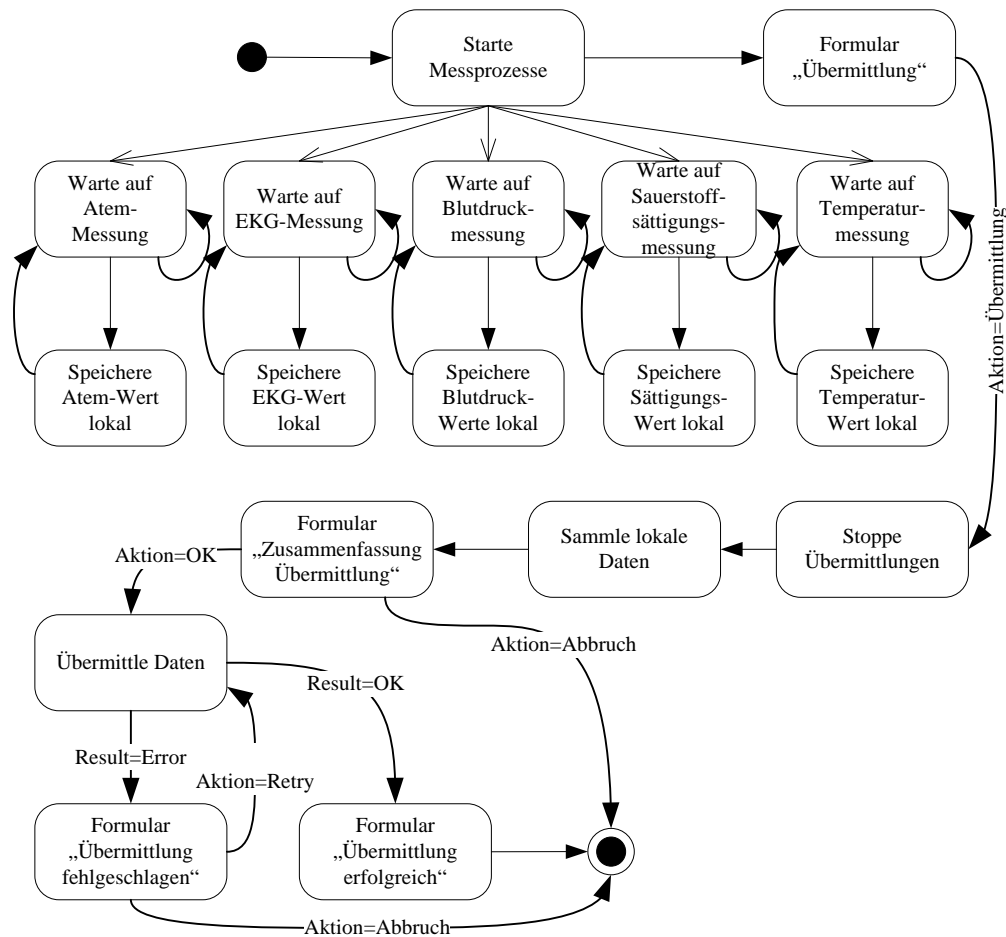


Abbildung 4.9: Prozess für die kontinuierliche Messung von Vitalparametern.

Die einzelnen Messungen werden asynchron zu Beginn gestartet. Danach wird ein Formular dargestellt, welches den Nutzer auffordert, die Übertragung zu starten. Sobald er dies gemacht hat, werden die Messungen gestoppt und die Übertragung gestartet. Während der Messphase werden die Daten lokal zwischengespeichert.

## 4.5 Einsatzgebiete des eSana Frameworks

Die in diesem Kapitel grob und im Kapitel 6 auf Seite 123 detailliert beschriebene Funktionalität des eSana Framework ist auf medizinische Anwendungsfälle ausgerichtet. Dafür sprechen unter anderem die Individualisierungsmöglichkeiten pro Anwender, die Prozessorientierung der zu erfassenden Werte, die Kontext-Berücksichtigung beim Anwender und die Transformationsmöglichkeiten auf der Verteilplattform.

Dennoch ist das Framework so ausgerichtet, dass die Abstrahierungen auch für Konkretisierungen in anderen Problemdomänen verwendet werden kann. Dies ist nicht unbedingt wünschenswert, da die Evolution des Frameworks immer die Bedürfnisse im medizinischen Sektor priorität berücksichtigen wird.

Denkbar wäre beispielsweise der Einsatz mit Aussendienstmitarbeitern im Versicherungswesen. Der auf dem mobilen Gerät abgearbeitete Prozess entspricht somit einer mobilen Auftragserfassung. Diese Art von Anwendung würde jedoch die Personalisierungsmöglichkeiten auf dem mobilen Gerät, die Berücksichtigung von Kontext und die Verteilungsmöglichkeiten an mehrere Verbraucher nicht oder nur ungenügend einsetzen.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass eine Untermenge der im eSana Framework zur Verfügung gestellten Funktionalität durchaus für andere Problemdomänen eingesetzt werden kann, nicht aber dafür ausgerichtet ist.



## Kapitel 5

# Kontextinformationen auf mobilen Geräten

Mobile Geräte erlauben bedeutend mehr Einsatzszenarien als stationäre Geräte. Diese Vielzahl an Situationen können durch Kontextinformationen unterstützt werden; die Kommunikation des mobilen Geräts mit der Umgebung ist heute dank vielfältiger Schnittstellen auf technischer Ebene möglich. Eine solche Möglichkeit wird beispielsweise in [MRF<sup>+</sup>03] anhand mobiler Geräte in einem Krankenhaus illustriert.

### 5.1 Kontextinformationen zur Charakterisierung einer Situation

Dieser Abschnitt beschreibt die Bedeutung von Kontextinformationen angewandt auf Szenarien im Gesundheitswesen und kategorisiert verschiedene Aspekte von Kontext.

#### 5.1.1 Einführung in Kontext

Wie in [Dey01] gezeigt wird, verwenden verschiedene Autoren unterschiedliche Definitionen des Begriffes Kontext. In diesem Kapitel wird auf die Definition von [Dey01] Bezug genommen. Er beschreibt Kontext als

„jede Information welche zur Charakterisierung der Situation einer Entität verwendet werden kann. Eine Entität ist eine Person, ein Ort oder ein Objekt welches für die Interaktion zwischen einem Benutzer und einer Anwendung als relevant erachtet wird.“ [Dey01, Seite 5]

In [AM00, Seite 37] wird die minimale Menge von nötigem Kontext anhand der „fünf W’s“ beschrieben: *Who (Wer)*, *What (Was)*, *Where (Wo)*, *When*

(*Wann*), *Why* (*Weshalb*). In der Tabelle 5.1 werden diese unterschiedlichen Aspekte genauer beschrieben und mit Referenzen auf die Literatur versehen, wo sie umgesetzt worden sind, wenn möglich anhand eines Szenarios im Gesundheitswesen.

Tabelle 5.1: Die „fünf W’s“ von Kontext nach [AM00].

W	Aspekt	Beispiele
Wer	Profil, Identität	<p>Der aktuelle Benutzer des Systems ist normalerweise der Anwendung, insbesondere wenn das Gerät als Surrogat vom Benutzer definiert werden kann, bekannt. Diese Information ist Teil vom Kontext und kann verwendet werden, um personalisierte Empfehlungen, z.B. basierend auf vergangenen Entscheidungen des aktuellen oder anderen Benutzern, zu präsentieren. In [YZZ<sup>+</sup>06] wird ein hybrider Ansatz für kontextbewusste Medienempfehlungen beschrieben; ein solcher Ansatz kann verwendet werden, um die Benutzerpräferenzen mit der Menge der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu vergleichen. In einem stationären Umfeld erlaubt es die dem Profil zugeordnete Rolle ein Berechtigungsmanagement einzubinden, um den Zugriff auf Teilaspekte einzuschränken. Mögliche Elemente des Benutzerprofils sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eindeutige Identifizierung im Netzwerk.</li> <li>• Präferenzen wie Sprache oder Kommunikationsform.</li> <li>• Geschichte ausgeführter Aktionen.</li> <li>• Geschichte ausgewählter Elemente, wie beispielsweise Dauer der letzten Trainingseinheit.</li> <li>• Lokale Gegebenheiten des mobilen Geräts wie z.B. Auflösung, Farben, Kamerafähigkeiten, etc.</li> </ul>

Tabelle 5.1: Die „fünf W’s“ von Kontext nach [AM00].

<b>W</b>	<b>Aspekt</b>	<b>Beispiele</b>
Was	Aktivität	Die Bestimmung der aktuellen Handlung des Benutzers anhand von Kontextinformationen ist der Fokus von vielen Computer Supported Cooperative Work (CSCW) Ansätzen. Sowohl in [TFG06], [TF08] wie auch [SH06] werden kontextbewusste und aktivitätsbasierte Anwendungen in Krankenhäusern beschrieben. In [CRS <sup>+</sup> 04] wird der Begriff der computer-supported coordinated care (CSCC) in einem Pflegenetzwerk für Ältere eingeführt. In [BAL08] wird die CRN Toolbox beschrieben, welche ein Rapid Prototyping von aktivitätserkennenden Anwendungen erlaubt; diese werden anhand von Beispielen im Gesundheitswesen illustriert. Schlussendlich beschreibt [KCL06] wie man die aktuelle Aktivität bestimmen kann um Senioren zu unterstützen. Eine Übersicht über verschiedene Methoden, um Aktivitätserkennungen zu modellieren, wird in [KHC10] gegeben.

Tabelle 5.1: Die „fünf W’s“ von Kontext nach [AM00].

W	Aspekt	Beispiele
Wo	Position	<p><i>Semantisch:</i> Eine semantische Position (z.B. „Universität Fribourg, zweiter Stock“) kann in geschlossenen Umgebungen wie Krankenhäusern hilfreich sein. Entsprechende Methoden sind WLAN Positionierungen oder Signalmelder. [SH06] beschreiben eine mobile elektronische Patientenakte um den Informationszugriff in einer Krankenhausabteilung zu verbessern. Der Pinpoint Ansatz in [Rot02] nutzt semantische Server um numerische Positionen (z.B. GPS Koordinaten) in semantische Ortsinformationen umzuwandeln. In der Arbeit von [PWG06] wird ein Projekt vorgestellt, womit anhand von mehreren Überwachungskameras in einem Gebäude Personen erkannt und deren Aktivitäten zusammengefasst werden können. Ein Ausblick wird in [BKH08] geboten, welches aufgrund einer historischen Analyse zum Schluss kommt, dass zukünftige Location Based Services proaktiv sein werden und den Benutzer ins Zentrum stellen. [FG10] liefert eine Übersicht von Indoor-Positionierungssystemen, welche für Notfälle (z.B. für die Feuerwehr) zur Verwendung kommen können und illustriert die Abhängigkeit zwischen Messqualität und Installationsaufwand.</p>
		<p><i>Numerisch:</i> Numerische Werte sind die traditionelle Repräsentierung geographischer Positionen. Typischerweise wird ein GPS Gerät verwendet, um die Position eines Akteurs (z.B. Patient) zu messen, wenn ein bestimmtes Ereignis auftritt (z.B. Übermittlung von kritischen medizinischen Informationen). Eine solche Kombination wird in [LML<sup>+</sup>04] behandelt. Ein recht neues Problem in diesem Zusammenhang entsteht bei der Sicherstellung der Authentizität einer Position; dies wird in [GTFRIRG08] beschrieben und mögliche Ansätze illustriert.</p>



Tabelle 5.1: Die „fünf W’s“ von Kontext nach [AM00].

W	Aspekt	Beispiele
Wann	Zeitpunkt, Dauer	<p>Die aktuelle Zeit kann eine mächtige Kontextinformation darstellen, insbesondere in Kombination mit anderen Quellen. Die Verwendung der Dimension Zeit in einem CSCW Szenario für eine chirurgische Abteilung wird in [Bar00] beschrieben. Die aktuelle Systemzeit ist nur eine Ausprägung dieser Dimension. Weitere sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitspanne</li> <li>• Zeitdauer</li> <li>• Verbleibende Zeit</li> <li>• Abgelaufene Zeit</li> <li>• Zeitzone</li> <li>• Zeitbahn (engl. temporal trajectories, siehe [RDP06])</li> <li>• Zeitrhythmus (engl. temporal rhythms, siehe [RDP06])</li> <li>• Zeithorizont (engl. temporal horizons, siehe [RDP06])</li> </ul>
Weshalb	Grund, Zustand	<p>Die Motivation des aktuellen Benutzers für das Auslösen einer bestimmten Aktion kann unter Umständen sehr schwierig zu bestimmen sein. In einem Gesundheitsszenario jedoch kann der aktuelle Zustand des Benutzers (Herzaktivität, Temperatur) ein gutes Indiz für den emotionalen Zustand eines Patienten geben. Häufig lässt sich diese Kontextdimension aus anderen Informationen wie der Position und der Aktivität ableiten.</p>

Verschiedene Arbeiten beschreiben die Verwendung von Kontextinformationen in einem Gesundheitsszenario. In [BSC<sup>+</sup>04] wird die Vision eines „smart hospital“ vorgestellt und eine Architektur für die Behandlung der wichtigsten Elemente vorgeschlagen. In [FG06] wird ein Anwendungsfall in einem solchen Krankenhaus konkret mit RFID Elementen ausgestattet, welche unter anderem das Wiederauffinden von Ressourcen vereinfacht. Ein Ausblick auf ein mit RFID

ausgestattetes Krankenhaus wird in [BP10] gegeben. Das CASCOT Projekt berücksichtigt mehrere Aspekte allgegenwärtiger (pervasive, ubiquitous) eHealth Anwendungen. Es basiert auf einer intelligenten P2P Infrastruktur und berücksichtigt die sichere Planung von Dienst-Kompositionen (siehe [LCB<sup>+</sup>06]) und Performanz-Aspekte für die Kommunikation in einem drahtlosen mobilen Netzwerk (siehe [HvPSS06]).

In [Che04] wird die Verwendung von OWL basierenden Kontextontologien für pervasive Umgebungen beschrieben. Ausserdem bietet der Vorschlag in [PVdBW<sup>+</sup>04] ein Ausgangspunkt für Kontextontologien in Bezug auf Umgebungsintelligenz (engl. ambient intelligence) welche als Basis für die folgenden Abschnitte verwendet wird. Auch in [ABD<sup>+</sup>04] wird unter dem Stichwort „Ambient Awareness“ unterstrichen, dass die Erfassung der Umgebungsinformation einen wichtigen Beitrag zur Bestimmung der aktuellen Benutzersituation darstellt. [DHH07] beschreibt ein XML basierendes Framework, welches dazu dient, Kontextinformationen zu ermitteln und zu sammeln um darauf basierend Anwendungen zu entwickeln. In [dRESdS08] wird ausserdem eine Middleware vorgestellt, welche den Anforderungen eines kontextabhängigen Systems gerecht wird. Eine Übersicht verschiedener kontextbewusster Systeme findet man bei [BDR07].

## 5.2 Beispiele von Kontextontologien

Dieser Abschnitt beschreibt zwei Kontextontologien für verschiedene Anwendungsfälle anhand von zwei Beispielen.

- Der Anwendungsfall „Apothekensuche“ beschreibt ein Beispiel eines medizinischen Informationssystems, welches es dem Benutzer ermöglicht, Informationen abzurufen, in diesem Falle Apotheken, unter Verwendung von Kontextinformationen. Ziel ist es, dem Benutzer eine möglichst optimale Ergebnismenge angeben zu können.
- Der zweite Anwendungsfall erweitert die Ursprungsidee des Systems (siehe Abschnitt 4.2.1 auf Seite 74), die Übermittlung von physiologischen Parametern, indem zusätzliche Kontextinformationen automatisch mitgeliefert werden, welche vom Hausarzt definiert werden können.

### 5.2.1 Anwendungsfall Apothekensuche

#### Beschreibung der Kontextinformationen

In diesem Anwendungsfall wird dem Benutzer die Möglichkeit gegeben, eine Liste von Apotheken anzeigen zu lassen, welche abhängig sind von der geographischen Position, den Präferenzen des Benutzers und der aktuellen Zeit. Die Abbildung 5.1 illustriert die verwendete Ontologie der übermittelten Parameter für diese Anwendung.

Sie berücksichtigt die folgenden kontextuellen Informationen:

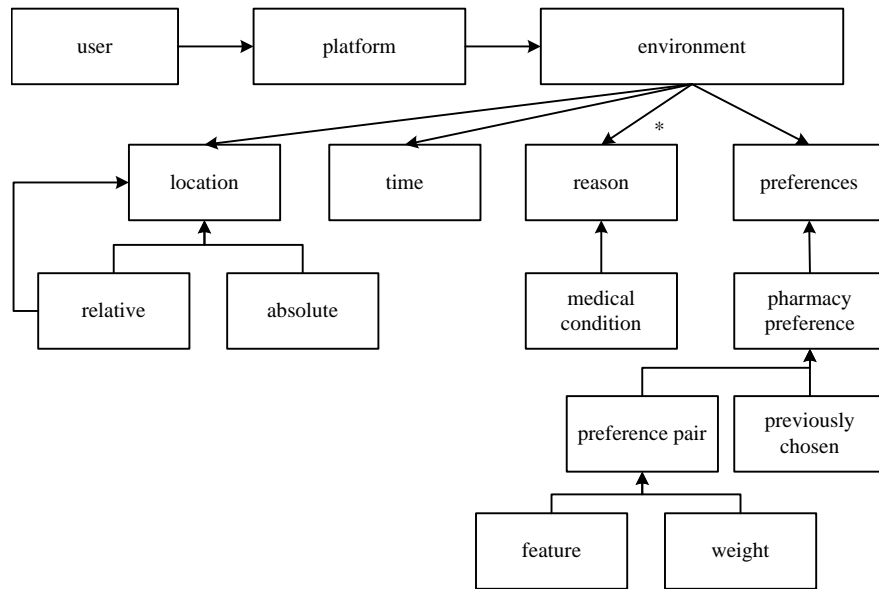


Abbildung 5.1: Kontextontologie für den Anwendungsfall „Apothekensuche“ (aus [SSM07b]).

- **Ort** (location): Mobile Geräte mit Ortungsmöglichkeiten sind in den letzten Jahren auch für Endbenutzer erschwinglich geworden. Typischerweise enthalten diese ein GPS Modul, welches die aktuelle numerische Position bestimmen kann. Diese Information kann mittels des JSR 179 Standards (Location API for J2ME, siehe [Sch04, Seite 291] und [AR09] für einen Überblick der Version 2.0) bestimmt werden. Andere Ansätze benötigen häufig den Einsatz der Infrastruktur-Betreiber oder sind ungenau und werden hier nicht weiter beschrieben.
- **Zeit** (time): Die aktuelle Zeit ist Teil des Kontextes. Es liegt in der Natur der Anwendung, dass verschiedene Zeitzonen berücksichtigt werden müssen (da ein solcher Dienst im Ausland eingesetzt werden soll). Es wird angenommen, dass der Benutzer die aktuelle Zeit auf seinem mobilen Endgerät richtig eingestellt hat. Ein anderer Ansatz ist die Berechnung der Zeitzone anhand der aktuellen geographischen Position. Die aktuelle Zeit wird unter anderem mit den Öffnungszeiten der anzuzeigenden Apotheken verglichen.
- **Grund** (reason): Der Benutzer sollte den Grund für seine Apothekensuche manuell angeben. Diese Information kann nicht implizit von einer Kontextinformation abgeleitet werden. Da die Anwendung Teil einer Suite ist, welche der Benutzer verwendet, um seine Krankengeschichte zu dokumentieren, bzw. übermitteln, werden die vorgeschlagenen Gründe sich mit dem Krankheitsbild widerspiegeln. Intern werden die Begründungen als Unter-

menge der ICD-10 Klassifikation (siehe [WHO04]) behandelt. Diese Information ist optional.

- **Präferenzen** (preferences): Es ist möglich, eine Liste persönlicher Präferenzen anzugeben. Diese können beispielsweise Sprachvorzüge sein („Bevorzuge Apotheken mit Angestellten die entweder Deutsch oder Französisch sprechen“). Ausserdem wird eine Liste von bei anderen Gelegenheiten besuchten Apotheken als Präferenzliste in den Kontextinformationen berücksichtigt.

### Ablauf für den Anwendungsfall Apothekensuche

Das Sequenzdiagramm in der Abbildung 5.2 illustriert die verschiedenen Komponenten und Akteure in diesem Anwendungsfall. Die Berechnung einer auf den Benutzer angepassten Apothekenliste wird hier nicht erläutert; die Einbeziehung von kontextuellen Informationen in Empfehlungssysteme wird in [ASST05] und [ZSL05] beschrieben.

Wichtig ist die Feststellung, dass sowohl zwischen der Anwendung und dem Server, wie auch zwischen der Anwendung und dem Kontext, optional ein Netzwerk liegt. In ersterem Fall wird es sich typischerweise um ein WAN handeln, in der Regel dem Internet. Im zweiten Fall kommt unter Umständen Bluetooth zum Zuge. Auf diesen Anwendungsfall bezogen heisst dies, dass z.B. mobile Geräte ohne integrierte Positionsbestimmung per Bluetooth auf ein umliegendes GPS Gerät hören können und die aktuelle Position so erhalten.

### 5.2.2 Anwendungsfall Übermittlung physiologische Parameter

Dieser Anwendungsfall basiert auf der grundsätzlichen Idee zur Übermittlung von physiologischen Parametern (z.B. Blutzuckerwerte) an einen Server, von welchem aus diese Werte an eine Reihe von registrierten Verbrauchern (siehe Abschnitt 4.2.2 auf Seite 76 oder bei [SIM<sup>+</sup>06]) weitergeleitet werden. Eine Erweiterung vom Anwendungsfall ist die Einbeziehung von Kontextinformationen, welche die medizinische Fachperson bei der Entscheidungsfindung und der Analyse unterstützen.

### Beschreibung der Kontextinformationen

Die Benutzerschnittstelle ist in diesem Anwendungsfall pro Patient von der medizinischen Fachperson, z.B. dem Hausarzt, festgelegt und wird dynamisch angezeigt. Das bedeutet, dass die Fachperson die Kontextontologie selbst definiert (ggf. basierend auf vorbereiteten Vorlagen). Ein Beispiel für den Diabetesfall wird in der Abbildung 5.3 illustriert. Eine Erweiterung dieses Mechanismus verknüpft diese Informationen mit einer Liste von (potentiell) verfügbaren Endgeräten, welche ihre Werte periodisch oder auf Anfrage übermitteln. Dies wird zur Laufzeit bestimmt und die Benutzerschnittstelle passt sich automatisch der Situation an.

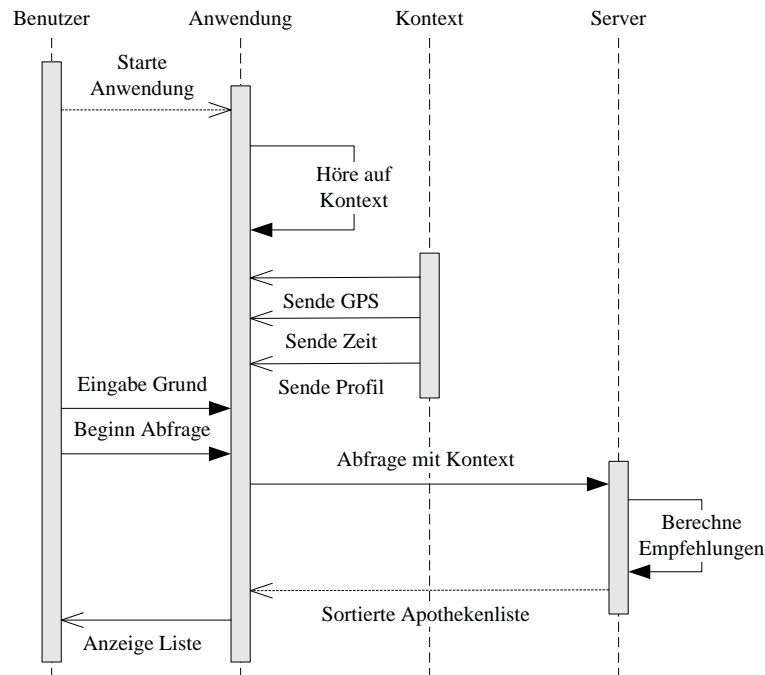


Abbildung 5.2: Sequenzdiagramm für den Anwendungsfall „Apothekensuche“.

Das bedeutet, dass die Benutzerschnittstelle sich so anpasst, dass nur diejenigen Werte eingegeben werden müssen, welche nicht über den Kontext eruiert werden können. Eine mögliche Implementierung dieses Anpassungsmechanismus wird im Abschnitt 5.3.2 auf Seite 114 beschrieben.

### 5.2.3 LoCa: Location and context-aware infrastructure for eHealth applications

Das LoCa Projekt, beschrieben in [MSB<sup>+</sup>08], setzt den konkreten Einbezug von Kontextparametern mit Hilfe von einem Kontextmodell um. Als Anwendungsdomänen sind dabei Home Care und Stationary Care definiert. Demzufolge sind die Akteure einerseits Patienten und andererseits Ärzte. Die Kontextparameter beeinflussen unter anderem die folgenden Eigenschaften des Systems:

- Die Benutzeroberfläche reagiert auf die aktuelle Situation und schlägt dem Nutzer des mobilen Systems die nächsten Aktionen vor. Dieser Ansatz ist in [VM10] beschrieben anhand der Beschreibungssprache UIML.
- Auch die Prozesse werden mit Hilfe der kontextuellen Parameter beeinflusst, so dass die Abläufe sich je nach Umgebung unterscheiden können.

Detailliertere Informationen zu den oben erwähnten Auswirkungen findet man bei [FMM<sup>+</sup>09]. Eine allgemeinere Einführung befindet sich in [MSV<sup>+</sup>09].

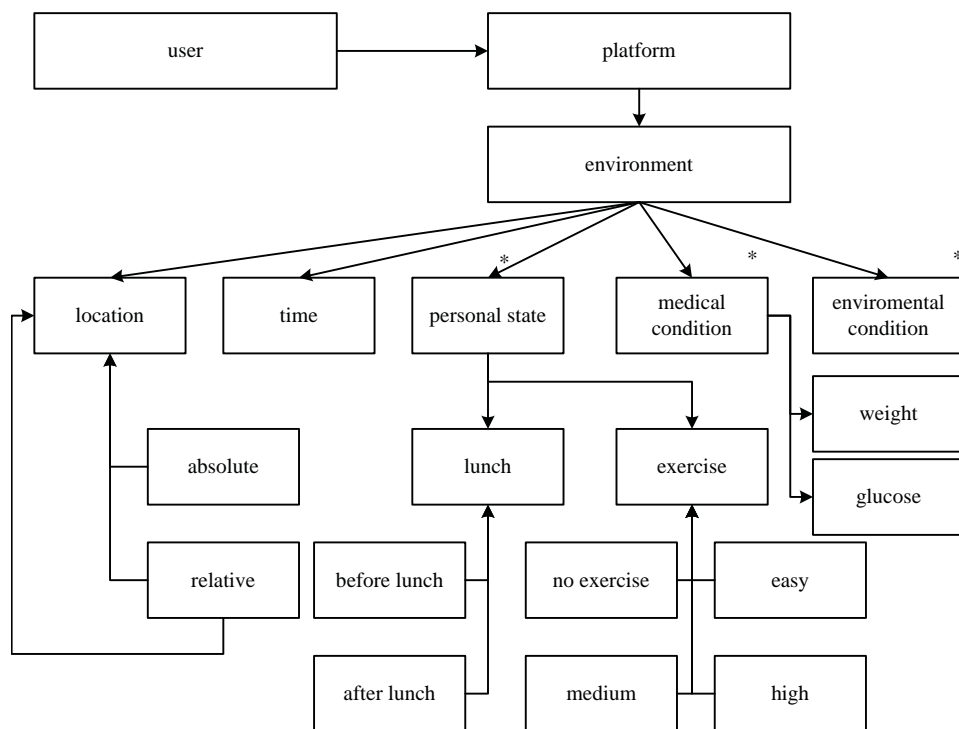


Abbildung 5.3: Kontextontologie für den Anwendungsfall „Übermittlung physiologischer Parameter“ (aus [SSM07b]).

## 5.3 Einsatz intelligenter Benutzerschnittstellen

Dieser Abschnitt beschreibt die Beeinflussung der Benutzerschnittstelle auf einem mobilen Gerät durch Informationen aus der Umgebung. Adaptive Schnittstellen werden in [Lan99] behandelt; man erhofft sich eine verbesserte Interaktion mit dem einzelnen Benutzer. Ein Framework für adaptive Benutzerschnittstellen im eHealth Umfeld wird in [VPP05] beschrieben. Diese Arbeit unterscheidet zwei grobe Gruppen von Akteuren: patienten-orientierte (Patienten, Familie, ...) und medizin-orientierte Teilnehmer (Ärzte, Krankenschwestern, ...). [BBE<sup>+</sup>02] behandeln adaptive Schnittstellen für den mobilen Web-Zugriff und unterstützen eine implizite Adaptierung der Schnittstellen um den Personalisierungsaufwand vor dem Endbenutzer zu verstecken. Auf den medizinischen Bereich angewandt wurde dies in [FRSI00], welche das Hilfesystem MMA für die erste Marsmission aufgrund von drei sich teilweise widersprechenden Modellen adaptieren: Benutzer, Situation und Aufgabe.

Der Ausblick in [Jam08] beschreibt die folgenden Bereiche bei der Adaptierung von adaptiven Benutzerschnittstellen, welche an Bedeutung gewinnen werden:

- **Diversität von Benutzern und Anwendungskontexten:** Dieser Bereich wird in diesem Kapitel anhand der anwendungsfallspezifischen Erstellung von Kontextontologien (siehe Abschnitt 5.2 auf Seite 108) beschrieben.
- **Anzahl und Komplexität interaktiver Systeme:** Obwohl sich der vorliegende Beitrag auf medizinische Anwendungen beschränkt, wird bereits anhand der im Kapitel 3 auf Seite 37 enthaltenen Umfragen klar, dass die Anwendungsmöglichkeiten vielfältig sind.
- **Domäne der Informationen, die genutzt werden:** Die Domäne beschränkt sich im vorliegenden Beitrag auf physiologische Informationen, deren Erfassung und Ausgabe.

Benutzerschnittstellen im Gesundheitswesen werden auch in [SJEB08, Seite 675] beschrieben, welche die folgenden vier Qualitätsmerkmale für die Interaktion aufzeigen:

- **Multimodal:** Schnittstellen müssen die Fähigkeit haben, Informationen verschiedener Art (z.B. visuell, auditiv, taktil) anzuzeigen und anzunehmen.
- **Personalisiert:** Die Interaktion muss möglichst auf den aktuellen Benutzer und seinen Fähigkeiten angepasst sein.
- **Multisensor:** Schnittstellen müssen auch die Fähigkeit haben, Änderungen am Benutzer oder seiner Situation zu erkennen und zu übermitteln.

- **Adaptiv:** Die Fähigkeit, das Verhalten in Echtzeit den aktuellen Gegebenheiten (Präferenzen, Einschränkungen) anzupassen.

### 5.3.1 Möglichkeiten und Einschränkungen der Benutzerinteraktion auf mobilen Geräten

Die inhärente geringe Grösse mobiler Geräte hat einige unvermeidbare Folgen. Das Display ist klein, die Eingabemöglichkeiten beschränkt, die Ausführungsgeschwindigkeiten typischerweise gering und der Arbeitsspeicher ist im Normalfall klein und eher langsam. Zusätzlich zu diesen Limitierungen kommt die Tatsache, dass mobile Geräte häufig in dunklen, lauten oder privaten Umgebungen verwendet werden. Deshalb ist die Effektivität des klassischen GUI-Designs bedeutend tiefer als gewohnt. Neuere Geräte wie beispielsweise das iPhone oder der Marke HTC haben grössere Displays mit entsprechend besseren Auflösungen; dies hat jedoch Auswirkungen auf die Batterielaufzeit und kann in Bezug auf die physische Robustheit vom Gerät problematisch sein. Multimodale Schnittstellen (engl. multimodal user interface, MUI) bieten vielversprechende Ansätze. In diesem Zusammenhang wird beispielsweise der Einsatz von Sprache bei der Steuerung von mobilen Geräten in [YD08] beschrieben. In [ECMS<sup>+</sup>08] werden mögliche Ansätze akustischer und haptischer Feedbacks untersucht.

Auf die Eingabemöglichkeiten bezogen sind die standardmässigen Werkzeuge (Zifferntastatur, Touchscreen, ggf. alphabetische Tastatur) aufgrund des Formfaktors relativ umständlich zu bedienen. In [BRSB08] wird diesbezüglich eine fünfteilige räumliche Klassifizierung vorgeschlagen, welches weitere Eingabemöglichkeiten berücksichtigt:

- Subtasks: Position, Orientierung, Selektion
- Dimension
- Relative und absolute Bewegung
- Interaktionsstil: Direkt und indirekt
- Feedback der Umgebung

Wie ausschlaggebend eine auf den Nutzer ausgerichtete Benutzerschnittstelle ist, wird in [MG06] anhand einer mobilen Lösung im Polizeieinsatz illustriert. Die Anpassung einer Standardlösung hat am Ende nach viel Frustration ungefähr gleich viel Aufwand bedeutet wie eine Partikularlösung.

### 5.3.2 Kontext-Informationen als beeinflussende Ereignisse

In [Sus08] wird Kontext als Schlüsselement beschrieben, welches eine bedeutend ergiebiger Interaktion mit einem mobilen Gerät erlaubt als mit einem stationären PC. Mobilität bedeutet, dass der Nutzer intensiver mit der Umgebung



verbunden ist; die Kommunikation bezieht sich auf das *wo* man sich befindet und *was* oder *wer* um einen herum ist. Dieser Einbezug von Kontext kompensiert die oberflächlichen Einschränkungen wie Eingabe- und Ausgabebeschränkungen und ermöglicht neuartige Schnittstellen.

In [MMR08] wird bei der Adaptierung von Benutzerschnittstellen grundlegend zwischen Laufzeit- und Designzeit-Ansätzen unterschieden. Bei letzterem Ansatz wird auf eine Reihe von spezifischen Zielplattformen hin eine Anwendung kompiliert; dies wird z.B. bei J2ME Polish verwendet (siehe [Vir05]). Ein Vorteil dieses Ansatzes ist die höhere Ausführungsgeschwindigkeit auf dem mobilen Gerät. Laufzeit-Ansätze können gemäss [MMR08, Seite 307] weiter unterschieden werden in:

- **Eigenständige Adaptierungen** (standalone adaptation): Ein spezialisiertes Programm adaptiert eine abstrakte Benutzerschnittstellendefinition zu einer spezifischen Plattform.
- **Client-Server Adaptierung** (client-server adaptation): Ein Programm auf dem mobilen Gerät kommuniziert mit einem Server um die Adaptierung zu generieren und präsentiert dann die Benutzerschnittstelle.
- **Adaptierung mit mobilen Agenten** (mobile agent adaptation): Mobile Agenten innerhalb einer Agenten-Plattform konstruieren die mobile Anwendung welche die Benutzerschnittstelle präsentiert.

Im eSana Framework wird der Client-Server-Ansatz angewendet. Benutzerschnittstellen werden auf den Nutzer der mobilen Anwendung hin personalisiert und auf einem Server zur Verfügung gestellt. Der mobile Client kommuniziert mit dem Server um die aktuellen Definitionen zur Laufzeit zu laden und generiert dann die plattformunabhängigen Benutzerschnittstellen. Einflüsse vom Umgebungskontext werden dann auf der mobilen Plattform abgehandelt.

Das Aktivitätsdiagramm in Abbildung 5.4 illustriert ein potentielles Verhalten der mobilen Anwendung wenn Informationen aus der Umgebung (z.B. elektronische Waage oder Blutzuckermessgerät mit Bluetooth Adapter) eintreffen. Die existierende Benutzerschnittstelle wird zur Laufzeit angepasst und Elemente nach unten verschoben, so dass der Patient nur Elemente ausfüllen muss, die nicht automatisch aus der Umgebung ermittelt werden können.

Die Benutzerschnittstelle unterstützt die Darstellung logischer Gruppen (z.B. Gewicht, Körperfett, Körperwasseranteil zur Gruppe „Körper“). Dies hat zur Folge, dass unter Umständen nur ein Teil der Daten über externe Messgeräte zum mobilen Gerät gelangen. In diesem Fall wird die Gruppe dupliziert und in den Kontextbereich mit der erhaltenen Information verschoben.

Die Reihenfolge der Elemente verändert sich pro Patient indem die aus der Umgebung lesbaren Informationen nach unten wandern und somit weniger hoch priorisiert werden. Dazu wird pro Element ein Zähler geführt, so dass klar ist,

welche Informationen aufgrund der automatisierten Übermittlung weniger hoch priorisiert werden sollen.

Ein möglicher Ablauf wird nachfolgend beispielhaft illustriert:

1. Der Diabetiker A startet die Anwendung. Sie stellt das Eingabeformular mit folgenden Elementen in dieser Reihenfolge dar: Blutzuckerwert, Umgebungstemperatur, Gewicht, Nüchternheit des Patienten. Diese Parameter wurden vorgängig von seinem Hausarzt definiert (siehe Abschnitt 5.2.2 auf Seite 110).
2. A misst seinen Blutzuckerwert, welcher automatisch an das mobile Gerät über Bluetooth übermittelt wird. Die Benutzerschnittstelle verschiebt den Parameter Blutzuckerwert automatisch nach unten.
3. Der elektronische Thermometer in A's Wohnung übermittelt periodisch die aktuelle Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Erstere Information wird automatisch vom mobilen Endgerät erkannt und der Parameter Umgebungstemperatur wandert nach unten. Die Kontextinformation Luftfeuchtigkeit wird vernachlässigt, da sie für die Anwendung nicht relevant ist.
4. A misst sein Gewicht. Leider hat er noch eine ältere Waage, welche die Daten nicht übermitteln kann. Deshalb gibt A das Gewicht manuell in das mobile Endgerät ein.
5. Zuletzt gibt A noch an, ob er die Messungen nüchtern durchgeführt hat oder nicht.
6. A sendet seine Daten ab, welche dann über das eSana Framework an die entsprechenden Verbraucher (siehe Abschnitt 4.2.1 auf Seite 74) weitergeleitet wird.

Im professionellen Einsatz muss jedoch für jede Anwendung evaluiert werden, wie die Schnittstelle mit dem Nutzer interagieren soll. Ein Framework für die Evaluation solcher Bedürfnisse wird in [SvEBNL08] illustriert.

Ein weiteres Beeinflussungsobjekt des Kontexts ist der aktuell laufende Prozess. So können Informationen aus dem Kontext dazu verwendet werden, den Ablauf dynamisch zu steuern. Der Übergang zu einem bestimmten Zustand kann beispielsweise von der aktuellen Position abhängig gemacht werden. Diese Möglichkeiten werden in der Architektur zur Verfügung gestellt. Die Weiterführung dieses Ansatzes ist die komplette Adaptierbarkeit eines Workflows. Eine formale Grundlage wird in [RD98] anhand des ADEPT<sub>flex</sub> Systems vorgestellt, wird aber im Rahmen des in diesem Beitrag vorgestellten Frameworks nicht weiter verfolgt.

## 5.4 Integration von Kontext in die Grobarchitektur

In diesem Abschnitt wird die kontextuelle Umgebung mit in die Grobarchitektur berücksichtigt. Dabei wird einerseits die Persistenz der Daten illustriert und

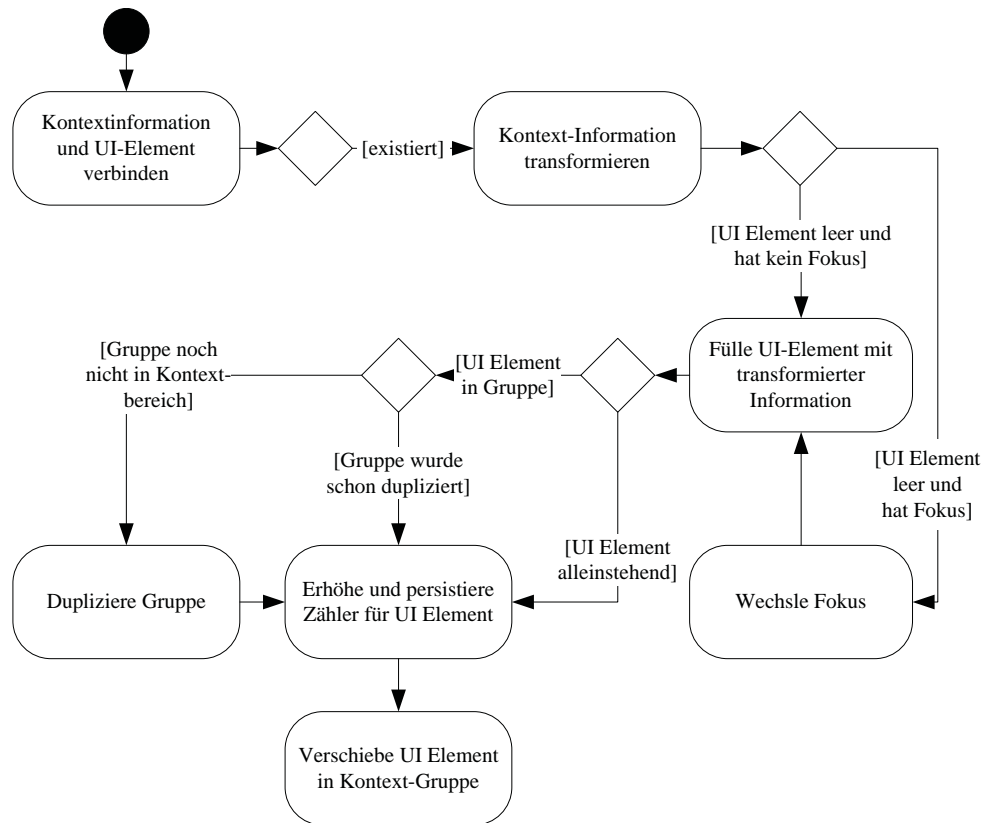


Abbildung 5.4: Aktivitätendiagramm für eine einfache Beeinflussung von Kontext auf die Benutzerschnittstelle (aus [SSM07a]).

andererseits die Integration in die logische Schichtenarchitektur auf dem mobilen Gerät.

#### 5.4.1 Sensoren

Ein wichtiger Teil von Kontextinformationen wird über Sensoren zur Verfügung gestellt. Diese lassen sich nach [Wil08] wie folgt klassifizieren:

- **Belegung oder Bewegung:** Dazu gehören z.B. akustische Sensoren oder druckempfindliche Fussmatten, welche angeben, ob sich jemand oder etwas an einem bestimmten Ort befindet. Eine oft genutzte Sensorart sind passive Infrarot Detektoren, welche kleine Änderungen im Strahlungsspektrum zwischen 4 und 20 Mikrometer entdeckt und so Aussagen treffen kann, ob sich z.B. jemand in einem Raum befindet.
- **Entfernung:** Diese Sensoren messen den Abstand zu einem bestimmten Objekt.
- **Position:** Der klassische Vertreter dieser Sensoren sind GPS-Geräte. Leider erlaubt GPS keine Bewegungsmessung innerhalb eines Gebäudes. Drahtlose Funkempfänger können mit Hilfe der Signalstärke (unter der Annahme, dass Signalstärke ungefähr mit der Entfernung gleichgesetzt werden kann) die Position auch basierend auf WLAN, Bluetooth oder GSM Signalen messen. Eine Analyse der Schlüsselfaktoren für 802.11-basierte Indoor Positionierungssysteme befindet sich in [KHE07].
- **Bewegung und Orientierung:** Im Gegensatz zu Geräten, welche die Position bestimmen, kommen Bewegungssensoren ohne Infrastruktur aus. Zu dieser Kategorie gehören beispielsweise Beschleunigungsmesser oder Magnetomesser, welche das Magnetfeld der Erde messen um die absolute Orientierung zu bestimmen.
- **Berührung:** Der z.B. in Computermäusen vorhandene Schalter erlaubt lediglich zwei Zustände, wohingegen drucksensitive Sensoren eine Reihe von Zuständen ermöglichen. Auch Touchscreens erlauben die Bestimmung der zweidimensionalen Position auf der Bildschirmoberfläche anhand des Benutzerfingers oder -stifts.
- **Blick und Augenverfolgung:** Mit diesen Sensoren, welche normalerweise direkt Reflektionen auf der Augenhornhaut messen, kann gemessen werden wohin ein Benutzer schaut oder ob er ein bestimmtes Objekt anschaut. Letzteres ist einfacher zu bewerkstelligen.
- **Sprache:** Anhand von Mikrofonen kann die Stimme des Nutzers gemessen werden. Zur Zeit ist Umgebungslärm noch relativ problematisch. Mittels einer Reihe von Mikrofonen kann die dominante Aufnahme gewählt werden

(engl. beamforming). Dieser Ansatz kann teilweise auch zur Bestimmung der Position genutzt werden. Die eigentliche Interpretation der Audiodaten ist ein reiner Softwarevorgang und kann z.B. die Interaktivität eines Systems erhöhen (siehe [YD08]).

- **Gestik:** Die Erkennung der Gesten eines Nutzers nutzt normalerweise eine Reihe von Sensoren (Beschleunigungsmesser, Videoaufnahmen). Vor Allem die Erkennung der Hand erlaubt eine Vielzahl von Anwendungen. Das von Microsoft für ihre Spielkonsole XBox 360 entwickelte System Kinect erkennt die Gesten der ausführenden Person ohne Zusatzgeräte und kommt mit einer einfachen Infrarot Kamera aus. Weitere Informationen findet man bei <http://www.xbox.com/en-us/kinect>.
- **Schnittstellen zum Gehirn:** Solche Sensoren agieren direkt mit der Hirnaktivität und erlauben es z.B. Nutzern nach dem Verlust motorischer Fähigkeiten einer Anwendung Input zu liefern.

#### 5.4.2 Persistenzschicht

Um Kontext erfassen und in eine Struktur ablegen zu können, muss ein Persistenzmodell erstellt werden, welches physisch als relationale Datenbank, XML Datenstruktur oder internes Objektmodell abgelegt werden kann. Das Entitätenbeziehungsmodell nach Chen (siehe [Che75] und [Mei07]) in der Abbildung 5.5 illustriert die verschiedenen benötigten Entitäten und deren Beziehungen untereinander.

Kontext kann sowohl aus Umgebungssensoren wie auch aus Anwendungen heraus generiert werden. Beispiele für letzteres sind z.B. Zugriff auf den Kalender oder eigene Umwandlungsfunktionalität, welche aus einer physischen GPS Position eine semantische generiert (siehe Tabelle 5.1 auf Seite 107). Ferner wird auch der Nutzer selbst als Datenerzeuger („Data Generator“) definiert, da seine Eingaben in das Kontextmodell einfließen können. Diese drei Unterscheidungen werden zur Entität Data Generator (Datenerzeuger) zusammengefasst, welche wiederum in einem Modus betrieben wird. Mögliche Betriebsarten sind:

- Push weist darauf hin, dass der Datenerzeuger von sich aus periodisch oder sporadisch die Daten sendet, ohne dass zuerst eine Verbindung aufgebaut und initialisiert werden muss.
- Bei Pull Datenerzeuger muss die lokale Anwendung, welche die Daten verarbeiten will, zuerst Kontakt aufnehmen mit dem Gerät, damit dieses die gewünschten Informationen liefert. Das Attribut Frequency gibt dabei die Abfragefrequenz an.

Ein „Subject“ kann ein Patient, ein mobiles Gerät oder ein EKG Sensor sein. Im Gegensatz dazu repräsentieren Informationen in der Entität „Context Object“

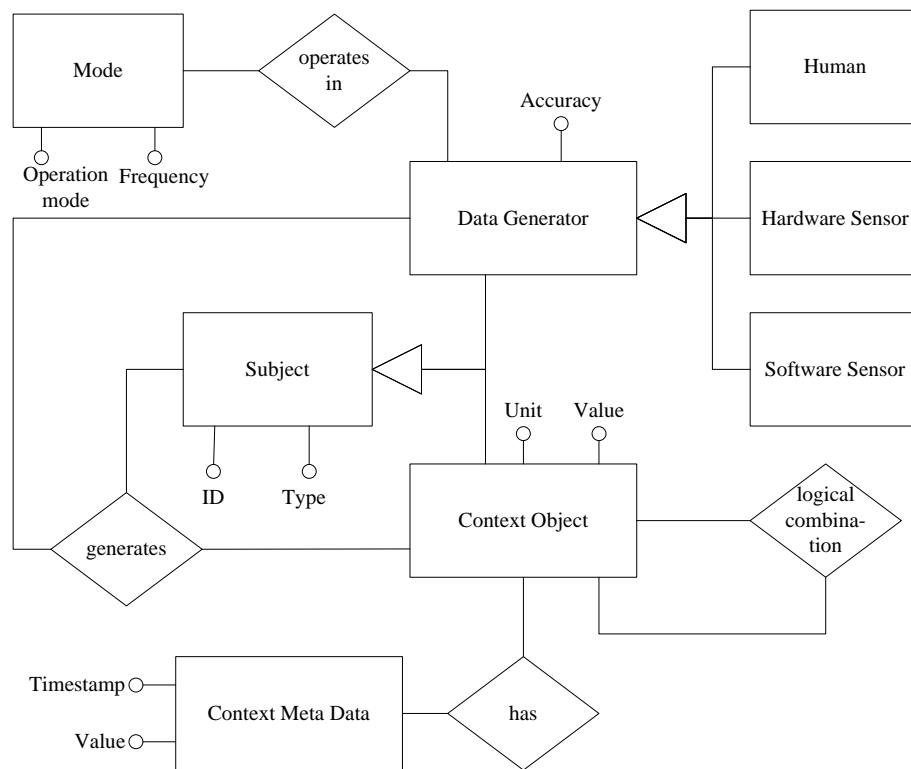


Abbildung 5.5: Entitätenbeziehungsmodell des Kontextes (aus [FMM<sup>+</sup>09]).

den aktuellen Kontext, z.B. der Wert der aktuellen Position oder ein Dokument aus der Patientenakte. Ein solcher Wert wird mit Metainformationen in der Entität „Context Meta Data“ ergänzt. Viele Sensorinformationen sind nicht atomar, wie z.B. die GPS Position welche aus dem Längen- und Breitengrad, Höhe, Geschwindigkeit, etc. besteht. Ausserdem können Softwaresensoren in vielen Fällen als Kombination von anderen atomaren Werten gesehen werden (z.B. eine Distanz als Abstraktion mehrere Positionen). Dies wird in der Beziehung „logical combination“ abgebildet.

### 5.4.3 Schichtenarchitektur

Die Integration von Kontext in die Schichtenarchitektur berücksichtigt die folgenden funktionalen Anforderungen:

- Kontextparameter beeinflussen das Verhalten von Prozessen, indem Übergänge zwischen Zuständen von ihnen abhängen.
- Kontextparameter beeinflussen die Benutzeroberfläche, indem einkommende Werte die Interaktion mit dem Benutzer visuell verändern (siehe Abschnitt 5.3.2 auf Seite 114).

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss das Kontextverwaltungsmodul als tiefste Schicht sowohl dem Benutzeroberflächenmodul wie auch dem Prozessmodul zur Verfügung stehen. In der Abbildung 5.6 wird der Aufbau der Schichten illustriert, wobei die einzelnen Schichten folgendermassen gruppiert sind:

- **Physical I/O Layer:** Die unterste Schicht beinhaltet die gesamte Kommunikation mit der Aussenwelt, d.h. dem Kontext aus der Umgebung oder den Ressourcen wie auch der Interaktion mit dem Endbenutzer des Systems. Im Paket „Context Manager“ ist unter anderem das ERM der Abbildung 5.5 auf Seite 120 und das darauf basierende Laufzeitverhalten implementiert.
- **Coordination Layer:** Handelt die gesamte Verwaltung ab und erlaubt den Zugriff auf die physische Umgebung sowie der Interaktion mit der Benutzeroberfläche.
- **Workflow Layer:** Enthält die Workflow-Engine, welche die in Artefakten beschriebenen Prozesse ausführt und auswertet.

### 5.4.4 Funktionsweise der Kontextverwaltung

Der Kontextmanager eruiert den Kontext und startet die Ableitungsfunktionalitäten, welche aufgrund der Definitionen im ERM (siehe Abschnitt 5.4.2 auf Seite 119) gegeben sind. Die Generierung der Ableitungen findet in einer Rekursion

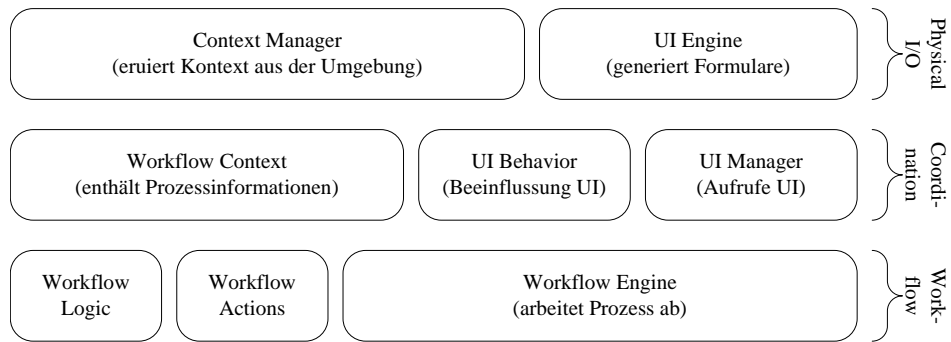


Abbildung 5.6: Kontext als Architekturkomponente.

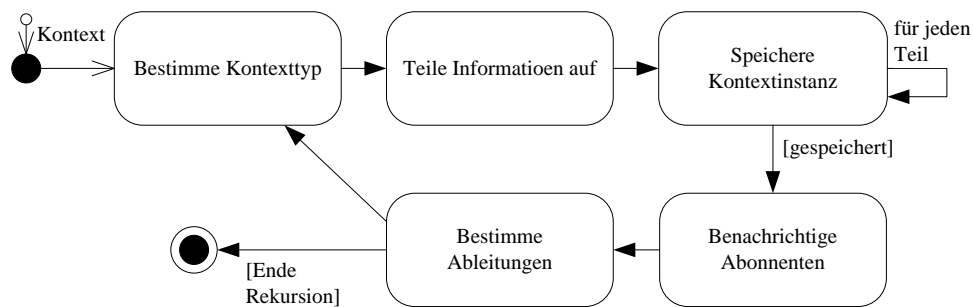


Abbildung 5.7: Aktivitätendiagramm des Kontextmanagers.

statt, da sämtliche Ableitungen wiederum die Eingabe für weitere Ableitungen sein können. Die Abbildung 5.7 illustriert grob die Funktionsweise des Kontextmanagers, nachdem ein Parameter aus dem Kontext erhalten worden ist. Dieser Wert kann von einem Sensor oder auch von einer Anwendung kommen. Auch Pull Datenerzeuger durchlaufen diese Funktionalität, da sie periodisch abgefragt werden.



## Kapitel 6

# Das eSana Framework

### 6.1 Übersicht

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau des eSana Frameworks aus technischer Sicht und ist als Detaillierung vom Grobkonzept im Kapitel 4 anzusehen. Zuerst wird eine Einführung in den Begriff „Framework“ gegeben. Danach wird auf technische Details des mobilen Teils von eSana eingegangen und aktuelle mobile Plattformen vorgestellt. Darauf folgend wird der Serverteil des eSana Frameworks beschrieben, welcher eine Erläuterung der Prozesse und Komponenten beinhaltet, die die Kommunikation zwischen dem mobilen Gerät und den Endanwendungen ermöglicht. Auf implementatorische Details wird in diesem Kapitel verzichtet. Am Ende werden die Anforderungen aus dem Kapitel 3 mit der Implementierung verglichen. Allenfalls relevante Informationen und Definitionen befinden sich im Anhang ab Seite 197.

#### 6.1.1 Definition Framework

Es gibt eine Vielzahl von Definitionen für den Begriff „Framework“ in der Informatik. In [SBF96] werden Frameworks als eine von zwei möglichen Formen der Wiederverwendbarkeit betrachtet; die andere Form sind klassische Funktionsbibliotheken (engl. application programming interface, API). Bei [GHJV95, Seite 26] wird ein Framework als eine Menge von kooperierenden Klassen definiert, welche ein wiederverwendbares Design für eine bestimmte Kategorie von Software darstellen. [JF88] beschreibt Frameworks etwas allgemeiner als eine Menge von abstrakten Klassen, je eine für jede grössere Komponente.

In dieser Arbeit wird folgende Definition verwendet, welche sich vor allem an [GHJV95] anlehnt:

Ein Framework ist ein unvollständiges, jedoch konkretes und lösungsorientiertes Gerüst für eine verallgemeinerte Problemstellung.

Nachfolgend werden die in der Definition verwendeten Begriffe genauer erläutert:

### Konkretisierung

Das Gerüst besteht nicht nur auf Papier oder als Idee, sondern als konkrete Implementierung, typischerweise verfügbar als Quelle oder binäre Bibliothek.

### Unvollständigkeit

Das Gerüst enthält noch Löcher, die es vom Entwickler einer Endlösung zu füllen gilt. Das Ausfüllen wird vom Framework unterstützt. In etlichen Bereichen enthält das Framework lediglich Standard- oder Dummy-Implementierungen, die der Entwickler erweitern und seiner spezifischen Situation anpassen kann.

### Lösungsorientierung

Die Fertigstellung einer fertigen Lösung steht immer im Vordergrund des Gerüsts. Der Entwickler soll mit möglichst geringem Aufwand eine oder mehrere Lösungen innerhalb der gegebenen Problemstellung mit Hilfe des Frameworks erstellen können.

### Problemstellung

Das Gerüst zielt auf eine bestimmte Problemdomäne ab und operiert innerhalb dieses Kontexts. Diese kann technischer oder funktionaler Natur sein. Sie ist jedoch abstrakt klar umrissen. Der Einsatz des Frameworks für eine andere Problemstellung ist normalerweise nicht angezeigt.

### Weitere Definitionen und Abgrenzungen

In [JF88] und [Rie00] wird ferner zwischen *black* und *white-box* Frameworks unterschieden. Erstere bieten Funktionalität zur Verwendung an, wobei bei letzteren existierende Funktionalitäten erweitert werden. Das eSana Framework ist als white-box Framework anzusehen, wobei Hilfsklassen zur Verfügung stehen, deren Funktionalität as-is aufgerufen werden kann. In [SBF96] wird diese Unterscheidung *called* und *calling* Frameworks genannt. Eine Übersicht über verschiedene Ansätze bietet die Abbildung 6.1.1.

### Ziele und Probleme von Frameworks

[Rie00] und [SBF96] beschreiben die folgenden Hauptvorteile von Frameworks:

- Wiederverwendbarkeit von Design und Code.
- Einfachere Pflege laufender Anwendungen, da die ganze Funktionalität im Framework nicht vom Entwickler gewartet werden muss.
- Höhere Entwicklerproduktivität, da man sich auf das spezifische Problem konzentrieren kann, ohne die gesamte Domäne abbilden zu müssen.

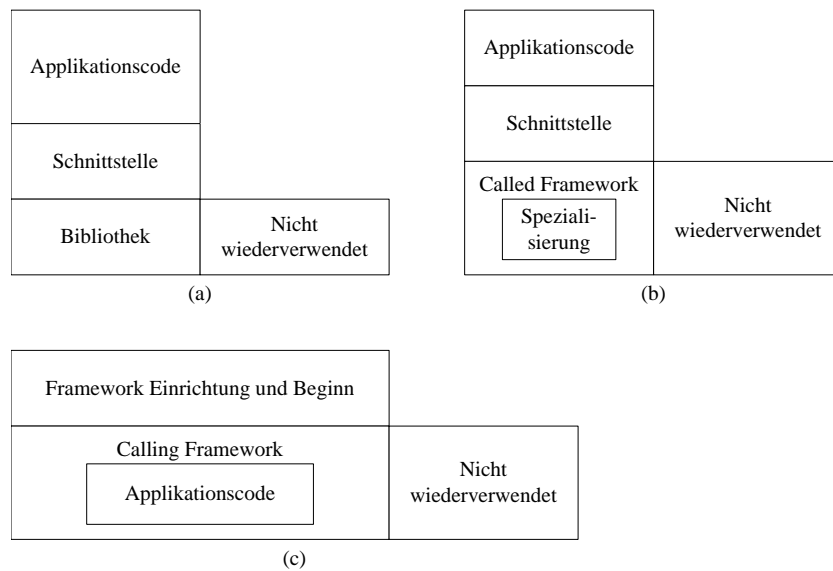


Abbildung 6.1: Architektur-Übersicht: (a) traditionelle Bibliothek, (b) called (black-box), (c) calling (white-box). Entnommen und übersetzt aus [SBF96].

- Kürzeres Time-to-market, da man sehr schnell eine neue Anwendung innerhalb der Problemdomäne entwickeln kann.
- Tendenz, weniger anfällig auf Fehler zu sein, da das Framework im Laufe der Zeit immer robuster wird.
- Präsentation und Systemdesigns verschiedener Anwendungen sind homogener.
- Bessere Portabilität, wenn das Framework auf verschiedenen Plattformen verfügbar ist.

Aber auch Nachteile sind in Kauf zu nehmen:

- Lernkurve, bis Entwickler produktiv mit dem Framework arbeiten können, kann hoch sein.
- Frameworks verändern sich im Laufe der Zeit, da sich auch die angesprochene Problemdomäne ändert.

### 6.1.2 Verwendete Technologien zur Überbrückung der Systemgrenzen

Für die Wechselbeziehungen zwischen den unabhängigen Systemkomponenten werden verschiedene Technologien berücksichtigt:

- Für die Kommunikation des mobilen Geräts mit *Umgebungssensoren* wird Bluetooth (siehe [Blu09]) verwendet. Im eHealth Umfeld wird dessen Einsatz von [Bac06] oder [CCS<sup>+</sup>04] beschrieben. Implementierungsangaben findet man bei [KKT04] für den Einsatz mit der Programmiersprache Java. Diese Technologie ist durch ihre Ausrichtung auf mobile Geräte breit verfügbar und deren Ansteuerung integraler Bestandteil der meisten mobilen Betriebssysteme.
- Die direkte *Interaktion mit dem Endbenutzer* findet über eine GUI statt. Die Generierung der GUI ist abstrahiert; für JME basierende mobile Anwendungen wird das „Lightweight UI Toolkit for Java ME“ (siehe [Sun08]) verwendet. Das eSana Framework sieht auch die Anbindung weiterer UI Bibliotheken vor, welche über die Konfiguration angesteuert werden können.
- Der mobile Teil kommuniziert in verschiedenen Situationen mit dem Server. Dazu werden Daten ausgetauscht, welche beide Systemkomponenten für den weiteren Verlauf benötigen. Verwendet werden Web Services im Rahmen einer SOA Architektur (siehe [FR07, Erl05]). Der Einsatz von Web Services mit mobilen Clients wird in [Wes06] genauer beschrieben. In der Literatur wird die Kombination von SOA und eHealth unter anderem bei [LCB<sup>+</sup>06], [SIM<sup>+</sup>06], [SIM05] und [BCF<sup>+</sup>06] beschrieben.
- Auch die Weiterleitung mit Endanwendungen wie dem Statistik Server in der Abbildung 4.1 auf Seite 75 basiert auf Web Service Aufrufen. Zusätzlich werden noch andere Übermittlungsmechanismen zur Verfügung gestellt, um eine möglichst grosse Fülle von Anwendungsszenarien zu erlauben. Dazu gehören unter anderem die Übermittlung von Daten als XML oder Flat Files, wobei letztere vor allem bei grossen Datenmengen Sinn machen.

### 6.1.3 Komponentensicht des Frameworks

Die Abbildung 6.1.3 stellt eine detailliertere Top-Down Komponentensicht des Frameworks dar, basierend auf der verallgemeinerten Form der Abbildung 4.2 auf Seite 79. Insbesondere werden in dieser Abbildung die Artefakte beschrieben und die benötigten Komponenten und deren Abhängigkeiten illustriert.

- Im Artefakt `configuration.xml` wird die Hauptkonfiguration beschrieben (siehe Abschnitt 6.3.4 auf Seite 141). Sie enthält Angaben, welche Klassen geladen werden sollen für die Interpretierung der weiteren Komponenten.
- `menu.xml` enthält Angaben, wie das Hauptmenu dargestellt werden soll. Weitere Angaben befinden sich im Abschnitt 6.3.2 auf Seite 138.
- Mit den Angaben im Artefakt `process[N].xml` können die Prozesse ausgeführt werden. Sie enthalten Angaben zur Zustandsmaschine, welche von der

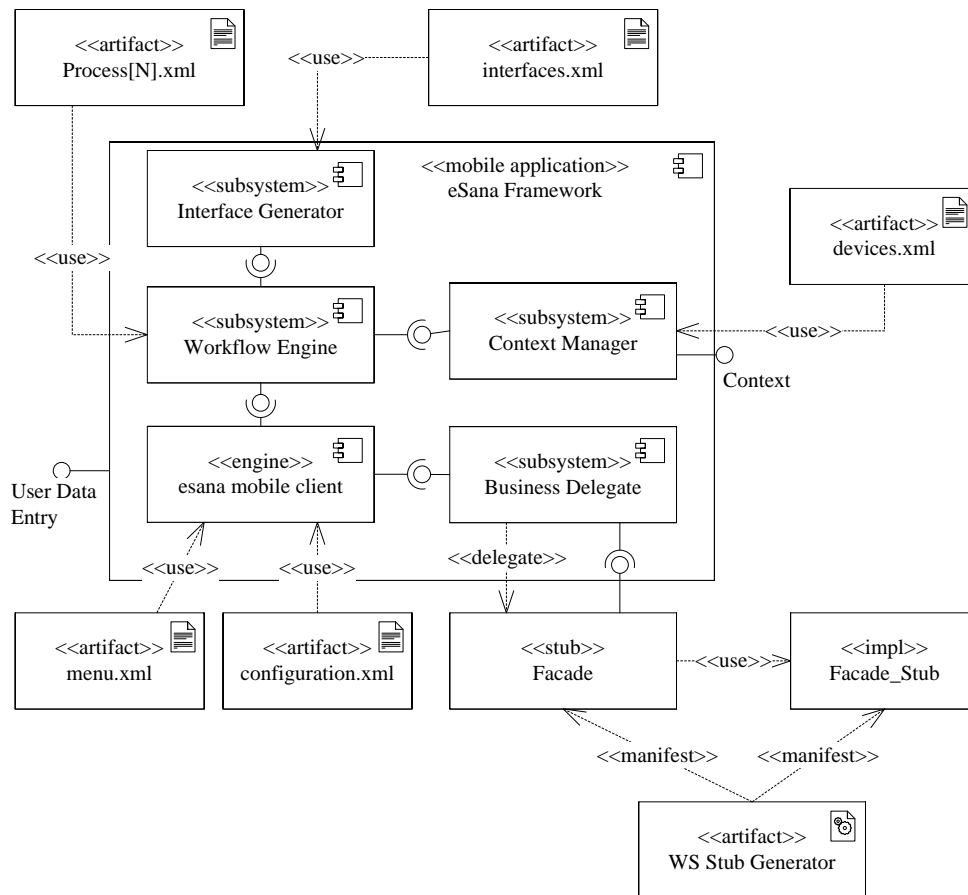


Abbildung 6.2: Top-Down Komponentensicht des eSana Frameworks.

Komponente **Workflow Engine** ausgeführt werden können. Weitere Angaben hierzu befinden sich im Abschnitt 6.3.3 auf Seite 138. Pro Prozess *N* wird ein Artefakt abgelegt.

- Das Artefakt **interfaces.xml** enthält Angaben über die von den Prozessen verwendeten Benutzerschnittstellen. Weitere Informationen hierzu befinden sich im Abschnitt 6.3.1 auf Seite 137.
- Der Kontext-Manager benötigt für die Interpretierung der Umgebungssensoren technische Angaben, welche sich im Artefakt **devices.xml** befinden.
- Das Artefakt **WS Stub Generator** ist keine Datei, sondern ein von Sun Microsystems zur Verfügung gestelltes Werkzeug, welches zur Generierung von Stub-Klassen für den Aufruf von Web Services vom mobilen Gerät aus unterstützt.

#### 6.1.4 Verwandte Projekte

Verschiedene Forschungsprojekte befassen sich mit der Übermittlung physiologischer Parameter und verwandter Funktionalität. Ein globaler Ansatz für die Erstellung solcher mobiler Anwendung wird beispielsweise in [LFG09] illustriert.

#### CASCOM

Ein grösseres Projekt ist *CASCOM* (siehe [HKL<sup>+</sup>05, SHS08]): Dieses nicht ausschliesslich auf das Gesundheitswesen ausgerichtete Projekt befasst sich mit der Kombination von P2P-, Agenten-, Semantic Web-, und mobilen Technologien um intelligente P2P Umgebungen zu schaffen. In diesen Umgebungen kollaborieren Agenten um definierte Zielsetzungen zu erreichen. Ferner wird die Koordination von Diensten (engl. service coordination) insbesondere im Hinblick auf nomadisches Verhalten hin untersucht. In [SHS08, Abbildung 1.2] wird dies anhand einer Anwendung in einer Notfallsituation illustriert: Der digitale Assistent des sich in Österreich befindlichen finnischen Patienten übermittelt Informationen über seine plötzlich aufgetretenen Herzschmerzen und die Position einer österreichischen Notfallstation. Ausserdem werden diese Angaben auch der finnischen Notfall-Assistenz übermittelt. Die örtliche Notfallstation schickt eine Ambulanz zum Patienten; die Notfallärzte in der Ambulanz erhalten bereits auf der Fahrt wichtige Informationen über den Patienten durch die CASCOM Umgebung; letztere holt bereits die Patientendaten nach der Konstruktion und Aufruf der benötigten semantischen Dienste. Da die Patientendaten über mehrere physische Orte fragmentiert sind, konsolidiert die CASCOM Umgebung sämtliche für den Notfallarzt relevanten Informationen. Nach der Behandlung ruft die CASCOM Umgebung die benötigten Dienste auf, um z.B. mit der Krankenversicherung zu kommunizieren.

### MobiHealth

Das *MobiHealth* Projekt (siehe [VHBW<sup>+</sup>04, KVHB<sup>+</sup>04]) ist in Bezug auf die Problemdomäne näher beim eSana Framework. Es erlaubt die entfernte Überwachung chronischer Krankheiten und die Ermittlung gefährlicher Situationen; dabei wird die Mobilität des Patienten nicht beeinträchtigt. Im MobiHealth Projekt benutzt der Patient eine Mobile Base Unit (MBU) in Form eines Geräts. Dieses kommuniziert innerhalb eines Body Area Networks (BAN) mit Sensoren und sendet die aggregierten Werte an ein Backend-System. Eine automatisierte Überwachung und Benachrichtigung des Patienten ist nicht vorgesehen. MobiHealth ist anwendungsunabhängig; ein „M-Health service layer“ ermöglicht die Entwicklung weitergehender Anwendungen auf dem mobilen Gerät wie z.B. Datenansichten oder Analyseprogrammen. Die Anwendungen werden in der Programmiersprache Java geschrieben und auf der CDLC (siehe Seite 133) ausgeführt. In [Bac06] wird die mangelnde Flexibilität des MobiHealth Projekts kritisiert und mögliche Verbesserungen vorgeschlagen.

### Personal Care Connect

Die Plattform *Personal Care Connect* (PCC, siehe [BBC<sup>+</sup>07]) erleichtert auch die entfernte Überwachung chronisch kranker Patienten. Sie basiert auf Standards und ist offen um mit verschiedenen Geräten integriert werden zu können. PCC erlaubt die Integration von herstellerabhängigen Anwendungen. Analog wie beim MobiHealth Projekt wird auch hier das mobile Gerät als Hub verwendet; die Implementierung wird wie bei MobiHealth und eSana in JME umgesetzt.

### Abgrenzung zu eSana

Nachfolgend werden die wichtigsten Unterschiede bestehender Projekte zum eSana Framework beschrieben:

- Der Fokus von eSana ist klar auf mobile medizinische Anwendungen ausgerichtet.
- Das eSana Framework orientiert sich an den Prozessen der beteiligten Akteure.
- Hohe Flexibilität bei der Definition der abgefragten Informationen und Prozesse, welche zur Laufzeit interpretiert werden.
- Hoher Personalisierungsgrad, welche insbesondere multimorbide Erscheinungen unterstützt.
- Abstraktion der Verbraucheranwendungen, die jederzeit und zur Laufzeit hinzugefügt werden können.

- Auf der Server Seite (Dispatcher) werden keine Daten gehalten; sämtliche Informationen werden weitergeleitet. Die Haltung und damit verbundenen Überlegungen zur Datensicherheit liegen in der Verantwortung der Verbraucheranwendungen.
- Erweiterbarkeit der Komponenten um die Standardimplementierungen zu verfeinern.

## 6.2 Technisches Umfeld

### 6.2.1 Übersicht

Mobile Geräte gibt es in verschiedenen Ausprägungen und Varianten. Zusätzlich konvergieren viele Technologien miteinander, so dass klassische Grenzen ständig wieder durch neue Produktkonfigurationen gesprengt werden. In [Sch03] werden die folgenden Kategorien unterschieden:

- Sensoren sind einfache drahtlose Geräte, die periodisch oder auf Anfrage Zustandsdaten digital, häufig drahtlos, übermitteln (z.B. Temperatur, Hautwiderstand). Eine Übersicht über die verschiedenen Standards von Sensortechnologien wird in [CH08] gegeben. Der Einsatz von drahtlosen Sensoren im Gesundheitswesen illustriert [Sta08], unter anderem anhand eines Sauerstoffsättigungssensors.
- Integrierte Steuerungen sind in vielen Alltagsgeräten enthalten (Waschmaschinen, Haartrockner, Fernseher, etc.). Als mögliche Anwendung bringt [Sch03] das Beispiel, dass ein Haartrockner sich automatisch abschaltet, wenn das Mobiltelefon klingelt.
- Pager (Rufmelder) stellen sehr einfache drahtlose Empfänger dar, die kurze Textnachrichten auf einer kleinen Anzeige darstellen können. Der in Mobiltelefonen integrierte SMS-Dienst hat diese Gerätekategorie mittlerweile weitestgehend verdrängt.
- Mobiltelefone sind heutzutage in praktisch allen europäischen Haushalten vorhanden. Sie zeichnen sich durch eine ständige Verbindung zu einem Datennetz und einer hohen Akzeptanz aus. Auf der anderen Seite gestaltet sich die Bedienbarkeit (z.B. Texteingabe), gegeben durch den Formfaktor, teilweise als schwierig. Obwohl das GSM-Netz, welches die Gespräche vermittelt und die Ortung der Mobiltelefone übernimmt, durchgängig digital ist, hat sich als eigentlicher Datendienst bisher lediglich SMS durchgesetzt, welches ursprünglich als „Abfallprodukt“ der Datenübertragung konzipiert war (mehr Informationen zu SMS findet man bei [BSV07]).



- Personal Digital Assistants (PDA) sind im Prinzip kleine Computer, welche typische Office Funktionalität wie Kalender und Kontakte bieten. In Kombination mit Mobiltelefonfunktionalität sind sie unter dem Begriff Smart Phones bekannt. Die Eingabe findet meistens mit einem Stift oder Finger statt. Typische Vertreter von Smart Phones sind das iPhone und das Google Nexus One Mobiltelefon.
- Subnotebooks (auch Netbooks genannt) gewinnen in den letzten Jahren zusehends an Popularität. Es sind kleine Notebooks mit Bildschirmdurchmessern von sieben bis zehn Zoll und eingeschränkter Prozessorstärke (normalerweise basierend auf Intel Atom Chipsätzen). Sie bieten eine hohe Konnektivität in verschiedenen Varianten wie WLAN oder UMTS und sind deshalb durch die Kombination von hoher Portabilität und Konnektivität interessante Begleiter für unterwegs. Als Betriebssysteme kommen normalerweise Linux-Derivate oder Windows XP zum Einsatz.
- Normale Notebooks bieten typischerweise Bildschirmdiagonalen von 12 bis 17 Zoll und sind als mobiler Ersatz für normale Arbeitsplätze gedacht. Ihre höhere Leistungsfähigkeit geht mit einer im Vergleich zu den vorangehenden Kategorien geringeren Portabilität einher. Varianten von Notebooks sind beispielsweise Tablet PCs, welche keine Tastatur besitzen und vollkommen mit einem Stift bedient werden können. Morphologisch sind Tablet PCs deshalb einem Schreibblock näher als normale Notebooks. Beispiele zum Einsatz von Tablet PCs in der Lehre (eLearning) findet man bei [RTC<sup>+</sup>07] und [AAD<sup>+</sup>07]. In der jüngeren Vergangenheit (Stand: April 2010) sind neue Varianten von Tablet PCs erschienen, deren Portabilität durch die geringere Bildschirmdiagonale (7 bis 12 Zoll) bedeutend erhöht ist und deshalb neue Anwendungsmöglichkeiten bietet. Typische Vertreter dieser Gattung sind der Apple iPad, Viliv S10 Blade, HP Slate oder der Dell Streak.

Die Zukunft tragbarer Geräte wird in [AL09] und [SSS08] beschrieben. Mobiltelefone als auf die Person getragene Basiseinheit werden erheblich mit Kommunikationsmöglichkeiten ausgerüstet. Diese wird dazu genutzt, um mit einer Fülle von umliegenden Sensoren zu interagieren. Letztere sind unter anderem direkt in den Stoffen verwoben oder in Alltagsgegenständen wie Ringen integriert. Diesem Szenario wird in dieser Arbeit im Kapitel 5 Rechnung getragen, indem Kontextinformationen für die Anwendung berücksichtigt werden.

### 6.2.2 Aktuelle mobile Plattformen

Mobile Geräte wie Mobiltelefone sind kleine Rechner, ausgestattet mit Prozessoren, Speicher, Eingabe- (Tastatur, Kamera, Mikrofon) und Ausgabemöglichkeiten (Anzeige, Lautsprecher). Aus Sicht des Nutzers bieten sie eine Vielzahl von Funktionalitäten, wie Kalender, Alarm, Taschenrechner. Diese Funktionen oder

Anwendungen laufen innerhalb eines mobilen Betriebssystems, von denen eine Auswahl in diesem Abschnitt illustriert wird.

Die nachfolgenden Plattformen beziehen sich auf Mobiltelefone und Smartphones. Für Subnotebooks und normale Notebooks können alle gängigen Betriebssysteme verwendet werden (Microsoft, Apple oder Linux basierend).

### **iPhone OS**

Das Mobiltelefon iPhone von Apple benutzt als Betriebssystem eine spezielle Version von Mac OS X. Diese ist auf den integrierten ARM-Prozessor und den Ein-/Ausgabemöglichkeiten hin optimiert. Allerdings bietet das Betriebssystem keine Java oder Flash Unterstützung; Anwendungen werden in Objective C programmiert, basierend auf dem COCOA Framework. Nennenswerte mitgelieferte Software sind beispielsweise der integrierte Safari Browser oder der E-Mail Client. Weitere Details zur Entwicklung mit dem iPhone findet man bei [App08].

### **Symbian OS**

Symbian OS ist ein Betriebssystem, welches hauptsächlich bei Mobiltelefonen von Nokia, Sony Ericsson oder Motorola zum Einsatz kommt. Es erlaubt die Programmierung in C++ (siehe [Lip91]), Java (siehe [Ull09]), Flash Lite oder Python und bietet mit dem Produkt SQLite auch Unterstützung für relationale Datenbanken.

### **Android**

Das von der Open Handset Alliance, zum grossen Teil von Google, entwickelte mobile Betriebssystem Android ist teilweise als freie Software lizenziert; mittlerweile existieren erste physische Geräte die darauf basieren. Entwickelt wird im Gegensatz zum iPhone oder Symbian basierten Geräten ausschliesslich in Java (basierend auf der Version 1.5). Bei der Interpretierung des Bytecodes kommt jedoch eine spezielle virtuelle Maschine zum Einsatz (Dalvik), welche von Google entwickelt worden ist. Weitere Informationen findet man bei [Dut08] und [CL08a].

### **Windows Mobile**

Dieses Betriebssystem für mobile Geräte wurde von Microsoft entwickelt und richtet sich an Unternehmen, welche ihre Anwendungen darauf lassen lassen. Für Entwickler ist vieles der Windows Welt entnommen, wie z.B. das .NET Compact Framework (siehe [WMF07]), welches die Entwicklung in .NET ermöglicht. Durch die homogene Infrastrukturlandschaft können Unternehmen beispielsweise Ausendienstmitarbeitern jeweils einen Ausschnitt aus ihrer operativen Datenbank samt reduzierter Anwendung zur Verfügung stellen. Mechanismen existieren, die

z.B. automatisch jeden Abend oder auf Wunsch die reale Datenbank mit der mobilen Entkoppelung synchronisiert. Die aktuellste Version (Stand: Juli 2010) ist Windows Phone 7.

### Java Platform, Micro Edition

Java ME (JME, vormals J2ME) ist kein mobiles Betriebssystem per se, sondern eine Plattform für Programme in einer Version der Programmiersprache Java die speziell auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten von mobilen Geräten zugeschnitten ist. Der Aufbau der Plattform sieht drei Bereiche vor:

- **Konfigurationen:** Dies sind Spezifikationen über die Geräte, auf welchen die Plattform läuft. Zur Zeit gibt es lediglich zwei Konfigurationen: die connected limited device configuration (CLDC) und die connected device configuration (CDC), wobei erstere bei mobilen Telefonen zum Einsatz kommt.
- **Profile:** Zu den Konfigurationen kommt jeweils eine Menge von APIs hinzu, welche als Profile definiert sind. Auf mobilen Telefonen ist dies in den meisten Fällen das Mobile Information Device Profile (MIDP), mittlerweile in der Version 2.0. Diese APIs definieren eine Grundmenge von Operationen und Klassenbibliotheken die jedes Gerät mit diesem Profil anbietet.
- **Erweiterungen:** Um den ständig wachsenden Anforderungen und Möglichkeiten der mobilen Geräte gerecht zu werden, gibt es eine Reihe von Erweiterungen, welche als Java Specification Requests (JSR) definiert sind und optional von den Mobiltelefonherstellern implementiert werden können. Solche JSRs erlauben beispielsweise den programmatischen Zugriff auf die Kamera des Geräts oder bieten Möglichkeiten an, um Web Services aufzurufen.

Da bei der Programmierung die Programmiersprache Java (siehe [Ull09]) verwendet wird, sind erstellte Klassenbibliotheken, die keine Abhängigkeiten zu Java ME spezifischen Klassen haben, auch in anderen Laufzeitumgebungen möglich. Dazu gehören beispielsweise die Android Umgebung wie auch normale Desktop- und Serverumgebungen.

Weitere Informationen zu Java ME findet man bei [Sch04] oder [Pfe07].

### Fazit

Für die Referenzimplementierung des in diesem Beitrag vorgestellten eSana Frameworks wird die JME Plattform verwendet. Dies hat folgende Gründe:

- Verfügbarkeit auf fast allen Mobiltelefonen.

- Durch Einsatz der Programmiersprache Java können grosse Teile des Frameworks auf Android Plattformen ausgeführt werden. Ausserdem können Java-basierte Serveranwendungen auf dem eSana Framework basieren und somit für Plattformen, die keine JME Unterstützung bieten (z.B. iPhone OS), ein Web-Interface zur Verfügung stellen.
- Vorhandenes Know-How in der Literatur, spezifisch für JME aber auch allgemein in der Java Entwicklergemeinde.

Die Spezifizierung ist jedoch so gehalten, dass das Framework auch in anderen Entwicklungsumgebungen implementiert werden kann (z.B. C++).

### 6.2.3 Mobile Netzwerke

Die den Informationsfluss ermöglichenden mobilen Netzwerke lassen sich grob in die folgenden Kategorien unterteilen, deren Diskriminante die Reichweite ist:

- **Body Area Network (BAN):** Beschreibt die Vernetzung von am Körper getragenen Sensoren und Aktoren. Eine Spezialform davon ist WBAN, mit welcher die Vernetzung drahtlos spezifiziert ist. Eine Anwendung von BANs in einem medizinischen Umfeld ist in [OOS<sup>+</sup>09, VHBW<sup>+</sup>04] beschrieben.
- **Personal Area Network (PAN):** Dieses mobile Netzwerk beschreibt die Vernetzung in der persönlichen Umgebung des Nutzers. Die Entwicklung mit einem solchen Netzwerk, Bluetooth, wird z.B. [KKT04] beschrieben. Der Einsatz von Bluetooth in einer Notfallsituation wird in [LJC<sup>+</sup>09] illustriert.
- **Wide Area Networks (WAN):** Damit werden die GSM- und die darauf folgenden Generationen von mobilen Netzwerken bezeichnet. Dazu gibt es umfangreiche Literatur, wie z.B. [Sad02, Ste05, Sch03, Rot05]. Prinzipiell wird zwischen 2G (GSM) und 3G-Netzwerken (UMTS, etc.) unterschieden, wobei auch Mischformen existieren. Neue Generationen mobiler Netzwerke (4G, LTE) sind zurzeit (Stand: März 2010) im Aufbau begriffen.

Die Unterscheidung zwischen BAN und PAN ist nicht immer eindeutig. In dieser Arbeit werden auf dem Körper getragene kommunizierende Sensoren als BAN bezeichnet, sich in der Reichweite des Nutzers befindliche Geräte als PAN.

Diese Netzwerke und deren einzelnen Technologien lassen sich aufgrund von deren Übertragungsgeschwindigkeit und Reichweite unterscheiden. Eine solche Aufstellung wird in Tabelle 6.1 gegeben, mit weiterführenden Informationen in der Spalte Netzwerk.

Tabelle 6.1: Vergleich mobiler Netzwerke (aus [OT08]).

Netzwerk	Bandbreite	Reichweite	M-Health Probleme
GSM [Sch03, Kap. 4.1]	9.6 kbit/Sek.	Weltweit, abhängig von Abdeckung des Anbieters	Bandbreite, Interferenzen
HSCSD [Sch03, Kap. 4.1.8]	28.8 bis 57.6 kbit/Sek.	Abhängig von der Abdeckung des Anbieters	Verfügbarkeit Netzwerk und Geräte
GPRS [Sau06, Kap. 2]	171.2 kbit/Sek.	Abhängig von der Abdeckung des Anbieters	Verfügbarkeit Netzwerk
EDGE [Sch03, Seite 177]	384 kbit/Sek.	Abhängig von der Abdeckung des Anbieters	Verfügbarkeit Netzwerk und Geräte
UMTS [Sau06, Kap. 3]	144 kbit/Sek. bis 2MBit/Sek., abhängig von Mobilität	Volle Abdeckung in Arbeit	Betriebskosten, Batterieverbrauch
WLAN [Sch03, Kap. 7]	54 MBit/Sek.	30-50m innerhalb, 100-500m ausserhalb eines Gebäudes. Hotspot muss verfügbar sein.	Privatsphäre, Sicherheit, Batterieverbrauch
Bluetooth [Sau06, Kap. 5]	400 kbit/Sek. symmetrisch, 150-700 kbit/-Sek. asymmetrisch	10-100m	Privatsphäre, Sicherheit, Bandbreite
ZigBee [Zig09]	20 - 250 kbit/Sek.	30m	Privatsphäre, Sicherheit, Bandbreite, Verfügbarkeit Geräte
WiMAX [VN04]	Bis zu 70 MBit/-Sek.	40m	Verfügbarkeit Knoten und Geräte
RFID [Sch03, Seite 349]	100 kbit/Sek.	1m wenn kein Sichtkontakt	Privatsphäre, Sicherheit
Satelliten-Netzwerke [Sch03, Kap. 5]	400-512 kbit/-Sek.	Weltweit verfügbar	Kosten, Verfügbarkeit Geräte, Bandbreite

### **Mobiler Datenverkehr**

Die Übermittlung von Daten über mobile Netzwerke hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Gemäss [Cis09] wird sich dieser Trend fortsetzen:

- Der globale mobile Datenverkehr wird sich bis 2013 jährlich verdoppeln und dann über 2 Exabyte pro Monat erreichen.
- Der Anstieg von 1 Petabyte auf 1 Exabyte wird beim mobilen Datenverkehr nur halb so lange dauern als beim Internet.
- 64% des globalen Datenverkehrs im Jahr 2013 wird Video sein.
- Mobile Endgeräte mit höheren als 3G Geschwindigkeiten (siehe Tabelle 6.1 auf Seite 135) werden im Jahr 2013 80% des Datenverkehrs ausmachen.
- Lateinamerika wird das höchste Wachstum haben.
- Asien wird für einen Drittel des globalen mobilen Datenverkehrs im Jahr 2013 verantwortlich sein.
- Westeuropa wird im Jahr 2013 am meisten Videodaten übermitteln.

Die starke Zunahme ist zu einem grossen Teil auf die starke Verbreitung von Smart Phones und der Einbindung von Netbooks und Notebooks in das mobile Datennetz zurückzuführen. Gemäss [Cis09, Seite 3] benötigt ein Smart Phone (z.B. iPhone oder Blackberry) etwa 30x mehr Bandbreite als ein normales Endgerät. Ein Notebook oder Netbook mit mobiler Anbindung sogar 450x mehr Bandbreite.

### **Fazit**

Für das eSana Framework werden die folgenden Technologien berücksichtigt:

- **WAN:** Alle Zugriffsarten, da der Zugriff auf das WAN von den meisten Geräten je nach Möglichkeit transparent gehandhabt wird. So werden Daten automatisch über ein WLAN übertragen, sofern sich ein authentifiziertes Netzwerk in der Nähe befindet. Aufgrund der starken Zunahme vom mobilen Datenverkehr kann davon ausgegangen werden, dass die Infrastruktur entsprechend ausgebaut wird und die Dienste deshalb nicht mehr von einer tiefen Bandbreite limitiert sind.
- **PAN:** Bluetooth wird als Technologie berücksichtigt, um den Kontext zu eruieren.
- **BAN:** Zigbee wird in dieser Arbeit nicht explizit berücksichtigt, da die meisten Mobilgeräte diesen Standard nicht unterstützen. Als Technologie ist ZigBee jedoch gerade im medizinischen Umfeld interessant. Das eSana Framework behält es sich jedoch offen, zukünftige Kommunikationsschnittstellen zu berücksichtigen.

## 6.3 eSana auf dem mobilen Endgerät

Dieses Kapitel beschreibt die Prozesse und die Struktur der Komponenten des eSana Frameworks auf dem mobilen Endgerät.

### 6.3.1 Benutzeroberflächen

Die Definition sämtlicher Benutzeroberflächen im eSana Framework ist als XML-Artefakt abgelegt und wird beim Aufstarten der Anwendung in ein Objektmodell überführt, welches auf einem Layoutmanager basiert (z.B. LWUIT, siehe [Sun08]). Diese Überführung kann in der Hauptkonfiguration (siehe Abschnitt 6.3.4 auf Seite 141) mit spezialisierten Klassen verfeinert werden, um so spezielle Eingabefelder zur Verfügung zu stellen.

Folgende Elemente sind standardmässig definiert:

- **title**: Der Titel des aktuellen Fensters.
- **label**: Eine einfache Textausgabe, z.B. als Untertitel zum Fenster.
- **text**: Texteingabe, deren Wertebereich über das Unterelement **constraint** eingeschränkt werden kann (z.B. numerisch, E-Mail).
- **choices**: Menge von Elementen, deren Auswahl entweder disjunkt (in der Form als Dropdown-Liste oder Liste von Radiobuttons) oder mehrfach (Liste von Checkboxes) sein kann.
- **date**: Eingabefeld für ein Datum und/oder Zeit.

Jedes Eingabefeld wird mit einer Reihe von Referenzen (als Zeichenketten) erweitert, um den Bezug zu Umsystemen zu erhalten:

- **id**: Dies ist der eindeutige Name (über alle Formulare hinweg) des Eingabefelds und dient dazu, es referenzieren zu können.
- **server**: Dieser Bezug dient dazu, den Namen des Eingabefeldes zu definieren, wie er an den eSana Server gesandt wird. Dies kann der gleiche Bezeichner sein wie bei **id**, muss aber nicht. Der eSana Server wird dann alle Angaben mit diesem Bezugsnamen erhalten (z.B. „glucose“). Diese Angabe muss genau einmal pro Eingabefeld gemacht werden.
- **context**: Parameter aus dem Kontext haben eigene Bezeichner. Mit dieser Angabe aufs Eingabefeld wird ein Bezug hergestellt, so dass beim Auftreten von kontextuellen Informationen das Eingabefeld gefüllt werden kann. Es können kein, ein oder mehrere Bezüge pro Eingabefeld definiert werden.

Alle Schnittstellendefinitionen sind in der gleichen XML Datei enthalten. Die Schema Definition befindet sich im Anhang A.2 auf Seite 203.

### 6.3.2 Hauptmenu Konfiguration

Das gesamte Erscheinungsbild des Hauptmenus einer mobilen Anwendung mit dem eSana Framework lässt sich in einem XML Artefakt definieren (siehe Anhang A.3 auf Seite 209). Dazu können folgende Angaben gemacht werden:

- **title:** Titel des Hauptmenus, folglich der Anwendung.
- **introduction:** Kurzer Einführungs- oder Willkommenstext.
- **processes:** Definition, wie die Prozesse (siehe Abschnitt 6.3.3 auf Seite 138) dargestellt werden sollen. Es werden nicht die einzelnen Prozesse angegeben, welche in der Hauptkonfiguration zu finden sind. Die Hauptmenuangabe gibt lediglich an, welche Ikonen für die Darstellung verwendet werden sollen.
- **applications:** Eine Liste zusätzlicher Anwendungen, welche jeweils mit einem Titel, der auszuführenden Klasse und den dazugehörenden Ikonen beschrieben wird. Möchte der Entwickler einer medizinischen Anwendung also eine neue Funktionalität anbieten, kann er das dazu programmierte Formular als Java Klasse in das XML Artefakt einbinden, welches beim Aufstarten der Anwendung zur Verfügung gestellt wird. Solche Anwendungen sind beispielsweise das Nachrichtenmanagement des mobilen Benutzers oder Analysewerkzeuge (z.B. grafische Anzeige des Gewichtsverlaufs).
- **threads:** Eine Liste von Threads, welches Java Klassen sind, die im Hintergrund laufen und beim Aufstarten von eSana gestartet werden. Solche Threads könnten beispielsweise die periodische Überprüfung neuer Nachrichten auf dem Server sein.

### 6.3.3 Workflows auf der mobilen Plattform

Der Einsatz von Workflows als State Event Diagramme wird im Abschnitt 4.2.4 auf Seite 79 beschrieben. Auch diese sind als XML Artefakte abgelegt und spezifizieren eine beliebige Menge von Zuständen (**state**) und Aktionen (**action**). Erstere enthalten eine Referenz auf ein Formular (siehe Abschnitt 6.3.1 auf Seite 137), welches beim Erreichen des Zustandes dargestellt wird. Aktionen werden mit einer Referenz auf eine Java-Klasse hinterlegt, die mit Introspektion dynamisch nachgeladen und ausgeführt wird. Eine detaillierte Definition des XML Schemas befindet sich im Anhang A.1 auf Seite 197.

Es werden eine Reihe vordefinierter Aktionen vom Framework zur Verfügung gestellt. Diese werden einerseits direkt in einer konkreten Anwendung verwendet oder auch mit anwendungsspezifischen Partikularitäten ausprogrammiert werden. Andere Aktionen sind als abstrakte Funktionalitäten definiert, die sich nicht direkt instanziierten lassen, sondern eine explizite Erweiterung benötigen. Beispiele vordefinierter Aktionen sind:



- **DefaultForwardAction**: Diese Aktion führt nichts aus, und dient somit als Platzhalter in der Prototyp-Phase einer konkreten Anwendung.
- **RemoteTransmitAction**: Mit dieser Aktion werden alle gesammelten Daten gesammelt und an den Server weitergeleitet.
- **LocalPersistAction**: Diese Aktion speichert die gesammelten Informationen lokal ab, ohne sie an einen Server weiterzuleiten.
- **LocalLoadAction**: Mit dieser Aktion werden die Daten vom lokalen Datenspeicher geladen und stehen fortan dem Prozess zur Verfügung.

Übergänge zwischen Zuständen oder Aktionen können mit Guards belegt werden, welche aussagen, ob dies der nächste Übergang ist oder nicht. Solche Guards gibt es in verschiedenen Ausprägungen:

- **expression**: Bei dieser Bedingungsart wird ein Schlüssel (**key**), ein Wert mit einem Typ (**value** und **type**) und ein Vergleichsoperator (**operator**) mitgegeben. Der Schlüssel bezieht sich auf die bereits eingegebene Menge von Eingabefeldern oder Kontextparametern. Der Vergleichsoperator kann dabei folgende Werte annehmen:
  - **eq**: Der Wert des Schlüssels entspricht genau dem Wert des referenzierten Objekts.
  - **neq**: Der Wert des Schlüssels entspricht nicht dem Wert des referenzierten Objekts.
  - **gt** und **lt**: Der Wert des Schlüssels ist grösser (**gt**) oder kleiner (**lt**) als der Wert des referenzierten Objekts. Um diesen Vergleich ausführen zu können, werden die Vergleichswerte in einen numerischen Wert umgewandelt. Ist diese Umwandlung nicht möglich, wird immer *falsch* zurückgegeben.
- **evaluation**: Diese Bedingungsart ist dynamischer in der Natur, da sie es erlaubt, eine Java Klasse anzugeben, welche geladen, ausgeführt und ausgewertet wird. Die Auswertung ist immer ein boolescher Wert. Diesen Klassen kann zudem noch eine dynamische Liste von Parameter mitgegeben werden, welche bei der Instanzierung zum Zuge kommen. Diese Parameter bestehen aus einem Parameternamen (**key**) und dem Wert mit dem Typ (**value** und **type**). Auch hier gibt es vordefinierte Bedingungen, welche in einer Anwendung verwendet werden können:
  - **AlreadyTransmitted**: Gibt an, ob eine Übermittlung der Daten des aktuellen Prozesses bereits vor einer bestimmten Anzahl Tage stattgefunden hat. Mit dieser Bedingung kann beispielsweise ein Dialog

eröffnet werden, dass die Daten nur einmal am Tag übermittelt werden können. Der Parameter `days` gibt dabei an, wieviele Tage in der Vergangenheit allfällige Übermittlungen berücksichtigt werden.

- `HasLocalData`: Gibt an, ob zu diesem Prozess lokale Daten vorhanden sind. Der Prozess kann dann reagieren, indem diese Daten direkt übermittelt werden.

Jeder Guard kann eine beliebige und gemischte Anzahl von oben beschriebenen Ausdrücken enthalten, welche mit dem booleschen UND Operator ausgewertet werden. Ist das Ergebnis *wahr*, wird dieser Übergang als aktiv betrachtet und ausgeführt, d.h. die Workflow-Engine geht zum nächsten Zustand oder zur nächsten Aktion dieses Überganges.

Die der Workflow Engine zugrundeliegende Basis erlaubt es theoretisch, dass mehrere Übergänge den Wahrheitswert *wahr* annehmen. In diesem Fall wird der erste definierte Übergang aktiviert. Es ist auch möglich, dass kein Übergang aktiviert werden kann. Dies muss vom Modellierungswerkzeug dahingehend überprüft werden, als dass jede Menge von Übergängen mindestens einen leeren Guard (eine `else` Klausel) enthält.

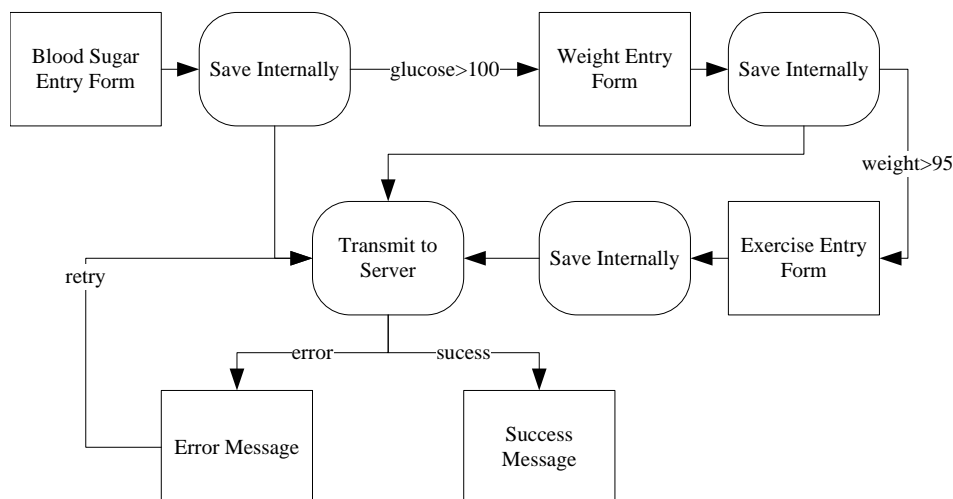


Abbildung 6.3: Beispielprozess.

Beim Aufstarten der Anwendung werden die XML Artefakte mit den Workflow Beschreibungen gelesen und in ein interpretierbares Objektmodell überführt. Startet der Benutzer dann den Workflow explizit über das Menu (siehe Abschnitt 6.3.2 auf Seite 138), wird dieses Objektmodell über die Workflow-Engine gestartet, welche die Interpretation der Guards und das Aufrufen der Formulare übernimmt. Ein Beispielprozess ist in der Abbildung 6.3 illustriert; die Zustände (eckige Kästen) sind Formulare, in denen Daten eingegeben werden. Je nach Wert wird dem Benutzer ein neuer Zustand angezeigt, so dass sich der Befrager (z.B.

ein Arzt) ein genaueres Bild machen kann. Am Ende werden alle eingegebenen Informationen an den eSana Server übermittelt.

Der Ablauf der Workflow Engine kann über die Angabe der entsprechenden Klasse in der Hauptkonfiguration erweitert oder überschrieben werden. Standardmässig wird ein einfacher Ablauf wie in der Abbildung 6.4 verwendet. Der Workflow-Kontext wird verwendet, um Schlüsse auf den aktuellen Zustand des Prozesses zuzulassen (welche Aktion wurde zuletzt ausgeführt, welcher Zustand ist aktiv, welche Daten wurden eingegeben). Ferner kann der Aufrufer eine Reihe von Zuhörern definieren, welche über das Ende des Workflows informiert werden. Dies kann beispielsweise dazu dienen, Aufräumarbeiten nach dem Ausführen durchzuführen oder eine bestimmte Maske anzuzeigen. Diese werden als Java-Klassen definiert und zur Laufzeit ausgeführt.

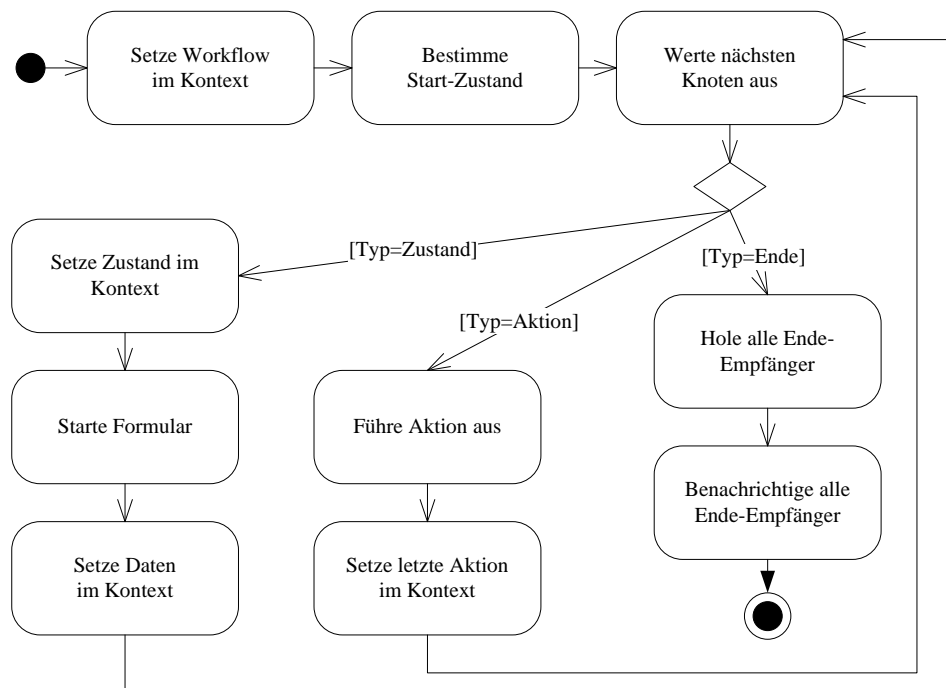


Abbildung 6.4: Interner Ablauf der Workflow Engine.

Im Gegensatz zur Definition von Benutzeroberflächen ist jeder Workflow in einem eigenen Artefakt beschrieben. Deren Definition ist im Anhang A.1 auf Seite 197 beschrieben.

#### 6.3.4 Hauptkonfiguration

Die Hauptkonfiguration wird vom Hauptprogramm gelesen und enthält Informationen über die zu verwendenden Instanzen für die Benutzerschnittstellen, Workflows und für das Hauptmenu. Folgende Elemente können definiert werden:

- **ui**: In dieser Struktur kann angegeben werden, welche Klasse für den Ladeprozess, für die Interpretierung der XML-Artefakte mit den Benutzerschnittstellen und für die Verhaltenssteuerung verwendet wird. Ferner gibt man hier den Pfad auf dem mobilen Gerät an, wo standardmässig das Benutzerschnittstellen-Artefakt abgelegt ist.
- **workflow**: Dieses Element dient zur Definition, welche Engine für die Interpretierung und für den Parse-Vorgang verwendet wird. Ferner kann man die Klasse angeben, welche als Persistenzort für den aktuellen Prozesszustand dient. Ausserdem können eine Reihe von Pfaden auf die Prozesse angegeben werden, welche geladen werden sollen.
- **menu**: Mit diesem Element kann der Ladeprozess für die Menustrukturen und weitere Angaben zu derselben gemacht werden.

Genauere Angaben über die Definition des verwendeten Artefakts befindet sich im Anhang A.4 auf Seite 211.

## 6.4 Dispatcher

### 6.4.1 Übersicht

Beim Dispatcher handelt es sich um den Server Teil der eSana Architektur. Er handelt folgende Funktionalitäten ab, deren Zusammenspiel in der Abbildung 6.5 illustriert ist.

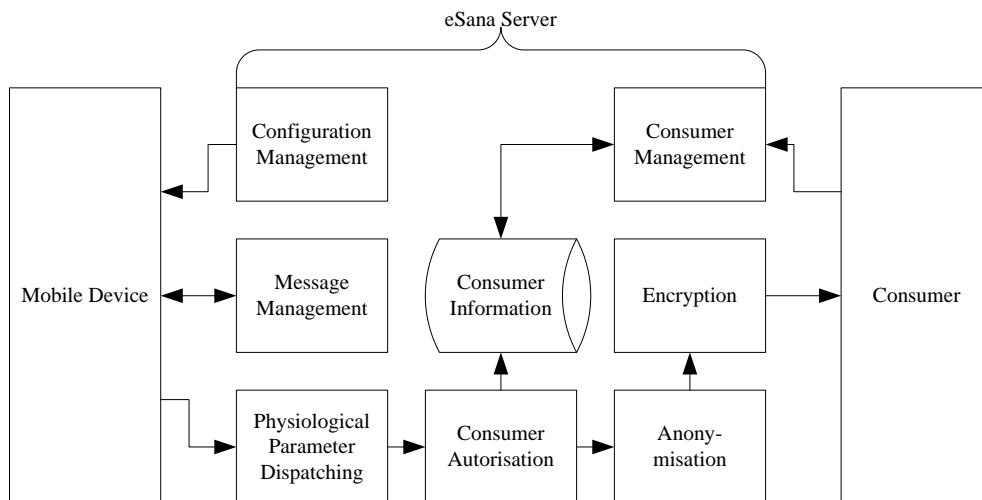


Abbildung 6.5: eSana Server Grobarchitektur.

Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten grob beschrieben:

- **Konfigurationsmanagement** (*Configuration Management*): Die mobile Anwendung erfragt beim Aufstarten ständig eine aktuelle Version der aktuellen Benutzeroberflächen und Prozesse beim eSana Server, welcher diese zur Verfügung stellt.
- **Nachrichtenmanagement** (*Message Management*): Ein- und ausgehenden Nachrichten, welche im Kontext der mobilen Anwendung laufen (z.B. Kommunikation mit einem Arzt) werden darüber abgehandelt.
- **Übermittlung physiologischer Parameter** (*Physiological Parameter Dispatching*): Die mobile Anwendung übermittelt die vom Benutzer eingegebenen Werte an den Server, welcher sie an eine Reihe von Verbraucher weiterleitet.
- **Verbrauchermanagement** (*Consumer Management*): Das An- und Abmelden berechtigter Verbraucher für die Weiterleitung der gewünschten Parameter wird in diesem Teil abgehandelt.
- **Verbraucherautorisierung** (*Consumer Authorisation*): Hier wird pro Parameter bestimmt, für wen diese Information mit welcher Transformation nötig ist. Es können auch mehrere Verbraucher für einen oder mehrere Parameter in Frage kommen.
- **Anonymisierung** (*Anonymisation*): Diese Komponente entfernt von den zu übermittelnden Parameter sämtliche persönlichen Informationen, falls dies für den gegebenen Empfänger vorgeschrieben ist.
- **Verschlüsselung** (*Encryption*): Hiermit werden die zu versendenden Daten in einem letzten Schritt verschlüsselt, bevor sie tatsächlich einer spezifischen Verbraucheranwendung übermittelt werden.

#### 6.4.2 Konfigurationsmanagement

Beim Konfigurationsmanagement übernimmt der eSana Server die Rolle als Personalisierungsdienstleister. Verschiedene in der mobilen Anwendung verwendeten Artefakte wie Benutzeroberflächen, Abläufe, etc. werden hier zwischengespeichert. Beim Aufstarten der mobilen Anwendung wird die aktuellste Version dieser Artefakte zur Verfügung gestellt, so dass der mobile Benutzer immer mit den aktuellsten Artefakten arbeiten kann. Der grobe Ablauf dieses Vorgangs ist in der Abbildung 6.6 ersichtlich.

Die Anfrage der mobilen Anwendung an den eSana Server enthält als Parameter einzig den Zeitstempel der letzten Anfrage. Diese wird mit den Zeitstempeln der aktuellen Artefakte auf dem Server verglichen, um zu bestimmen, welche neu hinzugekommen sind.

Die Antwort vom eSana Server wird als Paket zusammengestellt, welches folgende Elemente enthält:

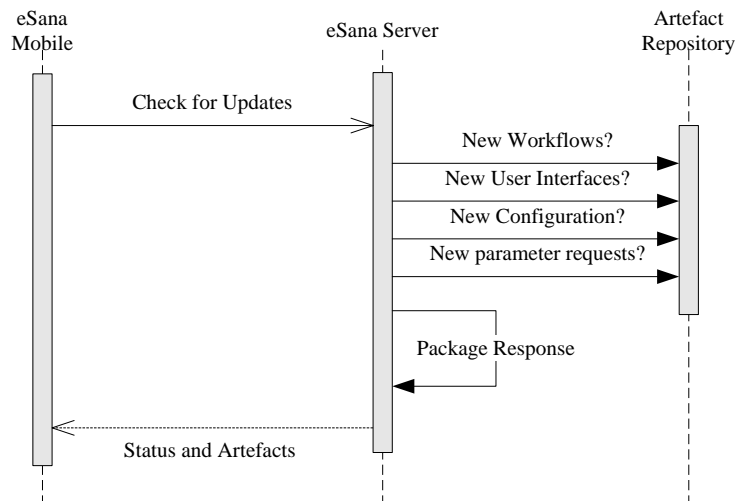


Abbildung 6.6: Sequenzdiagramm Konfigurationsmanagement

- **updated**: Beschreibt, welche Elemente aktualisiert worden sind. Diese teilen sich auf in
  - **configuration**: Angepasste Konfiguration der mobilen Anwendung.
  - **processes**: Optionale Liste von Workflows, welche sich geändert haben. Jeder geänderte Prozess wird vollständig übermittelt; dieser kann dann auf dem mobilen Gerät lokal gespeichert werden.
  - **classes**: Optionale Liste von Java-Klassen, welche sich geändert haben. Diese werden typischerweise von einem Prozess oder der Konfiguration referenziert. Pro Klassendefinition wird die Klasse binär (Base64) abgelegt und kann dann so lokal persistiert werden, damit bei der Ausführung die neue Funktionalität übernommen wird.
  - **forms**: Optionale Liste von Formularen, welche sich geändert haben. Da das Formular Artefakt bereits sämtliche Formulare enthält, werden bei diesem Eintrag immer sämtliche Formulare übermittelt, falls einer geändert wurde.
- **added**: Beschreibt, welche Elemente neu hinzugekommen sind. Damit können beispielsweise neue Prozesse definiert werden, welche auf der lokalen Anwendung nach dem Aufstarten dem Benutzer als solche angegeben werden. Die Unterelemente sind analog wie beim **updated** Element.
- **removed**: Dieses Element beschreibt, welche Artefakte nicht mehr benötigt werden.

- **processIds**: Optionale Liste von Workflows, welche es nicht mehr gibt. Pro Prozess wird die eindeutige ID des Prozesses angegeben, den es zu löschen gibt.
- **classNames**: Optionale Liste von Java-Klassen, welche nicht mehr existieren. Diese werden nur mit dem eindeutigen Namen (Paket und Klassenname) angegeben.
- **formIds**: Optionale Liste nicht mehr benötigter Formulare. Diese werden nur mit der eindeutigen ID identifiziert. Die mobile Anwendung muss diese aus der globalen Formularliste löschen.

### 6.4.3 Nachrichtenmanagement

In diesem Teilbereich koordiniert der eSana Server die verschiedenen Nachrichten, welche zwischen den Teilnehmern ausgetauscht werden können. Solche Nachrichten gleichen einer Multimedia Nachricht und bestehen aus:

- Einem Empfänger (**recipient**), z.B. der behandelnde Arzt. Die Liste möglicher Empfänger ist in der mobilen Konfiguration vorgegeben.
- Der Dringlichkeit (**importance**) der Nachricht, standardmässig auf Normal gesetzt.
- Der optionalen Betreff-Zeile (**subject**).
- Dem Inhalt (**body**) der Nachricht, welche entweder ein *Text* ist (ähnlich einer SMS) oder eine *Voice*-Nachricht, die auf dem mobilen Gerät aufgenommen worden ist oder abgespielt wird.
- Einer optionalen Liste zusätzlicher Objekte (**attachments**) als Anhang wie beispielsweise Bilder oder Videoaufnahmen.
- Einer optionalen Referenz auf die Originalnachricht (**replyId**), die als Bezug dient.

Der eSana Server speichert diese Nachrichten in einer internen Ablage, von wo aus sie in einem separaten Prozess weiterverarbeitet und versandt werden können. Das Sequenzdiagramm in der Abbildung 6.7 illustriert die ausgeführten Aktivitäten auf dem eSana Server. Folgende Versandarten sind möglich:

- **Unverschlüsselte E-Mail**: Die Nachricht wird als E-Mail Text transformiert und unverschlüsselt dem Empfänger geschickt. Dieses Vorgehen ist das einfachste, jedoch wegen dem potentiellen Missbrauch problematisch.
- **Verschlüsselte E-Mail**: Das Vorgehen ist analog wie bei der unverschlüsselten Variante, die E-Mail wird jedoch am Ende verschlüsselt mit dem Zertifikat des eSana Servers. Dazu muss das öffentliche Zertifikat des Empfängers bekannt sein.

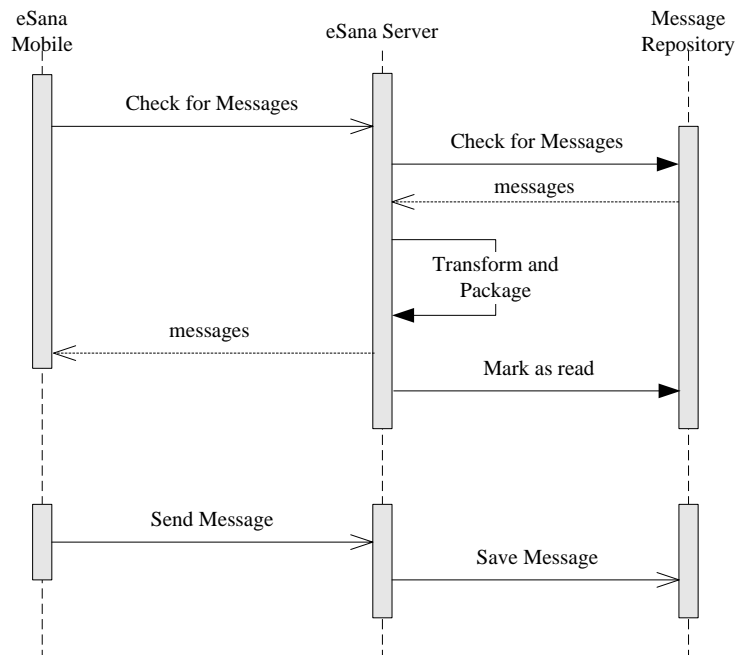


Abbildung 6.7: Sequenzdiagramm Nachrichtenmanagement.

- **SMS:** Es wird dabei nicht die Nachricht selbst per SMS versendet, sondern lediglich ein Hinweis, dass es eine neue Nachricht gibt. Der Empfänger muss dann in einem Browser die Nachricht abrufen, wo sie ihm auch inklusive der multimedialen Elemente präsentiert wird.
- **MMS:** Die Nachricht wird hierbei inklusive der multimedialen Elemente verpackt und dem Empfänger geschickt. Auch hier stellt sich, analog wie bei der unverschlüsselten E-Mail, die Problematik der Sicherheit. Je nach Empfängergerät können MMS nicht direkt dargestellt werden und müssen auf der Webseite des Mobilfunkanbieters betrachtet werden.
- **Anwendung:** Nachrichten können direkt an eine dedizierte Anwendung weitergeleitet werden. Dies ist für die Ärzteseite interessant, da er auf der Verbraucherseite unter Umständen mit einer für das Krankheitsbild dedizierten Anwendung arbeitet und so die Nachrichten direkt dort einsehen kann. Für diesen Versandtyp muss die Anwendung eine entsprechende Schnittstelle zur Verfügung stellen.
- **Fax:** Die Nachricht wird hierbei in eine Faxnachricht umgewandelt und über ein Faxportal verschickt. Analog wie bei der unverschlüsselten E-Mail stellt sich hier die Sicherheitsproblematik.



- **eSana Mobile:** Diese Variante ist nur für den Patienten interessant und voreingestellt. Die Nachricht wird direkt auf der mobilen Anwendung dargestellt, inklusive multimedialer Elemente.

Jede Versandart lässt sich pro Nachrichtenpriorität festlegen. So kann ein Arzt festlegen, dass er für Patient P bei normal und tief priorisierten Nachrichten eine verschlüsselte E-Mail wünscht, bei hoch priorisierten hingegen lieber eine E-Mail.

Für die Versandarten E-Mail (beide), Anwendung und eSana Mobile ist ein Mechanismus für die Antwort vorgesehen. Jede Nachricht wird mit einer eindeutigen Kennung versehen (`messageId`), welche bei der Antwort Teil der Nachricht ist (als `replyId`).

#### 6.4.4 Übermittlung physiologischer Parameter

Sobald der eSana Server ein Paket mit den vom Endbenutzer eingegebenen physiologischen Informationen erhält, muss er für diese zuerst die Verbraucher bestimmen. Verbraucher melden sich beim eSana Server mit der Angabe an, für welchen Patienten sie welche Informationen wollen. Möchte also ein Verbraucher A vom Benutzer X die Information Glukose, dann wird ihm die Information Gewicht nicht mitgeschickt, auch wenn sie im gleichen Paket vorhanden ist. Ausserdem gibt es Verbraucher, welche Informationen nur in anonymisierter Form erhalten dürfen (z.B. eine staatliche Institution, welche Informationen zu statistischen Zwecken verarbeitet). Zuletzt findet auf dem eSana Server noch ein Transformationsschritt statt, welcher die zu versendenden Informationen bereitstellt.

Als Schnittstelle zum zur Verbraucheranwendung wird lediglich eine Web Services Schnittstelle angeboten (siehe Abschnitt 6.5 auf Seite 154). Das heisst, die Verbraucheranwendung muss eine entsprechend definierte Schnittstelle anbieten und bei der Anmeldung angeben. Dort werden die für ihn bestimmten Informationen hingeschickt.

Sind andere Transformationsschritte erwünscht, beispielsweise eine Umwandlung in eine HL7 Nachricht, bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Ein separater Verbraucher wird eingeschaltet, welcher die Informationen roh empfängt, umwandelt und den Endverbrauchern zustellt (z.B. Arzt, Medical Communication Center, separate Anwendung). Dieser Ansatz wird z.B. in [SVW08] beschrieben.
- Der Transformationsschritt wird als externer Dienst eingebunden und je nach Verbraucher konfiguriert. In dieser Variante werden also Dienstleister eingesetzt, welche die Umwandlung vornehmen.

Letztere Variante hat den Vorteil, dass kein separater Verbraucher benötigt wird, welcher dann eine separate Empfängerliste mit entsprechender Prozedur für die Registrierung führen muss. Deshalb wird dieser Ansatz im eSana Framework gewählt.

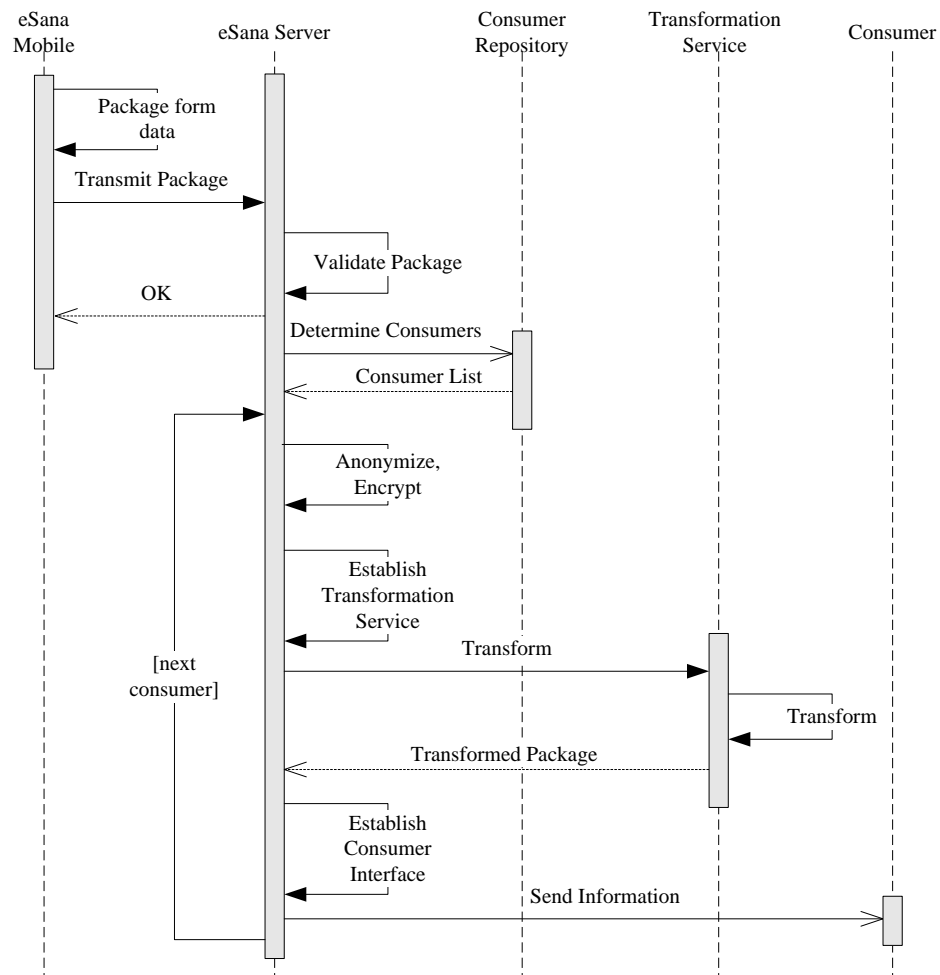


Abbildung 6.8: Sequenzdiagramm zur Übermittlung physiologischer Parameter.

Ein Nachteil ist jedoch, dass pro Transformationsdienstleister auf der Verbraucherseite eine andere Schnittstelle implementiert werden muss. Die Schnittstelle für den Empfang einer Rohnachricht sieht anders aus als diejenige für den Erhalt einer HL7 Nachricht.

### 6.4.5 Verbrauchermanagement

Beim Verbrauchermanagement geht es darum, die Endanwendungen im eSana Framework zu verwalten und ihnen Möglichkeiten zu geben sich für Informationsflüsse anzumelden. Endanwendungen integrieren sich in einem zweistufigen Prozess ins eSana Framework (siehe Abschnitt 4.2.2 auf Seite 76):

1. Akzeptierung der Verbraucheranwendung als sicheres und für den Betreiber sinnvolles Endsystem. Bei diesem Schritt wird von einer übergeordneten Instanz (Betreiber des eSana Frameworks) nach einem Audit auf technischer, organisatorischer und rechtlicher Ebene bestimmt, ob eine Endanwendung geeignet und zweckmässig genug ist, sich zu integrieren. Dabei wird auch der Rahmen bestimmt, unter welchem die Endanwendung gegebenenfalls Daten erhalten darf. Dazu gehört beispielsweise die Aussage, dass eine Endanwendung lediglich anonymisierte Daten empfangen kann (also keine personenbezogenen Informationen, lediglich die mit einem Zeitstempel und Datentyp versehenen Messwerte).
2. Die Anmeldung für bestimmte Datenwerte eines bestimmten Patienten oder Patientengruppe wird von einem Verbraucher ausgelöst. Dabei meldet er Interesse an den spezifischen Daten einer Person an, welche von der Verbraucheranwendung an das eSana Framework weitergeleitet werden. Die Validierung dieser Interessensbekundung geht an den Patienten weiter, welcher sie akzeptieren oder ablehnen kann.

#### Beispiel: Anmeldung für bestimmte Patienten

Die folgenden Akteure sind für diesen Anwendungsfall definiert:

- Patient Schmid ist Diabetiker und benutzt eine auf eSana basierende mobile Anwendung. Dazu sendet die physiologischen Parameter Glukose, Gewicht und Blutdruck mit seinem Mobilgerät an seinen Hausarzt Dr. Müller.
- Dr. Müller ist der Hausarzt von Herrn Schmid und benutzt zur Analyse der Daten die Endanwendung **Physio Values**. Der Prozess zwischen Müller und Schmid ist schon seit Längerem definiert und funktioniert.
- Frau Kumin ist Ernährungsberaterin von Herrn Schmid und begleitet ihn während seiner Krankheit. Nun möchte Sie auch die physiologischen Parameter Glukose-Wert und Gewicht mit der Anwendung **Diet Management** regelmässig erhalten und analysieren.

Ferner gelten die folgenden Voraussetzungen (Preconditions):

- Die Anwendung **Diet Management** wurde vom Audit-Prozess akzeptiert und ist in der eSana Umgebung eingerichtet.
- Frau KÜmin ist innerhalb der Anwendung **Diet Management** bekannt und sie kann sich darin anmelden.
- Frau KÜmin hat Herrn Schmid mitgeteilt, welche Parameter sie für die weitere Behandlung benötigt.

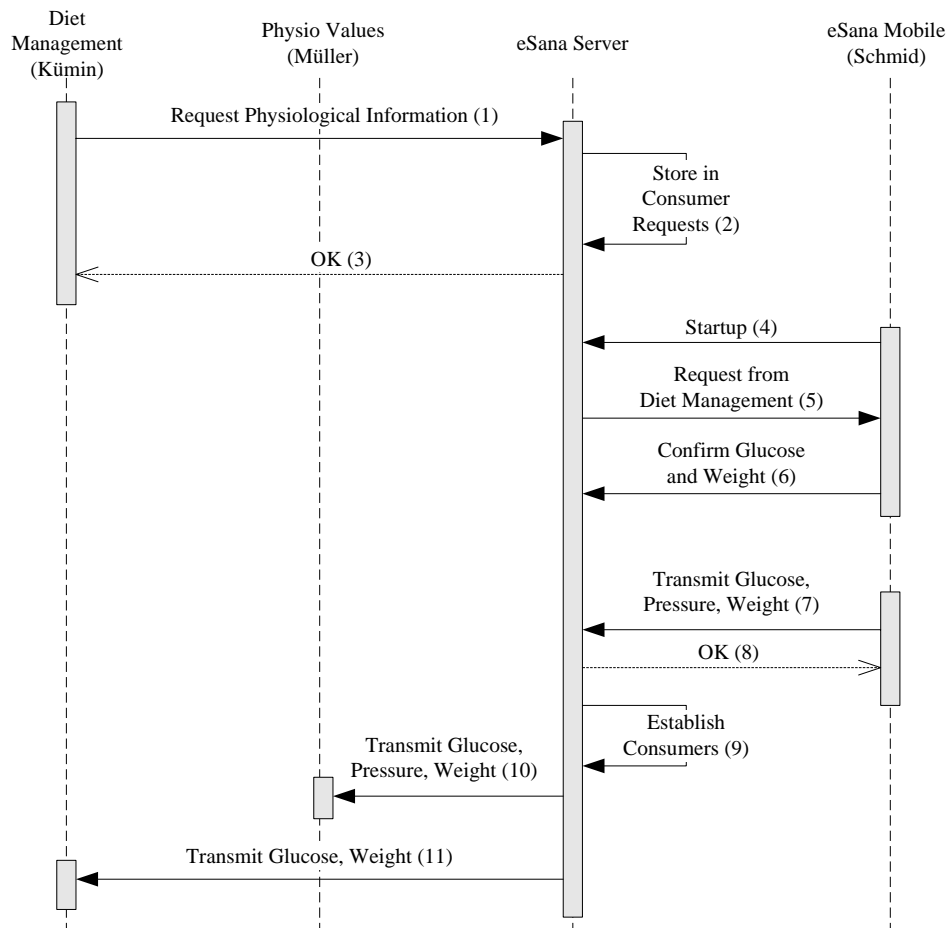


Abbildung 6.9: Sequenzdiagramm für Anwendungsfall KÜmin.

Die Vorgehensweise wird in der Abbildung 6.9 illustriert. Frau KÜmin meldet sich dabei an der Anwendung **Diet Management** an und gibt an, dass sie physiologische Daten von Herrn Schmid möchte. Sie spezifiziert dies nicht genauer, da sie nicht weiss, welche Daten Herr Schmid eingeben muss. Diese Anfrage wird von der Anwendung **Diet Management** an den eSana Server weitergeleitet (1),

welcher sie speichert (2) und bestätigt (3). Bei nächsten Aufstarten der mobilen Anwendung (4) erhält Herr Schmid die Anfrage auf seinem mobilen Client (5). Er bestätigt, dass Frau Kumin die Informationen Glukose und Gewicht erhalten darf (6). Bei der nächsten Dateneingabe übermittelt Herr Schmid wie gewohnt die Informationen Gewicht, Glukose und Blutdruck (7). Die Übermittlung wird ihm vom eSana Server bestätigt (8). Der eSana Server bestimmt nun, an wem die Daten geschickt werden müssen (9). Danach übermittelt er die physiologischen Parameter Gewicht, Glukose und Blutdruck wie anhin an die Anwendung **Physio Values** (10). Der neue Verbraucher **Diet Management** erhält hingegen nur die von Herrn Schmid freigegebenen Parameter Glukose und Gewicht (11). Herr Schmid hat jederzeit die Möglichkeit, auf seinem mobilen Gerät einzustellen, wem er welche Daten schicken möchte.

#### 6.4.6 Verbraucherautorisierung

Die im vorangehenden Abschnitt beschriebenen Schritte (9) bis (11) sind Teil der Verbraucherautorisierung. Dabei wird bestimmt, wer welche Daten erhält. Diese Beziehung wird in der Abbildung 6.10 anhand vom vorangegangenen Anwendungsfall zum Patient Schmid illustriert.

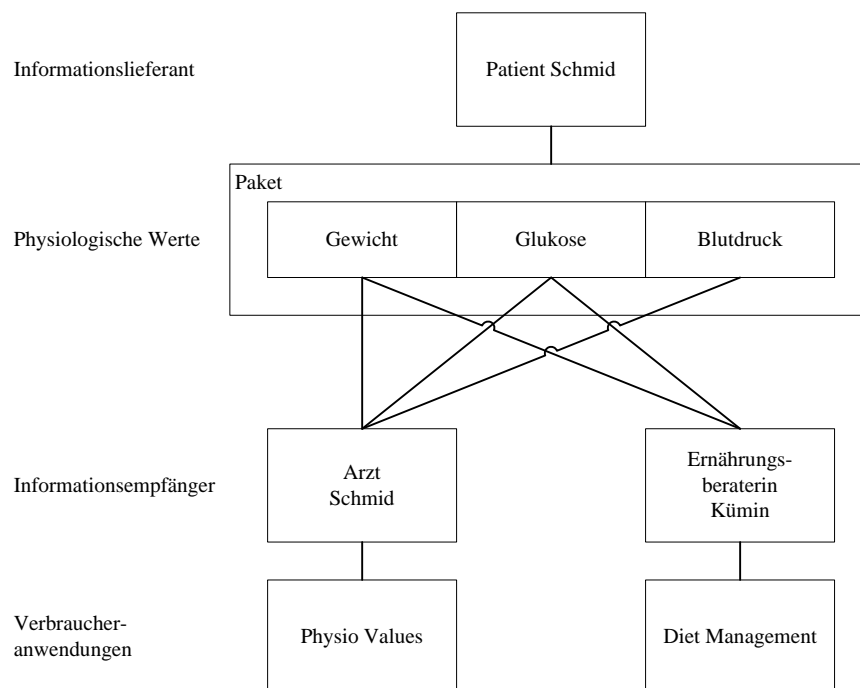


Abbildung 6.10: Überblick der Werte-Zugehörigkeiten anhand vom Anwendungsfall Schmid.

Der Algorithmus zur Bestimmung der zu versendenden Pakete wird nachfolgend grob aufgezeigt:

1. Bestimme Informationsempfänger für Patient
2. Für jeden Informationsempfänger
  1. Erstelle leeres Versandpaket
  2. Füge Stammdaten des Patienten hinzu (Referenz)
  3. Für jeden physiologischen Wert
    1. Ist Informationsempfänger berechtigt?
    2. Wenn ja, füge Wert zum Paket hinzu
  4. Bestimme Verbraucheranwendung des Informationsempfängers
  5. Anonymisierung notwendig?
  6. Wenn ja, anonymisiere Paket
  7. Versende Paket an Verbraucheranwendung
  8. Markiere Versand
  9. Gehe zum nächsten Informationsempfänger

#### 6.4.7 Anonymisierung

Beim Anonymisierungsprozess werden die Absenderinformationen der physiologischen Daten entfernt und an die Verbraucher weitergeschickt. Der Verbraucher hat somit keine Möglichkeit nachzuvollziehen, wem diese Informationen zuzuordnen sind. Um dennoch eine sinnvolle Auswertung der Daten zu ermöglichen, werden zusätzlich noch die folgenden Informationen mitgegeben:

- Geschlecht (M/F)
- Geburtsjahr (kein genaues Datum)
- Kanton nach ISO 3166-2:CH

#### 6.4.8 Verschlüsselung

Vor dem eigentlichen Versand an die autorisierten Verbraucher werden die Daten verschlüsselt. Der eigentliche Verschlüsselungsvorgang kann pro Verbraucheranwendung definiert werden. Es stehen die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

- None: Keine Verschlüsselung.
- ROT13: Triviale Chiffrierung zu Testzwecken.
- RSA: Asymmetrische Verschlüsselung. Der öffentliche Schlüssel der Verbraucheranwendung muss bekannt sein.

### 6.4.9 Datenmodell für Dispatcher

Der Dispatcher benötigt ein Datenmodell um die beschriebene Funktionalität abbilden zu können. Dieses Modell ist in der Abbildung 6.11 illustriert.

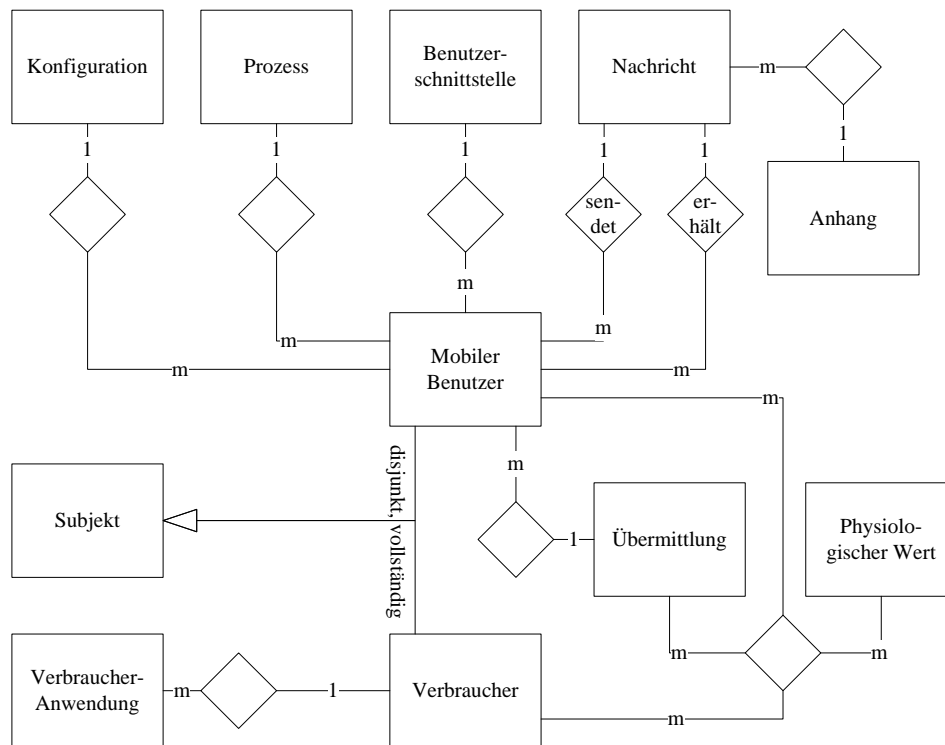


Abbildung 6.11: Konzeptionelles Datenmodell nach [Che75] für Dispatcher.

Hervorzuheben ist dabei die Beziehung zwischen den Entitäten Verbraucher, Physiologischer Wert, Übermittlung und Benutzer. Physisch wird dieser Sachverhalt wie folgt abgebildet:

- PHYSIOLOGICALVALUE: ID, Name, Type
- CONSUMERAPPLICATION: ID, Name, Server, Anonymization, Encryption
- CONSUMER: ID, ConsumerApplicationId
- USER: ID
- TRANSFER: ID, UserId, Timestamp
- REQUESTEDPHYSIOLOGICALVALUE: ID, ConsumerId, PhysiologicalValueId, UserId, RequestTimestamp, AcceptTimestamp
- TRANSFERREDPHYSIOLOGICALVALUE: ID, TransferId, RequestedPhysiologicalValueId

## 6.5 Zugriff auf Verbraucheranwendungen

Die Interaktion zwischen den Verbraucheranwendungen und dem Dispatcher wird technisch mit Web Services gelöst. Dabei werden auf beiden Seiten Dienste zur Verfügung gestellt.

### 6.5.1 Dienste vom Dispatcher

Der Dispatcher stellt den Verbraucheranwendungen verschiedene Dienste zur Verfügung, welche die folgende Funktionalität aufweisen:

- Versand Nachrichten von der Verbraucheranwendung zum mobilen Gerät.
- Anfrage Parameterfreigabe um Daten eines mobilen Geräts zu erhalten.
- Aktualisierung der Formulare, Prozesse und der Konfiguration eines mobilen Geräts.

#### Versand Nachrichten

Der Dienst **MessageManagement**, welches den Versand von Nachrichten an ein mobiles Gerät ermöglicht, implementiert lediglich eine Methode:

- **sendMessage**: Versenden einer Nachricht. Der einzige Parameter ist die zu versendende Nachricht, welche im Abschnitt 6.4.3 auf Seite 145 und im Anhang D.4 auf Seite 236 spezifiziert ist.

#### Anfrage Parameterfreigabe

Mit diesem Dienst kann eine Verbraucheranwendung dem Dispatcher den Wunsch äussern, dass ein spezifischer Verbraucher (z.B. Arzt) von einem bestimmten mobilen Nutzer Parameter erhalten möchte. Der Dienst heisst **Physiological-ValueManagement** und bietet lediglich eine Methode:

- **requestParameters**: Anfrage für den Erhalt physiologischer Parameter. Folgende Parameter werden benötigt:
  - **consumer**: Objekt mit den Angaben zum Verbraucher.
  - **sender**: Objekt zur Identifizierung des Informationslieferanten.
  - **consumerApplication**: Objekt mit den Angaben zur Identifizierung der Verbraucheranwendung (der Aufrufer der Methode).



### Aktualisierungen

Verbraucheranwendungen können dem Dispatcher Aktualisierungen von Formularen, Prozessen und Konfigurationen für einen bestimmten Informationslieferanten schicken, so dass diese beim nächsten Aufstarten der mobilen Anwendung automatisch geladen werden. Der Dienst `ConfigurationManagement` und bietet die folgende Methode an:

- **updateConfiguration**: Anfrage für den Erhalt physiologischer Parameter. Folgende Parameter werden benötigt:
  - **pkg**: Objekt mit den Angaben zu den aktualisierten Elementen. Dieses Objekt gehört zur Klasse `ConfigurationUpdate`, welche im Anhang D.3 auf Seite 229 beschrieben ist.
  - **mobile**: Objekt zur Identifizierung des Informationslieferanten.

#### 6.5.2 Dienste der Verbraucheranwendung

Auf der Seite der Verbraucheranwendung müssen zwei Dienste zwingend zur Verfügung gestellt werden:

- Versand Nachrichten, damit Nachrichten auf Seite der Verbraucheranwendung empfangen werden können.
- Versand physiologische Parameter, damit die eigentlichen Werte übermittelt werden können.

#### Versand Nachrichten

Damit der Dispatcher allfällige Nachrichten eines mobilen Nutzers weiterleiten kann, muss ein Dienst `MessageManagement` implementiert werden, welcher nur eine Methode enthält:

- **sendMessage**: Versenden einer Nachricht. Der einzige Parameter ist die zu versendende Nachricht, welche im Abschnitt 6.4.3 auf Seite 145 und im Anhang D.4 auf Seite 236 spezifiziert ist.

#### Versand physiologischer Werte

Das eigentliche Kernstück des eSana Frameworks, der Versand der physiologischen Werte, wird mit dem Dienst `PhysiologicalValueManagement` abgeschlossen. Danach obliegt es der Verantwortung der Verbraucheranwendung, diese Informationen zu persistieren und für den Verbraucher zu verarbeiten. Nachfolgend wird die einzige Methode dieses Dienstes illustriert:

- **transmit**: Mit dieser Methode kann ein Paket übermittelt werden (Typ `PhysiologicalValuePackage`), welches die physiologischen Werte enthält.

## 6.6 Analyse der Anforderungen an mobile medizinische Dienste

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an mobile medizinische Dienste (siehe Abschnitt 3.6.2 auf Seite 68) mit der Implementierung verglichen.

### 6.6.1 Komplexität der Anwendungen

Die Komplexität der abgefragten physiologischen Werte kann pro Anwendung und auch zur Laufzeit jederzeit angepasst werden. Die Struktur der abgefragten Informationen ist als Artefakt abgelegt (siehe Abschnitt 6.3.1 auf Seite 137) und wird zur Laufzeit interpretiert. Ausserdem werden die Artefakte bei jedem Aufstarten der Anwendung aktualisiert (siehe Abschnitt 6.4.2 auf Seite 143).

### 6.6.2 Kontext der Anwendungsausführung

Der Einbezug von Kontextinformationen bei der Erfassung auf dem mobilen Gerät wird auf Architekturebene im Abschnitt 5.4 auf Seite 116 beschrieben. Ausserdem ist die Komponente im Abschnitt 6.1.3 auf Seite 126 integriert. Auch die notwendigen Parameter für das Mapping zwischen physiologischen Werten und Kontext wird im Anhang A.2 auf Seite 203 beschrieben. Dies erlaubt es, einen eindeutigen Bezug herzustellen zwischen der Kontextinformation und den Eingebewerten.

Allerdings wurde die Implementierung des Kontext-Managers nicht in das eSana Framework auf physischer Ebene integriert. Dies hat mehrere Gründe: Einerseits ist im Rahmen des LoCa Projekts eine weitergehende Integration vorgesehen und teilweise implementiert worden. Andererseits wurden proof-of-concept Projekte implementiert, welche das Zusammenspiel illustrieren.

### 6.6.3 Mehrbenutzerfähigkeit

Die Nutzung einer mobilen Anwendung um die Daten für mehrere Patienten zu erfassen (z.B. in einem Pflegeheim) wird im eSana Framework an die Anwendung delegiert. Da sämtliche Prozesse und Oberflächen als externe Artefakte definiert sind, kann diese Anforderung problemlos erfüllt werden.

### 6.6.4 Analyse- und Automatisierungsmöglichkeiten

Die grossen Unterschiede bei den Analysewerkzeugen und -medien wird im eSana Framework durch eine strikte Trennung gelöst; diese Verbraucheranwendungen sind anwendungsfallspezifisch zu implementieren. Die Schnittstelle zwischen den Verbraucheranwendungen und dem eSana Framework wird im Abschnitt 6.5 auf Seite 154 spezifiziert. Die Integration einer solchen Verbraucheranwendung ist in erster Linie ein organisatorischer Prozess, welche vom Betreiber der eSana Plattform durchgeführt werden muss.

### 6.6.5 Analysestellen

Die Verwaltung der Analysestellen (Verbraucheranwendungen) wird im eSana Dispatcher durchgeführt (siehe Abschnitt 6.4.5 auf Seite 149). Diese erlaubt es auch, dass physiologische Werte eines Patienten an mehrere Verbraucher(-anwendungen) geschickt werden können (siehe Abschnitt 6.4.4 auf Seite 147). Der Patient hat jederzeit die Möglichkeit, den Zugriff physiologischer Werte auf einzelne Verbraucher freizugeben oder einzuschränken.

### 6.6.6 Werkzeuge für die Verwaltung/Analyse

Die Verbraucheranwendungen sind nicht Teil des eSana Frameworks und somit liegt die Verantwortung für die Analysewerkzeuge bei den anwendungsfallspezifischen Implementierungen.

### 6.6.7 Datentypen

Die Erweiterung beliebiger Datentypen ist durch die Möglichkeit gegeben, in der Konfiguration den Ladevorgang zu überschreiben (siehe Abschnitt 6.3.4 auf Seite 141). Somit kann die mobile Anwendung dahingehend angepasst werden, dass Erweiterungen des Artefakts zur Laufzeit interpretiert werden.

Die Workflow Engine erlaubt es ausserdem, beliebige Code-Fragmente auf dem mobilen Gerät als Aktionen zu integrieren, welche zur Laufzeit geladen und gestartet werden (siehe Abschnitt 6.3.3 auf Seite 138). Dies kann auch Voranalysen beinhalten, welche als Aktion nach der Erfassung eines Formulars ausgeführt werden. Auch die Aktualisierung solcher Aktionen ist durch den Aktualisierungsprozess beim Aufstarten der Anwendung berücksichtigt (siehe Abschnitt 6.4.2 auf Seite 143).

## 6.7 Merkmale und Deployment-Prozess

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenfassung aller in diesem Kapitel beschriebenen Merkmale aus Nutzersicht. Danach wird ein abstraktes Vorgehen vorgestellt, welches bei der Implementierung einer mobilen medizinischen Lösung mit einem Patienten verwendet werden kann. Diese wird ergänzt mit einem konkreten Beispiel.

### 6.7.1 Technische Merkmale des eSana Frameworks

Die wichtigsten Merkmale des eSana Framework lassen sich in drei Kategorien unterscheiden:

- Merkmale der mobilen Anwendung: Auf welche Funktionalitäten kann ein Anwendungsentwickler zurückgreifen auf dem mobilen Gerät.

- Merkmale der Server Anwendung: Zur Verfügung gestellte Mechanismen beim Server Teil (Dispatcher).
- Merkmale der Schnittstellen: Funktionen der Schnittstellen zwischen Dispatcher und mobilem Gerät und zwischen Dispatcher und Verbrauchernanwendungen.

In der vorliegenden Arbeit werden die Aspekte Datenschutz und -sicherheit nicht beleuchtet, da dies den Rahmen sprengen würde; diese Aspekte sind jedoch für jede medizinische Anwendung elementar und müssen von einem Framework transparent angeboten werden.

### **Merkmale der mobilen Anwendung**

Ein Anwendungsentwickler kann bei der Implementierung eines konkreten Anwendungsfalls auf folgende Funktionalität des eSana Frameworks zurückgreifen und anpassen:

- Grundstock an verfügbaren Datentypen: Die wichtigsten Datentypen, mit denen physiologische Parameter erfragt werden können, werden zur Verfügung gestellt. Datentypen für einen konkreten Anwendungsfall können als Erweiterung implementiert werden.
- Standard-Implementierung einer Workflow-Engine: Es wird eine einfache Workflow-Engine zur Verfügung gestellt, welche zur Laufzeit Artefakte mit Prozessbeschreibungen interpretieren kann. Diese können auf zweierlei Weise erweitert werden:
  - Mit der Implementierung von Aktionen, welche innerhalb eines Standard-Prozesses aufgerufen werden können. Diese Art von Erweiterungen stellt den Normalfall dar.
  - Durch Anpassung der eigentlich Workflow-Engine, um beispielsweise neue Prozess-Konstrukte (Parallelisierung von Aktionen, etc.) zu berücksichtigen. Diese Erweiterung hat normalerweise auch eine Erweiterung der Artefakt-Ladeprozesse zur Folge.
- Standard-Implementierung einer Formular-Engine: Es wird eine einfache Engine zur Verfügung gestellt, welche Artefakte mit Formularbeschreibungen interpretiert und darstellt. Bei der Erweiterung von Datentypen muss diese Engine angepasst werden. Ausserdem ist bei der Migration auf dedizierte Betriebssysteme (z.B. von JME auf Android) häufig in diesen Klassen eine Anpassung nötig.
- Schnittstellen für die Implementierung dedizierter mobiler Funktionalität: Spezielle Funktionalität, z.B. Visualisierung von Daten, können implementiert und über das Artefakt der Hauptmenu-Navigation mühelos auf der mobilen Anwendung zur Verfügung gestellt werden.

- Artefakte zur Steuerung der Haupt-Navigation: Die Eintrittsmaske mit der Auswahl der verfügbaren Prozesse kann in einem separaten Artefakt spezifiziert werden. Somit können dedizierte, auf den gegebenen Anwendungsfall zugeschnittene, Funktionen einfach eingebunden werden.
- Freigabemechanismus für Anfragen zu physiologischen Parametern: Wird vom Verbraucher den Erhalt neuer physiologischer Parameter gewünscht, muss dies vom Verbraucher bestätigt werden. Diese Logik ist bereits im eSana Framework vorhanden.
- Mechanismus zur Aktualisierung von Formularen und Prozessen: Verbraucher können die Artefakte mit den Prozess- oder Formularbeschreibungen pro Patient personalisieren. Die mobile Anwendung erhält diese Änderungen automatisch und baut sie ein, so dass bei nächsten Start der Anwendung die Aktualisierungen sofort ersichtlich sind.
- Grundstock an Standard-Aktionen in den Prozessen: Etliche Standard-Aktionen werden zur Verfügung gestellt und können direkt in Prozessen aufgerufen werden. Diese Aktionen können auch erweitert werden, um beispielsweise spezielle Validierungen vorzunehmen. Beispiele bereits implementierter Aktionen sind: Lokale Speicherung der Formulardaten, Übermittlung der Daten an den Dispatcher zwecks Weiterleitung.
- Standardimplementierung von Funktionalität, die über das Versenden physiologischer Parameter hinausgeht: Beispiele solcher Funktionalität sind das Management der Nachrichten oder der Aktualisierungen.

### **Merkmale der Server Anwendung**

Die vom Dispatcher auf dem Server zur Verfügung gestellte Funktionalität kann vom normalen Anwendungsfallentwickler genutzt, jedoch noch angepasst oder erweitert werden. Die folgenden Funktionen werden zur Verfügung gestellt:

- Weiterleitung physiologischer Parameter vom mobilen Endgerät an die authentifizierten Verbraucheranwendungen: Dies ist die Hauptfunktionalität des eSana Dispatchers.
- Speicherung und Weiterleitung von Nachrichten an mobile Endgeräte: Nachrichten von Verbrauchern werden zwischengespeichert und beim nächsten Start der mobilen Anwendung dem Anwender zur Verfügung gestellt.
- Weiterleitung von Nachrichten an Verbraucher: Nachrichten an einen Verbraucher werden direkt weitergeleitet.
- Anonymisierung von physiologischen Parametern: Für Verbraucher, die keine Verbindung zwischen den physiologischen Werten und den mobilen Informationslieferanten herstellen dürfen (z.B. staatliche Stellen), werden die Werte anonymisiert.

- Speicherung und Weiterleitung von Aktualisierungen an den Formular- und Prozessbeschreibungen: Aktualisierungen von Verbrauchern werden beim Starten der mobilen Anwendung weitergeleitet und somit dem mobilen Anwender sofort zur Verfügung gestellt.
- Management der Anfragen für physiologischen Parameter: Neue Anfragen werden nicht sofort freigegeben, sondern zwischengespeichert und erst nach Freigabe durch den mobilen Benutzer automatisch zur Verfügung gestellt.
- Berücksichtigung spezieller Transformationsschritte für die Weiterleitung physiologischer Parameter: Dies kann beispielsweise für die Transformation der Werte in HL7 Nachrichten genutzt werden.

### **Merkmale der Schnittstellen**

Zwei Schnittstellen werden im eSana Framework spezifiziert:

- Zwischen mobilem Gerät und dem Dispatcher: Die mobile Anwendung kann Aktualisierungen erfragen, physiologische Parameter weiterleiten oder Nachrichten erfragen, bzw. versenden.
- Zwischen Dispatcher und Verbraucheranwendung: Diese Schnittstelle ist bidirektional und enthält die folgenden Komponenten
  - Schnittstelle, welche die Verbraucheranwendung dem Dispatcher zur Verfügung stellt: Dazu gehören die Weiterleitung der physiologischen Parameter und der Nachrichten.
  - Schnittstelle, welche der Dispatcher der Verbraucheranwendung zur Verfügung stellt: Dazu gehört die Registrierung einer neuen Parameteranfrage wie auch einer neuen Nachricht an einen mobilen Benutzer.

### **6.7.2 Deployment-Prozess**

Nachfolgend werden die Schritte beschrieben, die nötig sind, um eine konkrete eSana Anwendung zu implementieren und zu verteilen. Dabei wird zuerst eine verallgemeinerte Vorgehensweise vorgestellt, gefolgt von einem einfachen Beispiel, basierend auf dem medizinischen Anwendungsfall „Herzinsuffizienz“.

#### **Verallgemeinerter Prozess**

Der allgemeine Prozess besteht aus den folgenden Aktivitäten:

##### **1. Definition Anwendungsfall**

- Umreißen der Problemdomäne: Problembeschreibung, -analyse und Erfassung der Bedürfnisse.

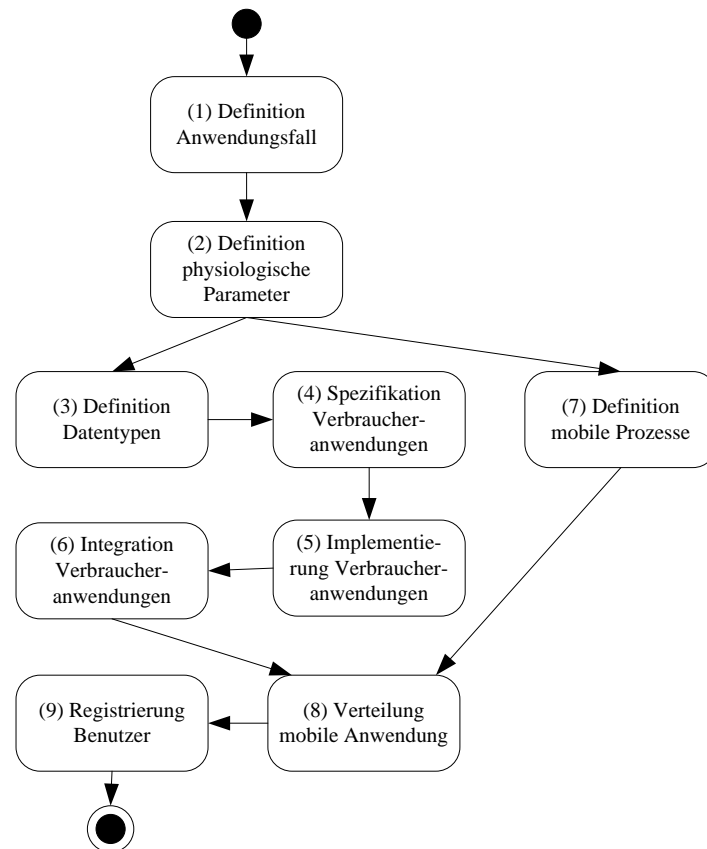


Abbildung 6.12: Verallgemeinerter Verteilungsprozess einer mobilen Anwendung.

- Definition der Zielgruppen: Dazu gehören die Verbraucher wie auch die Informationslieferanten (z.B. Ärzte und Patienten).
- Lieferobjekt: Konzept mit obengenannten Definitionen.

## 2. Definition physiologische Parameter

- Erweiterbarer Grundstock, welcher die Daten enthält, mit welchem die meisten Fälle abgehandelt werden können.
- Definition allfälliger Gerätschaften für den Kontext des mobilen Geräts.
- Lieferobjekt: Liste benötigter physiologischer Parameter.

## 3. Definition Datentypen

- Möglichst Wahl von vordefinierten Datentypen.
- Lieferobjekt: Bei neuen Datentypen genaue Spezifikation des Datentyp-Verhaltens (mobiles Gerät, Übermittlung, Darstellung).

## 4. Spezifikation Verbraucheranwendungen

- Gegebenenfalls sind mehrere Verbraucheranwendungen für verschiedene Parteien zu spezifizieren (z.B. bei Verbraucher Hausarzt und Ernährungsberater).
- Unter Umständen können generalisierte Verbraucheranwendungen verwendet werden.
- Lieferobjekt: Spezifikation pro Verbraucheranwendung.

## 5. Implementierung Verbraucheranwendungen

- Die im Abschnitt 6.5.2 auf Seite 155 definierte Schnittstelle muss implementiert werden.
- Lieferobjekt: Lauffähige und getestete Anwendung.

## 6. Integration Verbraucheranwendungen

- Dies ist ein organisatorischer Prozess (beschrieben im Abschnitt 4.2.2 auf Seite 76), welcher die Sicherheit und Zweckmässigkeit der Verbraucheranwendung überprüft.
- Lieferobjekt: Bescheinigung des eSana Plattformbetreibers.

## 7. Definition mobile Prozesse

- Grundstock, kann pro mobilen Anwender angepasst werden.



- Diese Definition enthält auch die genaue Beschreibung der Formulare, abgeleitet aus den benötigten physiologischen Parametern (siehe 2).
- Lieferobjekt: Ausführbare XML-Prozess- und Formular-Artefakte.

#### 8. Verteilung mobile Anwendung

- Dieser Schritt ist nur nötig, wenn entweder die mobilen Benutzer noch keine eSana auf ihrem mobilen Gerät installiert haben oder falls für diese Anwendung spezielle Datentypen verwendet werden. Ansonsten ist keine Installation notwendig.

#### 9. Registrierung Benutzer

- Die Verbraucherautorisierung wird im Abschnitt 6.4.5 auf Seite 149 beschrieben.

### **Konkretes Beispiel: Herzinsuffizienz**

Zur Illustration des Verteilungsprozesses werden folgende Annahmen getroffen: Es soll eine mobile medizinische Anwendung in der Domäne der Herzinsuffizienz geschaffen werden (1); Zielgruppen sind unter der Krankheit leidende Patienten und Hausärzte. Als physiologischer Parameter wird lediglich das Gewicht benötigt (2); die dafür benötigten Datentypen sind bereits integriert (3). Der mobile Prozess ist trivial und besteht aus lediglich einem Formular mit anschließender Übermittlung (7). Es wird nur eine Verbraucheranwendung benötigt, welche folgende Komponenten enthält (4):

- Grafischer Zeitverlauf des Gewichts.
- Benachrichtigungssystem, wenn über einen Zeitraum von 5 Tagen keine Daten erhalten worden sind.
- Benachrichtigungssystem, wenn das Gewicht innert 7 Tagen mehr als 5% zunimmt.

Bei der Implementierung (5) wird Ruby on Rails verwendet. Die benötigten Schnittstellen werden implementiert. Der organisatorische Prozess für die Integration (6) verläuft problemlos; der Verbraucheranwendung wird Unbedenklichkeit attestiert.

Die Verteilung der mobilen Anwendung für die Patienten (8) ist nur teilweise nötig, da 60% der Herzinsuffizienz-Patienten unter Diabetes leiden und deshalb bereits die Anwendung installiert haben. Bei den restlichen wird eine Installation vorgenommen. Der Registrierungsprozess läuft über die Verbraucheranwendung (9).



## Kapitel 7

# Zusammenfassung, Schlussbetrachtung und Ausblick

### 7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit zusammen und beantwortet die im Abschnitt 1.1.2 auf Seite 1 gestellten Forschungsfragen.

#### 7.1.1 Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit

Das zweite Kapitel legt die Grundlagen zu eHealth und mHealth mittels der vorhandenen Literatur dar. In diesem Zusammenhang wird eine Taxonomie für mobile Gesundheitsanwendungen vorgestellt, welche als Basis zur Bewertung von Anwendungsfällen dient. Das Kapitel wird mit einer Betrachtung der technischen, sozialen und ethischen Aspekte abgerundet, welche Risiken und Möglichkeiten zukünftiger Lösungen illustriert.

Das dritte Kapitel definiert die unterschiedlichen Anforderungen für mobile medizinische Lösungen anhand von drei Umfragen und einer Marktstudie. Die Umfragen zeigen ein grundlegendes Interesse an zukünftigen Lösungen; viele der befragten Ärzte sehen darin einen deutlichen Mehrwert. Der analysierte Ist-Zustand der Infrastruktur und des technischen Wissens der Ärzte ist gut und bietet eine solide Basis für die Zukunft. Schweizer Ärzte bevorzugen Anwendungsfälle, bei welchen andere medizinische Fachpersonen mobile Anwendungen verwenden können, um Zweitmeinungen und Spezialistenwissen zu erhalten. Auch chronisch kranke Patienten können von solchen Lösungen profitieren. Eher abschlägig beurteilt werden Anwendungsfälle, in denen Patienten spontan eine medizinische Fragestellung beantwortet haben möchten; jedoch könnte diese Situation bei Medical Communication Centers durchaus auf Interesse stossen, da sie bereits mit solchen Anfragen telefonisch konfrontiert werden. In einer dedizierten Umfrage in ruralen Gebieten der Türkei sehen die Ärzte einen deutlichen

Mehrwert und eine wichtige Unterstützung bei der Anwendung mobiler Lösungen.

Im vierten Kapitel wird basierend auf den im Kapitel 3 erarbeiteten Anforderungen eine Grobarchitektur vorgestellt, welche nachfolgend das eSana Framework genannt wird. Diese Architektur stellt die wichtigsten Komponenten einer Infrastruktur vor, auf welcher konkrete mobile medizinische Anwendungen konzipiert und implementiert werden können. In diesem Zusammenhang wird eine Abgrenzung zu den Verbraucheranwendungen vorgenommen, welche nicht Teil der vorgestellten Architektur sind sondern die über eine definierte Schnittstelle erhaltenen Daten analysieren und verarbeiten. Die Infrastruktur selbst besteht aus einem mobilen Teil und einem Server, welcher die Weiterleitung übernimmt. Letzterer speichert keine medizinischen Informationen und dient lediglich als Vermittler zwischen Verbraucheranwendungen und dem Nutzer der mobilen Anwendung. Dieses Kapitel wird mit einer Vorstellung möglicher Anwendungsfälle abgerundet, welche anhand der im Kapitel 2 vorgestellten Taxonomie bewertet werden.

Mobile Geräte erlauben durch die sich ständig wechselnde Umgebung den Einbezug von Kontextinformationen. Im fünften Kapitel wird hierzu eine Einführung gegeben und Möglichkeiten zur Integration im eSana Framework aufgezeigt. Ausserdem gibt dieses Kapitel einen kurzen Ausblick, wie Kontext die Interaktion zwischen mobilem Gerät und dem Nutzer verändern und verbessern kann.

Das sechste Kapitel bietet einen Überblick über die Implementierung des eSana Frameworks. Dazu wird zuerst eine Einführung in das technische Umfeld gegeben, auf welchem mobile Anwendungen laufen sollen. Danach werden die einzelnen Komponenten des mobilen Geräts vorgestellt. Ein Merkmal des eSana Frameworks ist die zur Laufzeit interpretierten Artefakte, welche jederzeit extern bearbeitet werden können: Das Zusammenspiel zwischen Server und mobilem Gerät und die einzelnen Artefakte werden beschrieben und die Funktionsweise der Workflow Engine erklärt. In einem zweiten Teil wird die Funktionsweise vom eSana Server, dem Dispatcher, illustriert. Der letzte Abschnitt geht auf die Interaktion zwischen den nicht mehr zum eSana Framework gehörenden Verbraucheranwendungen und dem Dispatcher ein.

Der Anhang bietet tiefergehende Informationen über den Aufbau der Implementierung, welche im sechsten Kapitel vorgestellt worden ist. Dabei werden die XML Schemas der einzelnen Artefakte detailliert illustriert und mit Beispielen ergänzt. Danach wird der Projektaufbau erläutert und die Abhängigkeiten zwischen den implementierten Komponenten grafisch abgebildet. Im letzten Anhang werden die wichtigsten Klassendiagramme vorgestellt.

### 7.1.2 Forschungsfragen

In diesem Abschnitt werden die Forschungsfragen beantwortet, die am Anfang der Arbeit gestellt worden sind.

### **1. mHealth-Anforderungen für Gesundheitsdienste**

Die Anforderungen für unterschiedliche Gesundheitsdienste werden anhand verschiedener Umfragen im dritten Kapitel beantwortet. Die bevorzugten Anwendungsfälle sind die Unterstützung chronisch kranker Patienten und die Hilfestellung bei konkreten medizinischen Fragestellungen von medizinischen Fachpersonen (z.B. Pfleger in einem Pflegeheim). Die Akzeptanz der Patienten wird mit deren zunehmenden Alter immer geringer eingeschätzt. Deshalb sollten mobile medizinische Anwendungen möglichst einfach und auf diese Benutzergruppe zugeschnitten sein. Auf die Anforderungen dieser wichtigen Altersgruppe wird am Ende des zweiten Kapitels anhand von Studien aus der Literatur explizit eingegangen.

### **2. Verbesserung der Lebensqualität chronisch kranker Patienten**

Der Einsatz einer mobilen Anwendung für chronisch kranke Patienten erhöht deren Unabhängigkeit und liefert gleichzeitig den behandelnden medizinischen Fachpersonen eine ständige Aktualisierung der für das Krankheitsbild relevanten physiologischen Werte. Die höhere Unabhängigkeit wird unterstützt durch einen möglichen stärkeren Einbezug des Patienten in den Krankheitsverlauf: auf Patienten zugeschnittene Verbraucheranwendungen ermöglichen es ihnen, die gleichen physiologischen Werte zu analysieren wie der behandelnde Arzt und so in gleicher Weise Behandlungseffekte nachvollziehen zu können.

### **3. Verbesserung der medizinischen Versorgung in ruralen Gebieten**

Die Abdeckung der medizinischen Versorgung in ruralen Gebieten kann mittels mobiler Anwendungen verbessert werden. Deren Einsatz wird ebenfalls von den Ärzten befürwortet, welche sich damit eine Verbesserung für die Patienten erhoffen. Insbesondere die entfernte Überwachung chronisch kranker Patienten bringt eine Reihe von Vorteilen, da sich so lange Anfahrtswege bei gleichbleibender Behandlungsqualität reduzieren lassen; ein wichtiger Grund für die mangelnden Kenntnisse der Ärzte über den aktuellen Krankheitsverlauf ihrer Patienten.

Die zu dieser Fragestellung durchgeführte Umfrage im Abschnitt 3.5 auf Seite 60 hat ein weiteres Problemfeld illustriert: Die mangelnden Kenntnisse der Patienten über ihre Krankheit. Dieses Problem muss im Rahmen von Präventions- und Informationskampagnen gelöst werden. Mobile Dienste können hierbei unterstützend mitwirken, indem z.B. spezielle Anwendungen zur Verfügung gestellt werden, welche dem Patienten helfen, mehr über seine Krankheit zu erfahren oder welche für unterstützende Massnahmen Werkzeuge liefern (z.B. Ernährung bei Diabetikern).

#### 4. Funktionalitäten eines mHealth Frameworks

Das in dieser Arbeit vorgestellte Framework trennt strikt zwischen Verbraucheranwendungen, welche auf die Analyse eines partikularen Krankheitsbildes zugeschnitten sind, und der mobilen Anwendung für die Erfassung physiologischer Parameter. Diese Trennung zielt darauf ab, eine möglichst grosse Anzahl medizinischer Situationen zu unterstützen. Das Framework unterstützt multimorbide Krankheitsbilder, indem der behandelnde Arzt (auch mehrere) die erfragten physiologischen Werte anpassen und auf den Patienten hin personalisieren kann. Dies wird zudem mittels einer einfachen Workflow Engine unterstützt, welche Abhängigkeiten zu erkennen vermag und so nur diejenigen Werte abfragt, welche in der aktuellen Situation notwendig sind. Auch können die zu erfassenden Werte mit deren Prozessen jederzeit vom Arzt angepasst und erweitert werden, um das sich im Laufe der Zeit ändernde Krankheitsbild optimal im Auge behalten zu können. Ausserdem unterstützt das Framework das Zusammenspiel mehrerer medizinischer Fachpersonen, indem physiologische Werte gleichzeitig an mehrere Verbraucheranwendungen geschickt werden, welche auf die jeweilige Domäne zugeschnitten sind. Welche Daten an welche Verbraucher gesendet werden, liegt im Ermessen des Patienten, welcher jederzeit die Entscheidungsgewalt hat.

Auf die Zukunft ausgerichtet ist der Einbezug von kontextuellen Informationen, welche die Erfassung von physiologischen Werten für Patienten erleichtern, indem ein automatischer Datenaustausch zwischen externen Sensoren und der mobilen Anwendung stattfindet. Etliche medizinisch relevante Daten können nur über solche Schnittstellen erfasst werden (z.B. EKG).

Ein wichtiges Kriterium ist die Erweiterbarkeit des Frameworks um spezifische Anwendungen entwickeln zu können. Es wird ein white-box Ansatz gewählt, welcher es erlaubt, die bestehende Funktionalität jederzeit erweitern und konfigurativ anpassen zu können. Einfachere Analysemöglichkeiten können vom Anwendungsentwickler direkt auf dem mobilen Gerät implementiert und als Aktionen in einem Prozess modelliert werden.

#### 5. Anwendungsszenarien für mHealth-Anwendungen

In den Umfragen im dritten Kapitel wurden Ärzte nach möglichen Anwendungsszenarien für mobile Dienste in ihrer Domäne befragt. Dabei kristallisiert sich heraus, dass medizinische Fachpersonen als mobile Informationslieferanten in Betracht gezogen werden müssen. Ferner wird die Unterstützung mobiler medizinischer Anwendungen für chronische Krankheiten als sinnvoll erachtet. In den Umfragen nicht als sinnvoll erachtet wurde die Spontanbetreuung von Patienten, die sich nicht in kontinuierlicher Behandlung befinden. Explizit ausgeklammert wurde in dieser Arbeit die Unterstützung dieser Dienste bei Notfallsituationen.

Prinzipiell können also alle medizinischen Anwendungsfälle mit einer mobilen Anwendung unterstützt werden, welche bereits jetzt auf einem steten Informationsfluss zwischen Patient und Arzt basieren; dies umfasst eine Vielzahl

chronischer Krankheitsbilder. Diese können latent, remittierend (mit rückläufigen Symptomen) oder auch klinisch manifest (mit deutlichen Symptomen) sein, da die Anpassungsmöglichkeiten des Frameworks durch den behandelnden Arzt sich auch auf die Symptomatik anwenden lassen.

Ferner können Anwendungsfälle unterstützt werden, welche einen Konsultationscharakter in Sinne einer Zweitmeinung haben. Solche Fälle treten z.B. in Pflegeheimen auf, wo nicht genügend Spezialwissen vorhanden ist. Da in diesen Fällen normalerweise medizinische Fachpersonen die Nutzer der mobilen Anwendung sind, kommen die Personalisierungsmöglichkeiten nicht sinnvoll zum Zuge. Jedoch können mit der Workflow Engine komplexere Prozesse als Anamnese abgebildet werden; diese Daten haben eine gute Qualität und helfen dem Spezialisten bei der Entscheidungsfindung.

## 6. Unterstützung der Prozesse im Gesundheitswesen

Mit mobilen medizinischen Anwendungen, welche auf das in dieser Arbeit vorgestellte Framework basieren, können in erster Linie sämtliche Prozesse unterstützt werden, welche bereits jetzt auf einem (z.B. mündlichen) Informationsfluss basieren. Die mobile medizinische Anwendung digitalisiert den Informationsfluss und ermöglicht somit eine zeitnahe Analyse bei der medizinischen Fachperson und einen stärkeren Einbezug des Patienten. Durch die Digitalisierung der physiologischen Werte ergeben sich eine Reihe weiterer Vorteile, wie beispielsweise die verbesserten Visualisierungs- und Alarmierungsmöglichkeiten. Diese unterstützen den Entscheidungsprozess bei der medizinischen Fachperson. Durch die Entkopplung solcher Funktionalität vom Datenerfassungsprozess können Verbraucheranwendungen die für die vorgesehenen Krankheitsdomänen (z.B. Diabetes) notwendigen Instrumente anbieten.

## 7.2 Schlussbetrachtung und Ausblick

Das in dieser Arbeit vorgestellte Framework bietet eine solide konzeptionelle Basis für zukünftige mobile Anwendungen im Gesundheitswesen. Die im sechsten Kapitel und im Anhang vorgestellte Implementierung des eSana Frameworks ist zwar nicht vollständig, bietet aber genügend Substanz für die Weiterführung des Projektes. Um an Produktreife zu gelangen, muss allerdings die Vorgehensweise professionalisiert werden (Versionierung, Infrastruktur, stärkerer Einbezug medizinischer Fachpersonen).

Der Wunsch und der Sinn mobiler Anwendungen konnte in verschiedenen Gesprächen mit medizinischen Fachpersonen beobachtet werden. Die Hauptfragen betreffen hierbei eher wie sich der Arbeitsalltag der Ärzte verändern wird und wie die Abrechnung dieser Überwachungen stattfinden soll. Erstere Frage muss separat behandelt werden, im Idealfall anhand einer Pilotanwendung. Die zweite

Frage muss in jedem Fall von den zuständigen Staatsstellen angegangen und den Betroffenen kommuniziert werden.

Auch in Gesprächen im privaten Umfeld haben sich ähnliche Fragen herauskristallisiert. Einerseits wurde der Sinn hinterfragt, andererseits die Haftungs- und Sicherheitsfragen thematisiert. Die Sinnfrage ist klar auf das Alter der Befragten zurückzuführen; wird der klassische Alltag eines chronisch kranken Patienten beschrieben (mit Aufschreiben der physiologischen Parameter auf Papier, etc.), dann ist der Mehrwert der Digitalisierung sofort erkennbar. Die Fragen der Haftung und der Sicherheit sind Themengebiete, die in dieser Arbeit explizit ausgeklammert worden sind. Erstere ist eine Fragestellung juristischer Natur. Die Sicherheitsproblematik wurde ist im eSana Framework vor allem in Bezug auf die Datenhaltung entschärft, da die Haltung physiologischer Werte ausschließlich von den Verbraucheranwendungen durchgeführt wird, welche mit der Haltung medizinisch sensibler Informationen Erfahrungen haben.

Die Akzeptanz solcher Anwendungen ist von zwei Anspruchsgruppen abhängig. Einerseits müssen Ärzte davon überzeugt sein, dass eine solche Lösung für sie einen Mehrwert bietet. Die Personalisierungsmöglichkeiten und die auf die einzelnen medizinischen Problemstellungen spezialisierten Verbraucheranwendungen erfüllen diesen Wunsch. Andererseits müssen Patienten in der Lage und gewillt sein, ein solches System zu nutzen. Für sie bieten mobile Anwendungen Vorteile in Bezug auf die persönliche Bewegungsfreiheit und ein erhöhtes Sicherheitsgefühl, da die Daten jederzeit analysiert werden können (ggf. automatisiert). Einen zusätzlichen Mehrwert erhalten Patienten, wenn es auf für sie zugeschnittene Verbraucheranwendungen gibt. Dies stärkt ihren Einbezug in den Heilungsverlauf und unterstützt ihn so. Gerade bei chronisch kranken Menschen ist dies ein wichtiges Element, welches die negativen Aspekte des Kontrollverlusts abzuschwächen vermag.

In Bezug auf die vorliegende Arbeit konnten nicht alle Aspekte in der idealen Tiefe behandelt werden. Der Einbezug von Kontextinformationen in mobile medizinische Anwendungen wurde nur konzeptionell erarbeitet und etliche Möglichkeiten explizit ausgelassen. Auch die persönlichen Gespräche mit medizinischen Fachpersonen hätten häufiger geführt werden können, da sie hilfreich waren; eine Zusammenarbeit mit einer entsprechenden Fakultät wäre im Rückblick ideal gewesen. Im Gegensatz dazu war die Durchführung der im dritten Kapitel beschriebenen Umfragen wertvoll, denn sie haben der Grundidee eine gewisse Legitimität gegeben. Zudem wäre die Implementierung und überwachte Durchführung eines vollständigen Pilots lehrreich gewesen; das Interesse seitens einer Ärzteschaft wäre vorhanden gewesen. Jedoch muss bereits für einen Pilotversuch, gerade bei Patienten als Nutzer, die Software auf einem hohen Fertigstellungsstand sein. Dies war während der Arbeit selten der Fall.

Beim Ausblick sind zwei Kategorien zu unterscheiden:

Aus *praxisorientierter Sicht* ist die Finalisierung des eSana Frameworks sinnvoll. Diese erste Version sollte idealerweise anhand einer Pilotstudie fertigge-



stellt werden. Bei einem solchen Projekt sollte auf eine möglichst interdisziplinäre Ausrichtung, bestehend aus Informatikern, Wirtschaftsinformatiker, Medizern und Business Engineers, geachtet werden. Die Ergebnisse dieser Studie sind wissenschaftlich verwertbar und können anderen ähnlichen Forschungsprojekten von grossem Nutzen sein. Eines der Anwendungsgebiete, welche die vorliegenden Erkenntnisse nutzen und weiter untersuchen können sind Smart Hospitals und Smart Homes. Letzteres Forschungsfeld beschäftigt sich mit elektronischen Hilfestellungen für betagte Menschen, um deren Unabhängigkeit möglichst lange gewährleisten zu können; ein Ansatz für eine Teillösung stelle das eSana Framework dar. Smart Hospitals hingegen digitalisieren die Umgebung in Krankenhäusern und sollen somit insbesondere das medizinische Personal unterstützen bei der täglichen Arbeit. Auch hier können beispielsweise Krankenschwestern bei der Erfassung physiologischer Werte mit mobilen Geräten unterstützt werden.

Nicht in dieser Arbeit berücksichtigt sind die Aspekte Datenschutz und Datensicherheit. Der Einsatz jeder medizinischen Anwendung in der Praxis muss diese Fragestellungen zwangsläufig klären. Eine spezifische Fragestellung für mobile Dienste ist der sichere Einbezug von Kontext-Informationen.

In Bezug auf die *wissenschaftliche Exploration* stellen sich gerade bei der im fünften Kapitel beschriebenen Integration von Kontextinformationen interessante Fragestellungen betreffend der Adaptierung von Benutzerschnittstellen und Prozessen. Diese offenen Punkte werden im Forschungsprojekt LoCa Rechnung getragen, indem universitätsübergreifend und in Zusammenarbeit mit der Industrie nach zukunftsgerichteten Lösungen gesucht wird. Diese Adaptierung ermöglichen den Benutzern neuartige und optimierte Interaktionen mit den mobilen Geräten. Der Einbezug von Kontext wird bereits heutzutage in verschiedenen mobilen Anwendungen eingesetzt; jedoch reduzieren sich diese häufig auf die Dimension Position, um daraus Ableitungen zu erhalten. Der Einbezug der weiteren im Kapitel 5 beschriebenen Dimensionen ist Gegenstand gegenwärtiger Forschung.

Die Digitalisierung medizinischer Datenströme kann zur Überforderung der Analysestellen führen (information overload). Aus diesem Grund ist die Vereinfachung und Unterstützung dieser Aktorengruppe ein wichtiger Baustein für die Zukunft. Ein Ansatz hierfür ist die Berücksichtigung unscharfer Klassifizierungsmethoden (engl. fuzzy classification), welche anhand der physiologischen Werte den Zustand der Patienten in verschiedene Klassen unterteilen kann und diese Erkenntnis zur Alarmierung oder Empfehlung für Folgebehandlungen nutzt.

eHealth im Allgemeinen und mHealth im Speziellen wird im Gesundheitswesen einen immer höheren Stellenwert einnehmen, denn es ist mittlerweile allen Akteuren klar, dass eine so informationslastige Domäne enorm von der Digitalisierung ihrer Informationen und Informationsflüsse profitieren kann. Dies zeigt nicht zuletzt der Erfolg von gesundheitsorientierten Diensten wie VitaClic. Doch die Menge an zu bewältigenden Problemen (z.B. elektronische Patientenakte) und deren Abhängigkeiten untereinander verlangsamen diesen Prozess. Ausser-

dem stehen weiterhin eine Menge historischer Partikularinteressen im Raum, die sich nicht einfach eliminieren lassen; letztlich hat das Gesundheitswesen volkswirtschaftlich einen hohen Stellenwert. Dennoch können gerade in der Schweiz mit ihrer föderalistischen Struktur kleinere und dedizierte Projekte Fuss fassen, welche dann im Idealfall in anderen Kantonen eingesetzt werden können. Diesen Weg, der Austausch mit der Industrie und die Durchführung von Studien basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, gilt es weiter zu beschreiten und zu beschreiben.

# Literaturverzeichnis

- [AAD<sup>+</sup>07] ANDERSON, RICHARD, RUTH ANDERSON, PETER DAVIS, NATALIE LINNELL, CRAIG PRINCE, VALENTIN RAZMOV und FRED VIDEON: *Classroom Presenter: Enhancing Interactive Education with Digital Ink*. Computer, 40(9):56–61, September 2007.
- [AB06] ACHTERMANN, WALLY und CHRISTEL BERSET: *Gesundheitspolitiken in der Schweiz – Potential für eine nationale Gesundheitspolitik (Band 1 – Analyse und Perspektiven)*, Band 1. Bundesamt für Gesundheit (BAG), 2006.
- [ABD<sup>+</sup>04] ARBANOWSKI, STEFAN, PIETER BALLON, KLAUS DAVID, OLAF DROEGEHORN, HENK EERTINK, WOLFGANG KELLERER, HERMA VAN KRANENBURG, KIMMO RAATIKAINEN und RADU POPESCU-ZELETIN: *I-centric Communications: Personalization, Ambient Awareness, and Adaptability for Future Mobile Services*. IEEE Communications Magazine, 42(9):63–69, 2004.
- [AHS05] ABRAHAMSEN, YNGVE, JOCHEN HARTWIG und BERND SCHIPS: *Empirische Analyse des Gesundheitssystems Schweiz*. vdf, 2005.
- [AL09] AMFT, OLIVER und PAUL LUKOWICZ: *From Backpacks to Smartphones: Past, Present, and Future of Wearable Computers*. IEEE Pervasive Computing, 8(03):8–13, 2009.
- [AM00] ABOWD, GREGORY D. und ELIZABETH D. MYNATT: *Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing*. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 7(1):29–58, March 2000.
- [App08] APPLE INC., Cupertino: *iPhone Application Programming Guide*, November 2008.
- [AR09] ABRAMOV, EUGENE S. und SERGEY V. ROGOV: *New opportunities for Java ME developers with location API 2.0*. In: *Proceedings of the EUROCON 2009*, Seiten 438 –443, Mai 2009.

- [Arn07] ARNET, BEAT: *eHealth*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 37–45. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [ASST05] ADOMAVICIUS, GEDIMINAS, RAMESH SANKARANARAYANAN, SHAHANA SEN und ALEXANDER TUZHILIN: *Incorporating Contextual Information in Recommender Systems Using a Multidimensional Approach*. ACM Transactions on Information Systems, 23(1):103–145, Januar 2005.
- [AZ07] ARNING, KATRIN und MARTINA ZIEFLE: *Understanding age differences in PDA acceptance and performance*. In: TENNYSON, ROBERT D., PAUL KIRSCHNER und JEN-HER WU (Herausgeber): *Computers in Human Behavior*, Band 23, Seiten 2094–2927. Elsevier, 2007.
- [Bac06] BACKX, NIELS: *On the design of a mobile e-health platform – towards deployment flexibility*. Masterarbeit, University of Twente, Enschede, The Netherlands, Februar 2006.
- [Bal03] BALANI, NAVEEN: *Using kXML to access XML files on J2ME devices*. Internet, September 2003. siehe <http://www.ibm.com/developerworks/edu/wi-dw-wi-kxml-i.html>, zuletzt besucht am 25. Februar 2010.
- [BAL08] BANNACH, DAVID, OLIVER AMFT und PAUL LUKOWICZ: *Rapid Prototyping of Activity Recognition Applications*. IEEE Pervasive Computing, 7(2):22–31, April–Juni 2008.
- [Bar00] BARDRAM, JAKOB E.: *Temporal Coordination – On Time and Coordination of Collaborative Activities at a Surgical Department*. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 9(2):157–187, May 2000.
- [BBC<sup>+</sup>07] BLOUNT, M., V. M. BATRA, A. N. CAPELLA, M. R. EBLING, W. F. JEROME, S. M. MARTIN, M. NIDD, M. R. NIEMI und S. P. WRIGHT: *Remote health-care monitoring using Personal Care Connect*. IBM Systems Journal, 46(1):95–113, 2007.
- [BBE<sup>+</sup>02] BILLSUS, DANIEL, CLIFFORD A. BRUNK, CRAIG EVANS, BRIAN GLADISH und MICHAEL PAZZANI: *Adaptive interfaces for ubiquitous web access*. Communications of the ACM, 45(5):34–38, 2002.
- [BCF<sup>+</sup>06] BERGENTI, FEDERICO, CESAR CACERES, ALBERTO FERNANDEZ, NADINE FRÖHLICH, HEIKKI HELIN, OLIVER KELLER, ARI

- KINNUNEN, MATTHIAS KLUSCH, HEIMO LAAMANEN, ANTONIO LOPES, SASCHA OSSOWSKI, HEIKO SCHULDT und MICHAEL SCHUMACHER: *Context-aware Service Coordination for Mobile e-Health Applications*. In: *Proceedings of the European Conference on eHealth (ECEH06)*, Seiten 119–130, October 2006.
- [BCJ07] BRUNNER, HANS HEINRICH, STEPHAN CUENI und RETO JANUTH: *Krankenversicherung*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 151–170. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [BDR07] BALDAUF, MATTHIAS, SCHAHRAM DUSTDAR und FLORIAN ROSENBERG: *A survey on context-aware systems*. International Journal of Ad Hoc Ubiquitous Computing, 2(4):263–277, 2007.
- [BKH08] BELLAVISTA, PAOLO, AXEL KÜPPER und SUMI HELAL: *Location-Based Services: Back to the Future*. IEEE Pervasive Computing, 7(2):85–89, April–Juni 2008.
- [BLR07] BRUNNER-LA ROCCA, HANS PETER: *Neue Empfehlungen zur Diagnose und Behandlung der Herzinsuffizienz in der Schweiz*. Schweiz Med Forum, 7(Suppl. 39):2, 2007.
- [Blu09] *Specification of the Bluetooth System*. Internet, 2009. <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Building/Specifications/Default.htm>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [BO03] BURGER, PETER und STEFAN OSSWALD: *Das EKG in der Telemedizin*. Swiss Medical Forum, 3(27):641–643, 2003.
- [Bos07] BOSTONSCIENTIFIC: *Heart Disease and Cardiovascular Disease Therapies*. <http://www.bostonscientific.com/templatedata/imports/HTML/CRM/heart/cardiovascular.html>, 2007. Zuletzt besucht am 18. Dezember 2007.
- [BP10] BOUET, MATHIEU und GUY PUJOLLE: *RFID in eHealth systems: applications, challenges, and perspectives*. Annals of Telecommunications, März 2010. online publiziert.
- [BPPW01] BIEL, LENA, OLA PETTERSSON, LENNART PHILIPSON und PETER WIDE: *ECG Analysis – A new approach in Human Identification*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 50(3):808–812, Juni 2001.
- [BRSB08] BALLAGAN, RAFAEL, MICHAEL ROHS, JENNIFER G. SHERIDA und JAN BORCHERS: *The Design Space of Ubiquitous Mobile Input*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research*

- on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band I der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel XXIV, Seiten 386–407. Elsevier, 2008.
- [BSC<sup>+</sup>04] BLACK, J. P., W. SEGMULLER, N. COHEN, B. LEIBA, A. MISRA, M. R. EBLING und E. STERN: *Pervasive Computing in Health Care: Smart Spaces and Enterprise Information Systems*. In: *Proceedings of the MobiSys 2004 Workshop on Context Awareness*, Boston, June 2004.
- [BSF05] BURLEY, LIZ, HELANA SCHEEPERS und JULIE FISHER: *Diffusion of Mobile Technology in Healthcare*. In: *Proceedings of EURO Mgov 2005*, Seiten 67–76, 2005.
- [BSV07] BROWN, JEFF, BILL SHIPMANN und RON VETTER: *SMS: The Short Message Service*. *Computer*, 40(12):106–110, Dezember 2007.
- [Bun07] BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT: *Strategie eHealth Schweiz*. Internet, Juni 2007. <http://www.bag.admin.ch/themen/krankenversicherung/04108/index.html?lang=de>.
- [Bun08a] BUNDESAMT FÜR KOMMUNIKATION BAKOM: *Amtliche Fernmeldestatistik 2007*. Internet, November 2008. <http://www.bakom.admin.ch/dokumentation/zahlen/00744/00746/index.html?lang=de>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [Bun08b] BUNDESAMT FÜR STATISTIK BFS, CH-2002 Neuchâtel: *NOGA 2008 – Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige: Einführung*, 2008. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.Document.110262.pdf>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [Bun09] BUNDESÄRZTEKAMMER (BÄK), KASSENÄRZTLICHE BUNDESVEREINIGUNG (KBV), ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WISSENSCHAFTLICHEN MEDIZINISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN (AWMF): *Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische Herzinsuffizienz*. Leitlinie, Dezember 2009. <http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/herzinsuffizienz>, Version 1.0.
- [Bun10] BUNDESAMT FÜR STATISTIK BFS: *Drei Prozent der Schweizer Gesamtbevölkerung beanspruchen Leistungen von Spitex-Organisationen*. Medienmitteilung, Februar 2010. Nr. 0350-1001-80.

- [BVT<sup>+</sup>05] BRAUN, RALPH PETER, JEAN L. VECCHIETTI, LUC THOMAS, CHRISTA PRINS, LARS E. FRENCH, ARON J. GEWIRTZMAN, JEAN-HILAIRE SAURAT und DENIS SALOMON: *Telemedical Wound Care Using a New Generation of Mobile Telephones*. Archives of Dermatology, 141(2):254–258, Februar 2005.
- [BVW07] BICKEL, THOMAS, VRENI VOGELSANGER und MATTHIAS WÄCHTER: *Gesundheitsligen, Selbsthilfegruppen, Hilfswerke und weitere soziale Institutionen*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 71–79. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Cau06] CAUMANN, JÜRIG: *Der Patient bleibt Herr seiner Daten – Realisierung des eGK-Berechtigungskonzepts über ein ticketbasiertes, virtuelles Dateisystem*. Informatik Spektrum, 29(5):323–331, Oktober 2006.
- [Cav07] CAVADINI, DAVIDE: *Identity Management für eHealth mit einem Prototyp für die Rechteverwaltung im Rahmen des eSana Projektes*. Masterarbeit, Universität Fribourg, Boulevard de Pérolles 90, 1701 Fribourg, 2007.
- [CCS<sup>+</sup>04] CHOI, J. M., B. H. CHOI, J. W. SEO, R. H. SOHN, M. S. RYU, W. YI und K. S. PARK: *A System for Ubiquitous Health Monitoring in the Bedroom via a Bluetooth Network and Wireless LAN*. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, Seiten 3362–3365, September 2004.
- [CH08] CHEN, CHAO und SUMI HELAL: *Sifting Through the Jungle of Sensor Standards*. IEEE Pervasive Computing, 7(4):84–88, Oktober–Dezember 2008.
- [Che75] CHEN, PETER PIN-SHAN: *The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data*. In: *Proceedings of the International Conference on Very Large Data Bases*, September 1975.
- [Che04] CHEN, HARRY: *An Intelligent Broker Architecture for Pervasive Context-Aware Systems*. Doktorarbeit, University of Maryland, Baltimore County, December 2004.
- [Cis09] CISCO SYSTEMS, INC.: *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update*. White Paper, Cisco Systems, Inc., 2009. [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-520862.pdf](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.pdf), zuletzt besucht am 25. November 2009.



- [CL08a] CHOU, WU und LI LI: *WIPdroid – A Two-way Web Services and Real-time Communication Enabled Mobile Computing Platform for Distributed Services Computing*. IEEE International Conference on Services Computing, 2008. SCC '08, 2:205–212, July 2008.
- [CL08b] CZAJA, SARA J. und CHIN CHIN LEE: *Information Technology and Older Adults*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 39, Seiten 777–792. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [CLB04] CLEMENSEN, JANE, SIMON B. LARSEN und JAKOB E. BARDRAM: *Developing Pervasive e-Health for Moving Experts from Hospital to Home*. In: *Proceedings of the IADIS e-Society Conference*, Seiten 441–448, Avilla, Spain, 2004.
- [Com08] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES: *Meeting Social Needs in an Ageing Society – Executive Summary*, Dezember 2008.
- [CRS<sup>+</sup>04] CONSOLVO, SUNNY, PETER ROESSLER, BRETT E. SHELTON, ANTHONY LAMARCO, BILL SCHILIT und SARA BLY: *Technology for Care Networks of Elders*. IEEE Pervasive Computing, 3(2):22–29, April–June 2004.
- [Den02] DENZ, MARTIN D.: *Glossar eHealthcare*. Schweizerische Ärztezeitung, 83(39):2042–2044, 2002.
- [Des07] DESPLAND, BÉATRICE: *Sozialversicherungen*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 325–331. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Dey01] DEY, ANIND K.: *Understanding and Using Context*. Personal and Ubiquitous Computing, 5(1):4–7, February 2001.
- [DHH07] DEVARAJU, ANUSURIYA, SIMON HOH und MICHAEL HARTLEY: *A context gathering framework for context-aware mobile solutions*. In: *Mobility '07: Proceedings of the 4th international conference on mobile technology, applications, and systems and the 1st international symposium on Computer human interaction in mobile technology*, Seiten 39–46, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [dRESdS08] ROCHA, RICARDO COUTO A. DA, MARKUS ENDLER und THIAGO SENADOR DE SIQUEIRA: *Middleware for ubiquitous context-awareness*. In: *MPAC '08: Proceedings of the 6th international*



- workshop on Middleware for pervasive and ad-hoc computing*, Seiten 43–48, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [Dut08] DUTKO, ADAM M.: *Reviews: Domo Arigato Mr Androidato? An introduction to the new Google mobile Linux framework, Android*. Linux Journal, 167:16, 2008.
- [ECMS<sup>+</sup>08] ESLAMBOLCHILAR, PARISA, ANDREW CROSSAN, RODERICK MURRAY-SMITH, SARA DALZEL-JOB und FRANK POLLICK: *Model-Based Target Sonification in Small Screen Devices: Perception and Action*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band I der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel XXIX, Seiten 478–506. Elsevier, 2008.
- [EGM<sup>+</sup>06] EBNER, C., G. GABLER, C. MASSONE, R. HOFMANN-WELLENHOF, G. P. LOZZI, E. WURM und H. P. SOYER: *Mobile teledermatology coming of age*. e&i elektrotechnik und informationstechnik, 123(4):148–151, April 2006.
- [EKS<sup>+</sup>04] ECKHARDT, ANNE, ALOIS KEEL, ANDREAS SCHÖNENBERGER, FRANZ BUFFON und MARTIN OBERHOLZER: *Telemedizin*. Studie 49, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, Bern, 2004.
- [Erl05] ERL, THOMAS: *Service-Oriented Architecture Concepts, Technology, and Design*. Prentice Hall Professional Technical Reference, 2005.
- [Eur09] EUROSTAT: *Health statistics – Atlas on mortality in the European Union*. European Commission, 2009.
- [Eys01] EYSENBACH, G.: *What is e-health?* J Med Internet Res, 3(2):e20, Juni 2001.
- [FG06] FUHRER, PATRIK und DOMINIQUE GUINARD: *Building a Smart Hospital using RFID technologies: Use Cases and Implementation*. In: *Proceedings of the 1st European Conference on eHealth*, Oktober 2006.
- [FG10] FISCHER, CARL und HANS GELLERSEN: *Location and Navigation Support for Emergency Responders: A Survey*. IEEE Pervasive Computing, 9(1):38–46, Januar–März 2010.
- [FGH04] FENSLI, R., E. GUNNARSON und O. HEJLESEN: *A Wireless ECG System for Continuous Event Recording and Communication to a Clinical Alarm Station*. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, Seiten 2208–2211, 2004.

- [FKJ08] FRIEDMAN, BATYA und PETER H. KAHN JR.: *Human Values, Ethics, and Design*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 63, Seiten 1241–1266. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [Flu04] FLURY, JOHANNES: *Berufe im Gesundheitswesen*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2004–2006: Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 36–42. Verlag Hans Huber, 2004.
- [FMM<sup>+</sup>09] FRÖHLICH, NADINE, ANDREAS MEIER, THORSTEN MÖLLER, MARCO SAVINI, HEIKO SCHULDT und JOËL VOGT: *LoCa – Towards a Context-aware Infrastructure for eHealth Applications*. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS'09)*, Redwood City, San Francisco Bay, USA, September 2009.
- [FR07] FRÖSCHLE, HANS-PETER und STEFAN REINHEIMER (Herausgeber): *Serviceorientierte Architekturen*. Nummer 253 in *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik*. dpunkt.verlag, Februar 2007.
- [Fre07] FREI, WALTER: *Krankenversicherer*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 139–149. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [FRG<sup>+</sup>06] FISCHER, HANS-RUDOLF, SERGE REICHLIN, JEAN-PIERRE GUTZWILLER, ANTHONY DYSON und CHRISTOPH BEGLINGER: *Telemedicine as a new possibility to improve health care delivery*. In: *M-Health – Emerging Mobile Health Systems*, Biomedical Engineering, Seiten 203–218. Springer, 2006.
- [FRSI00] FRANCISCO-REVILLA, LUIS und FRANK M. SHIPMAN III: *Adaptive medical information delivery combining user, task and situation models*. In: *IUI '00: Proceedings of the 5th international conference on Intelligent user interfaces*, Seiten 94–97, New York, NY, USA, 2000. ACM Press.
- [GBB07] GRÄSSLE, PATRICK, HENRIETTE BAUMANN und PHILIPPE BAUMANN: *UML 2.0 projektorientiert*. Galileo Computing, 3., aktualisierte Auflage, 2007.
- [GBG04] GOODMAN, JOY, STEPHEN BREWSTER und PHILIP GRAY: *Older People. Mobile Devices and Navigation*. In: *Proceedings of of HCI and the Older Population. Workshop at the British HCI 2004*, Seiten 13–14, Leeds, UK, September 2004.

- [GHJV95] GAMMA, ERICH, RICHARD HELM, RALPH JOHNSON und JOHN VLISSIDES: *Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.
- [GI07] GATZOULIS, LOUKIANOS und ILIAS IAKOVIDIS: *Wearable and Portable eHealth Systems*. IEEE Engineering in Medicine and Biology, 26(5):51–56, September/Okttober 2007.
- [Gil04] GILLIAND, PIERRE: *Kosten und Finanzierung*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2004–2006: Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 117–129. Verlag Hans Huber, 2004.
- [Gmü07] GMÜR, RAHEL und RÜFENACHT, MARCEL: *Spitex*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 353–365. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Gün07] GÜNTHER, THOMAS: *Offline-Getriebe – Mit Gears programmierte Web-Anwendungen laufen auch ohne Netzzugang*. c’t, 16:96–99, 2007.
- [GSMT09] GAO, SHUDI, C. M. SPERBERG-MCQUEEN und HENRY S. THOMPSON: *W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures – W3C Working Draft 3 December 2009*. Internet, Dezember 2009. letzte Änderung vom 5. Januar 2010, zuletzt besucht am 25. Februar 2010, siehe <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/>.
- [GTFRIRG08] GONZÁLEZ-TABLAS FERRERES, ANA ISABEL, BENJAMÍN RAMOS ÁLVAREZ und ARTURO RIBAGORDA GARNACHO: *Guaranteeing the Authenticity of Location Information*. IEEE Pervasive Computing, 7(3):72–80, Juli–September 2008.
- [GvG07] GRÄTZ, PHILIPP GRÄTZEL VON: *Telekardiologie*. eHealthCom, 4:22–27, Juli–August 2007.
- [Haa06] HAAS, PETER: *eHealth verändert das Gesundheitswesen – Grundlagen, Anwendungen, Konsequenzen*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 251:6–19, Oktober 2006.
- [Hav09] HAVLIN, SHLOMO: *Phone Infections*. Science, 324:1023–1024, Mai 2009.
- [HBB<sup>+</sup>03] HILTY, LORENZ, SIEGFRIED BEHRENDT, MATHIAS BINSWANGER, AREND BRUININK, LORENZ ERDMANN, JÜRG FRÜHLICH,

- ANDREAS KÖHLER, NILS KUSTER, CLAUDIA SOM und FELIX WÜRTHENBERGER: *Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft: Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt*. Nummer 46/2003. Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, August 2003.
- [Heu05] HEUWINKEL, KERSTIN: *Digitale Patienten-Begleiter am Beispiel Adipositas permaxima*. In: *Proceedings of the GI Workshop on eHealth*, 2005.
- [HKL<sup>+</sup>05] HELIN, HEIKKI, MATTHIAS KLUSCH, ANTÓNIO LOPES, ALBERTO FERNÁNDEZ, MICHAEL SCHUMACHER, HEIKO SCHULDT, FEDERICO BERGENTI und ARI KINNUNEN (Herausgeber): *CAS-COM: Context-Aware Service Co-ordination in Mobile P2P Environments*. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2005.
- [HSJ<sup>+</sup>07] HÄNGGELI, CHRISTOPH, SIMON STETTLER, JÜRG JAU, MARTINA HERSPERGER und SVEN BRADKE: *Freipraktizierende Ärztinnen und Ärzte*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 47–57. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [HvPSS06] HELIN, HEIKKI, TIM VAN PELT, MICHAEL SCHUMACHER und AHTI SYREENI: *Efficient Networking for Pervasive eHealth Applications*. In: *Proceedings of the ECEH06*, Seiten 167–178, October 2006.
- [Ion08] IONAS, ANDREEA: *Modellierung, Entwicklung und Nutzung eines Data Warehouse für medizinische Communication Centers*. Dissertation, University of Fribourg, Mai 2008.
- [Ise00] ISERSON, KENNETH V.: *Telemedicine: A Proposal for an Ethical Code*. Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics, 9:404–406, 2000.
- [Jam08] JAMESON, ANTHONY: *Adaptive Interfaces and Agents*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 22, Seiten 433–458. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [Jäc04] JÄCKEL, ACHIM: *Chancen für eine Telematikplattform*. In: JÄHN, KARL und ECKHAD NAGEL (Herausgeber): *e-Health*, Kapitel 1.2, Seiten 7–10. Springer, 2004.
- [JF88] JOHNSON, RALPH E. und BRIAN FOOTE: *Designing Reusable Classes*. Journal of Object-Oriented Programming, 1(2):22–35, June/July 1988.

- [JR07] JORDAN, DOMINIQUE und DIDIER RAY: *Apotheken und Drogerien*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 13–28. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Jun07] JUNKER, CHRISTOPH: *Todesursachenstatistik – Ursachen der Sterblichkeit 2003 und 2004*. Bundesamt für Statistik, CH-2010 Neuchâtel, 2007.
- [KBB04] KERNER, W., J. BRÜCKEL und B. O. BÖHM: *Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus*. In: SCHERBAUM, WA, KW LAUTERBACH und HG JOOST (Herausgeber): *Edidenzbasierte Diabetes-Leitlinien DDG*. Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Oktober 2004. Aktualisierung der 1. Auflage von 2001, gültig bis 2011.
- [KBH<sup>+</sup>07] KÖRTKE, HEINRICH, KERSTIN BOCKHORST, ROLF G. HEINZE, ANNETTE HOFFMANN-KOCH, NORBERT BUHR und REINER KÖRFER: *Telemedizin aus Patientensicht: Immer noch ein Traum oder bereits gelebte Realität?* eHealthCom, 2:61–63, März–April 2007.
- [KCL06] KIMEL, JANNA C., KOFI COBBINAH und JAY LUNDEL: *Early Retirement: Learning About Elderly Users and Technology through In Site Research*. In: *Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*, 2006.
- [Kec05] KECHER, CHRISTOPH: *UML 2.0 – Das umfassende Handbuch*. Galileo Computing, 3. Auflage, Mai 2005.
- [KG99] KOTZ, DAVID und ROBERT S. GRAY: *Mobile Agents and the Future of the Internet*. ACM Operating Systems Review, 33(3):7–13, August 1999.
- [KHC10] KIM, EUNJU, SUMI HELAL und DIANE COOK: *Human Activity Recognition and Pattern Discovery*. IEEE Pervasive Computing, 9(1):48–53, Januar–März 2010.
- [KHE07] KING, THOMAS, THOMAS HAENSELMANN und WOLFGANG EFFELSBERG: *Key Factors for Position Errors in 802.11-based Indoor Positioning Systems*. Technical Report TR-2007-003, University of Mannheim, 2007.
- [KKT04] KUMAR, C BALA, PAUL J. KLINE und TIMOTHY J. THOMPSON: *Bluetooth Application Programming with the Java APIs*. Morgan Kaufmann, 2004.

- [KL08] KAPLAN, BONNIE und SERGIO LITEWKA: *Ethical Challenges of Telemedicine and Telehealth*. Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics, 17:401–416, 2008.
- [KLWK06] KÖNIGSMANN, THOMAS, FRANK LINDERT, ROLF WALTER und REINHOLDE KRIEBEL: *Hilfe zur Selbsthilfe als Konzept für einen Adipositas-Begleiter*. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, 251:64–76, Oktober 2006.
- [Kno07] KNOW HEART DISEASES: *Know Heart Diseases*. Internet, 2007. <http://www.know-heart-diseases.com>, zuletzt besucht am 18. Dezember 2007.
- [Koc07] KOCHER, GERHARD: *Kompetenz- und Aufgabenverteilung Bund – Kantone – Gemeinden*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 109–118. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Koc09] KOCHER, GERHARD: *Schweiz: dritthöchste Gesundheitsausgaben im neuesten OECD-Vergleich*. Schweizerische Ärztezeitung, 90(46):1806–1811, 2009.
- [Kro04] KROHS, ULRICH: *Angewandte Ethik e-Health*. In: JÄHN, KARL und ECKHARD NAGEL (Herausgeber): *e-Health*, Seiten 331–336. Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [KS06] KOMNINOS, ANDREAS und SOFIA STAMOU: *HealthPal: An Intelligent Personal Medical Assistant for Supporting the Self-Monitoring of Healthcare in the Ageing Society*. In: *Proceedings of UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*, 2006.
- [KS08] KAHN, STASIA und VIKRAM SHESHADRI: *Medical Record Privacy and Security in a Digital Environment*. IT Professional, 10(2):46–52, März/April 2008.
- [Kur07] KURNIAWAN, SRI: *Mobile Phone Design for Older Persons*. interactions, 14(4):24–25, Juli/August 2007.
- [KVHB<sup>+</sup>04] KONSTANTAS, DIMITRI, AART VAN HALTEREN, RICHARD BULTS, KATARZYNA WAC, ING WIDYA, NICOLAI DOKOVSKY, GEORGE KOPRINKOV, VAL JONES und RAINER HERZG: *Mobile Patient Monitoring: the MobiHealth System*. In: *Proc. Int. Conf. on Medical and Care Compunetics, NCC 04*, 2004.
- [KZ07] KESSLER, MARGRIT und ERIKA ZILTENER: *Patientenschutz-Organisationen*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER

- (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 221–227. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Lan99] LANGLEY, PAT: *User modeling in adaptive interfaces*. In: *UM '99: Proceedings of the seventh international conference on User modeling*, Seiten 357–370, Secaucus, NJ, USA, 1999. Springer-Verlag New York, Inc.
- [LCB<sup>+</sup>06] LOPES, ANTÓNIO, PAULO COSTA, FEDERICO BERGENTI, MATTHIAS KLUSCH, BASTIAN BLANKENBURG, THORSTEN MÖLLER und HEIKO SCHULDT: *Context-aware Secure Service Composition Planning and Execution on E-Health Environments*. In: *Proceedings of the ECEH06*, Seiten 179–190, October 2006.
- [LFG09] LAGUNA, MIGUEL A., JAVIER FINAT und JOSÉ A. GONZÁLEZ: *Mobile Health Monitoring and Smart Sensors: a Product Line Approach*. In: *Proceedings of the 2009 Euro American Conference on Telematics and Information Systems: New Opportunities to increase Digital Citizenship*, Prague, 2009.
- [LFS04] LED, SANTIAGO, JORGE FERNANDEZ und LUIS SERRANO: *Design of a Wearable Device for ECG Continuous Monitoring Using Wireless Technology*. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, Seiten 3318–3321, San Francisco, CA, USA, September 2004.
- [Lip91] LIPPMANN, STANLEY B.: *C++ Primer*. Addison-Wesley, 2. Auflage, 1991.
- [LJC<sup>+</sup>09] LEE, SEUNG-HOON, SEWOOK JUNG, ALEXANDER CHANG, DAE-KI CHO und MARIO GERLA: *Bluetooth 2.1 based Emergency Data Delivery System in HealthNet*. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Body Area Networks*, April 2009.
- [LKHK05] LEIMEISTER, JAN MARCO, HELMUT KRCMAR, ALEXANDER HORSCH und KLAUS KUHN: *Mobile IT-Systeme im Gesundheitswesen, mobile Systeme für Patienten*. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, 244:74–85, August 2005.
- [LML<sup>+</sup>04] LISZKA, KATHY J., MICHAEL A. MACKIN, MICHAEL J. LICHTER, DAVID YORK, DILIP PILLAI und DAVID S. ROSENBAUM: *Keeping a Beat on the Heart*. IEEE Pervasive Computing, 3(4):42–49, October–December 2004.
- [LSM<sup>+</sup>07] LOZZI, GP, HP SOYER, C MASSONE, T MICANTONIO, B KRAENKE, MC FARGNOLI, R FINK-PUCHEST, B BINDER,



- A DI STEFANI, R HOFMANN-WELLENHOF und K PERIS: *The additive value of second opinion teleconsulting in the management of patients with challenging inflammatory, neoplastic skin diseases: a best practice model in dermatology?* Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 21(1):30–34, 2007.
- [Mar02] MARINESCU, FLOYD: *EJB Design Patterns: Advanced Patterns, Processes and Idioms*. Wiley Publishing, 2002.
- [MDP04] MARTI, RAMON, JAIME DELGADO und XAVIER PERRAMONS: *Security Specification and Implementation for Mobile e-Health Services*. eee, 00:241–248, 2004.
- [Mei07] MEIER, ANDREAS: *Relationale und postrelationale Datenbanken*. eXamen.press. Springer Verlag, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, 2007.
- [MG06] MARCUS, AARON und JIM GASPERINI: *Almost Dead on Arrival: A Case Study of Non-User-Centered Design for a Police Emergency-Response System*. interactions, 13(5):12–18, September und Oktober 2006.
- [MMR08] MITROVIC, NIKOLA, EDUARDO MENA und JOSÉ ALBERTO ROYO: *Adaptive Interfaces in Mobile Environments: An Approach based on Mobile Agents*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band I der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel XIX, Seiten 302–317. Elsevier, 2008.
- [Mol95] MOLL, INGRID: *Dermatologie*. Hippokrates Verlag GmbH, 3. Auflage Auflage, 1995.
- [Mor09] MORGER, MARIO: *Kosten und Finanzierung des Gesundheitswesens – Detaillierte Ergebnisse 2007 und jüngste Entwicklung*. Bundesamt für Statistik (BFS), 2009.
- [MRF<sup>+</sup>03] MUÑOZ, MIGUEL, MARCE RODRÍGUEZ, JESUS FAVELA, ANA I. MARTINEZ-GARCIA und VICTOR M. GONZÁLEZ: *Context-Aware Mobile Communication in Hospitals*. IEEE Computer, 36(9):38–46, September 2003.
- [Mös07] MÖSLE, HANSUELI: *Pflegeheime und Pflegeabteilungen*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 251–263. Huber, 3. Auflage, 2007.



- [MSB<sup>+</sup>08] MEIER, ANDREAS, HEIKO SCHULDT, BERND BRETTLECKER, HENRIK STORMER, THORSTEN MÖLLER und MARCO SAVINI: *LoCa: A Location and Context-aware eHealth Infrastructure*. Project Proposal, September 2008.
- [MSK06] MARKOVIC, MILAN, ZORAN SAVIC und BRANKO KOVACEVIC: *Secure Mobile Health Systems: Principles and Solutions*. In: *M-Health – Emerging Mobile Health Systems*, Seiten 81–106. Springer, 2006.
- [MSV<sup>+</sup>09] MEIER, ANDREAS, MARCO SAVINI, JOËL VOGT, HEIKO SCHULDT, THORSTEN MÖLLER und NADINE FRÖHLICH: *LoCa: bestmögliche Interaktion in der Medizin*. Netzguide E-Government/E-Health, 8, August 2009.
- [NHJ08] NASIR, MOHD HAIRUL NIZAM MD., HAZRINA HASSAN und NAZEAN JOMHARI: *The Use of Mobile Phones by Elderly: A Study in Malaysia Perspectives*. Journal of Social Sciences, 4(2):123–127, 2008.
- [NWBD07] NATCHETOI, YURI, HUAIGU WU, GILBERT BABIN und SERHAN DAGTAS: *EXEM: Efficient XML data exchange management for mobile applications*. Information Systems Frontiers, 9(4):439–448, September 2007.
- [Ogg07] OGGIER, WILLY: *Kosten und Finanzierung*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 129–138. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [OHZ06] OBERENDER, PETER O., ANSGAR HEBBORN und JÜRGEN ZERTH: *Wachstumsmarkt Gesundheit*. Lucius & Lucius, Universität Bayreuth, Universitätsstrasse 30, D-95440 Bayreuth, 2. Auflage, 2006.
- [Onm09] ONMEDA: *Herzinsuffizienz (Herzschwäche)*. Internet, März 2009. siehe <http://www.onmeda.de/krankheiten/herzinsuffizienz.html>, Stand vom 31. März 2009, zuletzt besucht am 22. März 2010.
- [OOS<sup>+</sup>09] O'DONOVAN, TONY, JOHN O'DONOGHUE, CORMAC SREENAN, DAVID SAMMON, PHILIP O'REILLY und KIERAN A. O'CONNOR: *A Context Aware Wireless Body Area Network (BAN)*. In: *Proceedings of the Pervasive Health Conference 2009*, 2009.

- [OT08] OLLA, PHILLIP und JOSEPH TAN: *Designing a M-Health Framework for Conceptualizing Mobile Health Systems*. In: TAN, JOSEPH (Herausgeber): *Healthcare Information Systems and Informatics – Research and Practice*, Seiten 1–24. IGI, 2008.
- [Pai10] PAIK, MICHAEL: *Stragglers of the herd get eaten: security concerns for GSM mobile banking applications*. In: *HotMobile '10: Proceedings of the Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems & Applications*, Seiten 54–59, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [PBH92] PRESTON, JANE, FRANK W. BROWN und BETTE HARTLEY: *Using Telemedicine to Improve Health Care in Distant Areas*. *Hospital and Community Psychiatry*, 43(1):25–32, 1992.
- [PBS07] PORTENIER, LUCIEN, ALEXANDER BISCHOFF und REBECCA SPIRIG: *Pflege*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 229–244. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [PCS<sup>+</sup>06] PROULX, JOSHUA, RYAN CLIFFORD, SARAH SORENSEN, DAH-JYE LEE und JAMES ARCHIBALD: *Development and Evaluation of a Bluetooth EKG Monitoring System*. In: *Proceedings of the 19th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'06)*, Seiten 507–511, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society.
- [Pfe07] PFEIFFER, MICHAEL: *Java Micro Edition – Mobile Anwendungen mit der MIDP 2.0 entwickeln*. Galileo Computing, 1. Auflage, 2007.
- [PG04] PREUSS, KLAUS JÜRGEN und TOBIAS GANTNER: *Mobile Health*. In: JÄHN, KARL und ECKHARD NAGEL (Herausgeber): *e-Health*, Seiten 245–250. Springer, 2004.
- [PVdBW<sup>+</sup>04] PREUVENEERS, DAVY, JAN VAN DEN BERGH, DENNIS WAGELAAR, ANDY GEORGES, PETER RIGOLE, TIM CLERCKX, YOLANDE BERBERS, KARIN CONINX, VIVIANE JONCKERS und KOEN DE BOSSCHERE: *Towards an Extensible Context Ontology for Ambient Intelligence*. *Lecture Notes in Computer Science*, 3295:148–159, Oktober 2004.
- [PWG06] PETRUSHIN, VALERY A., GANG WEI und ANATOLE V. GERSHMAN: *Multiple-camera people localization in an indoor environment*. *Knowledge and Information Systems*, 10(2):229–241, August 2006.

- [QHM<sup>+</sup>05] QUADRELLO, T., H. HURME, J. MENZINGER, P. K. SMITH, M. VEISSON, S. VIDAL und S. WESTERBACK: *Grandparents use of new communication technologies in a European perspective*. European Journal of Ageing, 2(3):200–207, September 2005.
- [RD98] REICHERT, MANFRED und PETER DADAM: *ADEPTflex – Supporting Dynamic Changes of Workflows Without Losing Control*. Journal of Intelligent Information Systems, 10(2):93–129, März 1998.
- [RDP06] REDDY, MADHU C., PAUL DOURISH und WANDA PRATT: *Temporality in Medical Work: Time also Matters*. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 15(1):29–53, Februar 2006.
- [Rey08] REYNOLDS, FRANKLIN: *Camera Phones: A Snapshot of Research and Applications*. IEEE Pervasive Computing, 7(2):16–19, April–Juni 2008.
- [RG06] ROSENBROCK, ROLF und THOMAS GERLINGER: *Gesundheitspolitik – Eine systematische Einführung*. Verlag Hans Huber, 2. Auflage, 2006.
- [RGF<sup>+</sup>01] RUBEL, P., F. GOUAUX, J. FAYN, D. ASSANELLI, A. CUCE, L. EDENBRANDT und C. MALOSI: *Towards intelligent and mobile systems for early detection and interpretation of cardiological syndromes*. Computers in Cardiology 2001, Seiten 193–196, 2001.
- [Rie00] RIEHLE, DIRK: *Framework Design – A Role Modeling Approach*. Dissertation, Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, 2000.
- [Rot02] ROTH, JÖRG: *Context-Aware Web Applications using the Pinpoint Infrastructure*. In: *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet*, Seiten 3–10, November 2002.
- [Rot05] ROTH, JÖRG: *Mobile Computing: Grundlagen, Technik, Konzepte*. dpunkt.verlag, 2., aktualisierte Auflage, September 2005.
- [RTC<sup>+</sup>07] ROSCHELLE, JEREMY, DEBORAH TATAR, S. RAJ CHAUDHURY, YANNIS DIMITRIADIS, CHARLES PATTON und CHRIS DIGIANO: *Ink, Improvisation, and Interactive Engagement: Learning with Tablets*. Computer, 40(9):42–48, September 2007.
- [Sad02] SADEH, NORMAN: *M-Commerce, Technologies, Services, and Business Models*. Wiley, 1 Auflage, 2002.
- [Sau06] SAUTER, MARTIN: *Mobile Kommunikationssysteme*. vieweg, 2. Auflage, 2006.

- [SBF96] SPARKS, S., K. BENNER und C. FARIS: *Managing object oriented framework reuse*. Computer, 29(9):52–61, September 1996.
- [Sch03] SCHILLER, JOCHEN: *Mobilkommunikation*. Pearson Studium Ltd, 2., überarbeitete Auflage, 2003.
- [Sch04] SCHMATZ, KLAUS-DIETER: *Java 2 Micro Edition*. dpunkt.verlag, 1. Auflage, 2004.
- [Sch08a] SCHLEINIGER, RETO: *Wieso haben Kantone so unterschiedliche Gesundheitskosten?* Soziale Sicherheit CHSS, 1:60–64, 2008.
- [Sch08b] SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT (Herausgeber): *Bundesgesetz über den Datenschutz*. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2008. Von 1991, Stand 1. Januar 2008.
- [Sch09a] SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT (Herausgeber): *Krankenversicherungsgesetz*. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2009. Von 1994, Stand 1. Juni 2009.
- [Sch09b] SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR DERMATOLOGIE UND VENEROLOGIE: *Was ist Dermatologie?* Internet, 2009. <http://www.derma.ch/derma/index.php?rubabr=infos&pageabr=dermatologie&lan=DE>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [Sek10] SEKER, EMINE: *Mobile Monitoring of Diabetics in rural areas of Turkey*. Masterarbeit, University of Fribourg, Boulevard de Pérolles 90, CH-1701 Fribourg, 2010. in Arbeit.
- [SH06] SKOV, MIKAEL B. und RUNE TH. HØEGH: *Supporting information access in a hospital ward by a context-aware mobile electronic patient record*. Personal and Ubiquitous Computing, 10(4):205–214, Mai 2006.
- [SHS08] SCHUMACHER, MICHAEL, HEIKKI HELIN und HEIKO SCHULDT (Herausgeber): *CASCOM: Intelligent Service Coordination in the Semantic Web*. Whitestein Series in Software Agent Technologies and Autonomic Computing. Birkhäuser, 2008.
- [SIM05] STORMER, HENRIK, ANDREEA IONAS und ANDREAS MEIER: *Mobile Services for a Medical Communication Center – The eSana project*. In: *Proceedings of the First European Conference on Mobile Government*, 2005.
- [SIM<sup>+</sup>06] SAVINI, MARCO, ANDREEA IONAS, ANDREAS MEIER, CIPRIAN POP und HENRIK STORMER: *The eSana Framework: Mobile Services in eHealth using SOA*. In: *Proceedings of EURO mGOV 2006*, 2006.

- [SJE08] SAINFORT, FRANÇOIS, JULIE A. JACKO, PAULA J. EDWARDS und BRIDGET C. BOOSKE: *Human-Computer Interaction in Health Care*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 33, Seiten 661–678. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [SP08] SCARFONE, KAREN und JOHN PADGETTE: *Guide to Bluetooth Security*. NIST Special Publication 800-121, National Institute of Standards and Technology (U.S. Department of Commerce), Gaithersburg, September 2008.
- [SS05] SATCHELL, CHRISTINE und SUPRIYA SINGH: *The Mobile Phone as the Globalizing Icon of the Early 21st Century*. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction*, Las Vegas, 2005.
- [SS10] SEKER, EMINE und MARCO SAVINI: *Mobile Health Access for Diabetics in Rural Areas of Turkey – Results of a Survey*. In: KOSTKOVA, PATTY (Herausgeber): *Electronic Healthcare – Second International ICST Conference, eHealth 2009, September 23-25, 2009, Revised Selected Papers*, Band 27 der Reihe *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering*, Seiten 15–22. Springer, Istanbul, Turkey, 2010.
- [SSM07a] SAVINI, MARCO, HENRIK STORMER und ANDREAS MEIER: *Das eSana Framework: Kontextabhängige Benutzerschnittstellen im mHealth Bereich*. In: LEIMEISTER, JAN MARCO, CHRISTIAN MAURO, HELMUT KRCDMAR, THORSTEN EYMANN und ANDREAS KOOP (Herausgeber): *e*, Seiten 34–41. GMDS, September 2007.
- [SSM07b] SAVINI, MARCO, HENRIK STORMER und ANDREAS MEIER: *Integrating Context Information in a Mobile Environment using the eSana Framework*. In: HEIN, ANDREAS, WILFRIED THOBEN, HANS-JÜRGEN APPELRATH und PETER JENSCH (Herausgeber): *Proceedings of the ECEH'07*, Seiten 131–142, October 2007.
- [SSS08] SIEWIOREK, DAN, ASIM SMAILAGIC und THAD STARNER: *Wearable Computers*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 15, Seiten 295–312. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [Sta08] STANKOVIC, JOHN A.: *Wireless Sensor Networks*. Computer, 41(10):92–95, Oktober 2008.
- [Ste05] STEINBOCK, DAN: *The Mobile Revolution: The making of Mobile Services Worldwide*. Kogan Page, 2005.

- [Sto05] STORMER, HENRIK: *Personalized Websites for Mobile Devices using dynamic Cascading Style Sheets*. International Journal of Web Information Systems, 1(2):83–88, June 2005.
- [STSD07] STROETMANN, VELI N., JEAN-PIERRE THIERRY, KARL A. STROETMANN und ALEXANDER DOBREV: *eHealth for Safety – Impact of ICT on Patient Safety and Risk Management*. Report, EU, 2007.
- [Sun08] SUN MICROSYSTEMS, INC.: *Lightweight UI Toolkit – Developer’s Guide*, Juli 2008. <http://opensidae.springnote.com/pages/2761826/attachments/1242942>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [Sus08] SUSANI, MARCO: *Mobile Interaction Design in the Age of Experience Ecosystems*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 23, Seiten 459–468. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [SvEBNL08] STREEFKERK, JAN WILLEM, MYRA P. VAN ESCH-BUSSEMAKERS, MARK A. NEERINCX und ROSEMARIJN LOOLJE: *Evaluating Context-Aware Mobile Interfaces for Professionals*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band II der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel XLV, Seiten 759–779. Elsevier, 2008.
- [SVW08] SAVINI, MARCO, JOËL VOGT und DANIEL WENGER: *Using the eSana Framework in Dermatology to improve the Information Flow between Patients and Doctors*. In: *Proceedings of the 21st Bled eConference – eCollaboration: Overcoming Boundaries Through Multi-Channel Interaction*, Nummer 33, Seiten 156–169, Bled, Slovenia, Juni 2008.
- [SWM08] SAVINI, MARCO, DANIEL WENGER und ANDREAS MEIER: *Umfrage zum Einsatz mobiler Geräte in der Dermatologie*. Infoweb, 18, 2008.
- [SYF08] SEARS, ANDREW, MARK YOUNG und JINJUAN FENG: *Physical Disabilities and Computing Technologies: An Analysis of Impairment*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 42, Seiten 829–852. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [TCL05] TULU, BENGISU, SAMIR CHATTERJEE und SWAMY LAXMINARAYAN: *A Taxonomy of Telemedicine Efforts with Respect to*



- Applications, Infrastructure, Delivery Tools, Type of Setting and Purpose*. In: *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05)*, Band 6, Seite 147b, Los Alamitos, CA, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [TF08] TENTORI, MONICA und JESUS FAVELA: *Activity-Aware Computing for Healthcare*. IEEE Pervasive Computing, 7(2):51–57, April–Juni 2008.
- [TFG06] TENTORI, MONICA, JESUS FAVELA und VICTOR M. GONZALEZ: *Towards the Design of Activity-aware Mobile Adaptive Applications for Hospitals*. In: *Proceedings of the UbiHealth 2006: The 4th International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*, 2006.
- [TTSO06] TSIKNAKIS, MANOLIS, APOSTOLOS TRAGANITIS, MANOLIS SPANAKIS und STELIOS C. ORPHANOUDAKIS: *Wireless Communication Technologies for Mobile Healthcare Applications: Experiences and Evaluations of Security related issues*. In: *M-Health – Emerging Mobile Health Systems*, Seiten 65–80. Springer, 2006.
- [Ull09] ULLENBOOM, CHRISTIAN: *Java ist auch nur eine Insel*. Galileo Computing, 8. aktualisierte Auflage, 2009. <http://openbook.galileocomputing.de/javainsel18/>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [Var07] VARSHNEY, UPKAR: *Pervasive Healthcare and Wireless Health Monitoring*. Mobile Network and Applications, 12(2–3):113–127, März 2007.
- [vB07] BURG, ONUR VON: *M-Health — Introducing a personal and mobile system for the early detection of cardiac syndromes as a precaution*. Diplomarbeit, University of Fribourg, Mai 2007.
- [vBSSM08] BURG, ONUR VON, MARCO SAVINI, HENRIK STORMER und ANDREAS MEIER: *Introducing a mobile system for the early detection of cardiac disorders as a precaution from a cardiologists' view (Evaluation of a survey)*. In: *Proceedings of the HealthInf2008 - International Conference on Health Informatics*, Funchal, Madeira, Portugal, Januar 2008.
- [VHBW<sup>+</sup>04] VAN HALTEREN, AART, RICHARD BULTS, KATARZYNA WAC, DIMITRI KONSTANTAS, ING WIDYA, NICOLAY DOKOVSKY, GEORGE KOPRINKOV, VAL JONES und RAINER HERZOG: *Mobile Patient Monitoring: The MobiHealth System*. The Journal of Information Technology in Healthcare, 2(5):365–373, 2004.

- [Vir05] VIRKUS, ROBERT: *Pro J2ME Polish – Open Source Wireless Java Tools Suite*. Apress, 2005.
- [VM10] VOGT, JOEL und ANDREAS MEIER: *An Adaptive User Interface Framework for eHealth Services based on UIML*. In: *Proceedings of the Bled 2010 Conference*, Bled, Slovenia, Juni 2010.
- [VN04] VAUGHAN-NICHOLS, STEVEN J.: *Achieving Wireless Broadband with WiMax*. Computer, 37(6):10–13, Juni 2004.
- [VPP05] VASILYEVA, EKATERINA, MYKOLA PECHENIZKIY und SEPPO PUURONEN: *Towards the Framework of Adaptive User Interfaces for eHealth*. In: *Proceedings of the 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05)*, Seiten 139–144, 2005.
- [WBP<sup>+</sup>09] WATERWORTH, JOHN A., SOLEDAD BALLESTEROS, CHRISTIAN PETER, GERALD BIEBER, ANDREAS KREINER, ANDREAS WIRATANAYA, LAZAROS POLYMERAKOS, SOPHIA WANCHEPOLITIS, MICHELE CAPOBIANCO, IGONE ETXEBERRIA und LOUISE LUNDHOLM: *Ageing in a networked society: social inclusion and mental stimulation*. In: *PETRA '09: Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, Seiten 1–5, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [Web07] WEBER, ALEXANDER: *Zahnmedizin*. In: KOCHER, GERHARD und WILLY OGGIER (Herausgeber): *Gesundheitswesen Schweiz 2007–2009 – Eine aktuelle Übersicht*, Seiten 403–410. Huber, 3. Auflage, 2007.
- [Wen08] WENGER, DANIEL: *Einsatz von eHealth bei Schweizer Dermatologen: Marktübersicht und Implementierung einer Anwendungsoption*. Masterarbeit, University of Fribourg, Bd. de Pérolles 90, CH-1701 Fribourg, Juni 2008.
- [Wes06] WESSENDORF, MATTHIAS: *Web Services und mobile Clients*. IT kompakt. W3L-Verlag, 2006.
- [WH07] WILDE, THOMAS und THOMAS HESS: *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung*. Wirtschaftsinformatik, 29(4):280–287, 2007.
- [WHO04] WHO: *ICD-10: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision*. Internet, 2004. <http://www.who.int/classifications/icd/en/>, zuletzt besucht am 20. November 2009.



- [WHO06] WHO: *eHealth Tools & Services*. Internet, 2006. <http://www.who.int/kms/initiatives/ehealth/en/>, zuletzt besucht am 20. November 2009.
- [WHO08] WHO: *The World Health Report – Primary Health Care: Now more than ever*. World Health Organization, 2008.
- [WHO09] WHO: *eHealth for Health-care Delivery*. Internet, 2009. <http://www.who.int/ehd/eHealthHCD/en/>, zuletzt besucht am 29. Juli 2009.
- [WHT06] WEIPPL, E., A. HOLZINGER und A. M. TJOA: *Security aspects in ubiquitous computing in health care*. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, 123(4):156–161, April 2006.
- [Wil08] WILSON, ANDREW D.: *Sensor- and Recognition-Based Input for Interaction*. In: SEARS, ANDREW und JULIE A. JACKO (Herausgeber): *Human Factors and Ergonomics*, Kapitel 10, Seiten 177–199. Lawrence Erlbaum Associates, 2. Auflage, 2008.
- [WMF07] WIGLEY, ANDY, DANIEL MOTH und PETER FOOT: *Microsoft Mobile Development Handbook*. Microsoft Press, 2007.
- [WMW<sup>+</sup>08] WENGER, DANIEL, ANDREAS MEIER, MARINO WIDMER, MARCO SAVINI und CHRISTIAN DIETLIN: *Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bei Schweizer Dermatologen*. Dermatologica Helvetica, 8:23–26, 2008.
- [YD08] YU, DONG und LI DENG: *Speech-Centric Multimodal User Interface Design in Mobile Technology*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band I der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel XXVIII, Seiten 461–477. Elsevier, 2008.
- [YZZ<sup>+</sup>06] YU, ZHIVEN, XINSHE ZHOU, DAQING ZHANG, CHUNG-YAU CHIN, XIAOHANG WANG und JI MEN: *Supporting Context-Aware Media Recommendations for Smart Phones*. IEEE Pervasive Computing, 5(3):68–75, Juli–September 2006.
- [ZB08] ZIEFLE, MARTINA und SUSANNE BAY: *Transgenerational Designs in Mobile Technology*. In: LUMSDEN, JOANNA (Herausgeber): *Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology*, Band I der Reihe *Information Science Reference*, Kapitel VIII, Seiten 122–141. Elsevier, 2008.

- [Zha07] ZHANG, DONGSONG: *Web Content Adaptation for Mobile Hand-held Devices*. Communications of the ACM, 50(2):75–79, Februar 2007.
- [Zig09] ZIGBEE ALLIANCE: *Understanding ZigBee RF4CE*. White Paper, ZigBee Alliance, Juli 2009.
- [ZSL05] ZIMMERMANN, ANDREAS, MARCUS SPECHT und ANDREAS LORENZ: *Personalization and Context Management*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 15(3–4):275–302, August 2005.

## Anhang A

# Schema Definitionen

Dieser Anhang beschreibt die benötigten Schema Definitionen für die im eSana verwendeten XML-Strukturen. Als Format wurde XML Schema 1.1 verwendet (siehe [GSMT09]). Die Validierung der XML Datenströme gegen das Schema ist zu aufwändig auf einem mobilen Client, deshalb wird die semantische Korrektheit vorausgesetzt. Der eSana Server hingegen überprüft die XML-Ströme, so dass nur interpretierbare Daten an den mobilen Client geschickt werden.

Auf dem mobilen Client findet nach Erhalt der XMLs ein Parse-Vorgang statt. Die auf JME implementierten Parser sind rudimentär und meistens SAX basierend. In der eSana Referenzimplementierung wurde zu diesem Zweck die Bibliothek kXML2 verwendet (siehe Einführung bei [Bal03]).

### A.1 Prozesse

Dieser Abschnitt beschreibt das Schema für die Definition eines Prozesses. Prozesse sind im eSana Framework als Zustandsmaschinen beschrieben, wobei ein Zustand eine Referenz auf ein Formular enthält. Ein häufig verwendeter Typ ist `contentType`, welcher die Erfassung mehrsprachiger freier Texte erlaubt (siehe Abbildung A.1).

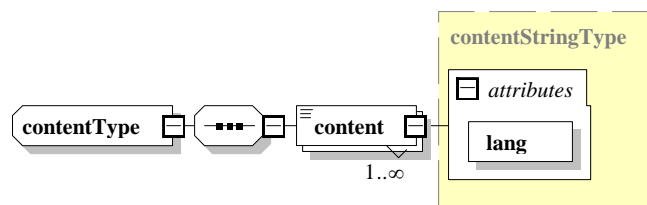


Abbildung A.1: Typ für die Erfassung von Text in mehreren Sprachen.

Um Verbindung von und zu Zuständen und Aktionen zu definieren, existiert ein Typ `connectionType`, welcher das Ziel und die Bedingungen definiert, unter welchen das Ziel aktiviert wird (siehe Abbildung A.2).

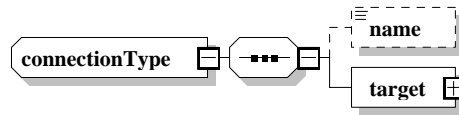


Abbildung A.2: Haupttyp für die Definition einer Verbindung.

Im Unterelement **target** kann das Ziel der Verbindung definiert werden (siehe Abbildung A.3). Ausserdem ist es möglich, optional die Bedingungen festzulegen, unter welchen dieses Ziel angesprungen wird.

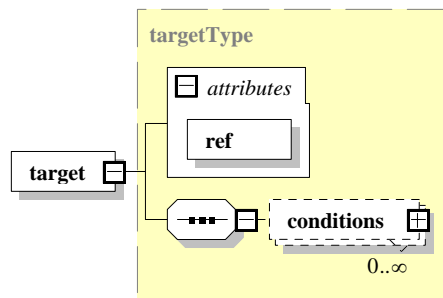


Abbildung A.3: Definition eines Ziels einer Verbindung.

Es können mehrere Bedingungen gleichzeitig definiert werden, welche gültig sein müssen. Pro Bedingung kann ein Ausdruck oder auszuführende Klasse mit Rückgabewert angegeben werden, welche die Gültigkeit einer Bedingung zurückgibt (siehe Abbildung A.4).

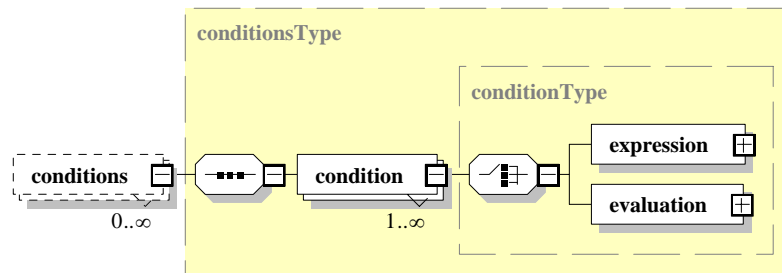


Abbildung A.4: Definition der Bedingungen für eine Verbindung.

Ein Ausdruck (**expression**, siehe Abbildung A.5) wird mit einem Parameter **key**, einem Vergleichsoperator **operator** und einem Vergleichswert **value** beschrieben. Der Parameter kann dabei sowohl ein Formularfeld sein wie auch eine Information aus dem Kontext.

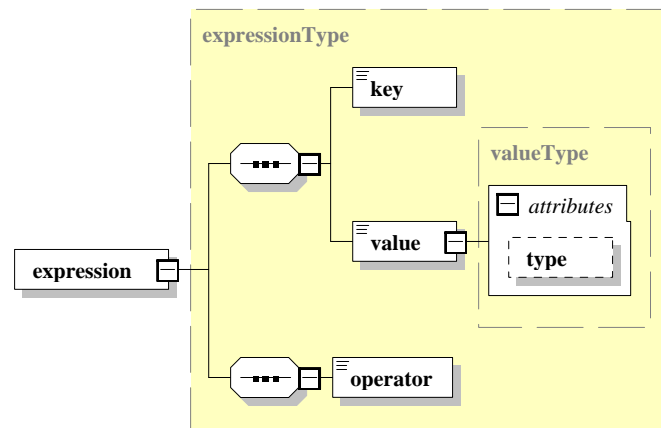


Abbildung A.5: Definition Ausdruck einer Bedingung.

Mit der Bedingungsart **evaluation** kann eine Java-Klasse im Element **class** angegeben werden, welche zur Laufzeit ausgeführt wird und einen binären Wert zurückgibt (siehe Abbildung A.6).

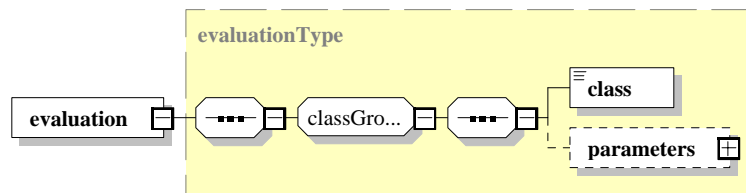


Abbildung A.6: Definition Ausdruck basierend auf einer Java-Klasse.

Dieser Klasse können mehrere Parameter als Schlüssel/Wert-Paare (**key** und **value**) übergeben werden. Damit lassen sich Java-Klassen in verschiedenen Situationen evaluieren (siehe Abbildung A.7).

Tabelle A.1: Definition für Workflows.

Abbildung	Beschreibung
-----------	--------------

Tabelle A.1: Definition für Workflows.

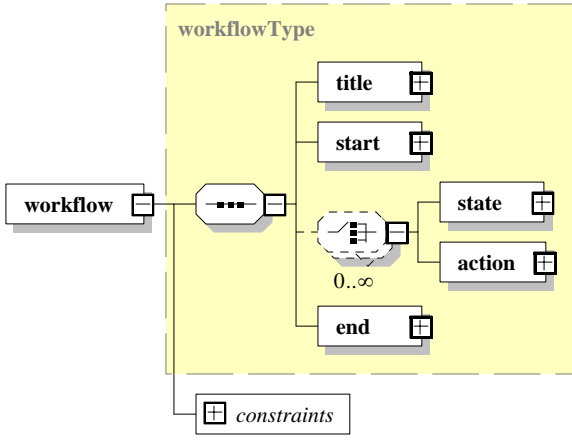
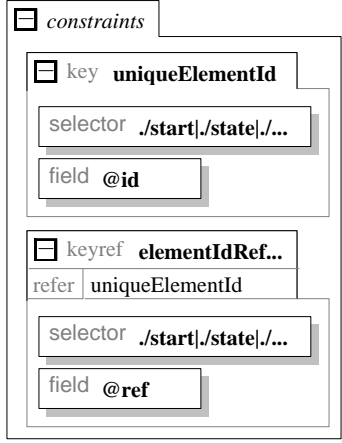
Abbildung	Beschreibung
	<p>Der Wurzelknoten <b>workflow</b> enthält alle Angaben zu einem einzelnen Workflow. Dazu gehört der Titel des Workflows (mehrsprachig), der Startzustand, eine beliebige Menge von Zuständen und Aktionen und der Endzustand. Zur Definition gehören auch Einschränkungen (constraints). Das Unterelement <b>title</b> beschreibt den Workflow-Titel in mehreren Sprachen und ist vom Typ <b>contentType</b> (siehe Abbildung A.1).</p>
	<p>Die Einschränkungen auf dem Schema stellen sicher, dass jedes angegebene <b>id</b> Attribut eindeutig und dass Referenzen zueinander gültig sind. Für ersteres ist die Einschränkung <b>uniqueElementId</b> zuständig. Die Verifizierung der Referenzen wird mit der Einschränkung <b>elementIdReference</b> bewerkstelligt. Somit ist ein XML mit einer Referenz auf ein nicht vorhandenes Element (Aktion oder Zustand) ungültig.</p>

Tabelle A.1: Definition für Workflows.

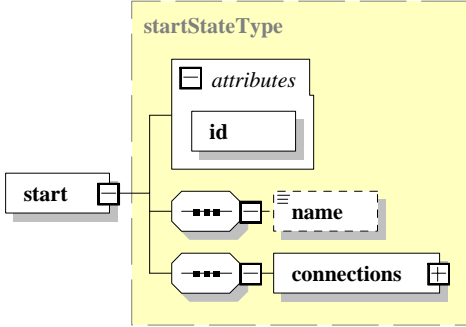
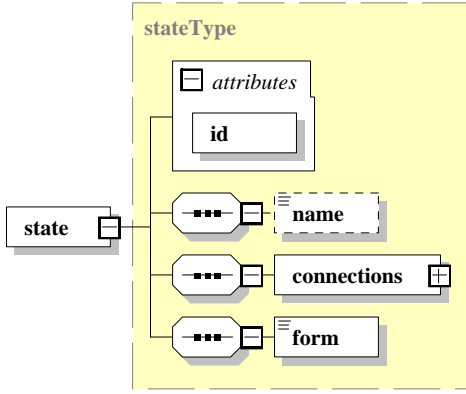
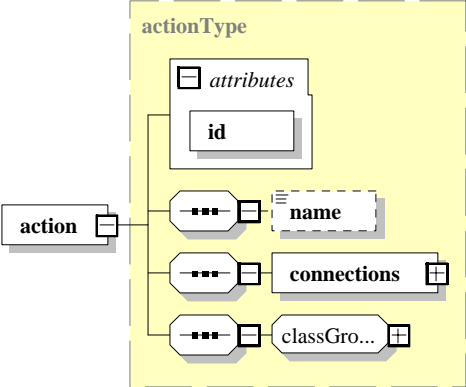
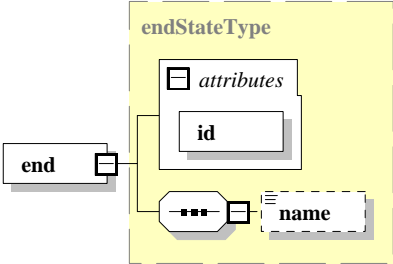
Abbildung	Beschreibung
 <p>The diagram shows a 'start' element connected to a 'startStateType' container. Inside 'startStateType', there is an 'attributes' block containing an 'id' attribute. Additionally, there are two connections: one to a 'name' attribute and another to a 'connections' list. The 'start' element has a small square icon next to it.</p>	<p>Das Element <b>start</b> definiert den Startzustand. Er hat eine eindeutige Referenz im Attribut <b>id</b> und kann auch einen Bezeichner enthalten. In der <b>connections</b> Liste, werden die Beziehung zu anderen Zuständen oder Aktionen definiert. Dieses Element muss in jedem Workflow genau einmal vorkommen.</p>
 <p>The diagram shows a 'state' element connected to a 'stateType' container. Inside 'stateType', there is an 'attributes' block containing an 'id' attribute. Additionally, there are three connections: one to a 'name' attribute, one to a 'connections' list, and one to a 'form' attribute. The 'state' element has a small square icon next to it.</p>	<p>Ein Zustand wird mit dem Element <b>state</b> beschrieben. Er enthält ein Attribut <b>id</b>, welches eindeutig ist und als Referenz für Verbindungen dienen kann. Der Bezeichner im Element <b>name</b> ist nicht zwingend. Ausgehende Verbindungen von diesem Zustand werden in der <b>connections</b> Struktur beschrieben, siehe Abbildung A.2. Ein Zustand entspricht immer einem Formular, dessen eindeutige Referenz im Element <b>form</b> angegeben wird. Bei der Interpretation vom Zustand zur Laufzeit wird dieses Formular angezeigt. Die ausgehenden Verbindungen werden erst aktiviert, wenn das Formular abgeschlossen worden ist.</p>

Tabelle A.1: Definition für Workflows.

Abbildung	Beschreibung
	<p>Eine Aktion im Element <b>action</b> enthält eine eindeutige Referenz im Attribut <b>id</b>, damit sie Ziel einer Verbindung werden kann. Auch hier ist die Angabe einer Bezeichnung im Element <b>name</b> nicht zwingend. Die ausgehenden Verbindungen nach Ausführung der Aktion sind in der <b>connections</b> Struktur abgelegt, siehe Abbildung A.2. Die eigentlich Klasse, die es zur Laufzeit auszuführen gilt, ist innerhalb der Struktur <b>classGroup</b> abgelegt. Diese Struktur entspricht denjenigen in den Abbildungen A.6 und A.7 und enthält somit den Namen der Klasse wie auch eine Liste möglicher Parameter die zur Laufzeit übergeben werden können.</p>
	<p>Der Endzustand des Workflows wird im Element <b>end</b> beschrieben und dient lediglich als Schlusspunkt. Aus diesem Grund werden keine speziellen Aktionen oder Formulare interpretiert oder ausgeführt. Einzig eine Bezeichnung für den Zustand im Element <b>name</b> kann angegeben werden, dies ist jedoch nicht zwingend.</p>



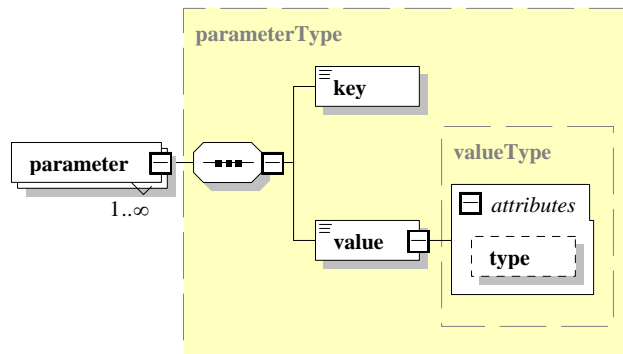


Abbildung A.7: Definition Parameter für Java-Klasse.

## A.2 Benutzerschnittstellen

Nachfolgend wird das Schema für die Definition der Benutzerschnittstellen beschrieben. Ein häufig verwendeter Typ ist `titleType`, welcher die Erfassung eines Textes in beliebigen Sprachen erlaubt. Diese Definition wird in der Abbildung A.8 illustriert.

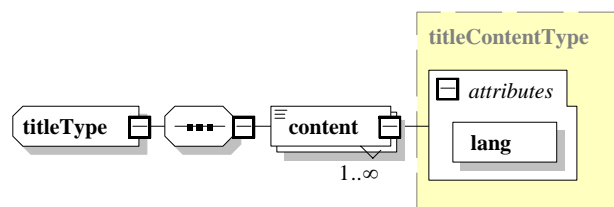


Abbildung A.8: Typ für die Erfassung von Text in mehreren Sprachen.

Ein weiterer häufig verwendeter Typ ist `bindingsType`, welches die Zuordnung eines Eingabefeld zu den Parametern auf dem eSana Server und zur Kontextumgebung bestimmt. Erstere Zuordnung ist eindeutig und definiert, mit welcher Bezeichnung das Eingabefeld schlussendlich weitergeschickt wird. Die Zuordnung zur Kontextumgebung kann mehrere Werte umfassen, so dass der Inhalt des Eingabefelds mit verschiedenen Geräten assoziiert werden kann. Der Typ ist in der Abbildung A.9 illustriert.

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

Abbildung	Beschreibung
-----------	--------------

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

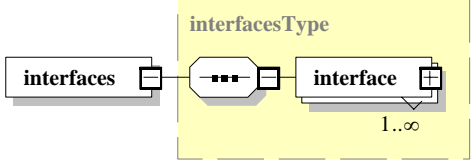
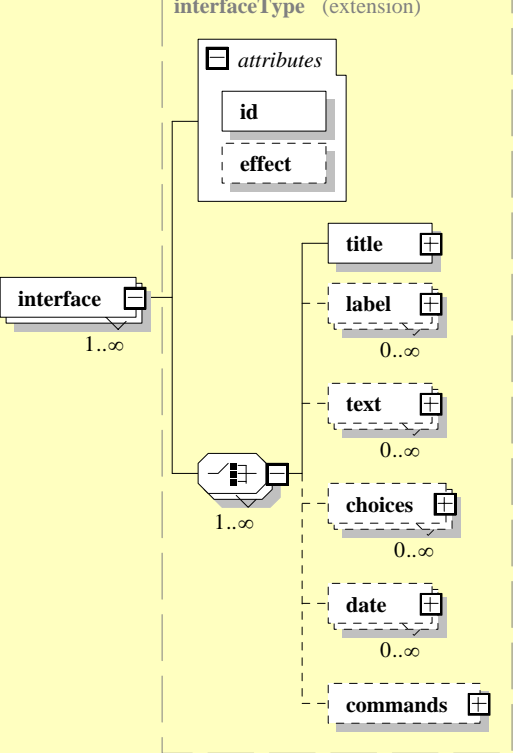
Abbildung	Beschreibung
	<p>Der Wurzelknoten <b>interfaces</b> enthält eine Liste von <b>interface</b> Elementen, welche eine einzelne Schnittstelle beschreiben. Der Wurzelknoten selbst hat keine Attribute.</p>
	<p>Das <b>interface</b> Element enthält eine beliebig angeordnete Menge verschiedener visueller Schnittstellenobjekte und beschreibt somit das darzustellende Formular. Das Attribut <b>id</b> enthält eine eindeutige Referenz für die ganze Schnittstelle, auf welche dann z.B. von einem Prozess-Zustand referenziert werden kann. Das Attribut <b>effect</b> ist nicht obligatorisch und beschreibt, wie die Schnittstelle auf der Oberfläche reingeleitet. Mögliche Werte sind SLIDE_HORIZONTALLY (Standard), SLIDE_VERTICALLY, 3D_HORIZONTALLY, 3D_VERTICALLY. Mögliche Elemente zum Definieren eines Formulars sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• title</li> <li>• label</li> <li>• text</li> <li>• choices</li> <li>• date</li> <li>• commands</li> </ul>

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

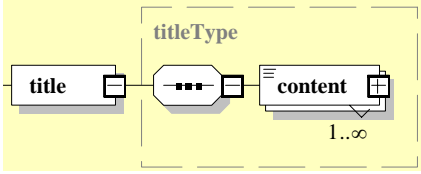
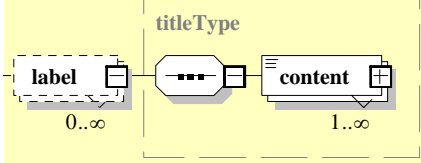
Abbildung	Beschreibung
 <p>The diagram shows a sequence of elements: a box labeled 'title', followed by a container labeled 'titleType' (represented by a rounded rectangle with three dots inside), and then a box labeled 'content'. The 'title' box has a small square icon to its right. The 'content' box has a small square icon to its right. Below the 'title' box is the cardinality '1..∞'. Below the 'content' box is the cardinality '1..∞'.</p>	<p>Das <b>title</b> Element beschreibt den Titel des dargestellten Formulars. Er ist vom Typ <b>titleType</b> und kann nur einmal angegeben werden. Die Angabe dieses Titels ist obligatorisch.</p>
 <p>The diagram shows a sequence of elements: a box labeled 'label', followed by a container labeled 'titleType' (represented by a rounded rectangle with three dots inside), and then a box labeled 'content'. The 'label' box has a small square icon to its right. The 'content' box has a small square icon to its right. Below the 'label' box is the cardinality '0..∞'. Below the 'content' box is the cardinality '1..∞'.</p>	<p>Mit dem <b>label</b> Element können beliebige Texte angezeigt werden. Auch dieses Element ist vom Typ <b>titleType</b>. Es kann nie, einmal oder mehrfach auftreten.</p>

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

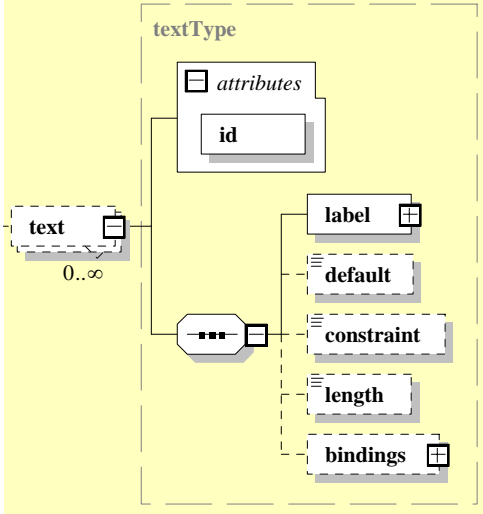
Abbildung	Beschreibung
 <pre> classDiagram     class text {         0..∞     }     class textType {         attributes {             id         }         label     }     class label {         default         constraint         length         bindings     }     text --&gt; textType     textType --&gt; label   </pre>	<p>Das <b>text</b> Element wird als normales Eingabefeld auf dem Formular angezeigt. Es kann beliebig oft vorkommen. Das <b>id</b> Attribut dient zur eindeutigen Referenzierung und muss über alle Formulare hinweg eindeutig sein. Das Unterelement <b>label</b> ist vom Typ <b>textType</b> und enthält einen Beschreibungstext in beliebigen Sprachen. Mit dem Element <b>default</b> kann der Standardwert festgelegt werden, welcher bei Darstellen des Formulars angezeigt wird. Das Element <b>constraint</b> gibt spezielle Einschränkungen des Eingabefeldes an, welche u.a. die Eingabemöglichkeiten einschränken (z.B. nur Zahlen). Mögliche Werte sind: <b>TEXT</b> (einfacher Text), <b>NUMERIC</b> (nur Zahlen), <b>DECIMAL</b> (Fließkommazahlen), <b>PASSWORD</b> (Passwort, wird bei der Eingabe maskiert), <b>EMAIL</b> (E-Mail-Adresse), <b>PHONE</b> (Telefonnummer). Das Unterelement <b>length</b> dient zur Angaben, wieviele Zeichen maximal eingegeben werden können. Letztlich kann mit dem Element <b>bindings</b> definiert werden, wie der Inhalt dieses Feldes im Kontext und auf dem eSana Server definiert ist.</p>

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

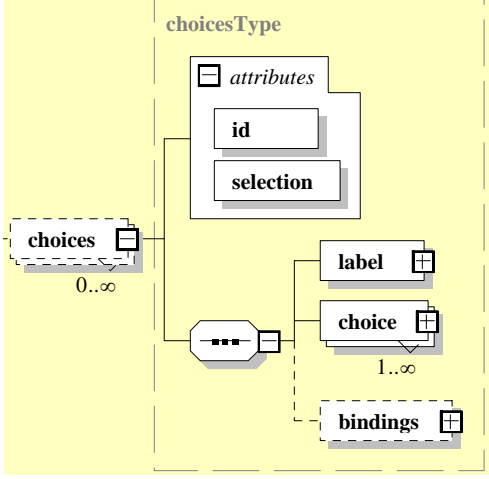
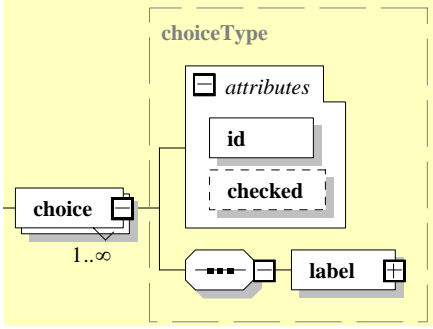
Abbildung	Beschreibung
	<p>Das Element <b>choices</b> ermöglicht die Definition einer Eingabeliste. Das Attribut <b>id</b> dient der eindeutigen Identifikation. Mit dem Attribut <b>select</b> lassen sich die folgenden Auswahltypen festlegen: <b>EXCLUSIVE</b> (nur eine der angegebenen Optionen kann ausgewählt werden), <b>MULTIPLE</b> (mehrere Optionen können gleichzeitig ausgewählt werden), <b>POPUP</b> (wie <b>EXCLUSIVE</b>, aber die Auswahl erscheint erst, wenn man die Liste anwählt (Comboxbox)). Das Element <b>label</b> dient zur mehrsprachigen Angabe der Beschreibung (siehe Abbildung A.8). Die Liste von <b>choice</b> Elementen beschreibt die eigentlichen Auswahlmöglichkeit. Zuletzt kann mit dem Element <b>bindings</b> angegeben werden, wie die Auswahl vom Kontext beeinflusst und wie sie an den eSana Server übermittelt wird.</p>
	<p>Pro Liste gibt es ein oder mehrere <b>choice</b> Elemente, welche die einzelnen Auswahlen darstellen. Die eindeutige Identifikation wird über das Attribute <b>id</b> gesteuert. Mit dem Attribute <b>checked</b> kann angegeben werden, ob die Auswahl standardmässig ausgewählt ist (<b>checked</b> = "checked"). Das Untererelement <b>label</b> dient zum Definieren des Anzeigetexts für diese Auswahl. Das <b>choice</b> Element hat keine <b>bindings</b>-Struktur, da diese über das Hauptelement <b>choice</b> gegeben wird.</p>

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

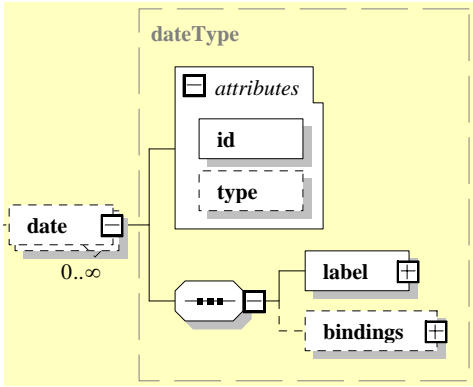
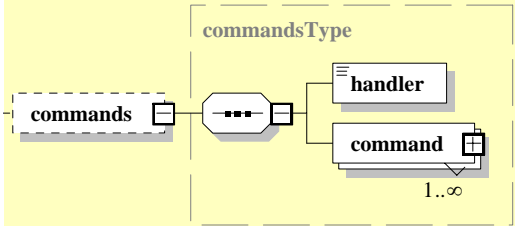
Abbildung	Beschreibung
	<p>Das <b>date</b> Element dient zur Eingabe eines Datums. Auch hier ist das Attribut <b>id</b> zur eindeutigen Identifizierung des Feldes obligatorisch. Mit dem Attribut <b>type</b> kann angegeben werden, welche Datumsart abgefragt werden soll: <b>DATE</b> (Standard, zur Angabe eines Datums ohne Zeitangabe), <b>TIME</b> (reine Zeitangabe ohne Datum), <b>DATETIME</b> (Angabe eines genauen Datums inkl. Zeit). Mit dem Unterelement <b>label</b> kann die dazugehörige Beschreibung in mehreren Sprachen erfasst werden. Die Struktur <b>bindings</b> definiert die Beeinflussung vom Kontext und die Übermittlung an den eSana Server.</p>
	<p>Pro Schnittstelle können verschiedene auszuführende Befehle definiert werden. Diese sind in der <b>commands</b> Struktur definiert. Diese enthält eine Referenz auf die Java-Klasse, welche zur Interpretation der Commands verwendet wird (Element <b>handler</b>). Die einzelnen Befehle pro Formular sind als Liste von <b>command</b> Elementen festgelegt.</p>

Tabelle A.2: Definition für Benutzerschnittstellen.

Abbildung	Beschreibung
	<p>Im Element <code>command</code> kann man einen einzelnen Befehl definieren. Er ist das Attribut <code>id</code> eindeutig identifizierbar. Das Element <code>label</code> definiert den mehrsprachigen Text für den Befehl. Mit dem Element <code>action</code> wird die Java-Klasse angegeben, welche bei Auswahl ausgeführt wird. Zuletzt kann mit <code>priority</code> die Priorität (Reihenfolge) der Befehle definiert werden, in welcher sie erscheinen.</p>

### A.3 Hauptmenu

Die Konfiguration für das Hauptmenu beschreibt welche zusätzlichen Anwendungen ausser den Prozessen wie definiert sind und wie sie dargestellt werden. Die Definition von Text in mehreren Sprachen wird über den Typ `contentType` abgehandelt (siehe Abbildung A.10).

Ein weiterer mehrfach verwendeter Typ ist `iconType`, welches zur Definition einer Ikone verwendet wird. Bei diesem grafischen Element wird unterschieden zwischen der normalen Darstellung `unselected` und der Bild, welches dargestellt wird, wenn die Ikone selektiert worden ist (`selected`). Dieser Typ ist in der Abbildung A.11 illustriert.

Tabelle A.3: Definition für das Hauptmenu.

Abbildung	Beschreibung
-----------	--------------

Tabelle A.3: Definition für das Hauptmenu.

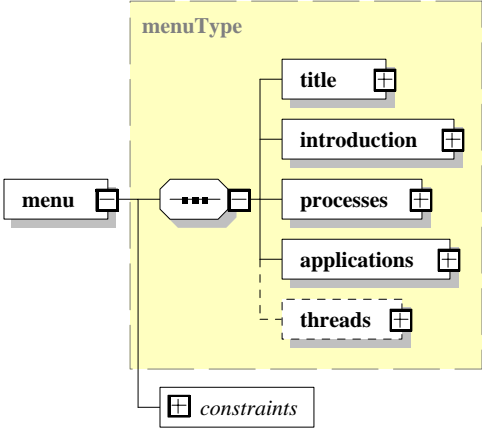
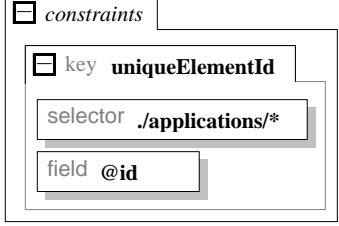
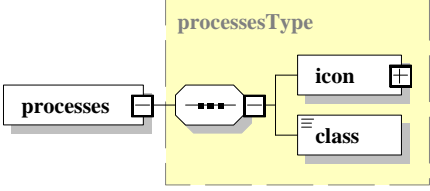
Abbildung	Beschreibung
	<p>Der Wurzelknoten <b>menu</b> enthält Informationen zum Aufbau des Hauptmenus. Dazu gehört ein Titel und ein Begrüßungstext (<b>title</b> und <b>introduction</b>, beide vom Typ <b>contentType</b>, siehe Abbildung A.10), Angaben zu den Prozessen (ohne die eigentlichen Prozesse), Angaben zu den Zusatzanwendungen und eine Liste von im Hintergrund laufenden Threads. Das Wurzelement selbst enthält keine Attribute.</p>
	<p>Die Einschränkung <b>uniqueElementId</b> beschränkt die Angabe von Referenzen auf einen eindeutigen Wertebereich, so dass zwei Elemente nicht die gleiche Referenz haben können ohne das XML Dokument als ganzes ungültig zu machen.</p>
	<p>Das Element <b>processes</b> beschreibt wie die Prozesse im Hauptmenu zu behandeln sind. Es enthält nicht die Auflistung der einzelnen Prozesse (diese sind in der Hauptkonfiguration abgelegt). Das Element <b>class</b> beschreibt, welche Java-Klasse aufgerufen wird, wenn ein Prozess gestartet wird; hier kann beispielsweise die Klasse <b>DefaultWorkflowExecuter</b> angegeben werden. Das Element <b>icon</b> beschreibt, welche Ikonen verwendet werden, um einen Prozess darzustellen (siehe Abbildung A.11). Diese Angabe ist für alle Prozesse gleich.</p>



Tabelle A.3: Definition für das Hauptmenu.

Abbildung	Beschreibung
	<p>Die Liste von Applikationen wird mit dem Element <b>application</b> definiert. Pro Applikation kann ein Titel in mehreren Sprachen (Element <b>title</b> vom Typ <b>contentType</b>, siehe Abbildung A.10) und eine Ikonen-Struktur angegeben werden (Element <b>icon</b> vom Typ <b>iconType</b>, siehe Abbildung A.11). Das Element <b>class</b> enthält die Java-Klasse, welche bei Wahl dieser Anwendung ausgeführt wird. Normalerweise wird daraufhin ein speziell entwickeltes Formular gestartet (z.B. Nachrichtenanwendung).</p>
	<p>In dieser XML-Struktur kann pro Element <b>thread</b> ein im Hintergrund laufender Prozess definiert werden, welcher bei der ersten Darstellung des Hauptmenus gestartet wird. Diese sind als Referenzen zu Java-Klassen definiert, welche zur Laufzeit geladen werden. Sind keine Hintergrundprozesse definiert, kann das ganze <b>threads</b> Element weggelassen werden.</p>

## A.4 Konfiguration

Die Hauptkonfiguration des mobilen Systems unterliegt auch einem Schema. Diese Konfiguration wird beim Aufstarten der Anwendung geladen und enthält Angaben, wie was interpretiert werden muss. Mehrsprachige Texte werden mit dem Typ **contentType** beschrieben; dessen Definition findet man bereits im Abschnitt A.3 in der Abbildung A.10.

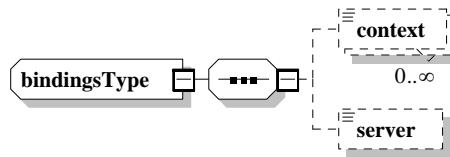


Abbildung A.9: Typ für die Zuordnung von interaktiven Feldern zum Kontext und zum Server.

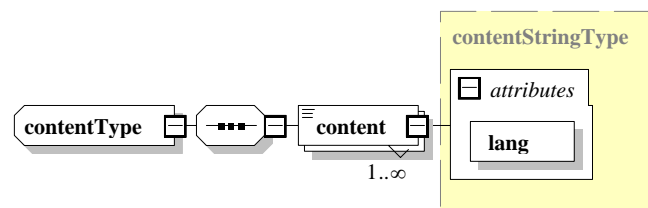


Abbildung A.10: Typ für die Erfassung von Text in mehreren Sprachen.

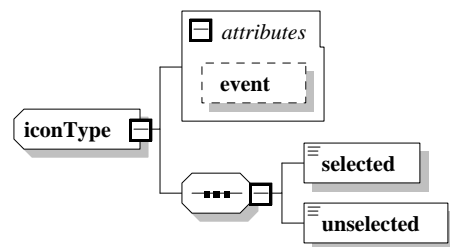


Abbildung A.11: Typ für die Definition einer Ikone.

Tabelle A.4: Definition für die mobile Konfiguration.

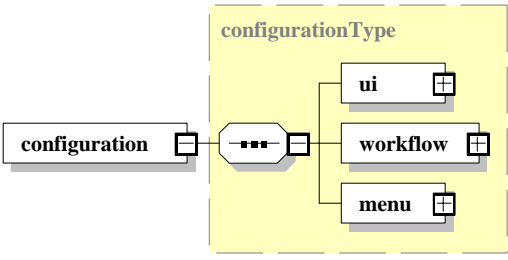
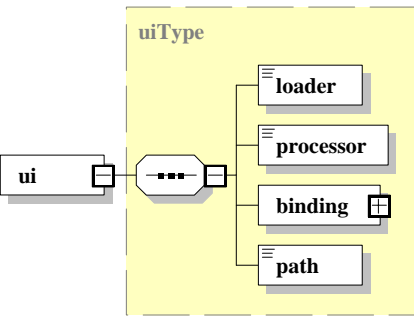
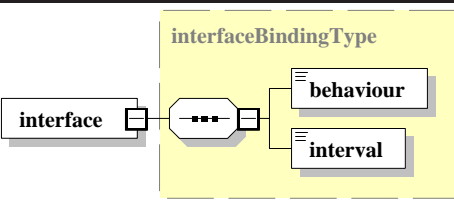
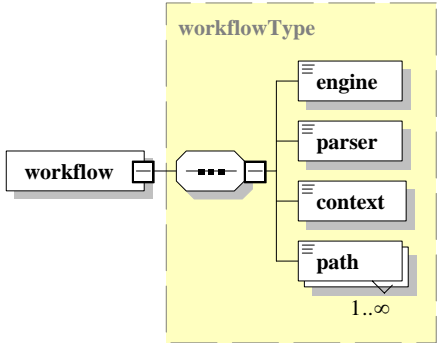
Abbildung	Beschreibung
	<p><b>configuration</b> ist der Wurzelknoten und hat keine dedizierten Attribute. Das Unterelement <b>ui</b> enthält weitere Angaben zur Interpretation der Benutzerschnittstelle, <b>workflow</b> zu den Prozessen und <b>menu</b> zum Hauptmenu.</p>
	<p>Im <b>ui</b> Element können folgende Eigenschaften definiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>loader</b> Java Klasse, welche den UI Datenstrom lädt.</li> <li>• <b>processor</b> Java Klasse, welche den UI Datenstrom interpretiert und in ein Objektmodell überführt.</li> <li>• <b>binding</b> Struktur, um die Steuerung des Verhaltens zu definieren.</li> <li>• <b>path</b> Pfad mit den Benutzerschnittstellen als XML. Die Definition dieser Daten findet man im Anhang A.2 auf Seite 203.</li> </ul>
	<p>Innerhalb des <b>bindings</b> Element kann man man unterhalb von <b>interface</b> angeben, welche Java-Klasse für die Verhaltenssteuerung verwendet werden soll (Element <b>behaviour</b>) und wie in welchen Abständen (ms) dies geschieht (Element <b>interval</b>).</p>

Tabelle A.4: Definition für die mobile Konfiguration.

Abbildung	Beschreibung
 <pre> classDiagram     class workflow     class workflowType {         engine         parser         context         path     }     workflow --&gt; workflowType     workflowType --&gt; engine     workflowType --&gt; parser     workflowType --&gt; context     workflowType --&gt; path     path "1..∞" </pre>	<p>Im <code>workflow</code> Element können folgende Eigenschaften definiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>engine</b> Java-Klasse mit der Zustandsmaschine, welche die Prozesse interpretiert. Diese Klasse muss die Schnittstelle <code>IWorkflowEngine</code> implementieren (siehe Abschnitt D.3.3 auf Seite 232).</li> <li>• <b>parser</b> Java-Klasse mit dem Parser, welcher die XML Ströme mit den Prozessbeschreibungen in ein Objektmodell überführt.</li> <li>• <b>context</b> Java-Klasse, welche den Workflow-Kontext enthält.</li> <li>• <b>path</b> Einer oder mehrere Pfade zu den Prozessdefinitionen, wie sie im Anhang A.1 auf Seite 197 beschrieben werden.</li> </ul>

## Anhang B

# Beispiele

Nachfolgende Abschnitte illustrieren beispielhaft einige XML-Ströme, welche das Verhalten der mobilen Anwendung steuern. Sie basieren auf den im Anhang A auf Seite 197 beschriebenen Schemas.

### B.1 Prozess Diabetes

Die nachfolgende Prozessbeschreibung illustriert einen einfachen Eingabeprozess für einen Diabetiker. Zuerst wird ein Formular angezeigt, welches die Blutwerte erfragt. Diese Werten zwischengespeichert. Ist der Glukose-Wert grösser als 120, wird das Trainingsformular angezeigt. Auch dieses wird gespeichert. Hat der Patient kein Training absolviert, dann muss er noch sein Gewicht angeben. Danach ist der Prozess beendet.

```
5 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <workflow xmlns="http://diuf.unifr.ch/is/esana/
    stateevent/1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/
    XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://diuf.
    unifr.ch/is/esana/stateevent/1 stateevent.xsd">
    <start id="START">
      <name>Start the workflow</name>
      <connections>
        <connection>
          <target ref="BLOOD_VALUES" />
        </connection>
      </connections>
10 </start>

    <state id="BLOOD_VALUES">
      <name>Entry for for the blood glucose values</name>
      <connections>
15 <connection>
```

```

    <target ref="SAVE_BLOOD_VALUES" />
  </connection>
</connections>
<form>BLOOD_VALUES</form>
20 </state>

<action id="SAVE_BLOOD_VALUES">
  <name>Save the blood values to persistent storage</
    name>
  <connections>
25   <connection>
    <target ref="EXERCISE_VALUES">
      <conditions>
        <condition>
          <expression>
30           <key>glucose</key>
           <value>100</value>
           <operator>gt</operator>
          </expression>
        </condition>
35      </conditions>
    </target>
    </connection>
    <connection>
      <target ref="END" />
40    </connection>
  </connections>
  <class>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.action.
    GeneralSaveFormAction</class>
</action>

45 <state id="EXERCISE_VALUES">
  <name>Entry form for the exercise values</name>
  <connections>
    <connection>
      <name>Save the exercises</name>
50    <target ref="SAVE_EXERCISE_VALUES" />
    </connection>
  </connections>
  <form>EXERCISE_VALUES</form>
</state>
55 <action id="SAVE_EXERCISE_VALUES">

```

```

        <name>Save the exercise values to persistent storage
        </name>
        <connections>
            <connection>
60         <name>Has some exercise been done?</name>
            <target ref="WEIGHT_VALUES">
                <conditions>
                    <condition>
65                     <expression>
                        <key>exercise</key>
                        <value>NONE</value>
                        <operator>eq</operator>
                    </expression>
                    </condition>
70                </conditions>
            </target>
        </connection>
        <connection>
            <target ref="END" />
75        </connection>
    </connections>
    <class>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.action.
        GeneralSaveFormAction</class>
</action>

80 <state id="WEIGHT_VALUES">
    <name>Entry form for the weight values</name>
    <connections>
        <connection>
            <target ref="SAVE_WEIGHT_VALUES" />
85        </connection>
    </connections>
    <form>WEIGHT_VALUES</form>
</state>

90 <action id="SAVE_WEIGHT_VALUES">
    <name>Save the weight values to persistent storage</
        name>
    <connections>
        <connection>
            <target ref="END" />
95        </connection>
    </connections>

```

```

    <class>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.action.
      GeneralSaveFormAction</class>
  </action>

100  <end id="END">
      <name>End of the workflow</name>
    </end>
  </workflow>

```

## B.2 Benutzerschnittstelle Gewichtseingabe

Das folgende Fragment zeigt die Definition einer Benutzerschnittstelle für die Gewichtseingabe. Zuerst erscheint ein Feld mit der Anfrage für das Gewicht (es können keine Buchstaben eingegeben werden), danach eine Auswahl, wann die Messung stattgefunden hat.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <interfaces xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
  instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="../
  interfaces-definition.xsd">
  <interface id="WEIGHT_INTERFACE" effect="
    SLIDE_VERTICALLY">
    <title>
      <content lang="en">Weight</content>
    </title>
7    <text id="weight">
      <label><content lang="en">Weight</content></label>
      <constraint>NUMERIC</constraint>
      <length>3</length>
      <bindings>
12      <context>WEIGHT</context>
      <context>GEW</context>
      <server>WEIGHT</server>
      </bindings>
    </text>
17    <choices id="lunch" selection="EXCLUSIVE">
      <label><content lang="en">Time</content></label>
      <choice id="before" checked="checked">
        <label><content lang="en">Before Lunch</content>
          </label>
      </choice>
22    <choice id="after">

```



```

        <label><content lang="en">After Lunch</content><
          /label>
        </choice>
      </choices>
    </interface>
27 </interfaces>

```

## B.3 Beispiel Hauptmenu

Bei nachfolgender Konfiguration wird ein Hauptmenu beschrieben, welches verschiedene Zusatzanwendungen (Help, Mail, Configuration) enthält.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <menu xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
    instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="menu.xsd">
    <title>
      <content lang="en">ESana Testanwendung</content>
    </title>
6    <introduction>
      <content lang="en">Willkommen bei eSana</content>
    </introduction>
    <processes>
      <icon>
11      <selected>/images/icons/process.png</selected>
      <unselected>/images/icons/process-unsel.png</
        unselected>
      </icon>
      <class>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.
        DefaultWorkflowExecutor</class>
    </processes>
16    <applications>
      <application id="HELP">
        <title>
          <content lang="en">Help</content>
        </title>
21      <icon>
        <selected>/images/icons/help.png</selected>
        <unselected>/images/icons/help-unsel.png</
          unselected>
        </icon>
        <class>ch.unifr.diuf.is.esana.main.ui.
          HelpScreenForm</class>
26      </application>

```

```

31      <application id="MAIL">
          <title>
              <content lang="en">Message</content>
          </title>
          <icon>
              <selected>/images/icons/mail.png</selected>
              <unselected>/images/icons/mail-unsel.png</
                  unselected>
          </icon>
          <class>ch.unifr.diuf.is.esana.main.ui.
              MailScreenForm</class>
36      </application>
      <application id="CONFIGURATION">
          <title>
              <content lang="en">Configuration</content>
          </title>
41      <icon>
              <selected>/images/icons/configuration.png</
                  selected>
              <unselected>/images/icons/configuration-unsel.
                  png</unselected>
          </icon>
          <class>ch.unifr.diuf.is.esana.main.ui.
              ConfigurationScreenForm</class>
46      </application>
      </applications>
  </menu>

```

## B.4 Beispiel Hauptkonfiguration

Nachfolgendes Beispiel illustriert eine Konfigurationsbeschreibung, wie sie im Anhang A.4 auf Seite 211 beschrieben wird.

```

2 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <configuration xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/
      XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="
          uiconfiguration.xsd">
    <ui>
      <loader>ch.unifr.diuf.is.esana.ui.loader.
          DefaultUILoader</loader>
      <processor>ch.unifr.diuf.is.esana.ui.processor.
          DefaultUIProcessor</processor>
      <binding>

```

```
7      <interface>
        <behaviour>ch.unifr.diuf.is.esana.ui.binding.
          DefaultBindingBehaviour</behaviour>
        <interval>1000</interval>
      </interface>
    </binding>
12    <path>/test-process/test-process-states.xml</path>
  </ui>
  <workflow>
    <engine>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.impl.
      WorkflowEngine</engine>
    <parser>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.impl.
      WorkflowParser</parser>
17    <context>ch.unifr.diuf.is.esana.wf.impl.
      DefaultWorkflowContext</context>
    <path>/test-process/test-process.xml</path>
    <path>/test-process/test-process2.xml</path>
  </workflow>
  <menu>
22    <title>
      <content lang="en">ESana Workflow Test</content>
    </title>
    <path>/test-process/testmenu.xml</path>
  </menu>
27</configuration>
```



## Anhang C

# Aufbau Projekt

Dieser Abschnitt beschreibt die Komponenten des Projekts, welche in der Entwicklungsumgebung als Projekte abgelegt sind. In der Abbildung C.1 werden die verschiedenen Projekte und deren Abhängigkeiten als Komponentendiagramm illustriert. Die grau hinterlegten Komponenten sind externe Bibliotheken.

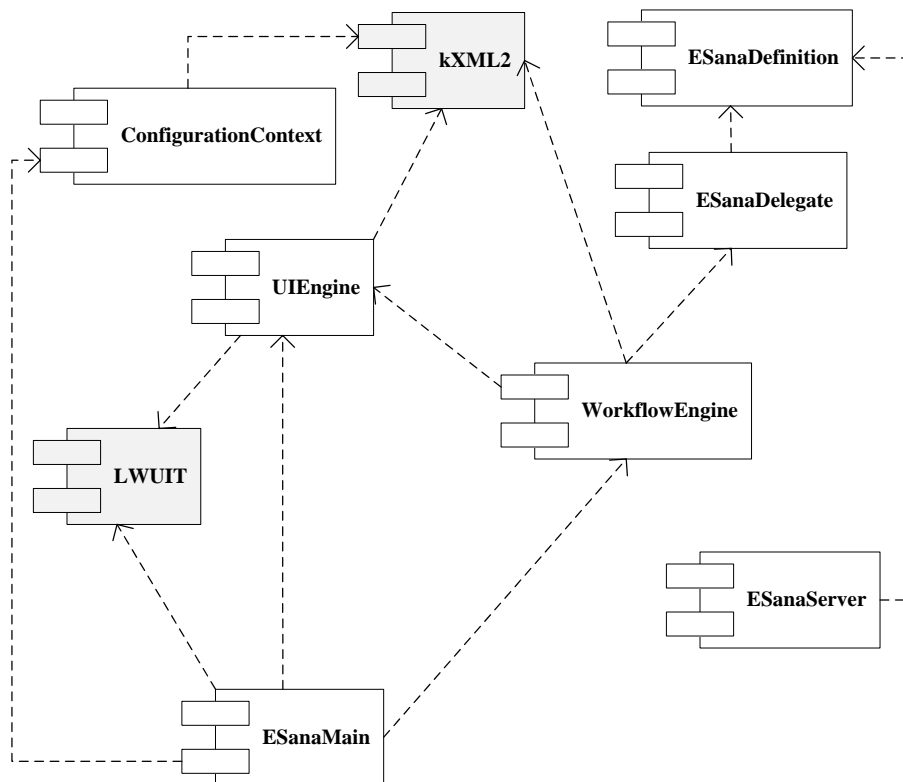


Abbildung C.1: Übersicht der verschiedenen Projekte.

## C.1 ESanaDelegate

Diese Komponente enthält sämtliche Klassen, welche für den Aufruf entfernter Funktionalität vom mobilen Gerät aus benötigt werden und basiert auf dem Business Delegate Pattern (siehe [Mar02]). Die eigentliche Funktionalität der Remote-Aufrufe wird mit dem von Sun gelieferten Stub Generator generiert und befindet im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.delegate.stub`.

Die nach aussen zur Verfügung gestellten Klassen stellen eine vereinfachte Sicht dar und sind im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.delegate` abgelegt. Diese Klassen implementieren die in der Komponente `ESanaDefinition` definierten Schnittstellen (siehe Abschnitt C.2 auf Seite 224), die sowohl auf dem entfernten Server wie auf dem mobilen Client gelten. Die wichtigsten Klassen sind `MessageManagementDelegate` und `PhysiologicalValueManagementDelegate`.

Im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.delegate.factory` sind Klassen abgelegt, welche die verwendeten Datenobjekte zwischen Server und mobilem Client konvertieren, so dass sie auf der Empfänger-Seite weiter verwendet werden können.

Eine Einschränkung der mit dem Stub-Generator erstellten Funktionalität ist, dass Datums-Objekte (`java.util.Date`) nicht serialisiert werden können. Aus diesem Grund werden zur Zeitstempel-Definition Ticks verwendet; diese sind definiert als die Anzahl Millisekunden nach der Epoche (wiederum definiert als der 1. Januar 1970 um Mitternacht in der Zeitzone GMT).

## C.2 ESanaDefinition

In dieser Komponente werden die wichtigsten Datenobjekte und Funktionalitäten beschrieben, welche zwischen mobilen Client und Server ausgetauscht, bzw. aufgerufen werden. Sie hat keine Abhängigkeiten und die Klassen sind im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.definition` abgelegt. Details zu den sich darin befindlichen Klassen findet man im

- Abschnitt D.1 auf Seite 227 betreffend Konfigurations-Management,
- Abschnitt D.5 auf Seite 236 für den Austausch von physiologischen Parametern und
- Abschnitt D.4 auf Seite 236 in bezug auf den Austausch von Nachrichten.

## C.3 WorkflowEngine

In der Komponente `WorkflowEngine` ist die Funktionalität zum Laden und Interpretieren von Prozessen definiert. Die Factory-Klassen zum Erstellen der benötigten Objekte befinden sich im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.wf`. Die in der

Konfiguration (siehe Abschnitt A.4 auf Seite 211) abgelegten Klassenreferenzen lassen sich damit instanziiieren.

Im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.wf.def` sind alle Schnittstellen-Definitionen enthalten, auf welchen eine Implementierung basieren muss. Diese sind im Abschnitt D.3 auf Seite 232 detailliert beschrieben.

Eine Implementierung der Schnittstellen befindet sich im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.wf.impl`. Diese enthält unter anderem auch den in der Abbildung 6.4 auf Seite 141 beschriebenen Ablauf bei der Interpretierung eines Prozesses.

Die Implementierungen der Aktionen, die bei einem Prozess aufgerufen werden können, befinden sich im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.wf.action`. Diese Klassen stellen lediglich eine Grundmenge dar. Allfällige weitere spezielle Aktionen können in einer anderen Komponente unter der gleichen Paket abgelegt werden.

Die Abhängigkeiten zu anderen Komponenten sind wie folgt definiert:

- Die Komponente `ESanaDelegate` wird verwendet, um in den Aktionen auf die entfernte Funktionalität zugreifen zu können. Dies betrifft insbesondere die Übermittlung physiogischer Parameter.
- Die von einem Prozess-Zustand referenzierten Formulare werden in der Komponente `UIEngine` aufgerufen. Die aufgerufene Klasse implementiert dabei die Schnittstelle `IFormEngine`.
- Der Ladeprozess der Prozessbeschreibungen in XML verwenden die externe Komponenten `kXML`.

## C.4 UIEngine

Die Generierung und der Ladeprozess der Benutzerschnittstelle wird in dieser Komponente abgehandelt. Sämtliche Klassen sind im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.ui` und darunter abgelegt. Sämtliche visuellen Elemente sind in dieser Komponente definiert (im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.ui.element`) und erben von entsprechenden Elementen der externen Bibliothek `LWUIT`.

Der Ladeprozess, d.h. die Überführung des im Abschnitt A.2 auf Seite 203 definierten XML-Artefakts in ein Objekt-Modell, wird mit Klassen im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.ui.processor` durchgeführt, welches wiederum Funktionalität der externen Komponente `kXML` verwendet.

Details zu den in dieser Komponente befindlichen Klassen befinden sich im Abschnitt D.2 auf Seite 227.

## C.5 ConfigurationContext

Diese Komponente überführt zwei Artefakte auf den mobilen Client in ein Objektmodell:

1. Hauptkonfiguration, welche als Startpunkt für die Instanziierung aller benötigten Objekte und Prozesse dient (siehe Schemas im Abschnitt A.4 auf Seite 211). Die dafür benötigten Klassen befinden sich im und unterhalb des Pakets `ch.unifr.diuf.is.esana.configuration`.
2. Definition des Hauptmenus (siehe Schema im Abschnitt A.3 auf Seite 209). Das Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.menu` enthält diese Funktionalität.

## C.6 ESanaMain

Dies ist die Hauptkomponente, welche die restlichen zusammenhält und als Startpunkt für die Anwendung dient. Ausserdem enthält sie externe Funktionalität in Form von Formularen, welche nicht als Prozesse abgebildet werden können:

- Formulare für den Empfang und das Versenden von Text-Nachrichten.
- Ein „About“ Formular mit allgemeinen Informationen.
- Darstellung von Protokollen (insbesondere während der Entwicklung).
- Hilfe-Informationen.

Diese Formulare können von Anwendungen erweitert und in der Menu-Konfiguration definiert werden. Zu den folgenden Komponenten bestehen Abhängigkeiten:

- Zusätzliche Formulare basieren auf der `LWUIT` Bibliothek.
- Die Abhängigkeit zu `UIEngine` wird benötigt, um den Ladeprozess anzustossen.
- Auch die Abhängigkeit zur Komponente `WorkflowEngine` wird für das Anstossen des Ladeprozesses benötigt.
- Die Hauptkonfiguration und die Menustruktur wird mit der Komponente `ConfigurationContext` gestartet.



## Anhang D

# Klassendiagramme

### D.1 Konfigurationsmanagement

In diesem Abschnitt werden die Klassendiagramme illustriert, welche im Zusammenhang mit dem Konfigurationsmanagement stehen. Die Klassen sind im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.definition` abgelegt und stehen sowohl dem mobilen Client wie auch dem Server zur Verfügung.

#### D.1.1 Aktualisierung und Hinzufügen von Konfigurationen

Abbildung D.1 beschreibt die Klassen, welche die Aktualisierung und das Hinzufügen von Konfigurationselementen beschreibt.

#### D.1.2 Entfernen von Konfigurationen

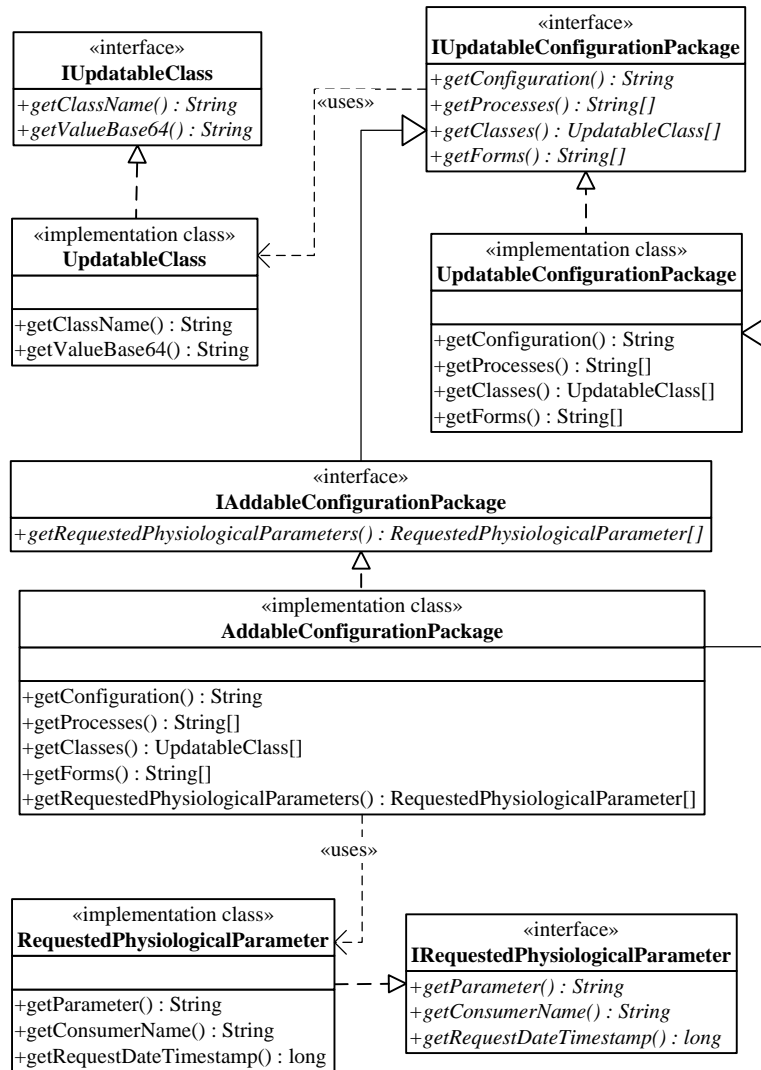
Das Entfernen von Konfigurationselementen benötigt lediglich die Referenzen, deshalb gibt es hierzu die separate Struktur in Abbildung D.2.

#### D.1.3 Schnittstelle für Funktionalität

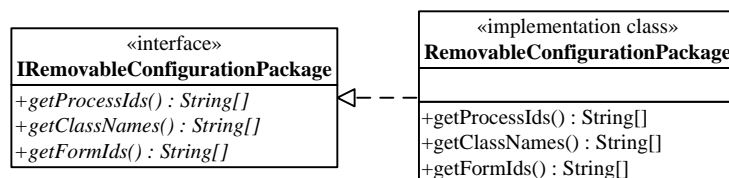
Das Abrufen der Funktionalität wird vom mobilen Client aus aufgerufen und verwendet die in diesem Abschnitt beschriebenen Definitionen. Die Abbildung D.3 illustriert die dem mobilen Client auf dem Server zur Verfügung gestellten Methoden.

### D.2 Benutzerschnittstellen

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Klassen im Zusammenhang mit Benutzerschnittstellen beschrieben. Als Basisbibliothek wurde LWUIT gewählt; etliche Elemente erben von dessen Basisklassen. Alle darstellbaren Elemente implementieren die Schnittstelle `IAccessible`, welche den eindeutigen Zugriff auf ein einzelnes Element erlaubt.



Abbildungung D.1: Aktualisierung und Hinzufügen von Konfigurationselementen.



Abbildungung D.2: Entfernung von Konfigurationselementen.

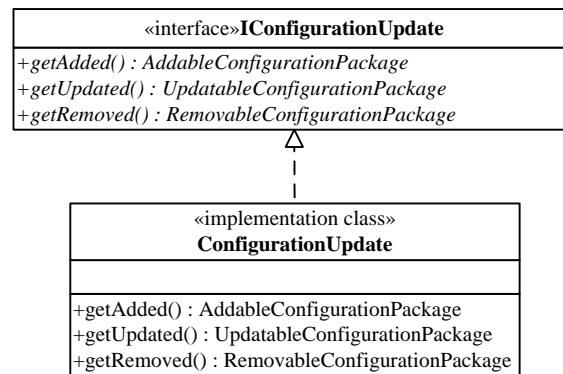


Abbildung D.3: Funktionalität für das Konfigurations-Management.

### D.2.1 Schnittstellen-Listen

Die in der Abbildung D.4 beschriebenen Klassen illustrieren den Aufbau der internen Listen. Die Klasse `UIInterfaces` erbt von der eingebauten `java.util.Hashtable` Klasse und kapselt somit die Speicherung und den Zugriff ab. Der Zugriff auf die pro Element definierten Zugehörigkeiten wurde externalisiert und wird in der Klasse `UIBindingsManager` abgehandelt. Die Abbildung D.5 illustriert die dafür benötigten Klassen. Die von Kontextparametern resultierende Verhaltenssteuerung muss mit der Schnittstelle `IUIBindingBehaviour` implementiert werden. In der Abbildung D.6 wird eine Standardimplementierung (konfigurierbar, siehe Feld `behaviour` in Tabelle A.4 auf Seite 214) illustriert.

Ein einzelnes Formular ist in `UIInterface` implementiert, welches von der `com.sun.lwuit.Form` Klasse erbt. Einige der in der Basisklasse implementierten Methoden werden hier überschrieben um die Spezialitäten abzubilden. Ferner implementiert die Klasse `UIInterface` auch die Schnittstelle `IAccessible`.

### D.2.2 Schnittstellen-Elemente

Sämtliche für den Benutzer sichtbaren Elemente in der Abbildung D.7 implementieren die Schnittstelle `IAccessible` direkt oder indirekt über die Schnittstelle `IGroupable`. Somit ist jedes Element von der Logik her zugreifbar. Jedes visuelle Element erbt von einer entsprechenden LWUIT Basisklasse. Ein Spezialfall stellt die Klasse `UIButtonGroup` dar, welches eine Liste von `IGroupable` Elementen enthält. Diese können entweder vom Typ `UIRadioButton` oder `UICheckbox` sein.

Eine Ausnahme ist die Klasse `UILabel`. Dieses Element ist zwar visuell sichtbar aber es muss nicht auf dessen Inhalt zugegriffen werden (Labels sind lediglich darstellbare Texte, z.B. als Bezeichner für ein Formular). Dies wird in der Abbildung D.8 illustriert.

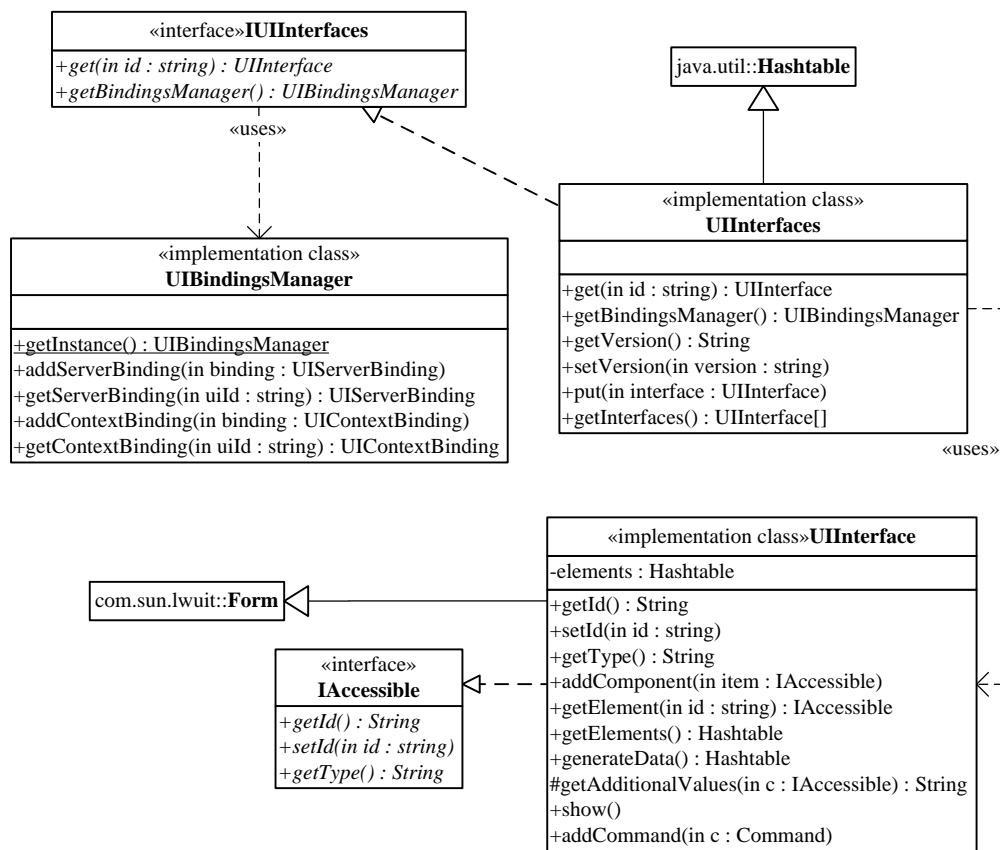


Abbildung D.4: Übersicht der Benutzerschnittstellen.

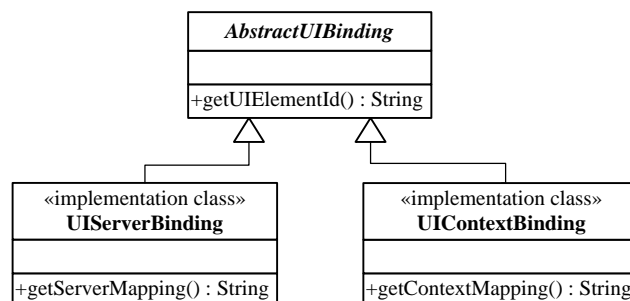


Abbildung D.5: Mögliche Zugehörigkeiten zu Kontext und Server von Elementen.

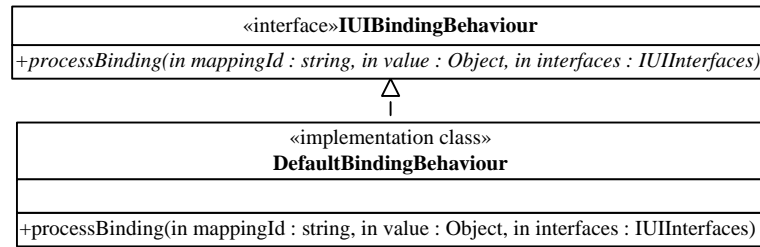


Abbildung D.6: Verhaltenssteuerung von Kontextparametern.

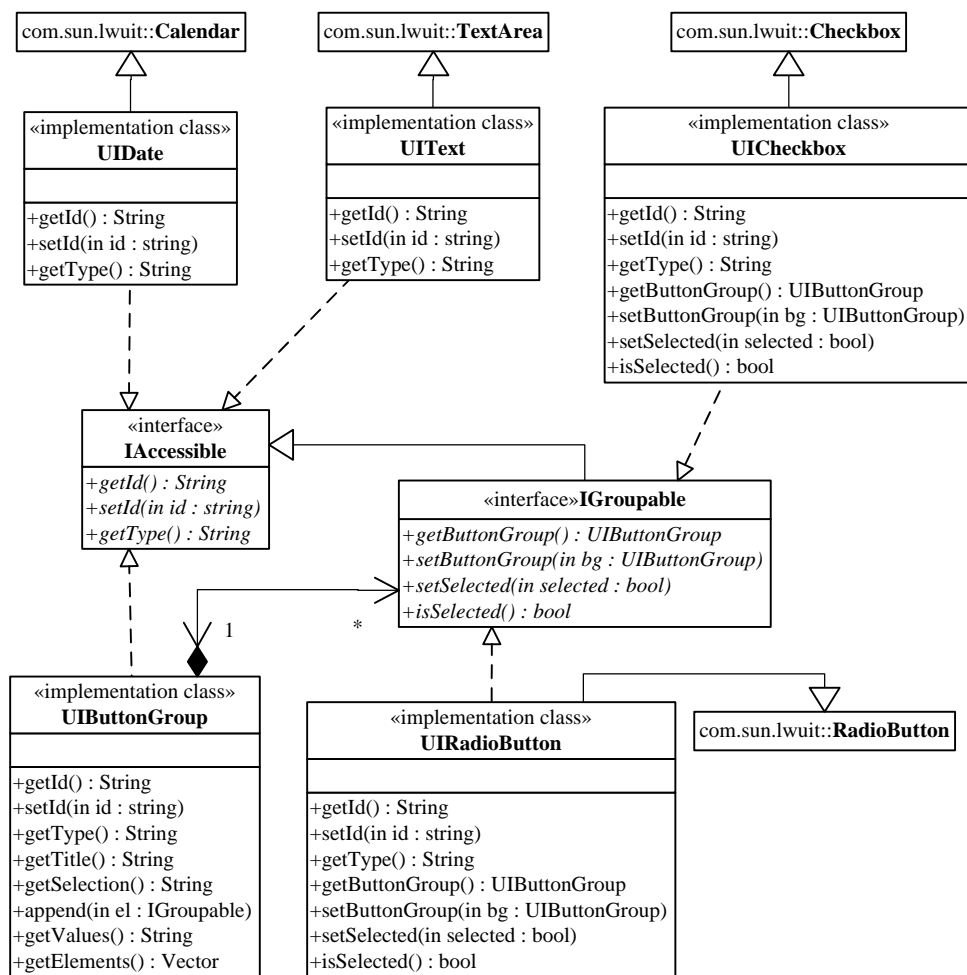


Abbildung D.7: Aufbau von Benutzerschnittstellen-Elementen.

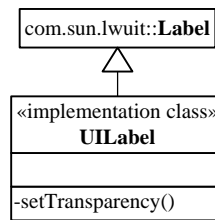


Abbildung D.8: Aufbau von Benutzerschnittstellen-Elementen, Spezialfall Label.

## D.3 Workflows

Dieser Abschnitt beschreibt die Schnittstellen, auf welchen die Workflow-Implementierung basiert. Die Funktionsweise der Workflow-Engine ist im Abschnitt 6.3.3 auf Seite 138 beschrieben.

### D.3.1 Workflow-Elemente

Die Abbildung D.9 illustriert die Elemente die für einen Workflow verwendet werden. Dazu gehören Zustände, inklusive Start- und Endzustand, wie auch Aktionen. Diese Elemente erben alle von der Schnittstelle `IAbstractElement`, welches wiederum von `IAbstractState` erbt. Ferner enthält ein Workflow auch eine Reihe von Listeners, welche die Schnittstelle `IEndWorkflowListener` implementiert. Diese werden bei Beendigung des Workflows aufgerufen. Sämtliche Klassen befinden sich im Paket `ch.unifr.diuf.is.esana.wf.def`.

### D.3.2 Verbindungen innerhalb eines Workflows

Das Diagramm in der Abbildung D.10 illustriert die Struktur einer Verbindung (Schnittstelle `IConnection`). Eine Verbindung kann mehrere Bedingungen haben (Schnittstelle `ICondition`), welche wiederum entweder einen Ausdruck (Schnittstelle `IExpression`) oder eine dynamische Klasse mit einer Reihe von Parameter (vom Typ `IEvaluation` mit Liste von `IParameter` Objekten) enthält.

### D.3.3 Ausführung eines Workflows

Um einen Workflow zu laden und auszuführen, muss eine Klasse die Schnittstelle `IWorkflowEngine` implementieren. Beim Start muss auch ein Objekt angegeben werden, welches den aktuellen Zustand des Workflows beschreibt (Schnittstelle `IWorkflowContext`). Ausserdem muss die Implementierung der Schnittstelle `IFormEngine` übergeben werden, womit die Formulare gestartet werden. In der Abbildung D.11 werden diese Zusammenhänge illustriert.

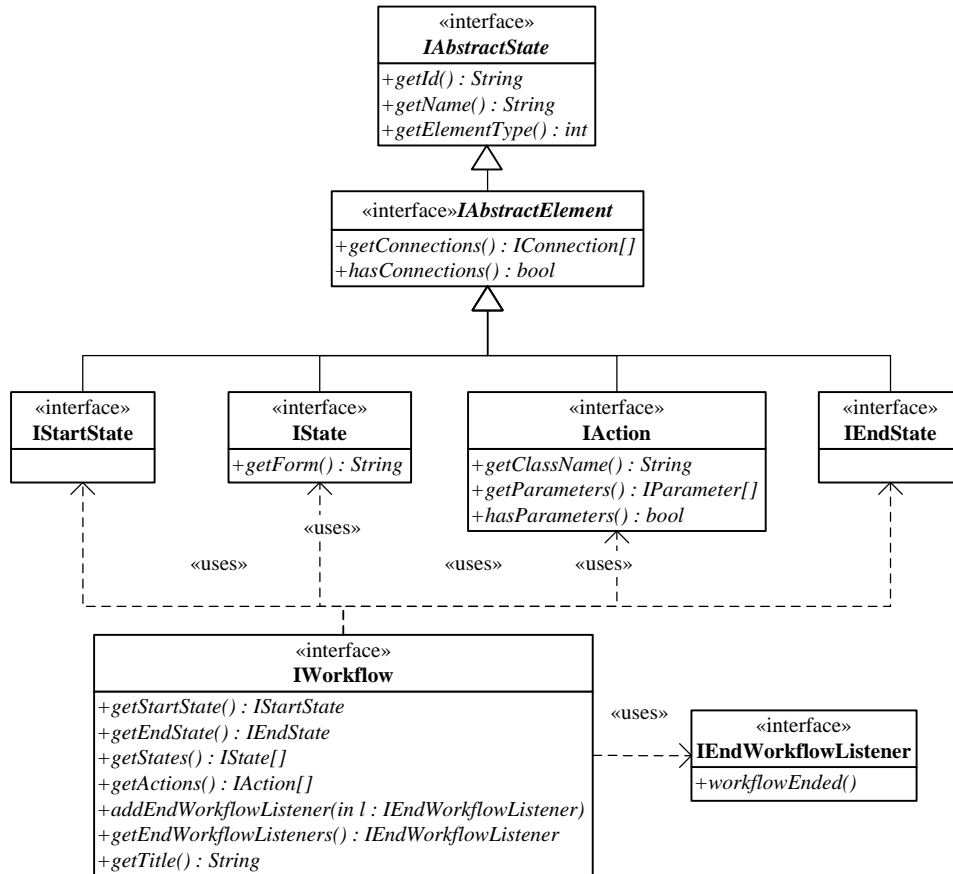


Abbildung D.9: Elemente für einen Workflow.

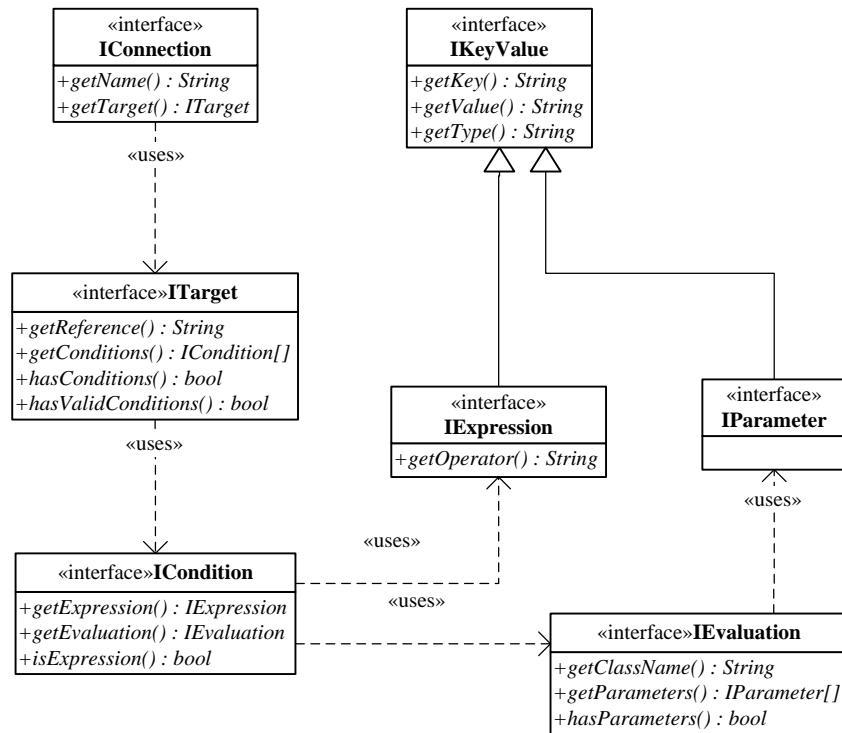


Abbildung D.10: Verbindungen in einem Workflow.



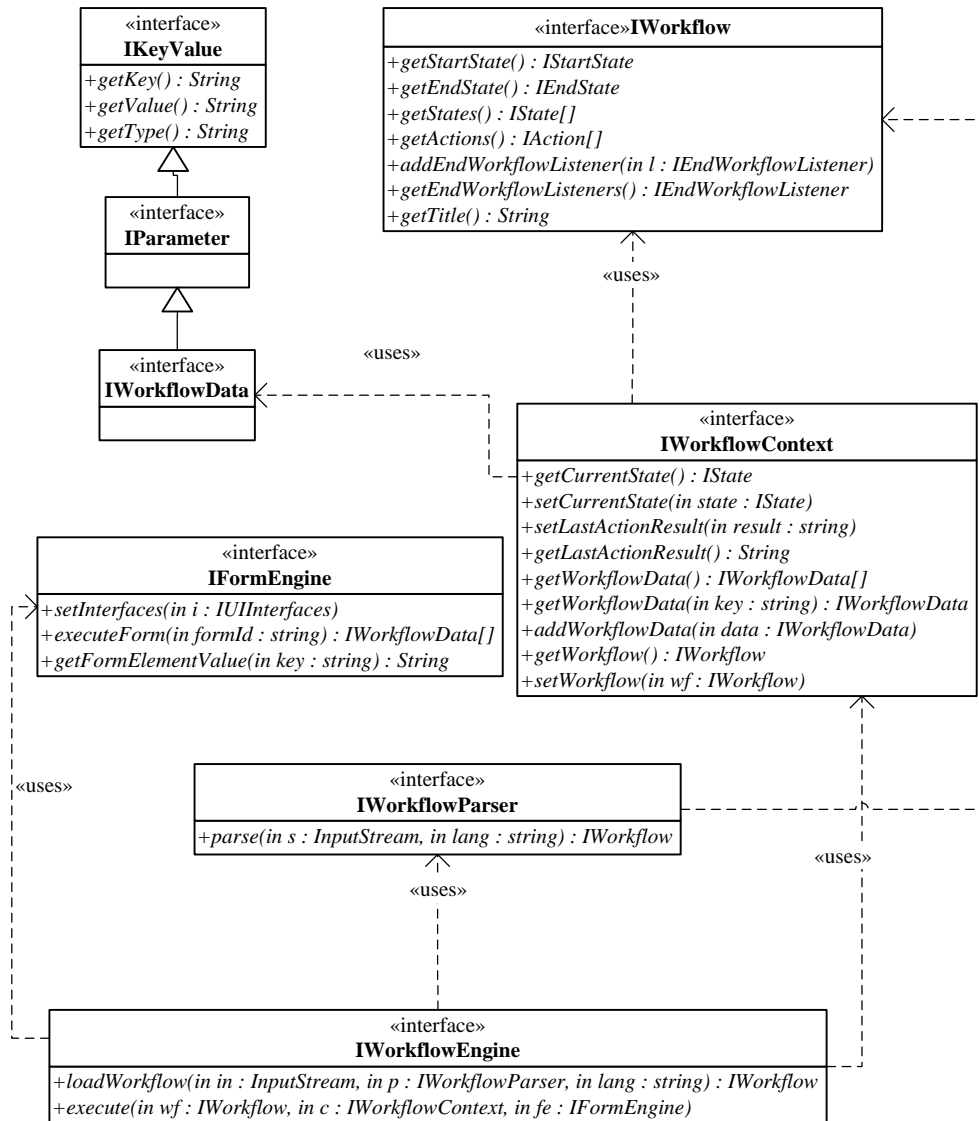


Abbildung D.11: Ausführung eines Workflows.

## D.4 Nachrichten-Management

In diesem Abschnitt werden die Klassen und Definitionen beschrieben, welche für den Austausch von Text-Nachrichten benötigt werden. Diese sind in der Abbildung D.12 illustriert. Die Schnittstelle **IMessage** enthält eine (möglicherweise leere) Liste von Anhängen, welche mit der Schnittstelle **IMessageAttachment** beschrieben sind.

Mit der Methode **setImportance** kann die Wichtigkeit einer Nachricht definiert werden. Diese Liste ist in **IMessage** definiert und erlaubt die Werte **LOW**, **MEDIUM** und **HIGH**. Der eigentliche Inhaltstyp einer Nachricht (**body**) kann mit der Methode **setBodyType** definiert werden und die folgenden Werte annehmen: **TEXT** für normale Text-Nachrichten und **VOICE** für Sprachnachrichten. Ferner kann auch pro Anhang ein Typ mit der Methode **setType** definiert werden: Mit **IMAGE** wird angegeben, dass es sich um ein Bild handelt, der Typ **BINARY** gibt an, dass es sich um einen allgemeine binären Datenstrom handelt.

## D.5 Physiologische Parameter

Die Funktionalität zur Übermittlung von physiologischen Parameter an den Server ist in der Schnittstelle **IPhysiologicalValueManagement** definiert. Diese verwendet zur Übermittlung ein Paket (definiert in **IPhysiologicalValuePackage**), welches die einzelnen physiologischen Werte enthält (siehe **IPhysiologicalValue**). Diese Zusammenhänge sind in der Abbildung D.13 ersichtlich.

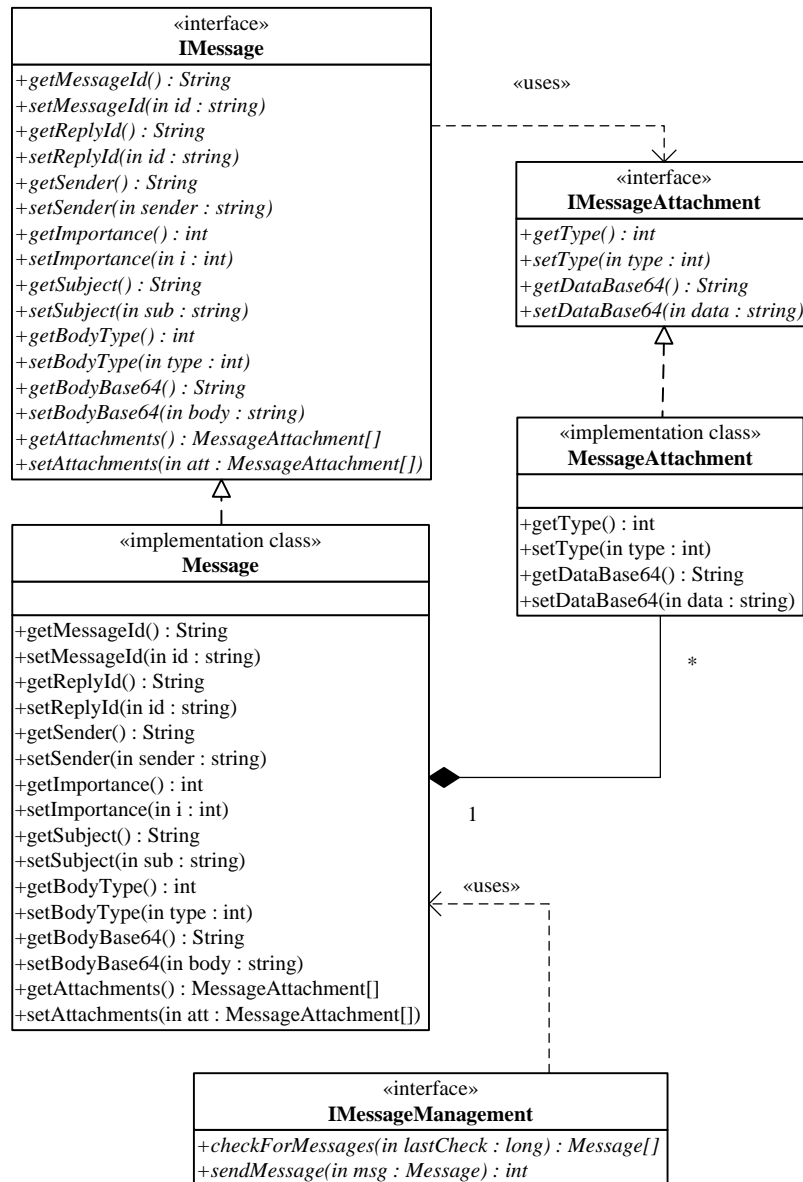


Abbildung D.12: Strukturen für das Nachrichten-Management.

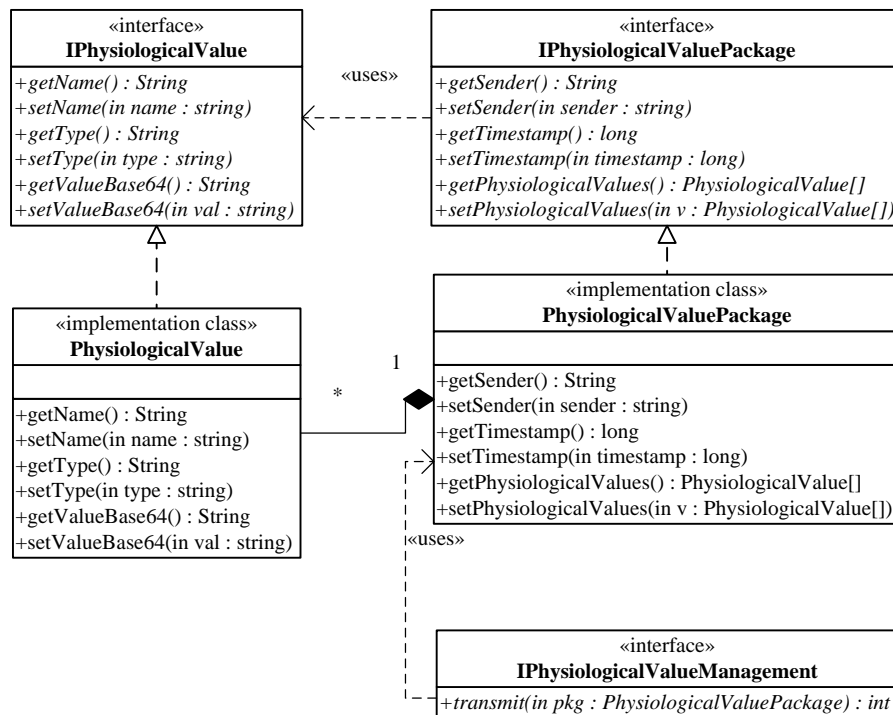


Abbildung D.13: Strukturen für die Übermittlung von physiologischen Parametern.

# Stichwortverzeichnis

<b>A</b>		Anwendungsszenarien . . . . . 85
Akteure . . . . . 74		Apothekensuche . . . . . 109
Ernährungsberater . . . . . 86		Ablauf . . . . . 110
Herzinsuffizienz . . . . . 93		Artefakte
Medizinisches Fachpersonal . . . . . 69		Benutzeroberflächen . . . . . 137
Mehrbenutzerfähigkeit . . . . . 69		Hauptkonfiguration . . . . . 141
Patienten . . . . . 69		Hauptmenü . . . . . 138
Analyse-		Workflows . . . . . 138
möglichkeiten . . . . . 70, 75	<b>B</b>	
medium . . . . . 70	Benutzeroberflächen . . . . . 79, 126, 137	
stellen . . . . . 70	adaptiv . . . . . 113	
werkzeuge . . . . . 71	Beispiel . . . . . 218	
Android . . . . . 132	Eingabemöglichkeiten . . . . . 114	
Anspruchsgruppe . . . . . 2	LoCa . . . . . 111	
Anwendungsfälle . . . . . 5	Qualitätsmerkmale . . . . . 113	
Adipositas . . . . . 20	XSD . . . . . 203	
betagte Menschen . . . . . 21	Benutzeroberflächen	
Diabetes . . . . . 86	Komponentensicht . . . . . 225	
Bewertung . . . . . 89	Bluetooth . . . . . 126, 135	
Prozess . . . . . 87	Body Area Network . . . . . 134	
Herzinsuffizienz . . . . . 90	Business Delegate . . . . . 79, 224	
Bewertung . . . . . 97	<b>C</b>	
Prozess . . . . . 93	CASCOM . . . . . 108	
Kategorisierung . . . . . 20	Übersicht . . . . . 128	
Komplexität . . . . . 69	Chroniker . . . . . 1	
Kontext . . . . . 69	CSCC . . . . . 105	
Kontinuierliche Überwachung . . . . . 98	CSCW . . . . . 105	
Krebspatienten . . . . . 22	<b>D</b>	
MOEBIUS . . . . . 22	Datenschutz . . . . . 81 f.	
Umfrage . . . . . 38	Anonymisierung . . . . . 152	
Zweitmeinung . . . . . 98	Auskunftsrecht . . . . . 82	
Anwendungsfeld		
Dermatologie . . . . . 3		
Kardiologie . . . . . 3		
rurale Gebiete . . . . . 3		

- Authentifizierung ..... 78
- Berechtigungen ..... 104
- DSS ..... 81
- E-Mail ..... 145
- Mobile Geräte ..... 83
- Position ..... 106
- Verschlüsselung ..... 152
- Viren ..... 84
- Datentypen ..... 71
- Dermatologie ..... *siehe* Umfrage
- Diabetes ..... 3, 62, 87, 215
- DICOM ..... 70
- Digitalisierung ..... 73
- Dispatcher ..... *siehe* Verteilplattform
- E**
- E-Mail ..... 145
- EDGE ..... 135
- eHealth
  - 10 E's ..... 11
  - Anwendungskonzept ..... 12
  - Definition ..... 11 ff.
  - Telemedizin ..... 13
- Elektronische Patientenakten ..... 81
- eSana ..... 73, 123
  - Akteure ..... 74
  - Analyse ..... 156
  - Anwendungsszenarien ..... 85
  - Artefakte ..... *siehe* Artefakte
  - BAN ..... 136
  - Benutzer ..... 74
  - Bewertungsdimensionen ..... 85
  - Business Delegate ..... 79
  - Deployment ..... 160
  - Hauptkonfiguration ..... 141
  - Hauptmenu ..... 138
    - Beispiel ..... 219
    - XSD ..... 209
  - JME ..... 133
  - Komponentensicht ..... 79, 126
  - Kontext ..... 115
    - Ablauf ..... 117
    - Architektur ..... 121
  - Integration ..... 116
  - lokale Speicherung ..... 101
  - mobile client ..... 79
  - Mobiler Prozess
    - Herzinsuffizienz ..... 95
  - mobiler Teil ..... 74
  - PAN ..... 136
  - Physical I/O ..... 79
  - Projektaufbau ..... 223
  - Registrierungsprozess ..... 76
  - selbstständige Übermittlung ..... 99
  - Server ..... 74
  - Systemkomponenten ..... 76
  - Technische Merkmale ..... 157
  - technische Sicht ..... 123
  - Verwandte Projekte ..... 128
    - Abgrenzung ..... 129
  - Verwendete Technologien ..... 125
  - WAN ..... 136
  - web-basierte Anwendungen ..... 78
  - Workflow Management ..... *siehe* Workflow Management- F**
- Forschungsfragen ..... 1
- Forschungsmethoden ..... 2
  - konzeptionell-deduktiv ..... 3
  - Prototyping ..... 3
  - quantitativ ..... 3
  - Referenzmodellierung ..... 3
- Framework ..... 6
  - black box ..... 124
  - Definition ..... 123
  - white box ..... 124
  - Wiederverwendbarkeit ..... 123
  - Ziele und Probleme ..... 124
- G**
- Gesundheitsanwendungen
  - lokal ..... 77
  - Sicherheit ..... 84
  - Taxonomie ..... 3, 17
  - web-basiert ..... 77

- Gesundheitssystem  
     Schweiz ..... 7  
 Gesundheitswesen ..... 5, 7  
     Akteure ..... 7  
     Aktoren ..... 5  
     Berufsbilder ..... 7, 28  
     Bildung ..... 8  
     Bundesamt für Gesundheit ..... 12  
     Kosten ..... 10  
     Leistungsarten ..... 10  
     Leistungserbringer ..... 7  
     Mensch im Zentrum ..... 8  
     Prämien ..... 7 f.  
     Prävention ..... 7 f.  
     Prozesse ..... 2  
     Staat ..... 7  
     staatliche Institution ..... 7  
     Versicherer ..... 8  
     Volkswirtschaft ..... 8  
 GPRS ..... 135  
 GPS ..... 106, 121  
 Grobarchitektur ..... 73 f.  
 GSM ..... 135
- H**
- Herzinsuffizienz ..... 90  
     NYHA ..... 92  
     Risikofaktoren ..... 90  
     Symptome ..... 92  
 HL7 ..... 70, 147  
 HSCSD ..... 135  
 Hub-and-Spoke ..... 75
- I**
- Identity Management ..... 84  
 Integrierte Steuerungen ..... 130  
 Interaktion ..... 78 f.  
     Klassifizierung ..... 114  
 Interaktionsvarianten ..... 2  
 Interaktivität ..... 74  
 iPhone ..... 132  
 IuK  
     Einsatz ..... 58
- Kenntnisse ..... 64
- J**
- Java Platform, Micro Edition .... *siehe*  
     JME  
 JME ..... 126, 133  
     Parser ..... 197
- K**
- Kardiologie ..... 3  
     Umfrage ..... 44  
 Konfigurationsmanagement ..... 143  
     Beispiel ..... 220  
     XSD ..... 211  
 Konfigurationsmanagement ..... 227  
 Kontext ..... 3, 69, 73, 81  
     5 W's ..... 104 – 107  
     Ablauf ..... 122  
     Aktivität ..... 105  
     Architektur ..... 121  
     beeinflussend ..... 114  
         Laufzeit ..... 115  
     Definition ..... 103  
     eSana ..... 115  
     Gesundheitswesen ..... 103  
     Grund ..... 107  
     Identität ..... 104  
     Persistenz ..... 119  
     Position ..... 106  
     Profil ..... 104  
     Schnittstellen ..... 103  
     Zeit ..... 107  
     Zustand ..... 107  
 Kontextontologien ..... 108  
     Apothekensuche ..... 108 f.  
     Übermittlung physiologischer Para-  
         meter ..... 108,  
         110
- L**
- Laufzeitumgebung ..... 77  
 LoCa ..... 111

LWUIT ..... 137

## M

Marktstudie ..... 39

Medienbrüche ..... 73

medizinische

    Fachpersonen ..... 1

    Geräte ..... 69

Mehrbenutzerfähigkeit ..... 69

mHealth

    Übertragungsoptionen ..... 19

    Aktoren ..... 15

    Anforderungen ..... 1, 68

    Anwendungsfeld ..... 19

    Anwendungszweck ..... 18

    Auswirkungen ..... 65

    betagte Menschen ..... 31

        Interface-Design ..... 32

        Kommunikationsformen ..... 31

        Vorteile ..... 32

    Bewertungsdimensionen ..... 18

    compliance ..... 23

    Definition ..... 14 f.

    eingeschränkte Menschen ..... 33

        Auswirkungen ..... 35

        Kategorisierung ..... 33

    ethischer Code ..... 24

    Framework ..... 2

    Kategorisierung ..... 20

    Kommunikationsinfrastruktur .. 19

    Netzwerke ..... 5

    Nutzen ..... 15

    Patient im Zentrum ..... 15

    Risiken ..... 26

        Strahlungsquellen ..... 26

    Sicherheit ..... 5

    soziale und ethische Aspekte ... 23

    Taxonomie ..... 17

    Technologiefolgenabschätzung .. 26

        Abläufe ..... 28

        Autonomie Patienten ..... 30

        Berufsbilder ..... 28

        Datenschutz ..... 29 f.

Finanzierung ..... 28

Gesellschaft ..... 30

Haftung ..... 29

Internationale Beziehungen ... 31

Lösungen ..... 28

Lebensqualität ..... 27

Patientenzufriedenheit ..... 27

Privatsphäre ..... 30

Therapietreue ..... 27

Umwelt ..... 30

Verantwortung ..... 31

Vergütung ..... 29

Versorgungsqualität ..... 27

Wirtschaft ..... 29

Zugang ..... 30

Umgebung ..... 19

Vorteile

    Ärzte ..... 16

    Patienten ..... 16

    Staat ..... 16

MMS ..... 146

MobiHealth

    Übersicht ..... 129

Mobile Geräte ..... 83

    Bandbreite ..... 80

    Eigenschaften ..... 104

    Einsatzszenarien ..... 103

    Formfaktor ..... 74

    iPad ..... 131

    Kategorisierung ..... 130

    Latenzzeit ..... 80

    Medium ..... 73

    Mediumbrüche ..... 73

    Prozessoren ..... 73

    SMS ..... 130

    Subnotebooks ..... 131

    Surrogat ..... 104

    Tablet PC ..... 131

    Telefon ..... 130

    Verfügbarkeit ..... 73

    Zukunft ..... 131

Mobile Netzwerke ..... 134

    BAN ..... 134



- PAN ..... 134  
 Vergleich ..... 135  
 WAN ..... 134  
 Mobile Plattformen ..... 132  
 Mobiler Datenverkehr  
   Trend ..... 136  
 Mobiltelefon ..... 130  
 Multimedia ..... 74, 80
- N**
- Nachrichtenmanagement ..... 145  
 Notebook ..... 131, 136
- P**
- Pager ..... 130  
 Patienten- und Konsumentenorganisa-  
   tionen ..... 7  
 PDA ..... 131  
 Performance ..... 3  
 Personal Area Network ..... 134  
 Personal Care Connect  
   Übersicht ..... 129  
 Personalisierung ..... 104  
 Prototyp ..... 3  
 Prozesse  
   LoCa ..... 111  
 publish-subscribe ..... 75
- R**
- Registrierung  
   Anwendungen ..... 76  
   Nutzer ..... 76  
 RFID ..... 107, 135  
 rurale Gebiete ..... 1  
   mobile Technologien ..... 64  
   Türkei ..... 5  
   Umfrage ..... 60
- S**
- Sensoren ..... 74, 130  
   Klassifizierung ..... 118  
 Smart Hospital ..... 107
- Smartphone ..... 131  
 SMS ..... 146  
 Subnotebook ..... 131  
 Symbian OS ..... 132
- U**
- Übermittlung ..... 80  
   Anonymisierung ..... 152  
   diskrete Daten ..... 80  
   Multimedia ..... 80  
   physiologische Parameter ..... 110, 147  
   Transformation ..... 147  
   Web Service ..... 155  
 Umfrage ..... 3, 37  
   Anforderungen ..... 68  
   Anwendungsfälle ..... 38  
   Bilddaten ..... 38  
   Datenströme ..... 38  
   Dermatologie (2008) ..... 52  
     Anwendungsfälle ..... 55  
     Bewertung ..... 52  
     IuK-Einsatz ..... 58  
     IuK-Kenntnisse ..... 55  
     Kommunikation ..... 57  
     Krankheitsbild ..... 52  
     Rücklauf ..... 53  
   Diabetes ..... 3  
   diskrete Parameter ..... 38  
   Einsatz eHealth ..... 38  
   Integration ..... 39  
   Interpretation ..... 66  
   IuK-Infrastruktur ..... 38  
   IuK-Kenntnisse ..... 38  
   Kardiologie (2007) ..... 43  
     EKG-Anzeige ..... 50  
     EKG-Kanäle ..... 49  
     IuK-Einsatz ..... 46  
     IuK-Kenntnisse ..... 51  
     Krankheitsbilder ..... 44  
     Patienten ..... 47  
     Rücklauf ..... 46  
   Marktstudie (2006) ..... 39  
   eHealth ..... 43

- Ergebnisse ..... 40
  - IuK-Sicherheit ..... 41
  - Kommunikationskanäle ..... 41
  - Optimierungsmassnahmen ..... 38
  - Patienten ..... 39
  - rurale Gebiete ..... 38
  - Rurale Gebiete (2009) ..... 60
    - Auswirkungen ..... 65
    - IuK-Kenntnisse ..... 64
    - Krankheitsbild ..... 62
    - mobile Technologien ..... 64
    - Rücklauf ..... 62
  - UMTS ..... 135
  - Usability ..... 3
- V**
- Verbraucher ..... 70
  - Verbraucheranwendungen ..... 75
    - Registrierung ..... 149
    - Schnittstellen ..... 147, 154
  - Verbrauchermanagement ..... 149
  - Verfügbarkeit ..... 73
  - Verteilplattform ..... 74, 142
    - Datenmodell ..... 153
    - Registrierung ..... 76, 150 f.
- W**
- Web Services ..... 126, 154
  - Web-basierte Anwendungen ..... 77
    - Authentifizierung ..... 78
    - Datenvolumen ..... 77
    - Geräteeigenschaften ..... 77
    - Interaktion ..... 78
    - Rollout ..... 77
    - Verbindung ..... 78
  - Wide Area Network ..... 134
  - WiMAX ..... 135
  - Windows Mobile ..... 133
  - Windows Phone ..... 133
  - WLAN ..... 106, 135
  - Workflow Management ..... 79 f., 138
    - Ausführung ..... 232
    - Diabetes ..... 87
- Engine ..... 141
  - Herzinsuffizienz ..... 93
  - Komponentensicht ..... 224
  - XSD ..... 197, 232
- X**
- XML
    - Schema ..... 197
- Z**
- Zielgruppen ..... 2
    - rurale Gebiete ..... 5
  - ZigBee ..... 135