



Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medizinische Informatik

eingereicht von

Sascha Rainer

00925685

an der Fakultät für Informatik
der Technischen Universität Wien

Betreuung

Betreuer: Thomas Grechenig

Mitwirkung: René Baranyi

Wien, 03.03.2020

Unterschrift Verfasser/in

Unterschrift Betreuer



Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medizinische Informatik

eingereicht von

Sascha Rainer

00925685

ausgeführt am

Institut für Information Systems Engineering

Forschungsbereich Business Informatics

Forschungsgruppe Industrielle Software

der Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuer: Thomas Grechenig

Mitwirkung: René Baranyi

Wien, 03.03.2020

Eidesstattliche Erklärung

Sascha Rainer
Raxstraße 30/2/28, 1100 Wien

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

I hereby declare that I am the sole author of this thesis, that I have completely indicated all sources and help used, and that all parts of this work – including tables, maps and figures – if taken from other works or from the internet, whether copied literally or by sense, have been labelled including a citation of the source.

(Ort, Datum)

(Unterschrift Verfasser/In)

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei meinen Eltern Silvia und Wolfgang bedanken, die durch ihren stetigen Einsatz dazu beigetragen haben, dass ich dieses Ziel erreicht habe und ich zu dem geworden bin, der ich heute bin.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinen beiden langjährigen Schulkameraden, Studienkollegen und Freunden Stefan Schlossarek und Matthias Krug bedanken, die einen großen Teil dieses Weges mit mir gegangen sind, mir Rückhalt geboten und Motivation gegeben haben.

Bei meiner Freundin Barbara, die sowohl in guten als auch in schlechten Lebenslagen fest an meiner Seite steht und mir meinen Rücken stärkt, möchte ich mich ebenfalls von ganzem Herzen bedanken.

Darüber hinaus möchte ich allen Probandinnen und Probanden meinen Dank aussprechen, die bei den Interviews und Evaluierungen teilgenommen und somit einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg dieser Arbeit geleistet haben.

Letztendlich möchte ich mich ebenso beim INSO für die Betreuung meiner Arbeit bedanken.

Kurzfassung

Die Bevölkerung wird immer älter, während die Geburtenraten stagnieren oder sogar sinken. Dieser demographische Wandel in den Industrieländern und die damit einhergehende Überalterung der Menschen ist eine große gesellschaftliche Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Das Gesundheitssystem setzt daher vermehrt auf die medizinische Selbstversorgung der Betroffenen, etwa die eigenständige Einnahme der verschriebenen Medikamente oder das regelmäßige Messen von Vitalparametern, um diesen Wandel zu kompensieren. Da dies jedoch insbesondere für ältere Personen, die vermehrt mit Krankheiten und diversen Alterserscheinungen zu kämpfen haben, eine nur schwer zu bewerkstellende Aufgabe ist, kann es, sollten diese Tätigkeiten nicht korrekt und regelmäßig durchgeführt werden, zu lebensbedrohlichen Situationen kommen.

Mit dieser Arbeit wurde daher ein Erinnerungssystem entwickelt, welches älteren Personen bei ihren alltäglichen medizinischen Tätigkeiten assistiert. Mittels audiovisuellen Benachrichtigungen, die über eine LED-Lampe mit integrierten Lautsprechern wiedergegeben werden, werden die BenutzerInnen an das jeweilige Ereignis erinnert und über eine graphische Anwendungsoberfläche unterstützt und angeleitet. Die auf diesem Wege eingegebenen Daten, wie Einnahmezeiten oder Messwerte, werden protokolliert und stehen wiederum für spätere Detailauswertungen bzw. Nachverfolgungen zur Verfügung.

Um eine hohe Akzeptanz des Prototyps zu erreichen, wurden ProbandInnen aus der Zielgruppe ausgewählt und eng in die einzelnen Schritte der Umsetzung miteinbezogen. Zu Beginn wurden die detaillierten Anforderungen mittels Leitfadenterviews erhoben, auf deren Basis wiederum Skizzen der Benachrichtigungslampe sowie ein Low-Fidelity Papierprototyp entworfen wurden. Diese Artefakte wurden wiederum durch die TeilnehmerInnen evaluiert, die gewonnenen Erkenntnisse eingearbeitet und ein High-Fidelity-Prototyp entwickelt. Nach einem weiteren Evaluierungs- und Anpassungs-Zyklus wurde der endgültige Prototyp fertiggestellt und in einer einwöchigen Evaluierungsphase getestet.

Die Testdurchführung zeigte, dass durch die audiovisuellen Erinnerungen die Abweichungen zu den korrekten Einnahme- bzw. Messzeiten deutlich verringert werden konnten. Zudem standen die erhobenen Daten in einer zentralen und strukturierten Form zur gezielten Weiterverarbeitung zur Verfügung. Der, für die Zielgruppe entworfene Prototyp wurde von den ProbandInnen problemlos angenommen, aufgrund seines Aussehens diskret in die Wohnumgebung integriert und konnte fehlerfrei über die graphische Anwendungsoberfläche bedient werden. Demnach konnte gezeigt werden, dass mit dem vorgestellten Ansatz die selbstständige medizinische Versorgung der älteren Testpersonen verbessert werden konnte.

Schlüsselwörter

AAL, Erinnerung, Medikation, Blutdruck, Herzfrequenz, Blutzucker

Abstract

The population of industrialized nations of the world is getting older while the birth rate is stagnating or even declining. This demographic change and the accompanying superannuation of the human race causes one of the largest social challenges of the 21st century. To compensate this transition, the health care system builds on medical self-support of the involved parties, like autonomous intake of prescribed medications or regular measurement of one's vital parameters. However, this is a challenging task for elderly people who have issues with miscellaneous diseases or other signs of age. Furthermore, this could result in life-threatening situations if the assigned duties are not executed correctly.

With this thesis a reminder system is introduced to support everyday medical tasks of elderly people. The system notifies the user by audiovisual signals, which are emitted by a LED-lamp with build-in speakers, and supports him through a graphical user interface. The collected data, like intake times or measurements, will be stored and is available for detailed analyses or medical tracings.

To reach a high acceptance level, people of the target audience were included during the whole process of development. In the beginning, the requirements were defined by the use of guided interviews. Based on this data, sketches of the reminder-lamp and a low-fidelity paper-prototype were designed. These artefacts were evaluated by the participants and the obtained insights incorporated into the requirements definitions. Moreover, a high-fidelity-prototype was developed, which equally was put through an evaluation process. Eventually, after another iteration the final prototype was completed and trialled one week at the homes of two subjects.

This evaluation showed, that audiovisual reminders reduced the time difference between the planned and actual moment of medication intake or measurement execution. Furthermore, the gained data was stored in a central and structured way, ready for further processing. The prototype, especially designed for the target audience, was accepted unproblematically, integrated smoothly into the people's environments and could be used without further problems through the graphical user interface. According to these findings it could be shown, that the medical self-support of elderly people could be improved by the presented approach.

Keywords

AAL, reminder, medication, blood pressure, heart rate, blood sugar

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Motivation	2
1.3	Zielsetzung	3
1.4	Methodik	4
1.5	Aufbau der Arbeit	5
2	Theoretische Grundlagen	7
2.1	Active/Ambient Assisted Living	7
2.1.1	Demographischer Wandel	7
2.1.2	Ursprung	8
2.1.3	Stakeholder	10
2.1.4	Anwendungsbereiche und Umsetzungsbeispiele	13
2.2	Medizinische Ereignisse	21
2.2.1	Medikamente	21
2.2.2	Herzfrequenz und Blutdruck	24
2.2.3	Blutzucker	31
2.3	Erinnerungen	34
2.3.1	Sinneswahrnehmung im Alter	35
2.3.2	Erinnerungsmodalitäten	38
2.4	User Centered Design	41
2.4.1	Standardisierung	41
2.4.2	Contextual Design	44
2.5	Requirements Engineering	45
2.5.1	Interviews	47
2.5.2	Focus Groups	51
2.5.3	Prototyping	52
2.5.4	Personas	56
2.5.5	User Stories	57
3	Aktueller Stand der Technik	58
3.1	Mobile Erinnerungssysteme	58
3.2	Stationäre Erinnerungssysteme	61
3.3	Zusammenfassung	66
4	Ergebnisse	70
4.1	Vorbereitung	70
4.2	Interviews - Iteration 1	71
4.2.1	Vorbereitung und Durchführung	72
4.2.2	Auswertung	72
4.2.3	Resultierende Anforderungen	78
4.3	Low-Fidelity-Prototyp - Iteration 2	81
4.3.1	Low-Fidelity-Prototyp und Skizzen	81
4.3.2	Vorbereitung und Durchführung	85

4.3.3	Auswertung	87
4.3.4	Aktualisierte Anforderungsliste	90
4.4	High-Fidelity-Prototyp - Iteration 3	93
4.4.1	High-Fidelity-Prototyp	93
4.4.2	Vorbereitung und Durchführung	98
4.4.3	Auswertung	100
4.4.4	Endgültige Anforderungsliste	105
4.4.5	Anpassung des Prototyps	107
4.5	Evaluierung	108
4.5.1	Vorbereitung und Durchführung	108
4.5.2	Auswertung	112
4.5.3	Zusammenfassung	116
4.6	Finaler Prototyp	116
4.6.1	Softwarearchitektur	117
4.6.2	Module	131
5	Diskussion	142
5.1	Forschungsfrage 1	144
5.2	Forschungsfrage 2	146
5.3	Forschungsfrage 3	147
5.4	Forschungsfrage 4	148
6	Zusammenfassung und Ausblick	151
	Literatur	154
	Wissenschaftliche Literatur	154
	Online-Referenzen	167
A	Anhang	170
A.1	Fragebogen Anforderungsanalyse (Iteration 1)	170
A.2	Aufgabenbeschreibung Papier-Prototyp (Iteration 2)	172
A.2.1	Aufgabe 1	172
A.2.2	Aufgabe 2	172
A.3	Aufgabenbeschreibung Prototyp (Iteration 3)	173
A.3.1	Aufgabe 1	173
A.3.2	Aufgabe 2	174
A.3.3	Aufgabe 3	175

Abbildungsverzeichnis

1.1	Überblick der angewandten Methodik	5
2.1	Statistik: Anteil der älteren Menschen an der Weltbevölkerung	8
2.2	Statistik: Verteilung der Haushaltsform älterer Menschen	8
2.3	Statistik: Verteilung der Bevölkerung in Deutschland	8
2.4	Statistik: Verteilung der betreuten Personen im stationären und mobilen Bereich	8
2.5	Auswirkungen von AAL auf die Qualität des Lebens	10
2.6	AAL Stakeholder	11
2.7	YourWellness: Feedback-Visualisierung	14
2.8	Bestandteile des ISU-DEP-Systems	15
2.9	Care-O-Bot: Gegenüberstellung der Generationen	16
2.10	WEOMA: Benachrichtigungsarmband	16
2.11	IAB: Integration in einen Bilderrahmen	17
2.12	Paro: Interaktion mit BenutzerInnen	17
2.13	CongeniAAL: Sturzsensoren	18
2.14	e-SHOE: Detailansicht	18
2.15	Spiele: „Bowling“ und „Penguin Toss“	19
2.16	Powered to Play: Übersichtskarte	19
2.17	iBOT: Selbststabilisierender Rollstuhl	20
2.18	Johnnie: Gehhilfe mit diversen Sensoren	20
2.19	Homie: Entertainment- und Gesundheitsassistent	21
2.20	Lifestyle Assistent	21
2.21	Therapeutische Breite von Arzneimittel	22
2.22	Statistik: Medikamenteneinnahmen der letzten zwei Wochen	23
2.23	Medikamentendispenser Medi-7	24
2.24	Blutdruckkategorien	25
2.25	Statistik: Todesursachen 2017	26
2.26	Bestimmung der Herzfrequenz mittels EKG	28
2.27	Optische Methode zur Bestimmung der Herzfrequenz.	28
2.28	Messmethoden zur Blutdruck- und Herzfrequenzbestimmung	30
2.29	Statistik: Erkrankungen Diabetes mellitus	32
2.30	Bestimmung des Blutzuckerspiegels im Kapillarblut	33
2.31	Kommerzielle Produkte zur subkutanen Messung des Blutzuckerspiegels	34
2.32	Altersnormkurven des Gehörs	36
2.33	Gegenüberstellung der Hörschwellen nach Altersgruppen und verschiedene Signaltöne	36
2.34	Gegenüberstellung diverser Augenerkrankungen	37
2.35	Wechselseitige Abhängigkeit menschenzentrierter Gestaltungsaktivitäten	43
2.36	Aufbau einer Anforderungsschablone mit und ohne Bedingung	47
2.37	Komponenten eines Papierprototyps	54
2.38	Evaluierung eines Papierprototyps	54
2.39	Usability-Tests des Mixed-Fidelity Prototyps	56
3.1	iCare: Startmenü	59
3.2	Scannen eines Medikamentes mit RFID-Tag	59
3.3	Wedjat: Laden der Medikationsdaten	60

3.4	Mobicare: Einnahmeerinnerung	60
3.5	MoviPill: Dosierungsbildschirm und Highscore	61
3.6	Remind-Me, GUIDE-Me und CAREe-Me	62
3.7	Digitale Pinnwand	63
3.8	Visual Health Reminder: Medikationslampe und Tablet-Applikation	63
3.9	MediFrame: Registrierung der Medikamenteneinnahme und Auflistung der Bedarfsmedikation	64
3.10	Medikationstisch, Home-Terminal und Informationsleuchte	65
3.11	Medikamenteneinnahmebox iMec G2	66
4.1	Seniorentelefon	73
4.2	Essensbestellung in der SeniorInnenresidenz	73
4.3	Medikamentendispenser der Befragten	74
4.4	Handschriftliche Medikamentenlisten	75
4.5	Medikamentenverpackungen von Clopidogrel und Enalapril	76
4.6	Handschriftliche Protokollierung der gemessenen Werte	77
4.7	Trinkprotokoll	78
4.8	Kalender als zentrale Terminverwaltung	78
4.9	Vier Skizzen der Benachrichtigungslampe	82
4.10	Low-Fidelity-Prototyp: Anmeldeseite	83
4.11	Low-Fidelity-Prototyp: Übersichtsseite	83
4.12	Low-Fidelity-Prototyp: Übersichtsseite des Medikationsmoduls	84
4.13	Low-Fidelity-Prototyp: Bestätigung einer Einnahme	84
4.14	Low-Fidelity-Prototyp: Einmalige oder wiederholte Messerinnerung	84
4.15	Low-Fidelity-Prototyp: Eingabe des Blutdrucks	84
4.16	Low-Fidelity-Prototyp: Aktueller Status der Flüssigkeitsaufnahme	85
4.17	Low-Fidelity-Prototyp: Festlegung eines Tagesziels	85
4.18	Ausgedruckter Papierprototyp	86
4.19	Aufnahme der Evaluierungssitzungen des Low-Fidelity-Prototyps	87
4.20	Low-Fidelity-Prototyp: Untermenü des Medikationsmoduls	89
4.21	Low-Fidelity-Prototyp: Eingabe der Dosierung	89
4.22	Low-Fidelity-Prototyp: Untermenü des Messmoduls	90
4.23	Low-Fidelity-Prototyp: Kontrollseite des Messmoduls	90
4.24	Schaltplan zur Ansteuerung des LED-Streifens	94
4.25	Skizze und Rohbau der Benachrichtigungslampe	95
4.26	Fertiggestellte Benachrichtigungslampe und deren Innenaufbau	96
4.27	Aufnahme der Evaluierungssitzungen des High-Fidelity-Prototyps	99
4.28	High-Fidelity-Prototyp: Masken des Medikationsmoduls mit erkannten Schwachstellen	102
4.29	High-Fidelity-Prototyp: Masken des Messmoduls mit erkannten Schwachstellen	103
4.30	High-Fidelity-Prototyp: Allgemeine Masken mit erkannten Schwachstellen	104
4.31	High-Fidelity-Prototyp: Angepasste Masken	109
4.32	Vergleichsdaten der ProbandInnen	110
4.33	Aufstellungsorte des Prototyps	111
4.34	Abweichungen zum geplanten Einnahmezeitpunkt mit und ohne Erinnerungen	113
4.35	Abweichungen zum geplanten Messzeitpunkt mit und ohne Erinnerungen	114
4.36	Verlauf der Durchschnittszeiten	116
4.37	Gesamtarchitektur des Prototyps	118
4.38	ER-Diagramm der Datenbank	121
4.39	Grundaufbau der graphischen Anwendungsoberfläche	124
4.40	Hilfe-Funktion	125
4.41	Optionale Anbindung von externen Applikationen	128

4.42	Weboberfläche des Terminologieservers	132
4.43	Neuanlage und Anmeldung eines Benutzers	133
4.44	Übersichtsseite eines angemeldeten Benutzers	133
4.45	Aktiviere Benachrichtigungslampe und Masken des Erinnerungsmoduls	135
4.46	Einscannen des Strichcodes	135
4.47	Erfolgreiche Identifizierung eines Medikamentes	135
4.48	Detailansicht eines Medikamentes	136
4.49	Einnahmeplan eines Medikamentes	136
4.50	Einnahme eines Medikamentes außerhalb der vorgesehenen Zeiten	137
4.51	Bestätigung einer Medikamenteneinnahme	137
4.52	Tagesansicht der Medikamenteneinnahmen	138
4.53	Wochenansicht der Medikamenteneinnahme	138
4.54	Kontrollseite beim Hinzufügen einer Messerinnerung	139
4.55	Anzeige der vorhandenen Messerinnerungen.	139
4.56	Eingabe eines gemessenen Wertes	140
4.57	Warnung bei Messwerten außerhalb des Normalbereichs	140
4.58	Auflistung der hinterlegten Termine	140
4.59	Anzeige des aktuellen Tagesfortschritts bei der Flüssigkeitsaufnahme	141
4.60	Wochenansicht der getrunkenen Flüssigkeiten	141

Tabellenverzeichnis

2.1	Beispielinterviewleitfaden über alleinerziehende Mütter	51
2.2	Vergleich von Low-, Mid- und High-Fidelity Prototypen	53
3.1	Übersicht der vorgestellten Erinnerungssysteme	68
4.1	Teilnehmende Probanden	71
4.2	Anforderungsliste aus Iteration 1	81
4.3	Bewertung der Skizzen der Benachrichtigungslampe	88
4.4	Anforderungsliste aus Iteration 2	93
4.5	Anforderungsliste aus Iteration 3	107
4.6	Ereignisse der Statistik-Protokollierung	110
4.7	Projekte und deren Funktionsschwerpunkte	117
4.8	Datenbankbeschreibung	120
4.9	Funktionen der Übersichtsseite	134
A.1	Interviewleitfaden zur Erhebung der ersten Anforderungen in Iteration 1.	171

Liste der Listings

4.1	Auszug aus der Statistik-Protokollierungsdatei	109
4.2	Beispielcode eines Controllers.	126
4.3	Beispiel zur Neuanlage eines Benutzers.	128
4.4	Aufbau von Request und Response.	129
4.5	Nachrichtenobjekt mit verschlüsselten Nutzdaten.	130

Abkürzungen

AAL Active/Ambient Assisted Living

CSS Cascading Style Sheets

CSV Comma-separated values

EKG Elektrokardiogramm

ELGA Elektronische Gesundheitsakte

GPIO General Purpose Input/Output

GUI Graphical User Interface

Hz Hertz

IKT Informations- und Kommunikationstechnik

ISO Internationale Organisation für Normung

JDK Java Development Kit

JPA Java Persistence API

kHz Kilohertz

LED Light Emitting Diode

mmHg Millimeter Quecksilbersäule

NFC Near Field Communication

OECD O

PPG Photoplethysmographie

PZN Pharmazentralnummer

RFID Radio-Frequency Identification

RSS Rich Site Summary

UCD User Centered Design

UN United Nations

USV Unterbrechungsfreie Stromversorgung

UUID Universally Unique Identifier

WHO World Health Organization

XML Extensible Markup Language

1 Einleitung

In dieser Arbeit soll ein Erinnerungssystem im medizinischen Kontext analysiert, prototypisch umgesetzt und evaluiert werden. In diesem Kapitel wird daher die zugrundeliegende Problemstellung, die draus entstandene Motivation und Zielsetzung sowie die verwendete Methodik näher beschrieben.

1.1 Problemstellung

Die Lebenserwartung und somit auch das durchschnittliche Alter der Weltbevölkerung steigt stetig - nicht zuletzt aufgrund der immer besser werdenden medizinischen Versorgung, aber auch durch die allgemein sehr guten Lebensumstände. Die United Nations (UN) prognostizierte in einem Bericht, dass im Jahr 2050 der Anteil von älteren Personen 21% der gesamten Bevölkerung ausmachen wird. Durch die stagnierenden oder sogar sinkenden Geburtenraten werden somit 2,1 Milliarden Menschen über 60 Jahre lediglich 2 Milliarden Kindern und jungen Erwachsenen im Alter von 10-24 gegenüberstehen. Dieser demographische Wandel und die damit einhergehende Überalterung der Bevölkerung ist, vor allem in den Industrieländern, eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen. [69, 70]

Trotz der guten medizinischen Versorgung geht das Alter oftmals mit diversen Krankheiten oder Alterserscheinungen, wie kognitive oder motorische Einschränkungen, einher. Daher müssen ältere werdende Menschen für die Aufrechterhaltung ihres Gesundheitszustands meist medizinische Maßnahmen, wie die Einnahme von Medikamenten oder das regelmäßige Messen von Vitalparametern durchführen. Eine Befragung [103] aus dem Jahr 2014 zeigte beispielsweise, dass 80% der Personen über 60 Jahre in den letzten zwei Wochen verschreibungspflichtige Medikamente einnehmen mussten. Ein Großteil der Bevölkerung muss täglich mehr als fünf, in manchen Fällen sogar bis zu 20 Medikamente zu sich nehmen [127]. In Österreich sind Erkrankungen des Herzkreislaufsystems ab 60 Jahren verstärkt bzw. ab 75 Jahren die häufigste Todesursache [21]. Zudem konnten bereits Korrelationen zwischen einem dauerhaft erhöhten Puls und einer höheren Sterbewahrscheinlichkeit nachgewiesen werden [31], wodurch ab einem gewissen Alter die Messung der entsprechenden Vitalparameter wie Blutdruck und Herzfrequenz essentiell für den weiteren Gesundheitsverlauf ist. Aufgrund der erhöhten Lebenserwartung steigt auch insgesamt der Bedarf an medizinischer Versorgung. Daher werden viele PatientInnen, soweit es die Umstände zulassen, frühzeitig aus dem Spital in die häusliche Pflege entlassen. Dort müssen sie sich selbstständig oder mit Unterstützung der Partnerin oder des Partners bzw. der Angehörigen eigenständig medizinisch versorgen und beispielsweise die verordnete Therapie weiterführen.

Dies bedeutet nun, dass Personen im höheren Alter einerseits mit diversen Einschränkungen zu kämpfen haben und andererseits selbstständig die eigene medizinische Versorgung in die Hand nehmen müssen. Sollten die Betroffenen sich nicht schon in jungen Jahren intensiver mit ihrer Gesundheit beschäftigt haben oder etwa aus ihrem früheren Beruf Fachwissen besitzen, stehen diese Personen vor einer großen Herausforderung. Zumeist muss daher auf diverse Erinnerungsstrategien oder andere Hilfsmittel zurückgegriffen werden, um etwa die verschriebene Therapie durchzuführen oder regelmäßig die relevanten Vitalparameter zu erheben. Aufgrund dieser Umstände sowie Mehrfacherkrankungen, Mehrfachmedikationen und die dadurch notwendigen, komplexen Therapiepläne, steigt bei älteren Personen die Wahrscheinlichkeit von selbstverschuldeten Medikationsfehlern auf bis zu 75% [150].

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Zusätzlich ist der Wunsch nach einem eigenständigen und selbstbestimmten Leben auch im Alter noch sehr bedeutend, auch wenn eigentlich Hilfe benötigt wird. Diese Personen möchten den Angehörigen, Bekannten oder Fremden nicht zeigen, dass sie auf Unterstützung angewiesen sind [175]. Dadurch können im schlimmsten Fall, etwa durch eine fehlerhafte Medikation oder nicht gemessene Vitalparameter, lebensbedrohliche Situationen entstehen.

Im Bereich der Selbstversorgung gibt es, primär wegen dem Durchbruch von Smartphones und Tablets im letzten Jahrzehnt, eine Vielzahl von Applikationen, die die BenutzerInnen unterstützen sollen. Jedoch können viele ältere Personen diese neuen Möglichkeiten nicht nutzen, da sie in ihren jüngeren Jahren mit dieser Technik nicht in Berührung gekommen sind. Daher haben sie Schwierigkeiten, die Grundkonzepte (etwa die Interaktion über einen berührungssensitiven Bildschirm) zu erfassen und diese Applikationen zu bedienen. Zusätzlich sind die meisten Anwendungen auf eine jüngere Zielgruppe ausgerichtet und nehmen daher nicht auf die Einschränkungen im Alter, wie beispielsweise eine degenerierende auditive bzw. visuelle Wahrnehmung, Rücksicht.

Im wissenschaftlichen Bereich, vor allem im Kontext Active/Ambient Assisted Living, gibt es weitreichende Bemühungen zur Entwicklung von Unterstützungssystemen für ältere Menschen, die ein selbstständiges Leben für einen langen Zeitraum ermöglichen sollen. Für das hier beschriebene Spannungsfeld gibt es ebenfalls konkrete Forschungen, die diese Herausforderungen aber meist nur einzeln und nicht ganzheitlich adressieren. Die Abwesenheit einer holistischen Lösung macht den Bedarf einer detaillierten Auseinandersetzung zu dem Thema Erinnerungssysteme für medizinische Belange älterer Personen bedeutsam. In dieser Arbeit soll somit ein Überblick über die bisherigen Umsetzungen gegeben, eine prototypische Implementierung einer gesamtheitlichen Lösung, die sowohl erprobte als auch neue Ansätze integriert, durchgeführt und die Auswirkungen in einer Evaluierungsphase erhoben werden.

1.2 Motivation

Durch die steigende Überalterung der Bevölkerung müssen neue Strategien gefunden werden, um mit den erhöhten Anforderungen bzw. Belastungen des Gesundheitssystems zurecht zu kommen, da andernfalls das bisherige System bzw. die vorhandene Qualität womöglich nicht aufrechterhalten werden kann. Zusätzlich sollte ein selbstbestimmtes und eigenständiges Leben, auch im höheren Alter, ermöglicht werden. Durch unterschiedliche technische Unterstützungssysteme sollen Betroffene so lange wie möglich zuhause bleiben können, ohne zwingend auf externe Hilfe angewiesen zu sein. Dadurch steigt die Zufriedenheit der BenutzerInnen, während das Gesundheitssystem entlastet wird. Diese altersgerechte Unterstützung steht im Mittelpunkt von Active/Ambient Assisted Living, dessen Wichtigkeit bereits national und international bekannt ist und mit entsprechenden Programmen und Forschungsmitteln unterstützt wird.

Ein wichtiger Teilaspekt ist die korrekte Einnahme von Medikamenten sowie die regelmäßige Erhebung von Vitalparametern, um einerseits die Erfolgchancen einer verordneten Therapie zu maximieren (bzw. die Risiken durch eine Falscheinahme zu minimieren) und andererseits durch die Verlaufskontrolle der erhobenen Werte frühzeitig auf mögliche Zustandsänderungen bzw. neue Krankheiten aufmerksam zu werden. Für diese Problemstellungen gibt es auf dem kommerziellen Markt bereits fertige Lösungen, die jedoch zumeist auf eine deutlich jüngere Zielgruppe ausgelegt sind. Ältere Personen benötigen benutzerorientierte und zielgerichtete Lösungen, die die besonderen Einschränkungen im Alter berücksichtigen. Hierzu gehört beispielsweise das Nachlassen des Gehörs und der Sehkraft, welche etwa durch angepasste Signaltöne, alternative Benachrichtigungsmodalitäten oder größere Schriften kompensiert werden können.

Auch in der wissenschaftlichen Fachliteratur gibt es zahlreiche Publikationen, die die bestehenden Herausforderungen mit unterschiedlichen Ansätzen adressieren. In diesen Arbeiten wird jedoch

meist nur ein Teilaspekt bearbeitet, der näher beleuchtet wird und zu dem potentielle Lösungen gefunden werden. Da für die selbstständige medizinische Versorgung im Alter jedoch mehrere Bereiche wichtig sind, und diese meistens relevante Abhängigkeiten untereinander besitzen, sollten entsprechende Lösungen auch in einem ganzheitlichen System den BenutzerInnen angeboten werden. Zudem muss die menschliche Würde der Betroffenen einen hohen Stellenwert einnehmen. Diese möchten so lang wie möglich eigenständig sein und so auch von ihrem Umfeld wahrgenommen werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass solche Unterstützungssysteme von den BenutzerInnen nicht angenommen und in weitere Folge nicht benutzt werden.

Obwohl die Grundidee des Active/Ambient Assisted Living bereits seit vielen Jahre besteht, ist noch kein Ende der wissenschaftlichen Forschung in Aussicht. Analyse, Design und Entwicklung eines breit aufgestellten Prototyps sowie dessen Evaluierung mit potentiellen Benutzern ist eine interessante Herausforderung, die spannende neue Erkenntnisse liefern kann.

1.3 Zielsetzung

Mit dieser Arbeit soll ein Überblick über bestehende Erinnerungssysteme im medizinischen Kontext mit dem Fokus auf ein älteres Zielpublikum gegeben werden. Dabei sollen die Merkmale dieser Systeme herausgearbeitet, kategorisiert und miteinander verglichen werden. Zusammen mit einer wissenschaftlichen Grundlagenanalyse werden zusätzlich Anforderungen für eine prototypische Umsetzung definiert, die eine grobe Richtung für eine umfassende Anforderungsanalyse mit potentiellen BenutzerInnen geben soll. Durch die Zusammenführung von bewährten Lösungsansätzen soll ein ganzheitliches System entwickelt werden, welches BenutzerInnen im Alltag bei folgenden medizinischen Tätigkeiten unterstützt:

- Erinnerung an die Einnahme von Medikamenten
- Protokollierung und Darstellung der getätigten Einnahmen
- Erinnerung an das Messen von Blutdruck, Herzfrequenz oder Blutzucker
- Protokollierung und Darstellung der gemessenen Werte
- Komfortfunktionen, wie Erinnerungen an diverse Termine und Protokollierung von Flüssigkeitsaufnahmen

Der zu entwickelnde Prototyp soll gut in das häusliche Umfeld der BenutzerInnen integrierbar und nicht als Hilfssystem erkennbar sein. Sobald hinterlegte Tätigkeiten durchzuführen sind, soll der Prototyp die BenutzerInnen mittels audiovisueller Benachrichtigungen daran erinnern. Die Benutzeroberfläche soll ebenfalls passend für die Zielgruppe entworfen werden, sodass Personen mit diversen altersbedingten Einschränkungen das System problemlos bedienen können.

Zuletzt sollen, basierend auf einer einwöchigen Evaluierungsphase, folgende Forschungsfragen beantwortet werden können:

Forschungsfrage 1: Kann mit einer audiovisuellen Unterstützung die häusliche medizinische Versorgung verbessert werden?

Forschungsfrage 2: Wird der Prototyp von der Zielgruppe angenommen und in ihrer Umgebung integriert?

Forschungsfrage 3: Sehen die Benutzer den Prototyp als Unterstützung oder Behinderung an?

Forschungsfrage 4: Können die Benutzer mit dem Interface des Prototyps problemlos interagieren?

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

1.4 Methodik

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die verwendete Methodik zur Erstellung dieser Arbeit gegeben. Die initiale Definition einer Anforderungsliste, die Implementierung eines Prototyps und die Evaluierung des Ergebnisses wurden dazu in drei aufeinanderfolgenden Phasen umgesetzt (siehe Abbildung 1.1).

Vorbereitungsphase Ziel dieser Phase war die initiale Definition grober Anforderungen, die als Ausgangsbasis für die Designphase herangezogen wurde, sowie die Auswahl passender TeilnehmerInnen für die Design- bzw. Evaluierungsphase. Zuerst wurde daher eine intensive Literaturrecherche zu den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit durchgeführt, dessen Ergebnisse in Kapitel 2 angeführt sind. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über die Themenbereiche Active/Ambient Assisted Living, medizinische Ereignisse, Erinnerungsmodalitäten, User Centered Design und Requirements Engineering gegeben. Zusätzlich wurde eine State-of-the-Art Analyse (siehe Kapitel 3) durchgeführt, welche einen Überblick über aktuelle Entwicklungen, Forschungen und Lösungen in dem mit dieser Arbeit adressierten Spannungsfeld geben soll. Hierbei wird ebenfalls versucht, den mit dieser Arbeit entwickelten Prototyp in Abhängigkeit zu den bestehenden Implementierungen einzuordnen. Aus dieser ausgiebigen Recherche wurden Eckpunkte für den zu entwickelnden Prototyp herausgearbeitet, die für die Erstellung des Interviewleitfadens der ersten Iteration der Designphase verwendet wurden. Zuletzt wurden zehn TeilnehmerInnen aus der Zielgruppe (Personen ab 50 Jahren) ausgewählt und für die jeweiligen Phasen bzw. Iterationen eingeplant.

Designphase In diesem Abschnitt wurden, basierend auf der groben Anforderungsdefinition aus der vorherigen Phase, iterativ die konkreten Anforderungen erhoben bzw. aktualisiert und sowohl ein Low- als auch ein High-Fidelity-Prototyp erstellt. Dafür wurde ein in Kapitel 2.4 beschriebener User-Centered-Design-Prozess angewendet. Die Designphase gliedert sich in drei aufeinanderfolgende Iterationen, wobei nach jeder Iteration eine zu diesem Zeitpunkt aktuelle Anforderungsliste angeführt wird.

- **Iteration 1: Interviews.** In dieser Phase wurden Leitfadeninterviews mit sechs Personen durchgeführt. Dabei wurden den ProbandInnen Fragen zu unterschiedlichen Kategorien gestellt, wobei aber der ausdrückliche Hinweis gegeben wurde, dass auch naheliegende, persönliche Themengebiete besprochen werden können. Basierend auf diesen Befragungen wurde eine initiale Anforderungsliste definiert und in funktionale bzw. nicht-funktionale Punkte unterteilt.
- **Iteration 2: Low-Fidelity-Prototyp.** Aufgrund der zuvor erhobenen Anforderungen wurden konkrete Anwendungsfälle definiert, die die BenutzerInnen mit dem Prototyp durchführen können sollen. Auf Basis dieser konkreten Definitionen wurde in weiterer Folge ein Low-Fidelity-Prototyp in Form eines Papierprototyps entwickelt sowie Skizzen der Benachrichtigungslampe entworfen. Diese wurden, zusammen mit konkreten Aufgabenstellungen, vier ProbandInnen zur Evaluierung vorgelegt. Durch die Beobachtung des Testdurchganges, die Bewertungen der Zeichnungen sowie den danach durchgeführten Interviews wurde die bestehende Anforderungsliste erweitert bzw. einzelne Punkte aktualisiert.
- **Iteration 3: High-Fidelity-Prototyp.** Durch die aktualisierte Anforderungsliste und dem, durch die ProbandInnen zurückgelieferten Feedback, wurde in dieser Iteration ein High-Fidelity-Prototyp erstellt. Hierbei wurde ein Gehäuse inkl. Lampe und Hardware gebaut und die darauf laufende Software implementiert, wobei ersteres schon dem Zielzustand entsprochen hat und nach dieser Iteration nicht mehr angepasst werden musste. Die Software

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

hingegen wurde abschließend erneut mit vier ProbandInnen evaluiert, indem diese ebenfalls Aufgabenstellungen lösen mussten. Die Informationen, die durch die danach durchgeführten Interviews sowie die Beobachtungen gewonnen werden konnten, resultierten hier abermals in konkreten Anpassungen bzw. Erweiterungen der Anforderungsliste sowie des Prototyps.

Evaluierungsphase Der in der Designphase fertiggestellte, finale Prototyp wurde in dieser Phase von zwei ProbandInnen in einer jeweils einwöchigen Evaluierungsphase geprüft. Die Testpersonen sollten dafür die eigenen Medikamente, Messwerte, Flüssigkeitsaufnahme und Termine eintragen und somit eine alltägliche Verwendung simulieren. Um die Auswirkungen der Anwendung des Prototyps erkennen zu können, wurden die dadurch gewonnenen Daten mit zuvor händisch ermittelten Grunddaten verglichen. Zusätzlich wurden die ProbandInnen erneut zu der Verwendung, die damit gemachten Erfahrungen und den aufgetretenen Problemen befragt.

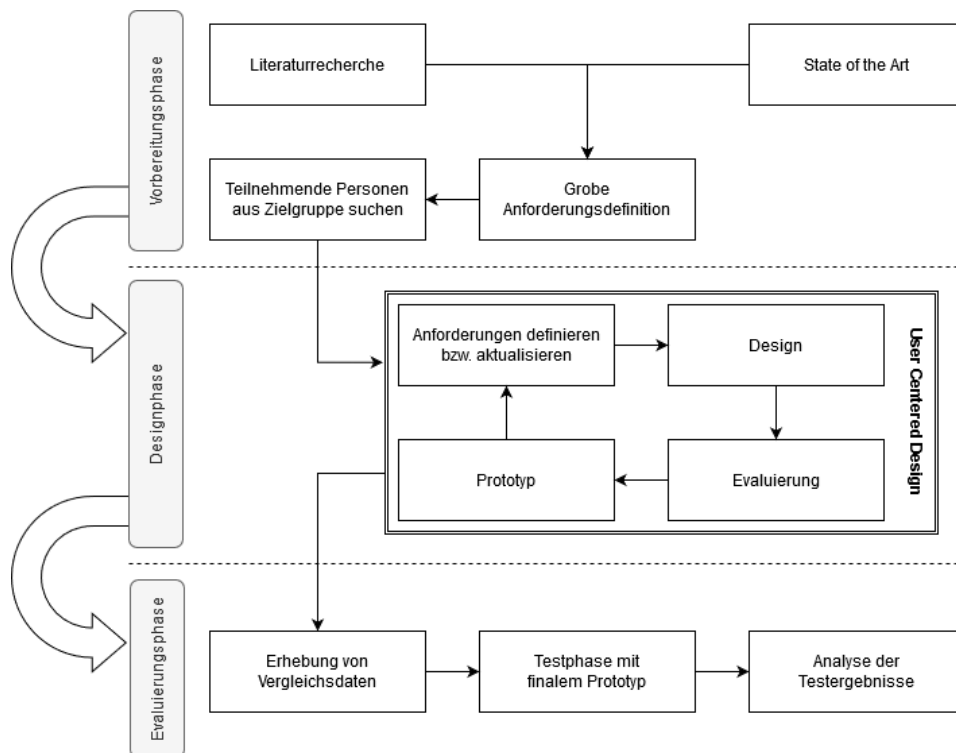


Abbildung 1.1: Überblick über die in dieser Arbeit angewandte Methodik.

1.5 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 behandelt die Grundlagen dieser Arbeit, sowohl im technischen, medizinischen als auch sozioökonomischen Bereich. Hier werden verschiedene Themenkomplexe genauer betrachtet und miteinander in Verbindung gebracht:

- Demographische Entwicklung
- Active/Ambient Assisted Living
- Vitalparameter des Menschen
- Arzneimittel
- Sinneswahrnehmung im Alter

- Erinnerungsmodalitäten
- User Centered Design
- Requirements Engineering

In Kapitel 3 wurde der aktuelle Stand der Technik im Bereich der medizinischen Erinnerungssysteme in einem State-of-the-Art Report beschrieben. Die analysierten Systeme werden in der Zusammenfassung in Kapitel 3.3 in einzelnen Kategorien bewertet, miteinander verglichen und der daraus sichtbare Unterschied zu dieser Arbeit beleuchtet.

Kapitel 4 setzt sich mit den Resultaten der praktischen Umsetzung des Prototyps auseinander. Darin wird erläutert, wie von den theoretischen Grundlagen erste Anforderungen durch Interviews definiert wurden und über einen iterativen Prozess mehrere Prototypen mit steigender Qualität entwickelt wurden.

Die Evaluierung des Prototyps für einen längeren Testzeitraum wird in Kapitel 4.5 beschrieben.

Abschließend werden in Kapitel 5 die Ergebnisse der Evaluierung diskutiert, während Kapitel 6 die wesentlichen Erkenntnisse zusammenfasst und einen Ausblick in die Zukunft gibt.

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem theoretischen Fundament und bildet somit die inhaltliche Basis für die in Kapitel 4 beschriebenen Resultate. Dazu werden im Folgenden sowohl technische, medizinische als auch sozioökonomische Grundlagen betrachtet und miteinander in Verbindung gebracht.

2.1 Active/Ambient Assisted Living

Unter Active/Ambient Assisted Living (AAL) werden Dienstleistungen, Konzepte und Produkte verstanden, die neue Unterstützungstechnologien und das soziale Umfeld miteinander verbinden. Das Hauptziel dabei ist, die Lebensqualität in allen Altersabschnitten, primär aber im höheren Alter zu steigern bzw. aufrecht zu erhalten. Dabei steht der Mensch mit Mittelpunkt, während sich die Technik an die Bedürfnisse der BenutzerInnen anpassen muss. AAL Austria beschreibt den Begriff als „altersgerechte Assistenzsysteme für ein gesundes und unabhängiges Leben“. [16]

2.1.1 Demographischer Wandel

Der demographische Wandel und die damit einhergehende Überalterung der Bevölkerung (vor allem in den Industrieländern) ist eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Fortschritte der medizinischen Versorgung und die sozioökonomische Entwicklung resultieren in einer rückläufigen Krankheits- und Sterberate. Die UN prognostiziert, dass 2050 der Anteil der älteren Menschen (Alter von 60 Jahren und darüber) 21% der Weltbevölkerung ausmachen wird (siehe Abbildung 2.1). Dies ist ein Anstieg von ca. 600 Millionen (2000) auf ca. 2,1 Milliarden (2050) ältere Menschen. Dieses Wachstum steht einer niedrigen bzw. sinkenden Geburtenrate gegenüber, sodass 2050 die Population der 10- bis 24-Jährigen 2 Milliarden betragen und es somit erstmalig weniger junge als ältere Menschen geben wird. In den Industriestaaten kann dieses Ungleichgewicht am deutlichsten gesehen werden. In Deutschland (siehe Abbildung 2.3) ist schon 2017 der Anteil der über 60-Jährigen deutlich gestiegen, für 2050 wird daher ein signifikanter Anstieg der Altersgruppe 80+ prognostiziert. Zusätzlich ist in Europa und Nordamerika die Anzahl der älteren Personen, die alleine oder nur mit der Partnerin bzw. dem Partner zusammenleben, am höchsten, während weltweit gesehen die Mehrheit mit ihren Kindern in einem gemeinsamen Haushalt wohnt (siehe Abbildung 2.2). Eines der größten Ziele wird sein, ein Gesundheitssystem zu verwirklichen, welches sicher, effizient und anpassbar ist, ohne die einzelnen Personen mit untragbaren Kosten zu belasten. [69, 70, 214]

In Österreich kann Pflegegeld bezogen werden, sobald eine Person wegen eines ständigen Betreuungs- und Hilfsbedarfs einen dauerhaften Pflegebedarf von mindestens 65 Stunden im Monat hat (ca. 2 Stunden pro Tag) [8]. Somit eignen sich die diesbezüglichen Statistiken um einen Einblick in die österreichische Pflegelandschaft zu bekommen. Durchschnittlich 455.354 Personen bezogen 2016 Pflegegeld (eine Steigerung um 60% seit 2000) mit einem Gesamtvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Der größte Anteil (82%) davon fällt auf Personen ab einem Alter von 61 Jahren. Dem gegenüber stehen die Ausgaben für Betreuungs- und Pflegedienste, welche 3,5 Milliarden Euro ausmachten. Der Bedarf der stationären und mobilen Pflege steigt ab dem 60. Lebensjahr deutlich an (siehe Abbildung 2.4). Obwohl im Vergleich zur stationären Pflege doppelt so viele Personen

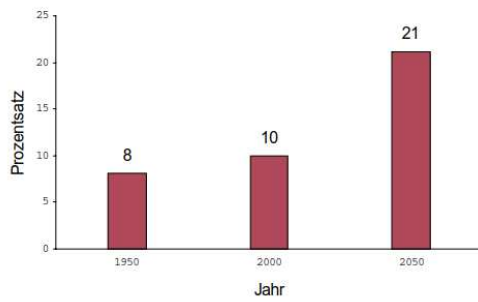


Abb. 2.1: Anteil der älteren Menschen an der Weltbevölkerung in den Jahren 1950, 2000 und 2050. [69]

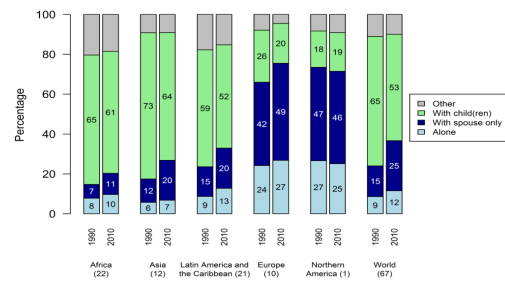


Abb. 2.2: Verteilung der älteren Personen gruppiert nach Art des Haushaltes und Region im Jahr 1990 bzw. 2010. [70]

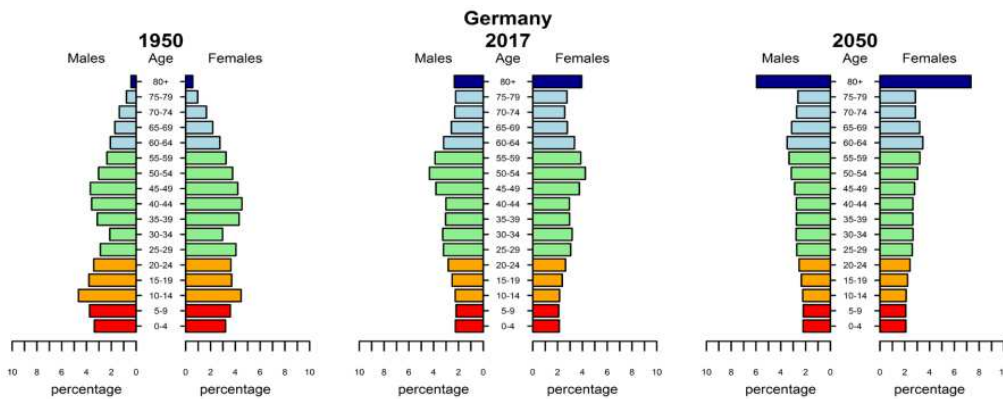


Abbildung 2.3: Verteilung der Bevölkerung in Deutschland, gruppiert nach Geschlecht und Altersgruppe in den Jahren 1950, 2017 und 2050. [70]

mobil betreut werden, verursachen diese dem staatlichen Pflegesystem nur einen Bruchteil der Kosten (Mobil: 615 Millionen Euro, Stationär: 2,6 Milliarden Euro). [17, 18]

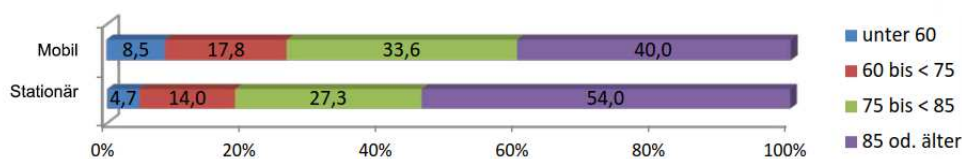


Abbildung 2.4: Verteilung der betreuten Personen im stationären und mobilen Bereich (gruppiert nach Altersgruppe), 2016. [17]

2.1.2 Ursprung

Die Diskussion über Ambient Assisted Living kam ins Laufen als die Politik diese Fakten nicht mehr ignorieren konnte [87]. Der Begriff hatte seinen Ursprung im Förderprogramm der Europäischen Kommission, welche die Gefahr der Überalterung der Bevölkerung und die damit einhergehenden steigenden Kosten erkannte [137]. Aus dem 6. Forschungsrahmenprogramm entsprang das „AAL Joint Programme“, ein Förderungsprogramm zur Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Lösungen, mit dem Ziel, das Produkt nach einer Entwicklungszeit

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

von 2-3 Jahren auf den Markt zu bringen [221]. Der Zeitraum des Programms wurde zu Beginn auf 2008-2013 festgelegt. Nach den positiven Ergebnissen wird das Nachfolgeprogramm „Active and Assisted Living Research and Development Programme“ mit einer Laufzeit von 2014 bis 2020 als Teil des EU-Programms „Horizont 2020“ weitergeführt [220]. Dieses hat ein Förderungsbudget von jährlich 40 Millionen Euro (ca. 3 Millionen entfallen auf Österreich), welches von den teilnehmenden Ländern, der Europäischen Union und den beteiligten Organisationen getragen wird [229].

In jährlichen Calls können AAL-Projekte eingemeldet werden, an welchen zumindest drei Länder, ein Klein- oder Mittelbetrieb, eine Forschungseinrichtung und ein Seniorenverband beteiligt sein müssen. Österreich ist zurzeit in 75 von insgesamt 202 Projekten involviert [13]. Auch die Österreichische Bundesregierung hatte die Wichtigkeit von AAL erkannt und dies im Regierungsprogramm 2013-2018 festgeschrieben:

„Um die Selbständigkeit älterer Menschen in gewohnter Wohnumgebung länger zu erhalten und pflegende Angehörige – insbesondere auch Kinder – zu unterstützen, sollen folgende Maßnahmen gesetzt werden: [...] Ausbau von anwendungsorientierten Ambient Assisted Living Programmen (Technologien, Produkte und Dienstleistungen) mit dem Fokus auf deren nachhaltige Implementierung [45]“.

Das AAL Programm der EU definiert drei Hauptziele: [221]

- Unterstützung der Entwicklung von Produkten, Diensten und Systemen für ein gesundes Altern. Dabei soll die Lebensqualität, Unabhängigkeit, Sozialisierung, Kompetenzen und Arbeitsfähigkeit der älteren Personen verbessert und somit die Kosten des Gesundheitsbereichs gesenkt werden.
- Förderung der Forschung, Entwicklung und Innovationen in der EU für das gesunde Altern in unserer Informationsgesellschaft mit Einbindung von vorzugsweise klein- und mittelständischen Unternehmen.
- Schaffen eines einheitlichen Rahmens innerhalb der EU zur Verbesserung der Bedingungen für die industrielle Nutzung. Dadurch sollen gemeinsame Vorgehensweisen und Lösungen entwickelt werden, die europaweit mit einer Vielzahl von sozialen Präferenzen und regulatorischen Vorgaben kompatibel sind.

Das AALIANCE2-Projekt (Nachfolger von AALIANCE), eine Koordinationsmaßnahme des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU, beschreibt in ihrer Roadmap die wichtigsten Themenbereiche, die den größten Einfluss auf die Qualität des Lebens der älteren Population hat: [1]

- **Prevention.** Prävention kann als Maßnahme gesehen werden, um Beginn, Ursachen, Komplikationen oder Wiederauftreten von Krankheiten zu verhindern oder zu reduzieren. Es können vier unterschiedliche Arten identifiziert werden: Primäre Prävention (den Beginn einer Erkrankung verhindern), Sekundäre Prävention (den Beginn einer Erkrankung verzögern, wenn Risikofaktoren bekannt sind), Tertiäre Prävention (Fortschreiten einer bestehenden Krankheit einschränken) und Quartäre Prävention (Personen, die keine Erkrankungen haben, dies jedoch glauben, vor unnötigen oder gefährlichen Medikamenten bzw. medizinischen Eingriffen schützen). Beispiele: regelmäßiges Gesundheitsmonitoring oder Sturzprävention. [156, 173]
- **Compensation & Support.** Diese Kategorie betrifft ältere Personen mit physischen oder kognitiven Beeinträchtigungen, die entweder altersbedingt oder nach Erkrankungen bzw.

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

schweren Verletzungen auftreten können. Diese Einschränkungen erschweren die täglichen Aktivitäten, wodurch die Unabhängigkeit der betroffenen Person vermindert und die Unterstützung von Pflegekräften benötigt wird. AAL kann nun versuchen, einige dieser Limitierungen auszugleichen und im Alltag zu helfen. Dadurch wird einerseits die betroffene Person unterstützt und andererseits die pflegenden Personen entlastet, wodurch eine Steigerung der Qualität der Dienstleistung erreicht werden kann. Beispiele: intelligente Gehhilfen oder Fußgänger-Navigation.

- **Independent & Active Ageing.** Um die Eigenständigkeit aufrecht zu erhalten wollen viele ältere Personen in der eigenen Wohnung bleiben und sich selbst versorgen. Sie sollen selbstständig ihre täglichen Aktivitäten erledigen, an sozialen Ereignissen teilnehmen bzw. länger im Berufsleben bleiben können. Dadurch wird ihr Selbstbewusstsein sowie die Qualität ihres Lebens verbessert. AAL soll dabei unterstützen, dass Personen mit Gebrechen oder altersbedingten Abhängigkeiten solange wie möglich aktiv bleiben können und die stationäre Pflege vermieden bzw. verzögert werden kann. Dies kann z.B. mit einer Kombination aus Gesundheits- und Sozialbetreuung und altersgerechten bzw. assistiven Wohnungen erreicht werden.

Die potentiellen Effekte der durch ALLIANCE2 vorgeschlagenen Maßnahmen können in Abbildung 2.5 erkannt werden. Diese zeigt, dass die Maßnahmen die Höhe der Lebensqualität in den einzelnen Bereichen länger aufrechterhalten bzw. schon zuvor verbessern können. [1]

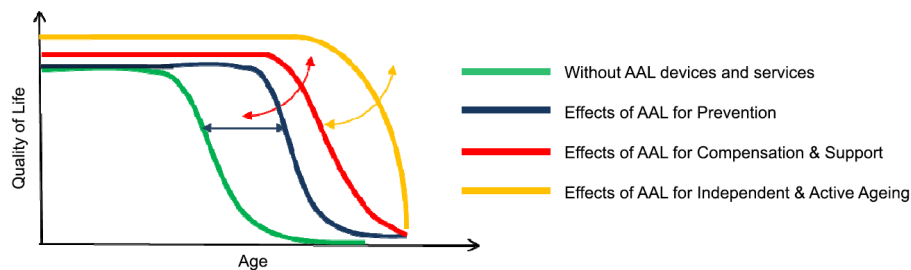


Abbildung 2.5: Auswirkung von Prevention, Compensation & Support und Independent & Active Aging auf die Lebensqualität im Alter. [1]

2.1.3 Stakeholder

Es ist wichtig die Anforderungen und Bedürfnisse der verschiedenen StakeholderInnen in die Entwicklung von AAL-Diensten und Lösungen miteinzubeziehen. Eine Studie, die während des ALLIANCE2-Projektes durchgeführt wurde, identifizierte vier verschiedene Gruppen (siehe Abbildung 2.6). [1]

Die **primären StakeholderInnen** sind ältere Personen und deren Angehörige (EhepartnerIn, Familie, Bekannte, etc.), die sich unter anderem um die Pflege und Versorgung der betroffenen Personen kümmern. Mit AAL wird versucht, die Qualität des Lebens aufrecht zu erhalten bzw. zu verbessern. Man will älteren Personen ermöglichen, möglichst lange aktiv einen Beitrag zur Gesellschaft leisten zu können, etwa innerhalb der Familie oder mit einer ehrenamtlichen Tätigkeit. Dabei sollen auch negative Gefühle wie Unsicherheit, Verletzlichkeit, Einsamkeit oder Depressionen reduziert sowie die soziale Aktivität erhöht werden. Dies ist vor allem bedeutend, da aufgrund der hohen Lebenserwartung, ältere Personen nach deren Pensionierung noch viele Jahre leben, in denen sie potentiell gesund und aktiv sein können, wobei sich jedoch mit fortschreitendem Alter das soziale Umfeld dezimiert. In Deutschland geben über 60% der SeniorInnen an, jährlich mindestens eine Reise mit vier oder mehr Übernachtungen unternommen zu haben [63]. Auch das Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

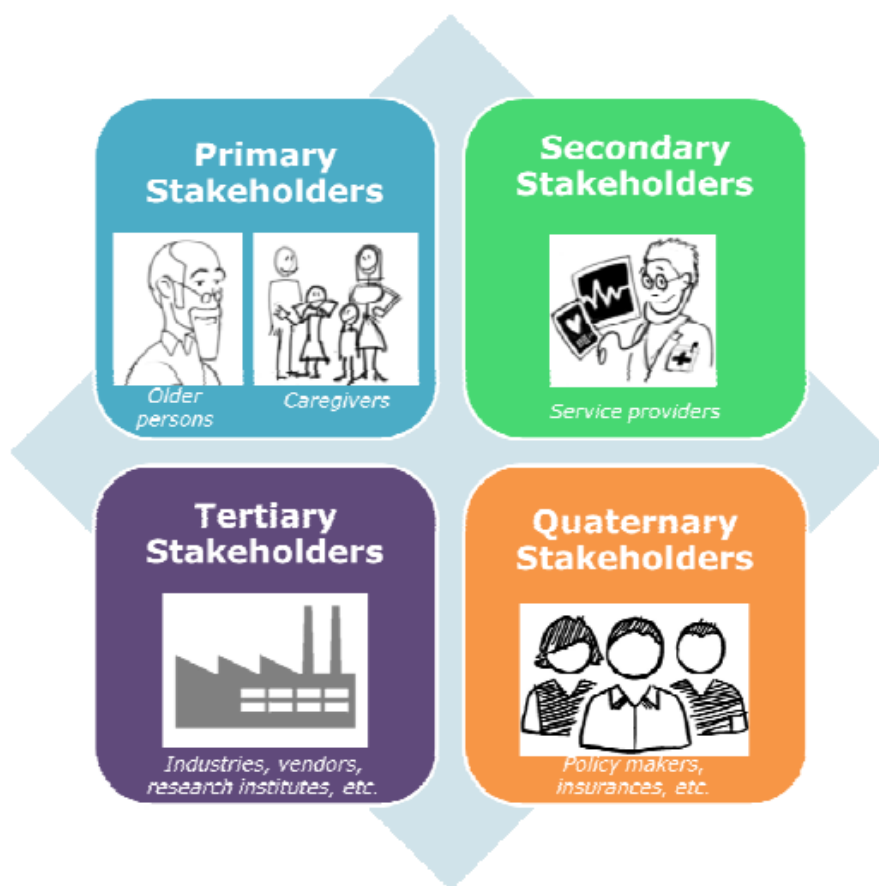


Abbildung 2.6: Stakeholder, dessen Bedürfnisse bzw. Anforderungen bei AAL-Lösungen miteinbezogen werden müssen. [1]

Internet wird 2017 in Österreich schon von mehr als 50% der PensionistInnen aktiv genutzt (2002 waren es nur 3%) [20]. Ein zentraler Punkt von AAL ist es auch, das Risiko von Unfällen (Stürze, Verbrennungen, etc.) zu reduzieren sowie bei bestehenden (chronischen) Erkrankungen die betroffene Person zuhause zu versorgen. Die Politik ist ebenfalls gefordert, indem sie Maßnahmen gegen die steigende Altersarmut setzt, damit die Menschen über genug Mittel verfügen, um ihre Grundbedürfnisse selbstständig befriedigen zu können. [1, 158, 223]

Der zweite Teil der primären StakeholderInnen sind Angehörige, die unbezahlt die Pflege der älteren Person übernommen haben und dabei meist keine fachspezifische Ausbildung besitzen. Oftmals ist es für viele ältere Personen nur durch deren Unterstützung möglich, in ihrer gewohnten Umgebung bleiben zu können. In den meisten EU Staaten übernehmen die Angehörigen durchschnittlich 60% des Pflegebedarfs, werden dabei jedoch vom offiziellen Pflegesystem nicht oder kaum unterstützt. Dies kann schwerwiegende physische und psychische Folgen nach sich ziehen und sich ebenfalls auf die pflegenden Tätigkeiten auswirken. [1]

Die zusätzliche Belastung führt auch dazu, dass pflegende Angehörige oft ihre Arbeit aufgeben anstatt in Teilzeit zu gehen [158]. Unter den Teilzeitbeschäftigten (im Alter von 50 bis 65) sind pflegende Angehörige ebenfalls übermäßig stark vertreten. In Österreich ist der Unterschied zwischen pflegenden (31%) und nicht-pflegenden (18%) Teilzeitbeschäftigten im Vergleich der O (OECD) aus 2011 sogar am höchsten [55]. Daher ist es wichtig, Strategien zu entwickeln, um die pflegenden Angehörigen auszubilden, zu unterstützen und sie mit technischen und soziologischen Hilfsmitteln auszustatten. [91, 185]

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Sekundäre StakeholderInnen sind alle professionellen Organisationen, die Dienstleistungen für ältere Personen anbieten, die Unterstützung bzw. Pflege benötigen. Es werden verschiedene Hilfeleistungen wie Langzeitbetreuung in privaten Haushalten (24-Stunden-Hilfe), stationäre Pflege, mobile Pflege (z.B. tageweise / stundenweise Betreuung zuhause) oder Wohnanlagen für SeniorInnen angeboten, die abhängig vom Gesundheitszustand, persönlichen Vorlieben und der finanziellen Situation der älteren Person in Anspruch genommen werden können. [1]

In der *mobilen Pflege* können präventive, akute, rehabilitative oder palliative Maßnahmen durchgeführt werden, meistens wird jedoch Unterstützung bei Tätigkeiten des alltäglichen Lebens wie z.B. Einkaufen, Kochen, Haushalt, Beförderung, Medikamenteneinnahme oder Verwaltung der Finanzen benötigt. Mit diesen Hilfeleistungen können die Personen trotz ihres Alters weitestgehend selbstständig zuhause wohnen bleiben. Die Nachfrage steigt jedes Jahr merkbar. 2017 nahmen mehr als 147.000 Österreicher mobile Pflegedienste in Anspruch (Steigerung von 24.000 Personen im Vergleich zu 2011) [17]. [91, 132]

Wohnhäuser für SeniorInnen hingegen können als ein Übergang zwischen mobiler und stationärer Pflege gesehen werden, sodass der Bedarf nach einer ganzheitlichen Betreuung verzögert wird und diese somit primär für außergewöhnliche Fälle vorbehalten bleibt. Die Idee ist, dass SeniorInnen in altersgerechten Wohnungen leben, die sich im selben Haus wie die stationäre Pflegeeinrichtung befinden, und die angebotenen Dienstleistungen bei Bedarf in Anspruch nehmen können. Dadurch erhalten die BewohnerInnen die Unterstützung, die sie benötigen, können jedoch noch größtenteils ihre Selbstständigkeit und Privatsphäre aufrechterhalten. Aufgrund des interimistischen Charakters haben AAL-Lösungen sowohl bei der mobilen Pflege als auch bei den Wohnhäusern für SeniorInnen einen vergleichbaren Fokus. Dabei sollen etwa ältere Personen bei diversen Aktivitäten, der Integration in ein soziales Umfeld und der selbstständigen Überwachung des Gesundheitszustandes bzw. der Medikamenteneinnahme unterstützt werden. Zusätzlich sollen kritische Situation erkannt und entsprechend darauf reagiert werden (z.B. medizinischer Notfall, Sturz, Wasserrohrbruch, etc.). [1, 223]

Die *stationäre Pflege* wird bei komplexeren Krankheitszuständen benötigt, bei welchen der Bedarf einer kontinuierlichen Pflege und Überwachung gegeben ist. Dort leben die Betroffenen mit anderen Personen, die einen ähnlichen Pflegebedarf besitzen, und werden durchgehend von professionellem Pflegepersonal betreut. Diese Art der Pflege ist jedoch aufgrund der Verschiedenheit der beteiligten Personen sowie der benötigten Infrastruktur sehr kostenintensiv. Da die BewohnerInnen verschiedene Erkrankungen und Bedürfnisse haben, müssen die Einrichtungen ein flexibles und ganzheitliches Angebot an Dienstleistungen bereitstellen. Hier sollen AAL-Lösungen die pflegenden Kräfte z.B. bei den Tätigkeiten des alltäglichen Lebens, bei der Überwachung der Vitalparameter, bei der Mobilisierung (z.B. Serious Games) und der Ausgabe von Medikamenten unterstützen. [1, 158, 163]

Tertiäre StakeholderInnen sind im wesentlichen Anbieter und Lieferanten von Produkten und Dienstleistungen für AAL-Lösungen, die eine gute Beziehung zu den quartären StakeholderInnen pflegen. Bei kleinen und mittleren Unternehmen handelt es sich vor allem um lokale Firmen wie z.B. Elektro-, Installateur- und Tischlereibetriebe. Zusätzlich sind auch große industrielle Unternehmen, Anbieter von IKT-Infrastruktur, Service-Anbieter, aber auch universitäre sowie außeruniversitäre Forschungsinstitute aller Fachgebiete vertreten. [1, 16]

Als **quartäre StakeholderInnen** werden UnterstützerInnen gesehen, die den Rahmen vorgeben bzw. definieren (sogenannte „Context Setter“ und „Systemintegratoren“). Die Politik hat eine Gestaltungsverantwortung und muss somit die, aus dem demographischen Wandel aufkommenden Herausforderungen adressieren. Zusätzlich gehören auch gesetzliche Sozialversicherungsträger, Bundessozialamt, Arbeitsmarktservice, private Versicherungsunternehmen sowie die gesamte Medienlandschaft, aber auch Standardisierungs- und Normierungsorganisationen dieser Gruppe an

[1, 16]. Die genannten Agierenden spielen eine wichtige Rolle, da sie aufgrund ihrer Position bzw. Funktion einen großen Anteil der Bevölkerung erreichen und die weitere Entwicklung bzw. den Einsatz von AAL-Lösungen beeinflussen können. Ein wichtiges Ziel ist die effiziente und finanziell nachhaltige Gestaltung der Gesundheitsfürsorge bzw. der Pflegedienste [27]. Das zurzeit etablierte System ist den Anforderungen, wie etwa der signifikant gestiegenen Nachfrage der älteren Bevölkerungsgruppe nach Pflege oder sozialmedizinischen Diensten, nicht mehr ausreichend gewachsen. Studien zeigen außerdem, dass eine fortlaufende Bevölkerungswanderung von ländlichen in urbanere Regionen stattfindet - 2050 sollen laut World Health Organization (WHO) sogar 66% der Menschen in Städten leben [169]. Aufgrund dieser Verschiebung ist es wichtig, den Zugang zu den Dienstleistungen für die gesamte Bevölkerung (also auch für gebrechliche bzw. eingeschränkte BewohnerInnen) zu vereinfachen sowie der steigenden sozialen Isolierung älterer Personen am Land entgegenzuwirken. Für quartäre StakeholderInnen sollte es ebenfalls ein Ziel sein, aktive und gesunde BürgerInnen zu erhalten, sodass diese lange einen Beitrag in der Gesellschaft leisten können. Letztendlich muss die gesetzgebende Instanz die regulatorischen und gesetzlichen Grundlagen an die aktuellen Gegebenheiten anpassen, damit die Entwicklung und der Einsatz neuer Technologien nicht verhindert wird, wobei ein starker Fokus auf die Sicherheit und Privatsphäre der BenutzerInnen gelegt werden muss. [1, 218, 223]

2.1.4 Anwendungsbereiche und Umsetzungsbeispiele

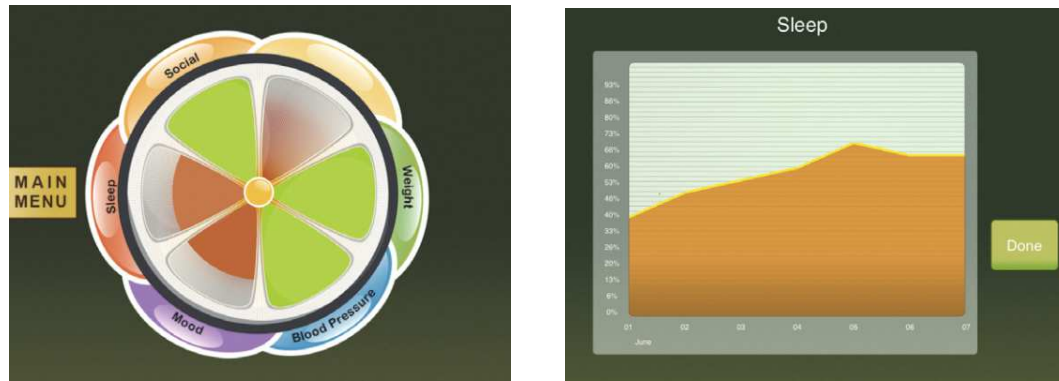
Im Positionspapier der AAL Österreich wird das Spektrum der Aufgaben in verschiedene Teilbereiche aufgeteilt, für die es (unter anderem auch im Zuge des EU-Förderprogrammes) konkrete Forschungen bzw. Umsetzungen gibt: [16]

- Gesundheit, Pflege/Betreuung und Medizin
- Aktivitäten des täglichen Lebens
- Kommunikation und soziale Teilhabe
- Erhöhung der Sicherheit
- Spielen und Lernen
- Mobilität
- Komfort und Lifestyle

Gesundheit, Pflege/Betreuung und Medizin

Da im höheren Alter die Notwendigkeit medizinischer und pflegender Betreuung stetig steigt, müssen Lösungen gefunden werden, die betroffene Personen unterstützen, Tätigkeiten zu einem überwiegenden Teil selbstständig bewerkstelligen zu können. Dies ist vor allem wichtig, da die Selbstständigkeit essentiell zum Selbstwertgefühl beiträgt und dieses festigt. Dazu wurde etwa die Tablet-Applikation YourWellness entwickelt, die bei der Aufzeichnung von emotionalem Wohlbefinden, der Qualität des Schlafes, sozialer Interaktionen, Blutdruck und Gewicht unterstützt. Die BenutzerInnen absolvieren dazu täglich einen Fragebogen zu ihrem Befinden (Blutdruck und Gewicht werden mit vernetzten Geräten automatisch gemessen), aus welchem ein Wellness-Punktstand für jede Kategorie berechnet und in einer Feedback-Visualisierung dargestellt wird (siehe Abbildung 2.7). Wurden kritische Werte erreicht, kann automatisch ein Betreuungs-Team verständigt werden. [66, 67]

Bei der Betreuung bzw. Pflege hingegen ist beispielsweise die Hygiene und der Toilettengang ein allgemeines Tabu-Thema. Beim Design von modernen Bädern wird der Fokus oftmals mehr Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



(a) Das Feedback-Wheel visualisiert zu jeder Kategorie farblich den Punktstand.

(b) Detailansicht einer Kategorie.

Abbildung 2.7: YourWellness hilft bei der Aufzeichnung des eigenen Wohlbefindens. [67]

auf optische anstatt auf funktionale Eigenschaften gelegt. Während gesunde Menschen ihr Verhalten an die Gegebenheiten anpassen können, ist dies für geistig und körperlich eingeschränkte Menschen nur mit der Hilfe Dritter möglich, wodurch sie dadurch einen Teil ihrer Unabhängigkeit, Würde und ihr Selbstwertgefühl verlieren. Daher wurde beispielsweise iToilet [171], eine stationäre Toiletteneinheit mit verstellbarer Höhe und Neigung entwickelt. Diese stellt sich selbstständig auf die jeweilige Person ein und kann zusätzlich per Sprache oder Bedienkonsole gesteuert werden. [152]

Ein ähnliches Konzept verfolgt die „Intelligent Sanitary Unit for Disabled and Elderly People“ (ISU-DEP) [241]. Diese ist ein mobiles Sanitärsystem für PatientInnen, ältere Menschen und Pflegepersonal, um betroffene Personen bei der Hygiene zu unterstützen. Die Einheit besteht aus einer Trockendusche und einer mobilen Toilette, welche zur verbesserten Vermarktung in zwei Module getrennt wurde. Die Trockendusche (siehe Abbildung 2.8a), welche der Körperpflege dient, strahlt Wasser ab und saugt dieses wieder komplett ab, sodass die Umgebung (z.B. das Bett) trocken bleibt. Zusätzlich wird die Haut getrocknet und mit Lotion gepflegt. Durch dieses System gestaltet sich der Duschvorgang für die PatientInnen angenehmer, da diese z.B. während des Waschvorgangs nicht in einem nassen Bett liegen müssen. Das zweite Modul, eine wassergespülte Zimmertoilette, erfüllt alle Hygiene- und Komfortanforderungen einer stationären Toilette. Der (unabhängig verwendbare) mobile Toilettensitz ist höhenverstellbar, bietet Aufsteh- und Hinsetzhilfe und ist mit vielzähligen Handgriffen ausgestattet (siehe Abbildung 2.8b). Die zwei Module sind mit einem mobilen Service-Modul für Frisch- und Abwasser, Strom und Pumpen verbunden, welches wiederum an einem stationären Modul (meist im Bad installiert) nachgeladen und gereinigt wird. [152]

Aktivitäten des täglichen Lebens

Der Mensch muss tagtäglich zahlreiche Aktivitäten erledigen, um den normalen Alltag meistern zu können. Während des Alterns muss der menschliche Körper jedoch Funktionseinschränkungen in Kauf nehmen, wodurch Tätigkeiten, die bisher wenig Aufmerksamkeit benötigt haben, zu schwer überwindbaren Hürden werden können. Als Alltagsaktivitäten (ADL) wird z.B. Körperhygiene, Ankleiden oder Essenaufnahme gesehen. Um ein eigenständiges Leben zu führen, müssen auch instrumentelle Alltagsaktivitäten (IADL), wie die Selbstverwaltung der eigenen Medikamente, die Haushaltsführung und die Zubereitung von nährstoffreichen Mahlzeiten erledigt werden können. Zusätzlich müssen sich die Menschen auch an Änderungen anpassen können und die neuen Herausforderungen annehmen (erweiterte Alltagsaktivitäten - EADL), um im schnelllebigen Informationszeitalter selbstständig bleiben zu können. Daher benötigen die Menschen, welche die Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



(a) Einsatz der Trockendusche am Unterarm. [2]



(b) Mobiler Toilettensitz auf stationärem WC. [192]

Abbildung 2.8: Bestandteile des ISU-DEP-Systems zur Unterstützung älterer PatientInnen.

Tätigkeiten des alltäglichen Lebens nicht mehr ganzheitlich selbstständig meistern können, Unterstützung. Dies sind beispielsweise Hilfe zur Durchführung einer Tätigkeit oder Erinnerungen an bestimmte Aufgaben, um eine Aktivität zu beenden. Vor Risiken, die bei den üblichen Arbeiten auftreten können, kann ebenfalls gewarnt werden. [85, 155]

Care-O-Bot 4 [125] (die vierte Generation des Prototyps nach der Erstentwicklung im Jahr 1998 [101], siehe Abbildung 2.9) kann beispielsweise selbstständig Gegenstände innerhalb der Wohnung holen und zum Nutzenden bringen oder eine gestürzte Person erkennen und einen Notruf absetzen. Bedient wird er entweder per Sprache oder mittels eines Touch-Interfaces, welches der Roboter ebenfalls zur Mitteilung seines eigenen Zustands durch Mimik benutzt. Für die Navigation und die Interaktion mit der Umgebung ist er mit Laserscanner, Laserpointer, einer 3D-Kamera und Light Emitting Diode (LED)-Lichtern ausgestattet. [105, 106]

WENOMA (Wearable Notification Display for Medication Adherence) wiederum kann die BenutzerInnen bei der Einnahme ihrer Medikamente helfen. Die Uhr, welche von den Betroffenen getragen werden muss (siehe Abbildung 2.10), erinnert diese, Medikamente einzunehmen bzw. diese nachzubestellen. Dabei zeigt es den TrägerInnen an, wie viele Einheiten einzunehmen und wie viele noch vorhanden sind. Ein weiterer Prototyp unterstützt die BenutzerInnen bei der Bestellung ihrer Medikamente, wobei trotz Verwendung des Smartphones die Interaktion mit dem Touchscreen auf ein Minimum reduziert werden konnte. Als Basis dient die Near Field Communication (NFC)-Technologie, bei der sowohl die Medikamente als auch verschiedene Bedienelemente mit NFC-Tags ausgerüstet sind. Wenn die BenutzerInnen beispielsweise ein Medikament nachbestellen wollen, halten sie das Smartphone über das Feld „Ask the doctor for prescription“, danach auf die Verpackung des nachzubestellenden Medikamentes und zum Schluss erneut auf das erste Feld. Das ärztliche Fachpersonal kann nun die Anfragen bearbeiten und die Medikamente verschreiben oder dies ablehnen. In der Apotheke, in der ebenfalls NFC-Tags zum Auflegen des Smartphones



Abb. 2.9: Vier Generationen des Care-O-Bot. [125]



Abb. 2.10: WEOMA am Armgelenk einer älteren Person. [85]

vorhanden sind, können die Rezepte durch eine Bluetooth-Verbindung übertragen und ausgegeben werden. [85, 228]

Kommunikation und soziale Teilhabe

Bei älteren Personen erhöht sich das Risiko der sozialen Isolation, wobei die Gründe dafür vielfältig sind. Diese reichen von Arbeitslosigkeit, fehlenden Qualifikationen, geringem Einkommen, mangelhaften Wohnbedingungen bis zu schlechter Gesundheit oder dem Auseinanderbrechen von Familienstrukturen. Dies kann unter anderem zu sozialen Angststörungen, Eifersucht, Einsamkeit und Depressionen führen. [119, 133]

Um beispielsweise trotz Krankheiten (z.B. motorische Einschränkungen) oder weiter Entfernungen mit anderen Personen in Kontakt bleiben zu können, wurde das Projekt „Interaktives Bild“ (IAB) gestartet. Dabei handelt es sich um einen Touchscreen, welcher in einen beliebigen Bilderrahmen eingebaut wird und sich somit optimal in die Wohnung integrieren lässt (siehe Abbildung 2.11). Mithilfe eines für die Zielgruppe angepassten Interface können die BenutzerInnen via Sprach- oder Videotelefonie mit anderen Personen kommunizieren. [162]

Ein anderer Weg wurde mit Paro, einem Roboter in der Gestalt einer 2,8 kg schweren Babysattelrobbe, gewählt. Der Umgang von Menschen mit Tieren hat nachweislich einen positiven emotionalen Einfluss und wird daher auch im Zuge von medizinischen Behandlungen eingesetzt [51]. Jedoch ist es für ältere Leute mit motorischen Einschränkungen meist nicht möglich für ein Haustier Sorge zu tragen. Oftmals ist auch in SeniorInnenwohnheimen die Haltung von Haustieren nicht erlaubt. Mit Paro wird versucht, diese Verbesserungen trotz der beschriebenen Einschränkungen zu ermöglichen. Dazu ist er mit Sensoren und Aktoren ausgestattet, um ein proaktives, reaktives und physiologisches Verhalten zu simulieren. In Langzeitevaluierungen wurde nachgewiesen, dass der Umgang mit Paro einen positiven Einfluss auf Stimmung und Depressionen sowie eine physiologische Verbesserung der lebenswichtigen Organe hat, dabei aber auch soziale Bindungen aufbaut und diese stärkt (siehe Abbildung 2.12). [231, 232]



Abb. 2.11: Integration des Systems „Interaktives Bild“ in einen Bilderrahmen. [162]



Abb. 2.12: Interaktion zwischen älteren BewohnerInnen, Paro und einer Betreuungsperson. [232]

Erhöhung der Sicherheit

Im höheren Alter sollte auch die Sicherheit in Bereichen, denen zuvor nur eine geringe Beachtung geschenkt worden ist, evaluiert und gegebenenfalls Maßnahmen gesetzt werden. Einer Statistik des Kuratoriums für Verkehrssicherheit [230] nach, steigt beispielsweise die Anzahl an Verletzten im Haushalt ab einem Alter von 60 Jahren deutlich an. Weitere Statistiken zeigen, dass etwa 30% der über 65-jährigen mindestens einmal im Jahr stürzen, wobei sich 70% dieser Unfälle zuhause ereignen, ab 80 Jahren steigt das Risiko sogar auf 50% [238]. Die häufigste Folge dieser Stürze, die im Krankenhaus behandelt werden müssen, sind osteoporotische Frakturen, vor allem Oberschenkelhalsbrüche. Die Hüftfraktur hingegen ist in Bezug auf die Erkrankung- bzw. Sterbefälle am schwerwiegendsten, da sich die betroffenen älteren Personen nur langsam erholen können. Dabei liegt die 1-Jahres-Mortalität (Anzahl der Todesfälle im Zeitraum eines Jahres) bei 30%, die 6-Jahres-Mortalität bei knapp 70%. Nur 50% der PatientInnen können sich vollständig erholen. [99, 113]

Eine weitere Kenngröße ist der Zeitraum nach einem Sturz, in der die Person am Boden liegt und nicht selbstständig aufstehen kann. Eine Studie hat gezeigt, dass die Hälfte aller Personen, die mehr als eine Stunde nach einem Sturz am Boden liegen bleiben, innerhalb von sechs Monaten sterben - unabhängig von den vom Sturz resultierenden Verletzungen. Die Angst vor weiteren Vorfällen kann zu Verlust des Selbstvertrauens, zögerlichem Verhalten, Unsicherheit und somit zur Einschränkung der Mobilität und Unabhängigkeit der gestürzten Person führen. [138]

Aufgrund dessen gibt es diverse Projekte, um Stürze zu erkennen und die daraus resultierenden Folgen zu minimieren. Der Fokus vieler Systeme liegt auf der Erkennung eines Sturzes und der Alarmierung von Hilfe, ohne dabei zu invasiv in die Privatsphäre des PatientInnen einzugreifen [184].

CongeniAAL ist beispielsweise ein integriertes System zweier bestehender, komplementärer Lösungsansätze (eHome und Vivid). Mittels Sensoren, die einerseits die Person an der Hüfte trägt (siehe Abbildung 2.13) und andererseits in der Wohnung verteilt angebracht sind, wird versucht, Stürze zuverlässig zu erkennen. Durch den Zusammenschluss von eHome und Vivid konnten die Schwächen der jeweiligen Systeme fast vollständig kompensiert werden. Das Wissen, welches durch CongeniAAL angeeignet werden konnte, diente weiter als Basis für SignAAL, ein Unterstützungssystem für Nachtpersonal in Einrichtungen für betreutes Wohnen. Das System soll zuverlässig Stürze in der Nacht erkennen und alarmieren, wodurch das Personal nicht mehr regelmäßig die BewohnerInnen besuchen muss und somit entlastet wird. Zusätzlich werden die BewohnerIn-



Abb. 2.13: Der Sturzsensoren, der von den BewohnerInnen an der Hüfte getragen wird. [172]

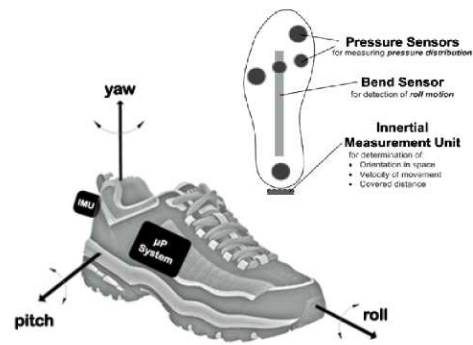


Abb. 2.14: Aufbau und Platzierung der verwendeten Komponenten des eSHOE. [118]

nen in der Nacht nicht mehr durch Kontrollen gestört und haben somit einen erholsameren Schlaf. [172, 184, 238]

Der eSHOE hingegen versucht einen möglichen Sturz schon frühzeitig zu erkennen, um präventiv Gegenmaßnahmen setzen zu können. Dabei sollen die im Schuh integrierten Sensoren (siehe Abbildung 2.14) Veränderungen des Ganges erkennen und auf den Messerwerten basierende Risikofaktoren berechnet werden. Bei der Erkennung eines Sturzes kann das System ebenfalls Hilfe alarmieren. Zusätzlich soll er auch in der Rehabilitation eingesetzt werden können, indem der Gang analysiert wird, ohne auf umfangreiche, zeit- und kostenintensive klinische Methoden angewiesen zu sein. [118]

Spielen und Lernen

Digitale Spiele können in vielen Bereichen einen positiven Einfluss auf ältere Personen haben. In Studien wurden beispielsweise Verbesserungen der Sinneswahrnehmungen, motorischen Fertigkeiten, Reaktionsgeschwindigkeit und geistigen Fähigkeiten festgestellt. Zusätzlich stärken diese auch die soziale Zusammengehörigkeit und sind eine unterhaltsame Möglichkeit der Freizeitgestaltung. Trotz der nachgewiesenen Vorteile und der steigenden Anzahl an potentiellen KundInnen werden ältere Personen meist nicht als Zielgruppe bei der Entwicklung von digitalen Spielen gesehen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Fokus nicht primär auf die Usability des Interfaces gelegt werden darf, da ältere Personen meist ganz eigene Motivationen haben, um sich mit neuer Technologie auseinanderzusetzen. [33, 116]

Dazu wurden beispielsweise die Spiele „Penguin Toss“ und „Bowling“ entwickelt, welche auf dem Smartphone gespielt werden können. Dabei ist das Gerät der Controller, mit dem man entweder eine Bowlingkugel auf Kegeln oder Pinguine durch Ringe werfen muss (siehe Abbildung 2.15). Dabei führen die BenutzerInnen gezielte Übungen zur Stärkung der oberen Extremitäten wie der Schulter bzw. des Bi- und Trizeps durch. [213]

Für BenutzerInnen eines elektrisch betriebenen Rollstuhles wurde dagegen „Powered to Play“, ein Mixed-Reality Capture-The-Flag Spiel, entwickelt. Hier treten zwei Teams in einem abgegrenzten Bereich gegeneinander an und versuchen, die Flagge in die Basis des eigenen Teams zu bringen. Dazu ist jede Spielerin und jeder Spieler mit einem Smartphone bzw. Tablet ausgestattet, welches über GPS (Global Positioning System) bzw. Internetverbindung die eigene Position, die der Teammitglieder und Konkurrenz sowie weitere Elemente auf der Karte anzeigt (siehe Abbildung 2.16). Kommen zwei SpielerInnen einander nahe, werden Verteidigungs- bzw. Gesundheitspunkte abgezogen, welche in der Basis wiederaufgeladen werden können. Die TeilnehmerInnen berichteten in

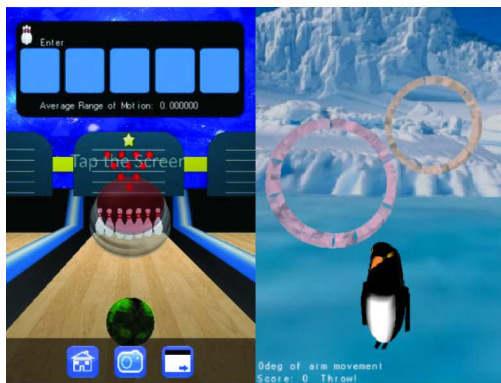


Abb. 2.15: Durch die mobilen Spiele „Bowling“ und „Penguin Toss“ werden bestimmte Muskelpartien der oberen Extremitäten trainiert. [213]

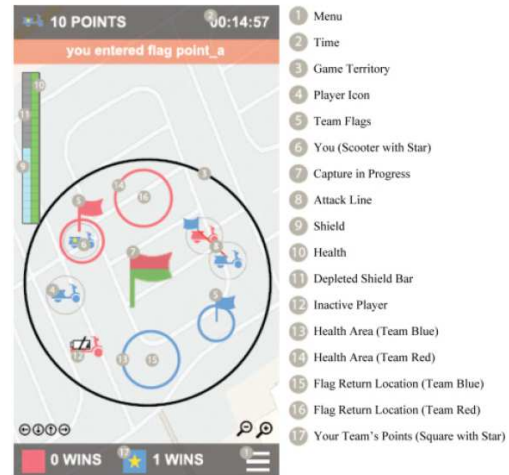


Abb. 2.16: Die Karte zeigt die aktuellen Positionen aller MitspielerInnen, Basen und Flaggen sowie den Gesundheitszustand und den aktuellen Punktestand. [197]

den danach durchgeführten Interviews, dass sie das Spiel als amüsant und gesellig empfanden, da es auch barrierefrei zu spielen war. [197]

Mobilität

Mit den physischen und psychischen Einschränkungen, die durch Alter bzw. Krankheit auftreten können, leidet auch die Mobilität der Personen. Dadurch geht ein wesentlicher Teil der Selbstständigkeit verloren, da sie für eine große Anzahl an Tätigkeiten auf die Hilfe Dritter angewiesen sind. Die World Health Organisation geht etwa davon aus, dass 1% der Weltbevölkerung auf einen Rollstuhl angewiesen ist [244]. Um die Verwendung dieser zu verbessern, wurde das klassische Modell von verschiedenen Unternehmen und Forschungsgruppen adaptiert bzw. verbessert. Ein Hauptaspekt ist dabei die Fähigkeit, Stufen selbstständig überwinden zu können. [59]

Ein bekannter Vertreter ist der iBOT, dessen Produktion 2009 zwar eingestellt wurde, für den aber durch den Kauf der Rechte durch Toyota eine Neuauflage erwartet wird. Der iBOT ist ein selbststabilisierender Rollstuhl, welcher den BenutzerInnen die Möglichkeit gibt, flaches und unebenes Gelände (sogar Sand und Schotter) zu durchqueren sowie Stiegen und Bordsteinkanten zu überwinden. Zusätzlich kann sich der Rollstuhl auf Augenhöhe einer stehenden Person anheben (siehe Abbildung 2.17). [11, 124]

Für Personen, die noch keinen Rollstuhl, jedoch Unterstützung beim Gehen benötigen, wurde Johnnie, eine elektronische Gehhilfe, entwickelt. Dieser Rollator ist mit Motor, verschiedenen Sensoren, wie Kamera und Sonar sowie LED-Lichtern ausgestattet (siehe Abbildung 2.18). Dadurch kann er entweder selbstständig zu seiner Benutzerin oder seinem Benutzer navigieren oder im Rehabilitationsmodus beim Gehen assistieren. [247]

Komfort und Lifestyle

Der Begriff des Smarthome und die Nachfrage nach diesem ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Daher haben sich auch immer mehr Unternehmen auf Produkte und Dienstleistungen im Bereich der Hausautomation spezialisiert bzw. diese in ihrem Portfolio aufgenommen. Da der Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



Abb. 2.17: Der iBOT kann sich mithilfe der selbst-stabilisierenden Funktion auf Augenhöhe erheben. [109]

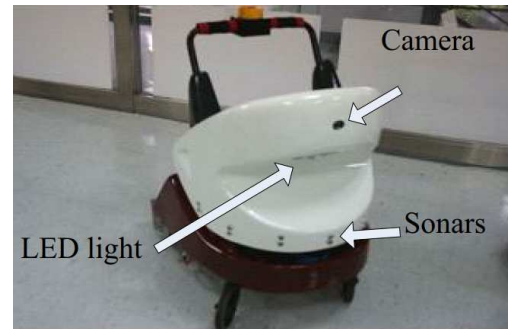


Abb. 2.18: Johnnie, die Gehhilfe mit Motor, Kamera und Sonar zum Assistieren sowie autonomen Fahren. [247]

primäre Einsatzzweck eine Erhöhung des Komforts und Lifestyles ist, kann der Einsatz eines Smarthomes auch eine Verbesserung der Lebensqualität älterer BewohnerInnen darstellen. Dazu werden verschiedene Typen von Sensoren und Akteuren verbaut, die miteinander kommunizieren und ein autonomes System darstellen. Aus der Fülle an Daten der verschiedenen Sensoren (z.B. Bewegungsmelder) wird beispielsweise versucht, ein Muster zu erkennen und gegebenenfalls einen Akteur zu steuern (z.B. Licht einschalten). Smarthomes werden auch verwendet, um das Gefühl von Einsamkeit, Langeweile und sozialer Isolation bei älteren Menschen zu reduzieren. [57, 170]

Ein Kontext-Sensitives System soll beispielsweise älteren Personen passende Vorschläge aus den Kategorien Musik, Film, Spiel, Nachrichten, Bilder oder Zeichnungen unterbreiten. Dazu wird mithilfe von Sensoren die aktuelle Wetterlage, die anwesenden Personen und die Position dieser (sitzend, gehend) zusammen mit initial eingegebenen Eigenschaften in die Entscheidung über die Auswahl der Angebote miteinbezogen. Personen mit vermindertem Gehör bekommen die Empfehlungen visuell dargestellt und können entweder mit Sprache oder Schaltflächen interagieren, während für Personen mit schlechterem Sehvermögen diese vorgelesen werden. [114]

Homie hingegen ist ein Entertainment- und Gesundheitsassistent in Form eines Hundes (siehe Abbildung 2.19), der mittels Sprachbefehlen gesteuert wird und verschiedene Emotionen zeigen kann. Er kann eingehende Nachrichten vorlesen, Notizen und Termine speichern, als Fernsteuerung für den Fernseher verwendet werden, aber auch medizinische Informationen und Termine der behandelnden ÄrztInnen empfangen. [128]

In Eindhoven, Niederlande wurde wiederum am Philips High-Tech Campus das CareLab gegründet, um weitere Forschungsergebnisse erhalten zu können. Dieses gleicht einem Ein-Zimmer-Apartment, welches mit einer Vielzahl von Sensoren zur Erforschung kontextabhängiger Situationen ausgestattet ist. Es werden dort beispielsweise ein Lifestyle Assistant mit diversen Komfortfunktionen (z.B. Essensbestellung, siehe Abbildung 2.20) und Vorfallerkennungsfunktionen, sowie Systeme zur kognitiven Stimulation und soziale Inklusion getestet. [189]

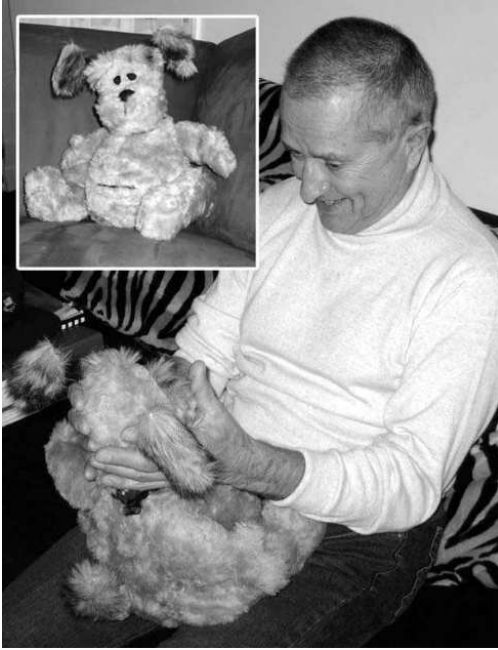


Abb. 2.19: Homie, der Entertainment- und Gesundheitsassistent in der Gestalt eines Hundes. [128]



Abb. 2.20: Zwei ältere Personen, die zusammen das mittels des Lifestyle Assistenten bestellte Essen zu sich nehmen. [189]

2.2 Medizinische Ereignisse

Der menschliche Körper ist ein hochkomplexes System, in dem alle Bestandteile einerseits ihre spezifischen Aufgaben verrichten und andererseits als ein Teil des Ganzen miteinander zusammenarbeiten. Aufgrund dieser Komplexität war es auch lange Zeit primär ÄrztInnen bzw. medizinischem Personal vorenthalten, Messwerte zu erheben bzw. aufgrund dessen Aussagen zu tätigen. Mit dem Fortschreiten der Technik wurden aber immer mehr Verfahren entwickelt, damit der Mensch seinen eigenen Körper besser versteht und auch selbstständiger handeln kann. Nichtsdestotrotz ist die Ärztin bzw. der Arzt die wichtigste Ansprechperson bei medizinischen Fragen. Durch die neuen Methoden wird nun jedoch der Mensch vermehrt in die Verantwortung für die eigene Gesundheit miteinbezogen. In den folgenden Kapiteln werden physiologische und pathologische Grundlagen, häufige Krankheitsbilder und verschiedene Messmethoden vorgestellt sowie durch Statistiken und Studien belegt, warum die korrekte Einnahme von Medikamenten und die kontinuierliche Messung von Vitalparametern essentiell für die Gesundheit bzw. Genesung ist.

2.2.1 Medikamente

Medikamente, oder auch Arzneimittel, sind laut Arzneimittelgesetz §1 [46]

„Stoffe oder Zubereitungen aus Stoffen, die zur Anwendung im oder am menschlichen oder tierischen Körper und als Mittel mit Eigenschaften zur Heilung oder zur Linderung oder zur Verhütung menschlicher oder tierischer Krankheiten oder krankhafter Beschwerden bestimmt sind, oder im oder am menschlichen oder tierischen Körper angewendet oder einem Menschen oder einem Tier verabreicht werden können, um entweder die physiologischen Funktionen durch eine pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkung wiederherzustellen, zu korrigieren oder zu beeinflussen, oder als Grundlage für eine medizinische Diagnose zu dienen“

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Arzneimittel sind somit Substanzen, die dem (menschlichen) Körper zugeführt werden, um in diesem positive Verbesserungen zu bewirken. Diese Arzneistoffe werden in unterschiedlichen Darreichungsformen hergestellt, wie beispielsweise Tabletten, Tropfen, Tinkturen, Salben, Sprays, Infusionslösungen oder Injektionen. Diese können dann, je nach Beschaffenheit, beispielsweise oral (schlucken), nasal (Nasenschleimhäute), rektal (Enddarm), intramuskulär (Injektion ins Muskelgewebe), intravenös (venöse Injektion), inhalativ (Bronchien) oder transdermal (z.B. Salbe), verabreicht werden. Die Grundlagen dafür wurzeln in der *Pharmakodynamik* und *Pharmakokinetik*. Die *Pharmakodynamik* untersucht zu Beginn den Wirkungsmechanismus einer Substanz (Pharmakon) sowie dessen Dosis-Wirkungs-Beziehung. Substanzen können beispielsweise körpereigene Stoffe ersetzen, die Produktion eines anderen Stoffes anregen, sich an einen Rezeptor binden oder die Synthese eines Stoffes bzw. die Aktivität eines Enzyms hemmen oder stimulieren. Zusätzlich wird erforscht, in welcher Beziehung die verabreichte Menge und die dadurch verursachte Wirkung steht. Die infolgedessen ermittelte therapeutische Breite gibt den Abstand zwischen der therapeutischen und toxischen Dosis an (siehe Abbildung 2.21). Je größer dieser Abstand ist, desto sicherer ist ein Arzneimittel. Die *Pharmakokinetik* beschäftigt sich wiederum damit, wie der Körper das Pharmakon verarbeitet. Dabei sind die zuvor beschriebenen Darreichungs- sowie Verabreichungsformen für die Absorption sowie Distribution ausschlaggebend. Je nach Verabreichungsform passiert beispielsweise die Substanz einmalig die Leber, wodurch diese bzw. Teile davon bereits aus dem Blutkreislauf gefiltert werden, bevor der Wirkort erreicht werden kann (First Pass Effect). An diesem findet eine Metabolisierung statt, um die in der Pharmakodynamik erforschte Wirkung zu entfalten. Letztendlich wird die Substanz schrittweise von Niere und Leber gefiltert und aus dem Körper ausgeschieden. Man sieht somit, dass die Wirkweise von Arzneimittel ein komplexer und vielschichtiger Vorgang ist, bei dem viele Faktoren wie beispielsweise eine mögliche Polypharmazie (Mehrfachmedikation), Alter / Gesundheitszustand der Person aber auch diverse Umweltfaktoren beachtet werden müssen. [76, 136]

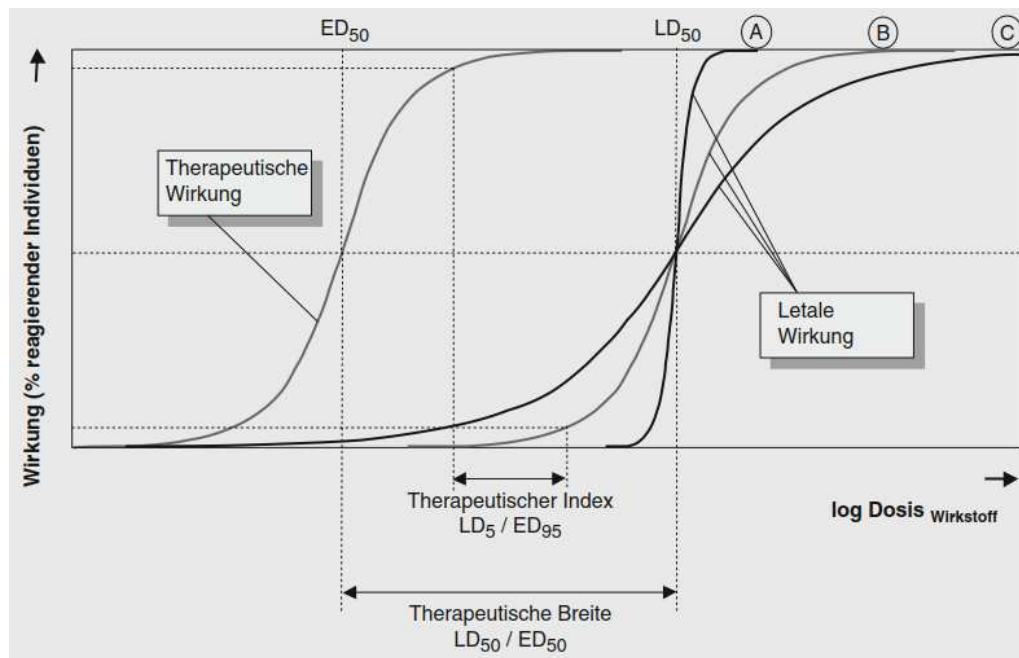


Abbildung 2.21: Die therapeutische Breite zeigt das Verhältnis der Dosis eines Wirkstoffes zu dessen therapeutischer oder letaler Wirkung. ED_{50} gibt den therapeutischen, LD_{50} den letalen Effekt bei 50% der PatientInnen an. [76]

In Österreich wurden 2016 [19] über 6,2 Milliarden Euro für Arzneimittel ausgegeben. Davon entfallen knapp 60% auf den Staat inkl. öffentliche Sozialversicherungsträger - für die restlichen Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

40% kommen Privatpersonen oder andere Versicherungsunternehmen auf. 19% der Gesamtausgaben von 18,4 Milliarden Euro (2017) der österreichischen Sozialversicherungsträger wurden für Medikamente aufgebracht [203]. Damit sind Arzneimittel, nach Ausgaben für ärztliches Personal und Spitäler, der drittgrößte Verrechnungsposten, von denen mehr als 80% im niedergelassenen Bereich verschrieben wurden [248]. Die verordnungstärksten Medikamentengruppen in Österreich (gruppiert nach ATC-Klassifizierung der WHO) im Jahr 2017 waren Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (12,7 Millionen, z.B. Blutdruckregulierung), Psychoanaleptika (8,2 Millionen, z.B. Asthma) und Mittel zur Beeinflussung des Lipidstoffwechsels (7,1 Millionen, z.B. Blutzuckerregulierung) [203]. Eine Umfrage [103] im Jahr 2014 ergab wiederum, dass von den Befragten (älter als 15 Jahre) 49% verschreibungspflichtige und 34% rezeptfreie Medikamente in den letzten zwei Wochen zu sich genommen haben. In der Gruppe der Personen ab 60 Jahren haben in diesem Zeitraum sogar über 80% der TeilnehmerInnen ärztlich verschriebene Medikamente eingenommen (siehe Abbildung 2.22). Diese Zahlen sind jedoch keine Überraschung, da Menschen im Alter oftmals einen komplexen und multimorbiden Gesundheitszustand entwickeln. Mehr als die Hälfte aller über 75-jährigen haben multiple (chronische) Erkrankungen, welche mit einer Vielzahl von Medikamenten behandelt werden müssen. Der Großteil der älteren Bevölkerung muss täglich mehr als fünf, in Extremfällen sogar bis zu 20 Medikamente einnehmen. [127]

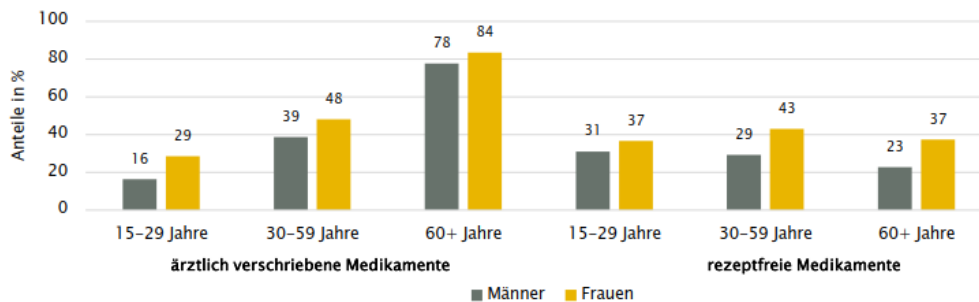


Abbildung 2.22: Medikamenteneinnahme innerhalb der letzten zwei Wochen vor Befragung, getrennt nach Altersgruppe und Geschlecht, 2014. [103]

Aufgrund der hohen Anzahl der Medikamente sowie deren möglichen komplexen Neben- bzw. Wechselwirkungen kommt es, sowohl auf Seite des medizinischen Personals als auch durch die PatientInnen selbst, immer wieder zu Medikationsfehlern. Fehlerhafte Medikationen sind auch ein großes Problem für das Gesundheitssystem selbst, da diese die therapeutische Effektivität der Therapie verschlechtern und somit zu erhöhten Kosten führen. So kommt es beispielsweise in der primären Gesundheitsvorsorge bei PatientInnen mit mehrfachen Medikamenten häufig zu Fehlern. Die Analyse der Verschreibungen von 169 PatientInnen durch Koper et al. [127] zeigten etwa, dass 93,5% der PatientInnen mindestens ein nicht evidenzbasiertes Medikament verschrieben wurde. Zusätzlich wurden durchschnittlich 2,77 Medikamente ohne entsprechende Indikation sowie in mehr als 50% der Fälle mindestens ein Dosierungsfehler gefunden. Des Weiteren wurden vier PatientInnen Medikamente mit potentiellen Wechselwirkungen verschrieben, deren gemeinsame Einnahme unbedingt zu vermeiden ist. [28, 142, 200]

Neben der Fehleranfälligkeit auf ärztlicher Seite (Verschreibung, Kontrolle, ...) kommt es laut Mira et al. [150] bei 19 bis 59% der PatientInnen bzw. durch deren Pflegekräfte / Betreuungspersonen zu selbst verschuldeten Medikationsfehlern, die in einem Viertel der Fälle zu gesundheitlichen Schäden der Betroffenen führen. Bei älteren Personen steigt dies aufgrund der meist komplexeren Behandlungspläne auf bis zu 75% an. In der Praxis kommt es beispielsweise zu Fehlern, wenn verschriebene Medikamente in einer falschen Dosierung oder zu falschen Zeiten eingenommen, mit einem anderen Medikament verwechselt oder falsch gelagert werden bzw. diese schon abgelaufen sind. Zu Problemen kann es ebenfalls kommen, wenn die PatientInnen zusätzlich nicht verschriebene Medikamente einnehmen. Zu Problemen kann es ebenfalls kommen, wenn die PatientInnen zusätzlich nicht verschriebene Medikamente einnehmen. Erinnerungen medizinischer Ereignisse

bene Medikamente zu sich nehmen oder die Indikationen zur Einnahme von Bedarfsmedikation vergessen haben. Ältere Personen sind aufgrund von Mehrfacherkrankungen und somit Mehrfachmedikationen besonders gefährdet. Die Fehlerursache entspringt in vielen Fällen den kognitiven Beeinträchtigungen im Alter, sodass es bei dieser Personengruppe gehäuft zu Medikationsfehlern durch Missverständnisse bzw. Kommunikationsschwierigkeiten kommt. Die wenigsten Patienten kennen die Namen der Medikamente, die ihnen verschrieben wurden, sowie die Indikation zur Einnahme bzw. die korrekte Dosierung und Verabreichungsarten. Um die Fehlerquote zu reduzieren gibt es verschiedene Ansätze. Wandless und Davie [234] zeigten in einer Vorreiterstudie beispielsweise, dass durch verbale Anleitung, wie, wann und warum Medikamente eingenommen werden müssen, sowie einem dazu passenden Abreißkalender weniger Fehler auftraten. Während die jüngere Generation heutzutage vermehrt auf Smartphone- bzw. Tablet-Applikationen zur Verwaltung ihrer Medikationen setzt, verwendet die ältere Generation zumeist Dispenser (Dosierungsspendler, siehe Abbildung 2.23) oder Notizen auf den Medikamentenpackungen. Grundsätzlich ist aber erkennbar, dass bei einer besseren Kommunikation mit den PatientInnen, sowie bei Personen, die sich aktiv mit deren eigenen Gesundheit und Medikation beschäftigen, auch weniger Medikationsfehler auftreten. [5, 179]



Abbildung 2.23: Mit dem Medikamentendispenser Medi-7 können die Medikamente einer Kalenderwoche für Morgen, Mittag, Abend und Nacht zur Einnahme vorbereitet werden. [144]

2.2.2 Herzfrequenz und Blutdruck

Die Herzfrequenz und der Blutdruck sind zusammen mit Körpertemperatur und Atemfrequenz die vier Vitalparameter, um die Grundfunktion des menschlichen Organismus bestimmen zu können. Der Körper ist mit einem Gefäßsystem aus Arterien und Venen durchzogen, um die Zellen für deren Stoffwechsel mit Blut zu versorgen. Das darin fließende Blut transportiert Sauerstoff und Kohlendioxid, aber auch Nährstoffe (welche durch die Verdauung gewonnen werden) so-
 Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
 Erinnerungen medizinischer Ereignisse

wie Stoffwechsel- und Abfallprodukte. Es wird zwischen zwei Kreisläufen, die durch das Herz verbunden sind, unterschieden: Der *Körperkreislauf* versorgt die Zellen mit Sauerstoff und führt Kohlendioxid ab, während im *Lungenkreislauf* durch die Atmung das sauerstoffarme Blut wieder mit Sauerstoff angereichert und das Abfallprodukt Kohlendioxid ausgeworfen wird. Das Herz, ein muskulöses Hohlorgan, kümmert sich als Teil des gesamten Blutkreislaufes um die Fortbewegung des Blutes innerhalb des Gefäßsystems. In einem zweiphasigen Zyklus pumpt das Herz das Blut schubweise und synchron in Körper- und Lungenkreislauf. Während der Diastole (Entspannungsphase) füllen sich beide Kammern des Herzens mit Blut, welches in der Systole (Anspannungsphase) durch die Kontraktion des Herzmuskels in den Blutkreislauf gepumpt wird. Dieser Herzschlag kann oberflächlich an der Arterie, beispielsweise an der Innenseite des Handgelenks, gefühlt werden. Das Herz schlägt bei einem gesunden, erwachsenen Menschen etwa 70 Mal in der Minute - diese Messgröße wird Herzfrequenz bzw. Puls genannt. Bei körperlicher Anstrengung steigt dieser Wert auf bis zu 200 Schläge in der Minute - die Maximalfrequenz sinkt jedoch mit fortschreitendem Alter. Eine Analyse [216] der normalen maximalen Herzfrequenz von 18.712 Personen hat gezeigt, dass diese mit der Formel $HR_{max} = 208 - 0.7 * age$ angenähert werden kann. [74]

Ein weiterer wichtiger, messbarer Wert ist der Blutdruck. Das Blut im Blutkreislauf übt ständig Druck auf die Gefäßwand aus, auch während der Erholungsphase. In der Anspannungsphase erhöht sich dieser durch die Auswurfleistung der Herzens. Der Druck während der Erholungsphase wird diastolischer Druck, während der Anspannungsphase systolischer Druck genannt. Zusammen bilden diese den Blutdruck, welcher in Millimeter Quecksilbersäule (mmHg) angegeben wird. Diese Maßeinheit hat ihren Ursprung in einem der ersten Messgeräte des Blutdrucks, welches diesen auf einem mit Quecksilber gefüllten Röhrchen anzeigt. Obwohl heutzutage die Maßeinheiten Pascal (SI-Einheit) bzw. Bar (1 bar = 100000 Pa) für die Messung des Drucks verwendet werden, hat sich die Angabe des Blutdrucks in mmHg etabliert. Ein gesunder, erwachsener Mensch hat einen systolischen Druck von 120 mmHg und einen diastolischen Druck von 80 mmHg, welcher in der Praxis mit 120/80 abgekürzt wird. Wie in Abbildung 2.24 ersichtlich, spricht man ab einem systolischen Druck von 120 mmHg von erhöhtem Blutdruck, ab 130 mmHg von Bluthochdruck Stufe 1 und ab 140 mmHg von Bluthochdruck Stufe 2. Eine hypertensive Krise besteht ab einem Druck von 180 mmHg systolisch und/oder 120 mmHg diastolisch und kann lebensgefährliche Auswirkungen nach sich ziehen. Diese kann meist nur mehr medikamentös auf einen niedrigeren Wert gesenkt werden. [15, 38, 74]

BLOOD PRESSURE CATEGORY	SYSTOLIC mm Hg (upper number)		DIASTOLIC mm Hg (lower number)
NORMAL	LESS THAN 120	and	LESS THAN 80
ELEVATED	120 - 129	and	LESS THAN 80
HIGH BLOOD PRESSURE (HYPERTENSION) STAGE 1	130 - 139	or	80 - 89
HIGH BLOOD PRESSURE (HYPERTENSION) STAGE 2	140 OR HIGHER	or	90 OR HIGHER
HYPERTENSIVE CRISIS (consult your doctor immediately)	HIGHER THAN 180	and/or	HIGHER THAN 120

Abbildung 2.24: Kategorien des Blutdrucks. [15]

Die Statistiken der Todesursachen in Österreich für das Jahr 2017 [21] (siehe Abbildung 2.25) zeigen, dass Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems ab etwa 60 Jahren verstärkt und ab 75 Jahren die häufigsten Sterbegründe sind. Zahlreiche Studien [31], in denen gemeinsam mehr als 100.000 PatientInnen involviert waren, zeigten einen direkten Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz und Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Todesfällen in der allgemeinen Bevölkerung sowie PatientInnen mit bekannten Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Speziellen. Es konnte ebenfalls eine höhere Sterbewahrscheinlichkeit bei Herzfrequenzen > 70 Schläge/Minute festgestellt werden. Nach einem Schlaganfall, Herzinfarkt oder bekannter Gefäßerkrankung zeigte sich überdies, dass die Herzfrequenz direkt mit einem weiteren Vorfall wie z.B. Herz-Kreislauf-Stillstand, Schlaganfall oder Herzversagen korreliert. Eine weitere Meta-Analyse [134] zahlreicher Studien zeigte anhand der Daten von knapp einer Million PatientInnen im Alter von 40-89 Jahren, dass der Blutdruck stark mit den Mortalitätsraten durch Schlaganfall, Koronare Herzkrankheit (KHK) und anderen Gefäßerkrankungen in Verbindung gebracht werden kann. Bei einem Blutdruckunterschied von 20 mmHg systolisch bzw. 10 mmHg diastolisch verdoppelt sich das Risiko an einem Schlaganfall, KHK oder anderen Gefäßerkrankungen wie Herzversagen, Aortenaneurysma oder Atherosklerose zu versterben. Das Sterberisiko bei einer vorherrschenden hypertensiven Herzerkrankung steigt sogar um das Vierfache. [81]

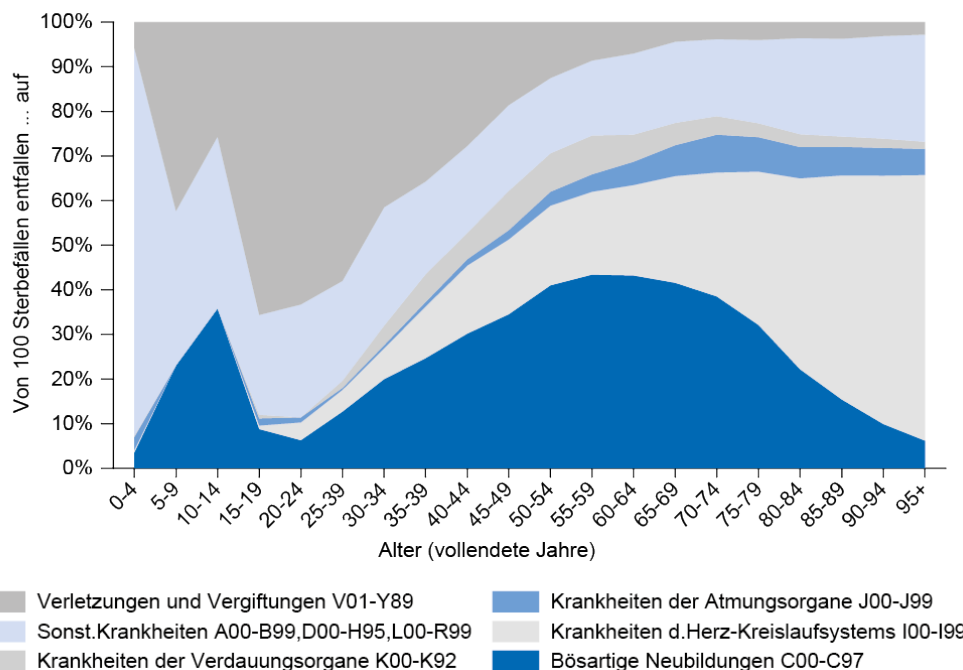


Abbildung 2.25: Prozentverteilung der Gestorbenen 2017 nach Todesursache je Altersgruppe. [21]

Mit fortschreitendem Alter, oder wenn Herzerkrankungen bekannt sind, sollten daher in regelmäßigen Abständen Herzfrequenz bzw. Blutdruck gemessen, dokumentiert sowie bei von der Norm abweichenden Werten ärztliches Personal konsolidiert werden. Da eine Fülle an automatischen und einfach zu bedienenden Geräten auf dem Markt ist, können diese Werte sehr leicht im privaten Umfeld erhoben werden. Obwohl man davon ausgeht, dass die selbst (anstatt im klinischen Umfeld) gemessenen Werte ungenauer sind, haben diese auch entscheidende Vorteile. So werden hier beispielsweise kontinuierlich Werte erhoben, wodurch tageszeitabhängige Schwankungen erkannt werden können. Zusätzlich sind die Werte meist realistischer, da durch ÄrztInnen bzw. medizinisches Personal durchgeführte Messungen oft erhöht sind („Weißkittelhypertonie“) und dadurch die Gefahr besteht, dass die PatientInnen fälschlicherweise als Hypertoniker eingestuft und therapiert werden. Herzfrequenz und Blutdruck können mit einer Reihe von verschiedenen Verfahren gemessen werden, die sich immer weiter verbessert haben. Während in früheren Jahren die Werte oft nur mit komplexen und manuellen Methoden ermittelt werden konnten, gibt es heutzutage verschiedene, vollautomatische Bestimmungsmöglichkeiten. Nachfolgend werden die bekanntes-

ten Messmethoden vorgestellt, wobei mit einigen Verfahrensweisen beide Messwerte bestimmt werden können. [177]

Palpation der Herzfrequenz

Die einfachste und schnellste Möglichkeit, die Herzfrequenz zu messen, ist mithilfe der Finger. Dazu werden der Daumen-, Zeige- und Mittelfinger auf eine Arterie (beispielsweise die Halsschlagader zwischen Halsmuskel und Luftröhre oder die Speichenarterie am daumenseitigen Handgelenk) gelegt und der Puls gefühlt. Die Anzahl der Herzschläge wird in einem bestimmten Zeitraum (z.B. 10 Sekunden) gezählt und dann auf eine Minute hochgerechnet. [74]

Auskultation der Herzfrequenz

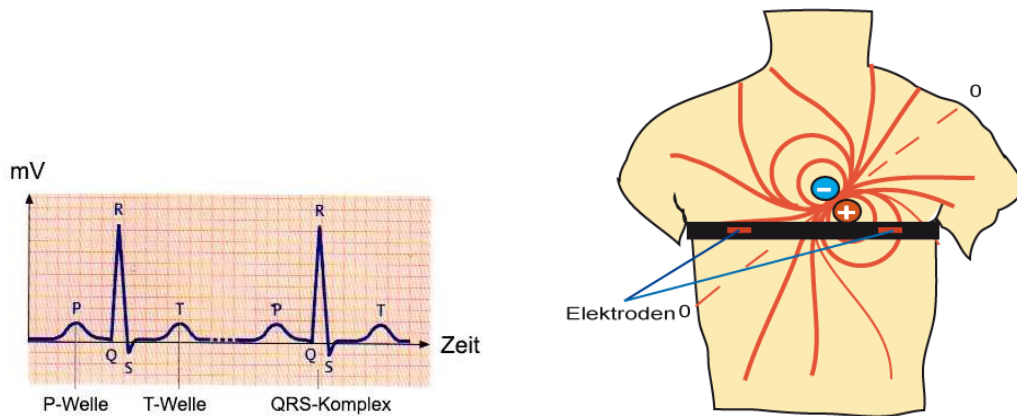
Dabei werden mittels eines Stethoskops die Herztöne direkt durch Auflegen des Bruststücks auf den Oberkörper ermittelt. Wie bei der palpatorischen Messung werden die Herzschläge für einen Zeitraum gezählt und hochgerechnet. Bei der Durchführung durch ärztliches Personal kann dieses zusätzlich spezifischere Untersuchungen am Herzen durchführen, um den Gesundheitszustand der PatientInnen zu bestimmen. [74]

Elektrokardiogramm

Während des Herzschlages gibt es zwischen den erregten und unerregten Arealen des Herzmuskels einen Spannungsunterschied von etwa 120 mV (Millivolt), welcher ein elektrisches Feld erzeugt. Dieses kann mittels Elektroden, die am Körper angebracht sind, verstärkt und gemessen werden, um den zeitlichen Verlauf des Feldes beispielsweise auf einem Bildschirm oder Papier darzustellen. Das Standard-Elektrokardiogramm (EKG), welches im ärztlichen Umfeld eingesetzt wird, benötigt 12 Elektroden - ein einfaches EKG kann jedoch auch schon mit zwei Elektroden erfasst werden. Aufgrund der verschiedenen Ableitungen (Spannungsunterschiede zwischen zwei oder mehreren Elektroden) können verschiedene Krankheitsbilder in unterschiedlichen Arealen des Herzens bestimmt werden. Für die Messung der Herzfrequenz sind jedoch nur die RR-Intervalle (Abstand zwischen zwei R-Zacken im EKG, siehe Abbildung 2.26a) relevant, welche bereits mittels einfacher Ableitung erkannt werden können. Konsumentenprodukte verwenden für die Herzfrequenzbestimmung somit meist zwei Elektroden, beispielsweise auf der Innenseite eines Brustgurtes (siehe Abbildung 2.26b) oder an den Lenkstangen eines Ergometers. Schnelle, kurze Pulsänderungen, welche auf eine Krankheit hinweisen könnten, werden von diesen Produkten jedoch meist nicht erkannt. [38, 74]

Photoplethysmographie

Bei jedem Herzschlag wird Blut in das Gefäßsystem gepumpt, wodurch sich die Arterien ausdehnen. Photoplethysmographie (PPG) ist eine optische Methode, um diese Volumenänderungen erkennen zu können. Dazu wird an der Hautoberfläche eine Lichtquelle (LED, Infrarot) angebracht. Das ausgestrahlte Licht wird von Haut, Knochen, Gewebe, aber hauptsächlich vom zirkulierenden Blut absorbiert. Aufgrund dieser Eigenschaft wird, je nachdem wie viel Blut sich in den Gefäßen befindet, das Licht verschieden stark absorbiert. Mit einem Photowiderstand, welcher entweder auf derselben (siehe Abbildung 2.27a) oder auf der gegenüberliegenden Seite angebracht ist, wird die Menge an Licht gemessen, die nicht absorbiert wurde. Jeder Herzschlag wird nun als Spitze (der Sensor registriert weniger Licht) in der Auswertung erkannt, wodurch die Herzfrequenz errechnet werden kann (siehe Abbildung 2.27b). Diese Technologie eignet sich ebenfalls zur Bestimmung der Sauerstoffsättigung des Blutes. Für die Messung des Pulses werden vor allem Sensoren, die am Ohrläppchen oder Finger angebracht werden können, verwendet. Moderne Pulsuhren und Fit-

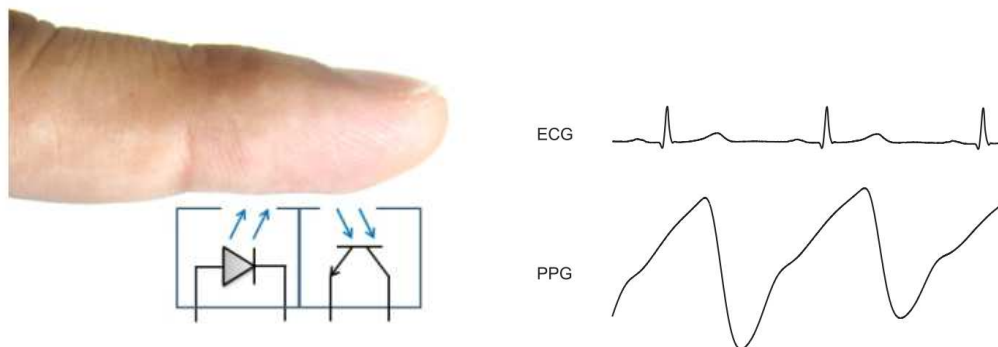


(a) Ausschnitt einer EKG-Aufzeichnung, die zwei Herzaktionen darstellt. [74]

(b) Elektrische Felder des Herzmuskels, die durch die zwei Elektroden des Brustgurtes gemessen werden. [176]

Abbildung 2.26: Bestimmung der Herzfrequenz mittels EKG.

nesstracker setzen ebenfalls auf diese Technologie, die auf der Unterseite der Uhr verbaut ist. [107, 191]



(a) Reflektive Photoplethysmographie. Die Lichtquelle (links) strahlt das Licht aus, der Photodiode (rechts) registriert das abgestrahlte Licht. [191]

(b) Die pulsierende Komponente des PPG-Signals (unten) und das dazugehörige EKG-Signal (oben). [6]

Abbildung 2.27: Optische Methode zur Bestimmung der Herzfrequenz.

Direkte Blutdruckmessung

Die direkte Blutdruckmessung (invasive blood pressure - IBP) gilt als Goldstandard zur Bestimmung des intraarteriellen Drucks, da mit diesem exaktere Werte gemessen, rasche Veränderungen erkannt und zusätzliche Informationen zwischen den Herzschlägen gewonnen werden können. Dabei wird eine Kanüle in eine Arterie, wenn möglich keine Endarterie, eingeführt und mit einem Drucksensor gekoppelt. Durch diese Vorgehensweise ist die direkte Blutdruckmessung jedoch mit Risiken (z.B. Infektionsgefahr, Blutungen etc.) verbunden und wird daher vorwiegend in klinischen Umgebungen, beispielsweise zur Langzeitüberwachung von PatientInnen oder wenn eine indirekte Messung nicht bzw. nur eingeschränkt möglich ist (z.B. schwergewichtige Person, Verbrennungen etc.), angewandt. [121, 135, 236]

Indirekte Blutdruckmessung

Bei der indirekten Blutdruckmessung (non-invasive blood pressure - NIBP) wird der Blutdruck von außen, ohne direkten Zugang zu der Arterie, gemessen. Diese Methode wird im klinischen Umfeld sowie bei den PatientInnen zuhause aufgrund der einfachen, schnellen und risikoarmen Durchführung am häufigsten zur Blutdruckbestimmung eingesetzt. Obwohl die Messmethoden sich teilweise grundlegend unterscheiden, werden für alle Methoden drei Komponenten benötigt: [236]

- eine aufblasbare Manschette, welche die Arterie an einer Extremität verschließt
- eine Methode um den Druck zu bestimmen
- eine Methode zur Erkennung des systolischen und diastolischen Blutdrucks

Bei allen Messmethoden gilt, dass die Messung nahe am Herzen durchzuführen ist, da sonst die Werte verfälscht sind - in der Literatur beziehen sich beispielsweise die Referenzwerte auf Messungen in Herzhöhe. Je weiter der Messpunkt vom Herzen entfernt ist, desto höher sind die gemessenen systolischen bzw. niedriger die diastolischen Werte. Bei den Methoden, die aufgrund des Aufbaus weiter vom Herzen entfernt sind, wird der gemessene Blutdruck algorithmisch an den Oberarm-Druck angenähert. [177]

- **Auskultation.** Die Basis dieser Methode sind die Korotkow-Geräusche, die entstehen, sobald eine Arterie teilweise abgedrückt wird. Diese können mittels Stethoskop gehört werden. Bei dieser Messmethode wird daher eine passende Druckmanschette (siehe Abbildung 2.28a) am Oberarm angelegt und aufgepumpt, bis die Arterie komplett abgedrückt ist und kein Blut mehr fließen kann. Mit der Manschette ist ebenfalls ein Messgerät verbunden, welches den aktuell auf die Arterie ausgeübten Druck anzeigt. Danach wird der Druck langsam abgelassen und mittels Stethoskop die Arterie auskultiert. Sobald die Korotkow-Geräusche zu hören sind, kann der systolische Blutdruck abgelesen werden. Der diastolische Blutdruck kann wiederum bestimmt werden, sobald die Druckmanschette die Arterie, nach weiterem Ablassen des Drucks, nicht mehr abdrückt und die Geräusche wieder verschwinden. Bei dieser Methode gilt jedoch zu beachten, dass die gemessenen Werte im Vergleich zum intraarteriellen Druck systolisch geringer bzw. diastolisch höher sind. Da die Korotkow-Geräusche durch den Herzschlag auftreten, kann ebenfalls die Herzfrequenz bestimmt werden. [37, 74, 177]
- **Oszillometrische Messmethode.** Bei dieser Messmethode werden Druckabweichungen innerhalb der Manschette gemessen, welche mit dem arteriellen Pulsschlag assoziiert werden können. Die Manschette besteht aus zwei, einander überlappenden Teilen: Der eine drückt die Arterie ab, der andere misst die arteriellen Signale. Beide Messwerte werden in einer gemeinsamen Ansicht dargestellt. Analog der auskultatorischen Messmethode wird die Manschette aufgepumpt, bis die Arterie komplett verschlossen ist und danach der Druck langsam abgelassen. Auf dem Messgerät kann nun durch heftige Bewegungen des Zeigers die obere und untere Grenze ohne Stethoskop bestimmt werden. Der eigentliche Blutdruck kann jedoch nur über empirisch abgeleitete Algorithmen angenähert werden, da die Ausschläge des Zeigers über dem systolischen Wert beginnen und auch nach dem diastolischen Wert noch messbar sind. Diese Methode wird aufgrund des Aufbaus für vollautomatische Messungen mit einer Oberarmmanschette eingesetzt und ist in vielen kommerziellen Produkten für den privaten Markt zu finden (siehe Abbildung 2.28b). Da sich der Zeiger im Rhythmus des Herzschlages bewegt kann ebenfalls die Herzfrequenz gemessen werden. Zu beachten ist

hier jedoch, dass die gemessenen Schwingungen neben dem Blutdruck von weiteren Faktoren wie der arteriellen Gefäßsteifigkeit abhängig sind und die Messwerte somit verfälscht sein können. [37, 164, 177]

- **Palpatorisch.** Der Aufbau dieser Methode ist mit der auskultatorischen Methode vergleichbar, es wird jedoch kein Stethoskop verwendet. Die Manschette wird soweit aufgepumpt, bis die Arterie komplett verschlossen ist und langsam der Druck abgelassen. Währenddessen wird der Speichenpuls am Handgelenk daumenseitig gemessen. Sobald dieser wieder fühlbar ist, kann der systolische Messwert von der Anzeige abgelesen werden. Der diastolische Wert kann jedoch nicht gemessen werden, daher wird diese Methode meist in speziellen Situationen wie beispielsweise lauten Umgebungen, übergewichtigen PatientInnen oder zur Ersteinschätzung angewendet. [177]
- **Ultraschall.** Bei dieser Technik wird ein Ultraschallsensor über der Arterie und unter der Manschette angebracht. Während die Manschette aufgepumpt wird, bewirkt die Bewegung der Arterienwand beim systolischen Druck eine Doppler-Phasenverschiebung in der Ultraschallmessung. Der diastolische Wert wird gemessen, sobald sich die arteriellen Bewegungen verringern. [164, 177]
- **Tonometrisch.** Bei dieser Methode wird die physiologische Eigenschaft genutzt, dass sich der Pulsschlag einer Arterie, die teilweise komprimiert bzw. gegen einen Knochen gedrückt wird, proportional zum intraarteriellen Blutdruck verhält. Da die radiale Arterie direkt über dem Speichenknochen verläuft, kann somit der Blutdruck am Handgelenk gemessen werden. Diese Technik wird bei vollautomatischen Blutdruckmessgeräten, welche direkt am Handgelenk angebracht werden können, eingesetzt (siehe Abbildung 2.28c). Damit das Ergebnis nicht verfälscht wird, muss das Handgelenk während der Messung auf Höhe des Herzens positioniert sein. [159, 164, 177]
- **Messmethode nach Peñáz.** Bei dieser Methode wird der Person eine Fingermanschette angelegt, die zusätzlich den Finger mit einer LED durchleuchtet und auf der gegenüberliegenden Seite mittels eines Detektors das absorbierte Licht misst. Bei der Systole ist der Druck innerhalb der Fingerarterie größer, sodass sich in dieser auch mehr Blut befindet. Aufgrund der absorbierenden Eigenschaft des Blutes können somit Volumenänderungen erkannt werden. Basierend auf den Messwerten wird nun mittels Fingermanschette der Druck in der Arterie ständig ausgeglichen - man spricht von einer Gefäßentlastungstechnik. Die Druckschwankungen, die von außen auf den Finger ausgeübt werden, korrelieren mit dem intraarteriellen Druck. [35, 164, 177]



(a) Blutdruckmanschette mit angeschlossenem Aneroidbarometer. [90]



(b) Automatisches Blutdruckmessgerät mit Oberarmmanschette unter Verwendung der tonometrischen Messmethode. [90]



(c) Automatisches Blutdruckmessgerät am Handgelenk unter Verwendung von Tonometrie. [90]

Abbildung 2.28: Verschiedene Modelle zur Bestimmung von Blutdruck bzw. Herzfrequenz.

2.2.3 Blutzucker

Der menschliche Körper benötigt Energie, um seine Organ- und die damit verbundenen Lebensfunktionen aufrecht zu erhalten. Der benötigte Energiebedarf teilt sich in Grundumsatz (lebensnotwendige Funktionen wie z.B. Atmung, Herzschlag bei körperlicher Ruhe) und Arbeitsumsatz (zusätzliche physische Arbeit) auf. Die dafür benötigte Energie wird primär durch Nahrung bzw. den darin enthaltenen Nährstoffen aufgenommen [178]. Eine ausgewogene Ernährung besteht neben Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten (Makronährstoffen) ebenfalls aus Vitaminen, Mineralstoffen, Spurenelementen, Wasser und Ballaststoffen. Bei der Aufnahme der Nahrung wird diese im Verdauungstrakt zerkleinert, in resorbierbare chemische Verbindungen zerlegt und über die Schleimhaut des Magen-Darm-Trakts aufgenommen. Die energiereichen Verbindungen wie beispielsweise Glukose, Amino- oder Fettsäuren, die ins Blut übergetreten sind, werden schlussendlich nach der Reinigung durch die Leber zu den Körperzellen transportiert. Der Anteil der Glukose im Blut wird im Allgemeinen als Blutzucker bezeichnet. Die aufgenommenen Nährstoffe können unterschiedlich schnell zerlegt werden, wobei der Körper die Energie aus Kohlenhydraten (Zucker) am einfachsten verwerten kann. Einfach- bzw. Zweifachzucker, wie beispielsweise Traubenzucker, Milchzucker (Laktose) oder handelsüblicher Rohr- oder Rübenzucker, kann, im Gegensatz zu Mehrfachzucker (z.B. Stärke aus pflanzlichen Produkten oder Vollkorn) oder Proteinen, schnell umgewandelt werden. Der Konsum von Traubenzucker lässt daher beispielsweise den Blutzuckerspiegel im Blut sehr schnell ansteigen. Damit dieser reguliert werden kann produziert die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) die Hormone *Insulin* zur Speicherung der Energie in Glykogen und Fett, *Glukagon* zum Abbau der Energiereserven bei Hunger oder Stress sowie *Somatostatin* zur Hemmung von Insulin und Glukagon. Der Blutzuckerspiegel kann in Milligramm pro Deziliter (mg/dl) oder Millimol pro Liter (mmol/l) angegeben werden, wobei in Österreich hauptsächlich die erste Maßeinheit verwendet wird. Ein gesunder, erwachsener Mensch hat einen Nüchternblutzucker (seit mehr als 8 Stunden keine Nahrungsaufnahme) von < 110 mg/dl bzw. zwei Stunden nach der Essensaufnahme einen Wert < 140 mg/dl [14]. Befinden sich die Werte außerhalb des Normbereichs, müssen weitere Untersuchungen zur Erforschung der Ursache durchgeführt werden. [74, 245]

Wenn die selbstständige Regulierung des Blutzuckerhaushaltes nicht bzw. nur mehr eingeschränkt möglich ist, spricht man von der Stoffwechselerkrankung *Diabetes mellitus* (Zuckerkrankheit). Die bekanntesten Formen sind Typ-1, Typ-2 und Gestationsdiabetes. *Typ-1* wird durch einen absoluten Insulinmangel ausgelöst, welcher meist durch eine Autoimmunerkrankung, die die insulinproduzierenden Zellen zerstört, aber auch durch die Entfernung der Bauchspeicheldrüse bedingt ist. In der Regel manifestiert sich dieser schon im Kindesalter und muss lebenslang mit der Substitution von Insulin behandelt werden. Während Typ-1 nur etwa 5% aller Diabeteserkrankungen ausmacht, leiden ca. 90% der DiabetespatientInnen an *Typ-2*, welcher meist erst im höheren Lebensalter (> 35 Jahre) auftritt [157]. Dieser äußert sich in einer Insulinresistenz des peripheren Gewebes, sodass das Hormon nicht mehr ausreichend den Abbau von Glukogen anregen kann. In der ersten Stufe des vierstufigen Therapieplans [47] wird versucht durch Änderung des Lebensstils (Ernährungstherapie, körperliche Aktivität, Raucherentwöhnung) eine Verbesserung herbeizuführen. Erst wenn dieses Ziel nicht erreicht werden kann wird *Typ-2* mit Medikamenten, Insulin oder eine Kombinationstherapie behandelt. Der *Gestationsdiabetes* hingegen tritt während der Schwangerschaft auf und führt zu einer Insulinresistenz, wobei sich dieser in 90% der Fälle nach der Entbindung wieder zurückbildet. Jedoch besteht bei diesen Frauen ein erhöhtes Risiko im höheren Lebensalter an *Typ-2* zu erkranken. [74, 82, 186]

Alle Typen des Diabetes mellitus führen aufgrund der verringerten Aufnahme von Glukose zu einem erhöhten Blutzuckerspiegel, der nicht in normaler Zeit bzw. nicht auf herkömmlichem Weg abgebaut werden kann. Ein unkontrollierter Krankheitsverlauf kann weitreichende Folgeerscheinungen wie Fettablagerungen an den Gefäßwänden, Durchblutungsstörungen, Übersäuerung des

Blutes und chronischen Wunden am Fuß (Diabetisches Fußsyndrom, welches zur Amputation des Fußes führen kann) nach sich ziehen. Weltweit gesehen sind im Jahr 2017 etwa 415 Millionen Menschen an Diabetes erkrankt, davon rund 6 Millionen in Europa bzw. etwa eine halbe bis drei Viertel Million in Österreich. Schätzungen zufolge ist die Anzahl der Erkrankten seit dem Jahr 2000 weltweit um fast das Dreifache gestiegen, für 2040 wird eine Anzahl von 642 Personen prognostiziert (siehe Abbildung 2.29). Zusätzlich wissen Schätzungen zufolge 2-3% der österreichischen Bevölkerung nicht, dass sie an Diabetes mellitus erkrankt sind. [7, 194]

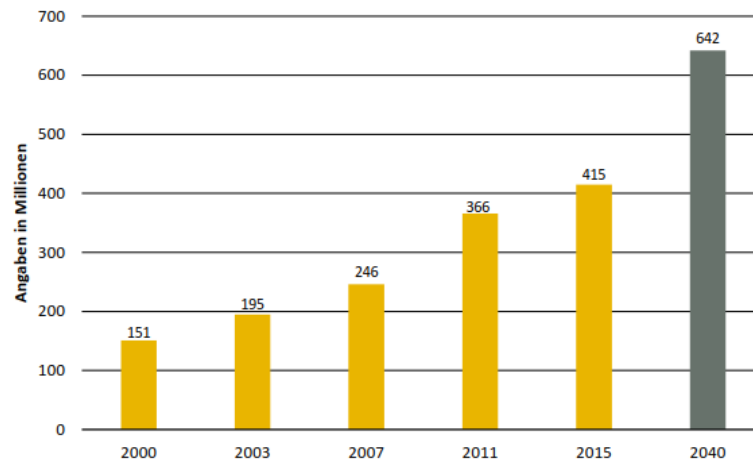


Abbildung 2.29: Weltweit an Diabetes mellitus erkrankte Personen zwischen 20 und 79 Jahren nach Schätzungen der International Diabetes Federation (IDF). [47]

Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass durch die regelmäßige selbstständige Kontrolle des Blutzuckerspiegels dieser deutlich gesenkt, sowie auch die Gefahr einer Unterzuckerung verringert werden kann. Es konnte ebenfalls eine rückläufige Sterbe- und Erkrankungsrate durch die Normalisierung der Werte festgestellt werden. Neben der Bestimmung durch ein Labor mittels Blut oder Urin (erst ab einem bestimmten Blutzuckerwert möglich) haben sich folgende Methoden etabliert, die jeweils durch die untersuchten Proben unterschieden werden. [166, 219]

Kapillarblut

Hierbei wird Blut an einer gut durchbluteten Körperstelle (z.B. Fingerkuppe, Ohrläppchen) durch eine Punktion mit einer Stechhilfe (z.B. Lanzette) gewonnen. Im Vergleich zu venösem Blut ist bei Kapillarblut der Stoffaustausch mit dem umliegenden Gewebe noch nicht vollständig durchgeführt, wodurch Informationen über die Stoffwechselprozesse gewonnen werden können. Für die *photometrische* sowie *amperometrische* Messmethode wird dazu ein Tropfen des entnommenen Blutes auf einen Teststreifen aufgebracht. Dieser beinhaltet getrocknete Enzyme, die mit der Glucose im Blut reagieren. Bei der *photometrischen Methode* tritt dabei eine Verfärbung des Teststreifens auf, welche früher zur Bestimmung des Glucoseanteils mit Farbwerten auf einer Referenzgrafik verglichen wurden. Bei modernen Messgeräten findet dieser Abgleich elektronisch mittels Analyse der charakteristischen Lichtabsorption statt. Der Teststreifen der *amperometrischen Methode* setzt hingegen Elektronen frei, wodurch das Messgerät den Blutzuckerspiegel durch Messung des Widerstandes bestimmen kann (siehe Abbildung 2.30). Die amperometrische Methode mit Teststreifen wird primär in Geräten zur Selbstmessung eingesetzt. Es gibt ebenfalls schon Versuche, das Blut mittels Mikronadeln [201] (175 µm Durchmesser) zu entnehmen. Aufgrund der geringen Größe ist die Einstichstelle kaum spürbar. Mittels dielektrischer Spektroskopie wurde ebenfalls versucht, den Blutzuckerspiegel nicht-invasiv im Kapillarblut zu bestimmen. Aufgrund des Verfahrens wäre eine kontinuierliche Messung möglich. Da die Methode jedoch teilweise Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

starke Messfehler aufweist und die Firma insolvent geworden ist, wurde dieser Ansatz wieder verworfen. [74, 166, 219]



Abbildung 2.30: Messung des Blutzuckerspiegels im Kapillarblut mittels Messstreifen. [90]

Extrazellulärflüssigkeit

Als Extrazellulärraum wird das Volumen außerhalb der Zellen bezeichnet. Etwa ein Drittel der gesamten Körperflüssigkeit entfallen auf den Extrazellulärraum, die anderen zwei Drittel auf den Intrazellulärraum. In der extrazellulären Flüssigkeit, die sich größtenteils in den Spalträumen zwischen den Zellen befindet (interstitielle Flüssigkeit), sind unter anderem Natrium, Chlorid, Kalium, Kalzium, Magnesium und Bikarbonat gelöst. Glukose wird nun in einem schnellen Wechsel zwischen Blut und den Körperzellen über die Extrazellulärflüssigkeit ausgetauscht. Es gibt jedoch eine Verzögerung zwischen der Glukose-Konzentration im Blut und in der Extrazellulärflüssigkeit, welche im Durchschnitt 6,7 Minuten ($\pm 5,1$) beträgt [40]. Es kommt jedoch vor, dass bei einem sinkenden Blutglukosespiegel die Konzentration in der extrazellulären Flüssigkeit zuerst abnimmt, wodurch diese Werte als Frühwarnsystem für eine Unterzuckerung herangezogen werden könnten. [74, 166, 219]

Zur Feststellung des Blutzuckerspiegels mittels Extrazellulärflüssigkeit gibt es optische, transdermale und subkutane Methoden, wobei die ersten zwei ohne invasiven Eingriff durchgeführt werden können.

- **Optische Methoden** nutzen unterschiedliche Eigenschaften von variablen Lichtfrequenzen aus, welche mit den Glukosemolekülen interagieren, um Rückschlüsse auf den Blutzucker ziehen zu können. Diese Messungen werden vorwiegend an gut durchbluteten Stellen der Haut wie etwa am Ohrläppchen oder dem Oberarm durchgeführt. Es gibt vielzählige, unterschiedliche Methoden zur optischen Bestimmung, wie beispielsweise Infrarotspektroskopie, Raman-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Photoakustische Spektroskopie oder Polarimetrie. [166, 219, 224]
- **Transdermale Methoden** benötigen direkten Kontakt zur Haut, um die Extrazellulärflüssigkeit analysieren zu können. Bei der inversen Iontophorese wird dafür etwa ein schwacher Strom mittels zwei Elektroden angewandt, um neutrale Moleküle, welche Glukose beinhalten, zu extrahieren. Bei der Sonophorese wird wiederum mittels Ultraschall die Durchlässigkeit der Haut erhöht, um durch Anbringen eines Vakuums Extrazellulärflüssigkeit zu

gewinnen. Durch den Einsatz eines Lasers kann hingegen versucht werden, Mikroporen an der Hautoberfläche zu erzeugen, um ebenfalls mittels Vakuum die Flüssigkeit zu extrahieren. [166, 219, 224]

- **Subkutane Methoden** messen den Blutzuckerwert unter der Haut und sind daher mit einem (meist minimalen) invasiven Eingriff verbunden. Glucose und Sauerstoff produziert mittels des Glucose-Oxidase Enzyms Gluconolacton und Wasserstoff-Peroxid. Die Konzentration des Peroxids, welches in direkter Relation zum Glucosegehalt im Blut steht, kann wiederum durch Amperometrie gemessen werden. Aktuell gibt es nach Oliver et al. [166] vorwiegend für diese Messmethode kommerzielle Produkte. Diese verwenden beispielsweise eine flexible Mikronadel, um Flüssigkeit zur weiteren, kontinuierlichen Analyse in einer externen Einheit zu extrahieren. Im FreeStyle Libre System [49] der Firma Abbott können dann beispielsweise die Messwerte drahtlos abgefragt werden (siehe Abbildung 2.31a), wohingegen das Continuous Glucose-Monitoring System (CGMS) [64] von Medtronic eine direkte Koppelung zu einer Insulinpumpe anbietet, welche anhand des gemessenen Wertes die korrekte Dosis injiziert (siehe Abbildung 2.31b). Die Mikrodialyse hingegen verwendet eine subkutan platzierte, dünne, hohle Mikrodialyse-Faser, welche mit einer isotonischen Flüssigkeit gefüllt ist, wodurch die Glukose aus der Extrazellulärflüssigkeit diffundiert und in das extern befindliche Messgerät gepumpt werden kann. [219, 224]



(a) Die Werte des extern angebrachten Messgerätes können drahtlos ausgelesen werden. [49]



(b) Das System von Medtronic. Der Sensor (links) misst kontinuierlich den Blutzucker und sendet die Werte an die Insulinpumpe (rechts). [64]

Abbildung 2.31: Kommerzielle Produkte zur subkutanen Messung des Blutzuckerspiegels

2.3 Erinnerungen

Die meisten Menschen benutzen in ihrem Alltag Strategien, um sich beispielsweise an Termine wie Besprechungen, Veranstaltungen oder ärztliche Besuche, aber auch an gezielte Tätigkeiten wie das Mitnehmen von Gegenständen (Schlüssel, Briefftasche), Hausarbeiten, Zahlen von Rechnungen oder die Einnahme von Medikamenten zu erinnern. Diese Methoden können nach McGee-Lennon et al. [149] in *papier-basierte* (Kalender, Tagebücher, Haftnotizen), *technische/spezialisierte* (Smartphones, Eieruhren, Medikamentendispenser), *zeitliche* (Integration in Routinen, Stichwörter in Radiosendungen), *menschliche* (Anrufe von Freunden/Familie) und *materielle* (markante Gegenstände an zentralen Stellen platzieren, z.B. leere Medikamentenverpackung in Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

der Nähe des Fernseher) Methoden eingeteilt werden. Es ist ebenfalls davon auszugehen, dass für große Teile der älteren Bevölkerung diese Strategien eine wichtige Rolle zur Bewältigung und Strukturierung ihres Tagesablaufes spielen, da das Altern (auch ohne mögliche Erkrankungen) mit einer allmählichen Abnahme der allgemeinen Leistungsfähigkeit einhergeht. [9, 36, 147]

2.3.1 Sinneswahrnehmung im Alter

Zur Erinnerung an Ereignisse adressieren technische Systeme meist vier der fünf Sinne der menschlichen Wahrnehmung: hören, sehen, tasten und riechen. Durch das Altern, ein natürlicher und höchst individueller Prozess, der mit dem Leben verbunden ist, nimmt auch die Funktionsfähigkeit der einzelnen Sinne ab. Die Statistik zu „Menschen mit Beeinträchtigung“ zeigt etwa, dass (trotz rückläufiger Zahlen) im Jahr 2015 etwa ein Drittel der österreichischen Bevölkerung ab 60 Jahren dauerhafte Beeinträchtigungen hat - mehr als ein Sechstel muss sogar mit mehrfachen Einschränkungen leben. In diesem Kapitel werden die einzelnen Sinne sowie deren mögliche Beeinträchtigungen im Alter beschrieben. [23, 36]

Auditive Wahrnehmung

Das Gehörorgan dient im Allgemeinen zur Registrierung von Schwingungen wie Töne, Geräusche und Sprache. Die Schallwellen werden durch die Ohrmuschel und den äußeren Gehörgang zum Trommelfell transportiert, welches die Schwingungen in Bewegung umwandelt. Diese erzeugt mithilfe der Gehörknöchelchen des Mittelohrs (Hammer, Amboss und Steigbügel) fortlaufende Druckwellen in der mit Flüssigkeit gefüllten Gehörschnecke des Innenohrs. Diese ist mit Härchen überzogen, welche die Reize über Sinneszellen an das Gehirn weiterleiten. An der engen Schneckenbasis können hohe, an der breiteren Schneckenspitze tiefe Frequenzen registriert werden. Allgemein kann man sagen, dass Frequenzen zwischen 20 Hertz (Hz) und 16 Kilohertz (kHz) die Härchen des Innenohrs erregen. Die Schwingungen müssen zusätzlich einen Mindestschalldruck (gemessen in Dezibel) aufweisen, um wahrgenommen zu werden. Im Alter kommt es jedoch durch degenerative Veränderungen im Innenohr und in den zentralnervösen Strukturen zu einer Verschlechterung des Gehörs. Man spricht von der (Alters-)Schwerhörigkeit bzw. Presbyakusis. Die immer noch gültigen Altersnormkurven (siehe Abbildung 2.32) von Spoor [204] aus dem Jahre 1967 zeigen diesen Hörverlust im fortschreitenden Alter. Hier sieht man deutlich, dass der Verlust bei hohen Frequenzen am größten ist, während niedrige Frequenzen auch im hohen Alter (vergleichsweise) sehr gut wahrgenommen werden können. Da die menschliche Sprache im Frequenzbereich von 250 Hz bis 7 kHz stattfindet, leiden Personen mit Hörminderung daher an Beeinträchtigungen der Kommunikationsfähigkeit und der sozialen Teilhabe. Zudem kann es zu Problemen mit akustischen Warnsignalen elektrischer Hausgeräte kommen, wie Kurakata et al. [129, 130] zeigten. Da viele Geräte Signaltöne im Bereich von 4 kHz verwenden (siehe Abbildung 2.33) sind diese beispielsweise für ältere Personen nicht oder nur schlecht hörbar. [74, 111, 182]

Visuelle Wahrnehmung

Die Augen werden als das wichtigsten Sinnesorgane empfunden, da der Mensch die meisten Informationen zu seiner Umwelt durch diese erhält. Lichtstrahlen werden durch Bindehaut, Hornhaut, Pupille und Glaskörper auf die Netzhaut transportiert, auf welcher etwa 120 Millionen Stäbchen (Hell-Dunkel-Sehen) und 6 Millionen Zapfen (Farbsehen) diese in Signale umwandeln. Im Alter verfestigt sich jedoch die Augenlinse, welche für die Fokussierung des einfallenden Lichtes auf die Netzhaut (Akkommodation) zuständig ist, sodass es zur Altersweitsichtigkeit (Presbyopie) kommen kann. Während Kinder eine Akkommodationsbreite von etwa 12 Dioptrie (Breckkraft) haben, sinkt diese bei Personen ab 60 Jahren auf etwa 1 Dioptrie ab [93]. Die minimale Sehweite steigt somit von unter 10 cm auf über 70 cm. Dieser Altersweitsichtigkeit kann man jedoch sehr

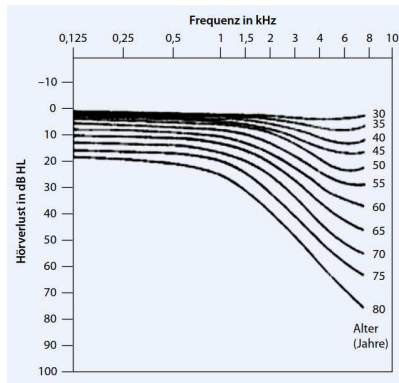


Abb. 2.32: Die Altersnormkurven nach Spoer zeigen das Verhältnis zwischen Hörpegel und Frequenz für verschiedene (männliche) Altersgruppen. [111, 204]

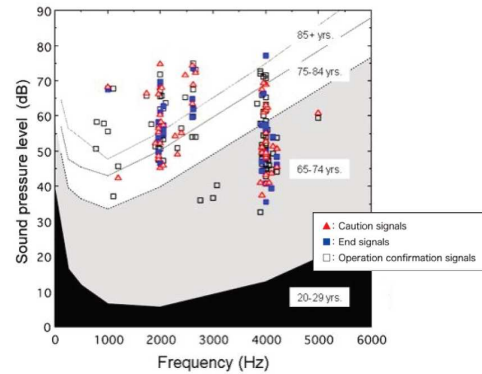


Abb. 2.33: Hörschwellen nach Altersgruppen und Signaltöne (Warnung, Ende, Bestätigung) verschiedener elektronischer Produkte aus Japan. [129, 130]

gut mit Augentraining zu Beginn und in weiterer Folge mit Lese- und Gleitsichtbrillen oder einer Augenzug-Operation entgegenwirken. [74, 131]

Im Alter können noch weitere Augenerkrankungen auftreten, wobei Katarakt, Altersbezogene Makuladegeneration, Glaukom und Diabetische Retinopathie zu den häufigsten zählen: [3, 131]

- **Katarakt (Grauer Star).** Bei dieser Augenerkrankung handelt es sich um eine Trübung der Augenlinse, welche von PatientInnen als „grauer Vorhang“ (siehe Abbildung 2.34b) empfunden wird. 90% der Katarakte sind altersbedingt, etwa 5% der 70- und 10% der 80-jährigen leiden an dieser Erkrankung.
- **Altersbezogene Makuladegeneration (AMD).** Hier werden Nervenzellen im Bereich der Makula („gelber Fleck“), an welchem die meisten Sehzellen vorhanden sind, zerstört (siehe Abbildung 2.34c). Etwa 11 - 18,5% der Personen über 85 Jahren erkranken an dieser. Die AMD ist ebenfalls die häufigste Ursache für Neuerblindungen bei Personen über 65 Jahren.
- **Glaukom (Grüner Star).** Beim Glaukom handelt es sich um diverse Augenerkrankungen, die meist im Zusammenhang mit dem Augeninnendruck stehen und einen Verlust von Nervenzellen verursachen (siehe Abbildung 2.34d).
- **Diabetische Retinopathie.** Bei Diabetikern können dauerhaft erhöhte Blutzuckerwerte zu Ablagerungen von Fett- und Eiweißstoffen in den Gefäßwänden des Auges führen, die sich durch Gesichtsfeldausfälle bemerkbar machen (siehe Abbildung 2.34e). Bei etwa 90% der Diabetiker tritt nach 20 Jahren diese Erkrankung auf.

Taktile Wahrnehmung

Die Haut ist das größte Sinnesorgan des menschlichen Körpers. Unzählige Rezeptoren geben Auskunft über Berührung, Druck, Schmerz und Temperatur, um beispielsweise vor Änderungen in der Umgebung zu warnen. Diese sind wiederum mittels Nervenzellen über das Rückenmark zur weiteren Verarbeitung mit dem Gehirn verbunden. Da es im Alter zu einer Degeneration des zentralen und peripheren Nervensystems kommt, werden die von den Rezeptoren registrierten Signale



Abbildung 2.34: Diverse Augenerkrankungen, die im Alter auftreten können, und wie sie von den betroffenen Personen wahrgenommen werden. [3]

langsamer bzw. mit geringerer Intensität an das Gehirn übertragen und dort verlangsamt verarbeitet. Dies geht insgesamt mit einer erhöhten Reizschwelle einher, die bei leichten Berührungen, Schmerzen, Temperatur- und Vibrationsempfinden nachgewiesen werden konnte. Zusätzlich verschlechtert sich die Genauigkeit, mit der der Ursprung eines Reizes bestimmt werden kann. [62, 74, 240]

Olfaktorische Wahrnehmung

Der Geruchssinn spielt neben dem Seh- und Hörsinn eine eher untergeordnete Rolle, obwohl dieser den Menschen unterbewusst stark beeinflusst. Gerüche können beispielsweise Auswirkungen auf Stimmung und Emotionen haben oder das Sozialverhalten beeinflussen. Auch weitere Körperfunktionen wie die Speichelproduktion, aber auch Übelkeit und Brechreiz können durch bestimmte Duftstoffe ausgelöst werden. Dadurch wird die Nahrung, die der Mensch zu sich nehmen möchte, oberflächlich auf deren Genießbarkeit überprüft, bevor diese die Geschmackszellen der Zunge erreicht. Der Geruchssinn dient letztendlich auch als Warnsystem für Feuer, gefährliche Dämpfe (z.B. Gasvergiftung) und verschmutzte Umgebungen. Die Gerüche werden von etwa 10 Millionen Riechzellen auf einer 2-3 cm² großen Fläche (Riechschleimhaut) im Bereich der oberen Nasenmuschel registriert. [74]

Im Alter nimmt sowohl die Anzahl der Sinneszellen sowie der Nervenfasern ab. Obwohl der Mensch absterbende Zellen ersetzen kann, verlangsamt sich dieser Prozess ebenfalls. Zusätzlich reagiert das im Gehirn zuständige Areal langsamer auf die Impulse der Rezeptoren. Es wurde gezeigt, dass sich die olfaktorische Wahrnehmung, unter anderem die Fähigkeit Gerüche voneinander zu unterscheiden, ab dem 70. Lebensjahr merkbar verschlechtert. Bei 50% der Personen im Alter zwischen 65-80 und 75% ab 80 Jahren wurden sogar gravierende Einschränkungen festgestellt

(50% litten etwa an einem kompletten Verlust des Geruchssinns) [65]. Da die Wahrnehmung von Gerüchen stark mit dem des Geschmackes verbunden ist, können diese Einschränkungen auch als schwindende gustatorische Wahrnehmung empfunden werden. Daher ist es nachvollziehbar, dass ältere Menschen oft an Appetitlosigkeit und in weiterer Folge an Gewichtsverlust, Mangelernährung und Immunschwäche leiden. Die Verschlechterung des Geruchssinns kann ebenfalls in mangelnder Körperhygiene und somit sozialer Isolation sowie fehlender Wahrnehmung von gefährlichen Situationen resultieren [210]. [39, 154]

2.3.2 Erinnerungsmodalitäten

Wie in Kapitel 2.3.1 erläutert leiden viele ältere Personen an einer oder sogar mehreren (sensorischen) Beeinträchtigungen. Daher ist es ein wesentlicher Punkt, Benachrichtigungen in verschiedenartigen Modalitäten anzubieten. Grundsätzlich gilt jedoch, dass solche Systeme hochgradig personalisierbar sein sollten, um den Bedürfnissen der BenutzerInnen zu entsprechen. Warnock et al. [237] folgerten etwa aus deren Studie, dass es keine Modalität gibt, die am besten geeignet ist. Eine oder mehrere Erinnerungsmodalitäten sollten abhängig von der Situation, wie beispielsweise Beeinträchtigungen und persönliche Vorlieben der BenutzerInnen, deren soziale Umfeld sowie Komplexität und Wichtigkeit der Nachricht gewählt werden. Sie bemerkten ebenfalls, dass Personen oft die Erinnerungsmodalität wählen, mit denen sie Probleme haben, solange diese angepasst werden können. Dies bedeutet beispielsweise, dass eine schwerhörige Person gerne auditiv erinnert werden möchte, wenn die Lautstärke entsprechend erhöht werden kann. [147]

Es muss auch beachtet werden, dass der Kontext einer Umgebung nur selten konstant bleibt. Die Wohnung einer Person kann zwar primär als privates Umfeld betrachtet werden, wird jedoch halböffentlich, sobald beispielsweise nahestehende Personen wie Familienmitglieder zu Besuch sind. Die selbe Umgebung muss wiederum als öffentlich angesehen werden, wenn etwa Besucher wie Bekannte, nebenan Wohnende oder Arbeitskräfte anwesend sind. Somit muss auch beachtet werden, welche Art von Informationen den Anwesenden angezeigt werden können. Während beispielsweise der Ausgang eines Spieles oder Erinnerungen an eine Veranstaltung als eher unkritisch anzusehen sind, ist die Einnahme von Medikamenten für bestimmte Krankheiten hingegen höchst sensibel. Der physische Kontext der Umgebung kann sich ebenfalls ändern, sodass etwa bei lauten Hintergrundgeräuschen auditive Erinnerungen schlechter wahrzunehmen sind und daher zusätzlich visuell unterstützt werden sollten. [36, 149]

Die „Multiple Resource Theory“ von Wickens [239] spricht sich ebenfalls für multimodale Erinnerungsstrategien aus. Diese besagt, dass jeder Sinn bestimmte Kapazitäten an Aufmerksamkeitsressourcen besitzt. Informationen können daher eher bzw. besser von einem Sinn verarbeitet werden, der nicht ausgelastet ist. In kognitiv anspruchsvollen Situationen kann dies ebenfalls dazu führen, dass Erinnerungen mit unterschiedlichen Modalitäten besser verarbeitet werden können, da die gesamte kognitive Belastung verringert wird. Die Idee des „Visual Information-Seeking Mantra“ von Shneiderman [199] kann ebenfalls durch multimodale Techniken unterstützt werden. Die Methode besagt, dass große Datenmengen zuerst in einer Übersicht visualisiert werden sollen, von der aus Details abgefragt werden können. So könnte nun beispielsweise die BenutzerInnen mittels auditivem Signal benachrichtigt werden, um sich die Details der Erinnerung an einem Bildschirm anzeigen zu lassen. [36]

Letztendlich ist es auch wichtig, dass die Modalität sowie dessen Ausprägung die Dringlichkeit einer Erinnerung transportiert. Die BenutzerInnen können so selbstständig entscheiden, wie sie mit einer Erinnerung umgehen. Dadurch kann ebenfalls einer Überladung entgegengewirkt werden, welche zu ignorierten Erinnerungen oder deaktivierten Systemen führen kann. [147]

Die einzelnen Benachrichtigungsmodalitäten können jeweils die auditive, visuelle, taktile oder olfaktorische Wahrnehmung adressieren. Jede Modalität besitzt unterschiedliche Eigenschaften, wie Informationen an die BenutzerInnen übermittelt werden können.

Auditive Benachrichtigung

Anfangen von einfachen Signaltönen wie beispielsweise von Weckern, Alarmen oder Smartphone-Mitteilungen bis zu inhaltsreichen gesprochenen Anleitungen von sprachgesteuerten Assistenten werden auditive Benachrichtigungen heutzutage schon vielseitig eingesetzt. Im Gegensatz zu visuellen Mitteilungen werden diese auch wahrgenommen, wenn die BenutzerInnen mit einer anderen Tätigkeit beschäftigt sind. Darüber hinaus wird die Effektivität nicht eingeschränkt, wenn sich die EmpfängerInnen nicht unmittelbar in der Nähe der Signalquelle befinden. Akustische Erinnerungen werden in gesprochene und nicht-gesprochene Signale unterteilt. Gesprochene Texte können dazu verwendet werden, Information mit hoher Dichte zu transportieren, während die BenutzerInnen eine emotionale Verbindung zu der Stimme aufbauen können. Mithilfe von Lautstärke, Tonlage, Betonung und Geschwindigkeit können Zusatzinformationen übertragen werden. In der Kategorie der nicht-gesprochenen Signale haben sich dagegen neben einfachen „Piep-Tönen“ Methoden wie Earcons, Auditory Icons oder Musicons etabliert. [36, 146, 149]

- **Earcons** sind abstrakte, synthetische Töne oder Tonreihen, welche die BenutzerInnen mit einem Ereignis in Verbindung setzen müssen. Diese können sich in Tonhöhe, Klangfarbe, Intensität, Rhythmus und Dauer unterscheiden, um eine passende Repräsentation für das zu vermittelnde Ereignis darzustellen. Beispielsweise kann eine Sequenz von Klaviernoten daran erinnern, den Backofen vorzuheizen. [32, 44]
- **Auditory Icons** sind alltägliche, natürliche Geräusche, die dadurch eine intuitive Verknüpfung zu den Ereignissen zulassen. Mithilfe des Geräusches soll eine metaphorische Verbindung aufgebaut werden können. So kann beispielsweise das Schütteln einer Medikamentenverpackung an die Einnahme dieser erinnern. Ein Auditory Icon kann zusätzlich multidimensionale Informationen beinhalten. Wenn etwa eine Tür zugeworfen wird, können die BenutzerInnen von dem Geräusch auf Größe bzw. Material der Tür, die Kraft die angewendet wurde oder die Größe des Raumes schließen. [36, 41, 149]
- **Musicons** sind kurze, instrumentale Musikstücke, die kontext-abhängige Erinnerungen hervorrufen, wodurch wiederum Informationen dargestellt werden können. Musik ist ein starker Stimulus für das Gehirn, welche beim Hören starke Assoziationen zu dem originalen Ereignis herstellen kann. Schellenberg et al. zeigten beispielsweise, dass Personen mittels Bruchstücken aktuell populärer Musikstücke (100 bis 200 Millisekunden) auf den Songtitel schließen können. Musicons sollten daher lang genug sein, damit die BenutzerInnen die damit verbundene Information erkennen können, aber so kurz, dass es nicht wie ein Ausschnitt des eigentlichen Musikstückes ohne Kontext klingt. McGee-Lennon et al. verwendeten dazu in ihrem Versuch Musikausschnitte mit einer Länge von 500 Millisekunden um an die Medikamenteneinnahme zu erinnern. [148, 149, 193]

Visuelle Benachrichtigung

Heutzutage werden Benachrichtigungen meist akustisch in Kombination mit visuellen Elementen dargestellt. Am gebräuchlichsten ist hierbei die Verwendung von graphischen Displays (z.B. Computer, Smartphone, Tablet) oder Videoprojektoren, um z.B. Texte und Grafiken zu visualisieren. Dadurch entstehen weitreichende Möglichkeiten, um komplexe Informationen in abstrakter Form darzustellen. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass die BenutzerInnen die Aufmerksamkeit auf das Interface richten müssen, um die Erinnerung wahrzunehmen. Daher ist es wichtig sowohl Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

die Größe des Displays als auch die graphische Darstellung der Informationen bewusst zu wählen. Generell muss das Risiko beachtet werden, dass die BenutzerInnen eine Erinnerung verpassen können, wenn sich diese nicht in Reichweite des Displays befinden bzw. dieses die Aufmerksamkeit nicht erfolgreich auf sich ziehen kann. [36, 242]

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von Umgebungslicht. Hier werden regelbare Lichtquellen eingesetzt, die beispielsweise eine Wand oder Pflanzen anstrahlen. Mithilfe von visuellen Mustern, sogenannten Lumicons, können nun verschiedene Informationen durch Anpassung von Lichtfarbe, Helligkeit, Rhythmus und Dauer sowie Platzierung oder Anzahl der Beleuchtungskörper dargestellt werden. Diese Systeme lassen sich meist gut in die Umgebung integrieren (oder sind in modernen Smart-Home-Haushalten bereits vorhanden) und werden potentiell als weniger störend empfunden. Zudem bieten diese ein hohes Niveau an Privatsphäre, da die Lichtquellen von Fremden vorrangig als Teil der Einrichtung wahrgenommen werden. [36, 112]

Taktile Benachrichtigung

Die taktile Wahrnehmung kann aufgrund der unterschiedlich ausgeprägten Rezeptoren der Haut auf vielfältige Art und Weise stimuliert werden. Neben einer Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten wie beispielsweise Druck, Hautdehnung, Reibung oder Temperaturänderungen ist die Verwendung von Vibration am weitesten verbreitet. Alltägliche Geräte wie Smartphones, Pagers oder Videospielcontroller verwenden diese Methode, um die BenutzerInnen zu benachrichtigen bzw. unmittelbares, haptisches Feedback über eine Aktion zu geben. Im Vergleich zu den anderen Modalitäten muss jedoch immer ein physischer Kontakt mit dem Gerät vorhanden sein. Diese Einschränkung ist jedoch ebenfalls ein Vorteil, da taktile Benachrichtigungen nur von der Trägerin oder dem Träger des Gerätes wahrgenommen werden. Dadurch können diese Systeme auch in lauten oder öffentlichen Umgebungen (private) Mitteilungen an die Zielperson übermitteln. Zusätzlich ist der Berührungssinn, im Vergleich zu unseren anderen Sinnen, meist weniger ausgelastet, wodurch die Benachrichtigung mit einer höheren Wahrscheinlichkeit die Person erreichen. [36, 149]

Informationen werden durch Variation von Frequenz, Amplitude, Wellenform, Dauer, Rhythmus und Körperposition, sogenannten Tactons, kodiert. Aufgrund der abstrakten Natur von Tactons muss jedoch deren Bedeutung gelernt werden. Daher bietet es sich an, komplexere Informationen beispielsweise aus einfacheren Tactons zusammenzustellen (z.B. besteht „Datei erstellen“ aus den Tactons „Datei“ und „erstellen“) bzw. diese in weiterer Folge in einen hierarchischen Zusammenhang zu setzen. Die darzustellenden Informationen können darüber hinaus direkt das Tacton bestimmen, sodass beispielsweise der Rhythmus mit dem Dateityp, die Frequenz mit der Dateigröße und die Körperposition mit dem Erstellungsdatum einer Datei korrelieren. [42, 52]

Olfaktorische Benachrichtigung

Obwohl Gerüche im Alltag oft dazu verwendet werden, die Aufmerksamkeit auf etwas zu lenken, das nicht unbedingt in Sehweite ist, wird diese Modalität kaum für gezielte Benachrichtigungen eingesetzt. Gerüche, wie beispielsweise frisch gekochter Kaffee oder eine gemähte Wiese, sind wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben, sehr stark mit Erinnerungen und Emotionen verknüpft. Dadurch können einfache Benachrichtigungen wie z.B. Duft von Gekochtem an die Essenseinnahme oder Waschmittelgeruch an das Aufhängen der Wäsche erinnern. Der Prozess der olfaktorischen Benachrichtigung kann in die Erzeugung (Verdampfung von lagerbarem Duftmaterial und Vermischung einzelner Komponenten) und Verteilung dieses Geruchs unterteilt werden. Kommerziell erhältliche Geräte verbreiten den Duft hauptsächlich durch die natürliche Diffusion in der Luft oder unterstützen dies durch einen Lüfter. Hier entsteht jedoch der Nachteil, dass der Geruch für alle anwesenden Personen wahrnehmbar ist und sich auch nur langsam auflösen kann. Es gibt

aber auch Versuche, die Düfte direkt mittels einer „Luftkanone“ in Form eines Vortex-Ringes zielgerichtet an die Nase der Zielperson zu transportieren. Dadurch ist der Geruch, der nur einen Bruchteil der Dosis haben muss, nur für die bestimmte Person wahrnehmbar. Darüber hinaus gibt es auch Bemühungen mobile Dufterzeuger zu entwickeln, die am Körper getragen werden können und den Duft beispielsweise mittels Schläuchen ausliefert oder in direkter Nähe der Nase angebracht werden können. Olfaktorische Benachrichtigungen werden jedoch meist als unpraktisch angesehen, da sie hohe Reaktionszeiten bei der Verteilung bzw. Auflösung des Geruchs und eine eingeschränkte Reichweite besitzen. Die Geräte auf dem Markt haben darüber hinaus nur eine eingeschränkte Auswahl an verschiedenen Gerüchen und kaum Möglichkeiten, aus einfachen Komponenten komplexe Düfte zu erzeugen. [43, 149, 246]

2.4 User Centered Design

Der Begriff des User Centered Design (oft auch als Human-Centered Design oder Usability Engineering bezeichnet) hat seinen Ursprung in der Publikation von Norman und Draper [161]. Als einer der Ursprünge des User Centered Design (UCD) kann ebenfalls die Publikation von Gould und Lewis [100] betrachtet werden, in welcher die Autoren drei Grundlagen definieren, welche beim Design eines Systems beachtet werden sollen: [100]

- **Frühzeitige Fokussierung auf BenutzerInnen und Aufgaben.** Potentielle BenutzerInnen des Systems sollten verstanden und frühzeitig in den Prozess eingebunden werden. Dazu sollten die potentiellen VerwenderInnen in direkten Kontakt mit dem Design-Team treten bzw. sogar ein Teil von diesem werden. Das zuständige Team sollte ebenfalls Interviews und Diskussionen führen sowie die BenutzerInnen beim Umgang mit dem bisherigen Arbeitsablauf beobachten.
- **Empirische Messungen.** Schon in frühen Phasen sollen BenutzerInnen-Tests durchgeführt werden, z.B. mit Prototypen oder Simulationen. Die BenutzerInnen müssen z.B. einfache Aufgaben erledigen, wobei deren Performance, Gedanken und Standpunkte aufgezeichnet und analysiert werden.
- **Iteratives Vorgehen.** Es sollen von Beginn an mehrere Iterationen vorgesehen werden, um Fehler, die mittels BenutzerInnen-Test erkannt werden, beheben zu können. Eine Iteration soll aus Design, Evaluierung und Maßnahmen sowie Re-Design bestehen und sooft wie nötig wiederholt werden.

2.4.1 Standardisierung

UCD wurde von der Internationale Organisation für Normung (ISO) erstmalig 1999 als ISO-Norm *ISO 13407* [206] („Human-centred design processes for interactive systems“) beschrieben, welche jedoch nur teilweise Richtlinien für die Entwicklung von Systemen bietet [120]. Diese wurde 2008 durch *ISO 9241-210* [208] (als Teil der *ISO 9241*) ersetzt, wobei die meisten Teile der ursprünglichen Norm übernommen und zusätzlich aktualisiert wurden. Zusammen mit den schon vorhandenen Normen bietet *ISO 9241* („Ergonomics of Human System Interaction“) somit eine weitreichende Sammlung von Richtlinien für Mensch-Computer-Interaktionen.

ISO 9241-11 („Ergonomie requirements for Office work with Visual display terminals“) bietet international anerkannte Grundlagen für das Verständnis und die Anwendung von Usability, welche sowohl in der Forschung, Industrie sowie in anderen Richtlinien referenziert werden [29]. Die Norm [207] beschäftigt sich einerseits mit der Definition von oft verwendeten Begriffen wie beispielsweise Gebrauchstauglichkeit („Usability“), Effektivität, Effizienz oder Nutzungskontext

und andererseits mit der Spezifikation sowie Messung/Evaluierung der Usability bei der Entwicklung bzw. bei den Produkten. Dabei werden drei Messgrößen für Usability definiert: *Effektivität* (Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der BenutzerInnen ein bestimmtes Ziel erreichen), *Effizienz* (Maß der Effektivität im Verhältnis zum Aufwand) und *Zufriedenstellung* (Zufriedenheit der BenutzerInnen). [207]

ISO 9241-210 definiert die menschenzentrierte Gestaltung (UCD) als eine „Herangehensweise bei der Gestaltung und Entwicklung von Systemen, die darauf abzielt, interaktive Systeme gebrauchstauglicher zu machen, indem sie sich auf die Verwendung des Systems konzentriert und Kenntnisse und Techniken aus den Bereichen der Arbeitswissenschaft/Ergonomie und der Gebrauchstauglichkeit anwendet“. Die positiven Effekte von UCD sieht die Norm z.B. in einer erhöhten Produktivität der BenutzerInnen, vermindertes Risikopotential, Kostenminimierung im laufenden Betrieb (z.B. Schulungen) oder die Erhöhung des Wettbewerbsvorteils. [208]

Die sieben Grundprinzipien aus *ISO 9241-210* werden folgendermaßen definiert: [208]

- **Verständnis von BenutzerInnen, Arbeitsaufgaben und Arbeitsumgebung.** Sämtliche relevante BenutzerInnen, die (direkt oder indirekt) betroffen sind sowie deren spezifische Ziele bzw. Arbeitsaufgaben müssen ermittelt werden.
- **Einbindung der BenutzerInnen.** Die BenutzerInnen sollen aktiv in die Gestaltung und Entwicklung involviert werden, da sie eine wertvolle Wissensquelle über den Nutzungskontext, die Arbeitsaufgaben sowie den voraussichtlichen Umgang mit dem zu entwickelnden Produkt sind. Der Personenkreis soll die Fähigkeiten, Merkmale und Erfahrungen der BenutzerInnen widerspiegeln, für die das System gestaltet wird. Dabei können z.B. bei kundenspezifischen Projekten die zukünftigen BenutzerInnen stark in den Entwicklungsprozess involviert werden, damit einerseits ein direkter Einfluss auf die Gestaltung stattfinden kann und andererseits die Akzeptanz des Endproduktes gesteigert wird.
- **BenutzerInnenevaluierung.** BenutzerInnenevaluierungen sollten während und am Ende der Entwicklung stattfinden, da sie eine entscheidende Informationsquelle darstellen, durch die das Risiko der Entwicklung eines Systems, welches nicht auf die Erfordernisse der BenutzerInnen ausgelegt ist, verringert werden kann.
- **Iterative Vorgehensweise.** Durch die Komplexität interaktiver Systeme ist meist zu Beginn der Entwicklung nicht jeder Aspekt im Detail definiert. Durch eine iterative Vorgehensweise können bestehende Unsicherheiten schrittweise beseitigt werden, indem Beschreibungen, Spezifikationen und Prototypen aufgrund neuer Informationen überarbeitet und verbessert werden.
- **Berücksichtigung der User Experience.** Es soll die komplette User Experience berücksichtigt werden. Diese beinhaltet nicht nur das eigentliche Produkt, sondern begleitende Elemente wie z.B. Schulungen, Online-Hilfe, langfristiger Gebrauch, Produktverpackung usw.
- **Fachübergreifende Kenntnisse und Perspektiven.** Die Teams, die sich mit dem UCD des Produktes beschäftigen, sollten vielfältig besetzt sein, um bei Kompromissentscheidungen geeignet zusammenarbeiten zu können.

Die Norm *ISO 9241-210* beschreibt folgende vier miteinander verbundene und wechselseitig abhängige menschenzentrierte Gestaltungsaktivitäten (siehe Abbildung 2.35): [208]

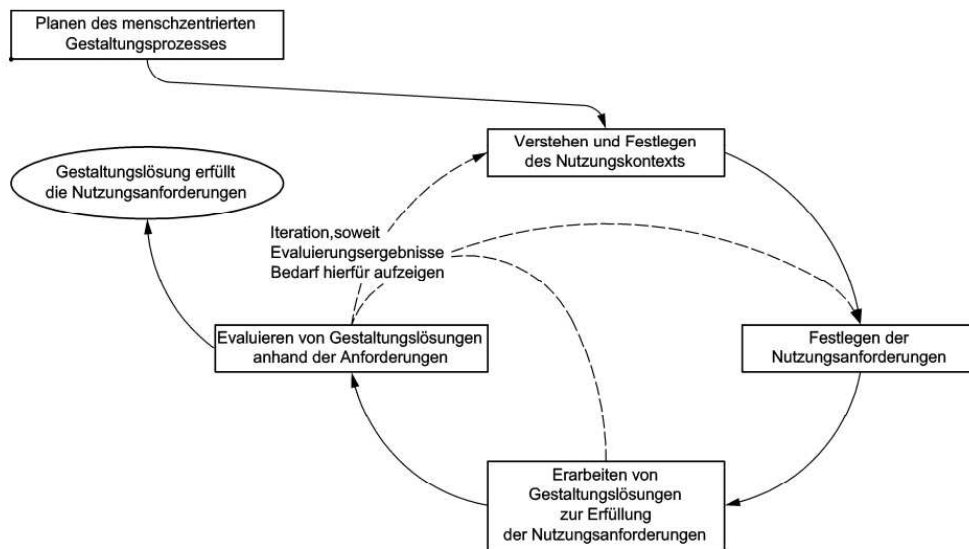


Abbildung 2.35: Wechselseitige Abhängigkeit menschenzentrierter Gestaltungsaktivitäten. [208]

- a) **Verstehen und Beschreiben des Nutzungskontextes.** Es sollen Informationen zum aktuellen Kontext bzw. schon bestehender oder ähnlicher Systeme gesammelt und analysiert werden, um z.B. Notwendigkeiten, Probleme oder Einschränkungen aufzuzeigen. Aus der Analyse resultiert eine Nutzungskontextbeschreibung, welche folgende Aspekte beinhaltet: BenutzerInnen und sonstige Interessengruppen, Merkmale der BenutzerInnen oder Gruppen, Ziele und Arbeitsaufgaben der BenutzerInnen und die Umgebung(en) des Systems.
- b) **Spezifizieren der Nutzungsanforderungen:** Die Nutzungsanforderungen sollen definieren, was die BenutzerInnen erreichen wollen (Es soll nicht definiert werden, wie sie es erreichen sollen), sowie Einschränkungen, die durch den Nutzungskontext auftreten können. Die Spezifikation dieser Anforderungen soll später evaluiert werden können, durch StakeholderInnen verifiziert, widerspruchsfrei sowie aktuell gehalten sein.
- c) **Entwerfen der Gestaltungslösungen.** In dieser Phase werden Gestaltungslösungen z.B. aufgrund der Beschreibung des Nutzungskontexts, des Stands der Technik, Richtlinien und Normen oder Erfahrungen und Erkenntnisse des Teams entwickelt. Dies sollte folgende Teiltätigkeiten beinhalten:
 - Erfüllung der zuvor definierten Nutzungsanforderungen (Gestaltung der BenutzerInnenaufgaben, der User-System-Interaktion und der BenutzerInnenschnittstelle).
 - Gestaltungslösung konkretisieren (z.B. durch Low-Fidelity- oder High-Fidelity-Prototypen, Szenarien, Simulationen etc.).
 - Durch die Evaluierung gewonnener Erkenntnisse (siehe Schritt d)) die Gestaltungslösung entsprechend anpassen.
 - Die Gestaltungslösung an das jeweilige Team übermitteln, das für die Umsetzung verantwortlich ist.
- d) **Testen und Bewerten der Gestaltung.** Die Gestaltungslösungen sollen aus der Perspektive der BenutzerInnen geprüft und bewertet werden, um ein verbessertes Verständnis für die Sichtweisen der BenutzerInnen zu erlangen und stellt somit einen wichtigen Schritt im User

Centered Design dar. Es umfasst die Planung und Durchführung der Evaluierung, die Analyse der Ergebnisse sowie die Erarbeitung und Übermittlung von Lösungsvorschlägen, welche in der nächsten Iteration effektiv genutzt werden sollen. Die Evaluierung kann z.B. als Prüfung durch die BenutzerInnen (den Testpersonen werden Prototypen, Szenarien, oder Skizzen präsentiert, mit welchen sie z.B. alltägliche Aufgaben erledigen sollen), als inspektionsbasierte Evaluierung (Fachleute evaluieren z.B. Nutzungsanforderungen, Gebrauchstauglichkeit, Richtlinien etc.) oder als Langzeitbeobachtung (Beobachtung der Benutzung des Produktes über einen längeren Zeitraum sowie Auswertung von Langzeit-Daten) durchgeführt werden.

2.4.2 Contextual Design

Contextual Design ist ein bekannter UCD-Prozess, welcher von Beyer und Holtzblatt entwickelt wurde. Er besteht aus Methoden zur Sammlung von relevanten Daten, Verarbeitung dieser zu detaillierten Modellen und Anforderungen sowie letztendlich zur Erstellung konkreter Prototypen. Die Verfassenden stellen in ihrem Buch sowohl die Grundideen der einzelnen Phasen, wie sich diese in den UCD-Prozess eingliedern sowie Praxisanleitungen vor, wie man die beschriebenen Konzepte umsetzen kann: [30]

- **Contextual Inquiry.** Contextual Inquiry ist eine Technik, um Daten aus dem Umfeld der BenutzerInnen zu sammeln und legt daher den Fokus auf diesen sowie dessen Bedürfnisse, Wünsche und Herangehensweisen. Dazu werden einige speziell ausgewählte Personen im Detail beobachtet, um ein Verständnis für ihre Arbeit zu erlangen. Es wird eine ProbandInnengröße von 10-20 Leuten empfohlen, da bei mehr TeilnehmerInnen keine neuen Informationen ermittelt werden können. Um die bestmöglichen Einblicke zu erhalten wird der Meister/Lehrling-Ansatz angewandt. Dabei ist die zu beobachtende Person der Meister, die der Interviewerin oder dem Interviewer sein Handwerk näherbringen soll. Der „Lehrling“ soll in seiner Position den „Meister“ beobachten und dessen Tätigkeiten, falls notwendig, hinterfragen.
- **Work Modeling.** Da die Arbeit der BenutzerInnen sehr komplex sein kann, muss versucht werden, die durch Contextual Inquiry ermittelten Informationen passend und verständlich darzustellen. Grafiken besitzen im Vergleich zu geschriebenen Texten viele Vorteile, daher stellen die AutorInnen fünf verschiedene Modelle vor, die die BenutzerInnen und deren Umfeld aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchten: Flow Model, Sequence Model, Artifact Model, Cultural Model und Physical Model.
- **Consolidation.** Die Daten, die in den vorherigen Phasen gesammelt wurden, sollen in diesem Schritt konsolidiert werden. Dazu werden einerseits die zuvor erstellten Grafiken innerhalb jeder Modell-Kategorie zusammengefasst und andererseits ein Affinity-Diagramm erstellt. Die Erstellung des Affinity-Diagramms ist eine gemeinschaftliche Aktion und sollte innerhalb eines Tages abgeschlossen werden. Dazu werden Notizen, die während der Interviews erstellt worden sind, auf einzelne Post-Its geschrieben, welche dann auf einer großen Oberfläche thematisch gruppiert werden.
- **Work Redesign.** In diesem Schritt soll die Design-Team MitarbeiterInnen für die Probleme, die sie in den vorhergehenden Phasen erkannt haben, Lösungen erarbeiten. Dazu sollen sie über den Tellerrand blicken und immer mehrere Alternativen sowie auch radikale Ansätze in Betracht ziehen, bevor sie sich auf eine Herangehensweise einigen. Um dies zu erreichen, soll das Team zuerst die bisherigen Daten (Affinity-Diagramm, Modelle) erneut betrachten und verinnerlichen sowie eine Liste an einsetzbaren Technologien und Startpunkten erstellen. Letztere sind der Ausgangspunkt für ein eigenes Brainstorming („Visioning“),

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

bei dem ein Teammitglied die Aufgabe hat, die Ideen der anderen zu visualisieren. Für jeden Startpunkt soll eine eigene Visualisierung entstehen. Nach dem Brainstorming sollen alle entstandenen Visionen in eine gemeinsame Darstellung zusammengefasst werden, wobei die Diskussion, welche Teile übernommen werden sollen, Teil des Prozesses und der Ideenfindung ist. Schlussendlich sollen aus der entstandenen Vision Storyboards (in Gruppen zu zwei Personen) herausgearbeitet und iterativ durch Diskussion im Team verbessert werden.

- **User Environment Design.** In diesem Schritt wird das User Environment Design erstellt, welches sich im Detailgrad zwischen den zuvor erstellten Storyboards und dem nachfolgenden User Interface Design eingliedert. Mit dieser graphischen Repräsentation soll die stattfindende Diskussion über das Arbeitsmodell („System Work Model“) greifbarer werden. Zusätzlich soll eine klare Trennung zu der Neugestaltung (Storyboards), dem Erscheinungsbild des Systems (User Interface Design) und der internen Struktur (Objektmodell) aufgebaut werden. Jede Diskussion hat somit seine eigene graphische Grundlage. Auf Basis der Storyboards wird nun das User Environment Design erstellt. Dieses besteht aus sogenannten Schwerpunktbereichen („Focus Areas“), welche mit Pfeilen und Linien miteinander verbunden sind, um die Abläufe zu visualisieren. Jeder dieser Bereiche repräsentiert einen eigenständigen Prozess, um eine bestimmte Arbeit zu erledigen bzw. ein Ziel zu erreichen. Ein Schwerpunktbereich besteht aus einem Titel, einer Beschreibung des Verwendungszwecks, Funktionen die ausgeführt werden können, Verbindungen zu anderen Schwerpunktbereichen, Arbeitsobjekten (Objekte, die von BenutzerInnen gesehen und bearbeitet werden), Einschränkungen sowie vorhandenen Streitpunkten.
- **Prototyping.** Das zuvor erstellte User Environment Design beschreibt die Strukturen und Funktionen, die implementiert werden sollen, jedoch nicht, wie die Applikation zu gestalten ist. Zu diesem Zeitpunkt ist es sogar komplett offen, welche Technologie verwendet werden soll. Die UI-DesignerInnen müssen nun einen kreativen Weg finden, damit sich die EndbenutzerInnen auf ihre Arbeit fokussieren können, ohne sich Gedanken um die Verwendung der Applikation machen zu müssen. Der Papierprototyp soll die Kommunikation zwischen BenutzerInnen und DesignerInnen unterstützen sowie eine Grundlage für rasche Anpassungen am Design bieten. Dazu muss dieser schnell und einfach erstellt werden können, um mit einfachen Mitteln den BenutzerInnen das Design zu vermitteln. Durch den simplen Aufbau wird die Hemmschwelle, Änderungen bzw. komplette Neugestaltungen am Design durchzuführen, deutlich reduziert. Die Basiskomponenten eines Papierprototyps stellen Post-Its dar, mit welchen man beliebig die Komponenten des Designs während des Interviews verändern sowie neue Elemente hinzufügen kann. Das daraus resultierende Feedback wird wiederum in den Prototyp eingebaut und für die nächsten BenutzerInnentests herangezogen. Dieser iterative Prozess soll solange vollzogen werden, bis sich das Team sicher ist, ein funktionierendes Design erstellt zu haben.

2.5 Requirements Engineering

Requirements Engineering, früher auch als Systemanalyse bezeichnet, beschäftigt sich mit der Ermittlung, Spezifizierung, Analyse und Validierung von Anforderungen, aus denen wiederum eine fachliche Lösung abgeleitet werden kann. Dieser Prozess unterstützt somit den zweiten Schritt des UCD-Prozesses zur Festlegung der Nutzungsanforderungen (siehe Abbildung 2.35). Eine Anforderung selbst beschreibt die erwarteten Eigenschaften eines Softwaresystems. In der Regel wird meist zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen unterschieden, wobei gilt: [25]

- Eine **funktionale Anforderung** beschreibt die erwarteten Funktionen, die ein System bereitstellt. Dies können Anforderungen an die Statik (z.B. Funktionalität und Daten), Dynamik (z.B. Kontrollstrukturen, Geschäftsprozesse, Use-Cases und Szenarien) oder Logik (z.B. hinterlegte Regeln und Entscheidungsbäume) sein.
- Eine **nicht-funktionale Anforderung** beschreibt die gewünschte Qualität, in der die Funktionen umgesetzt werden.

Um die Anforderungen bestimmen zu können, haben sich etliche Methoden etabliert, wobei im Folgenden einige davon erläutert werden: [222]

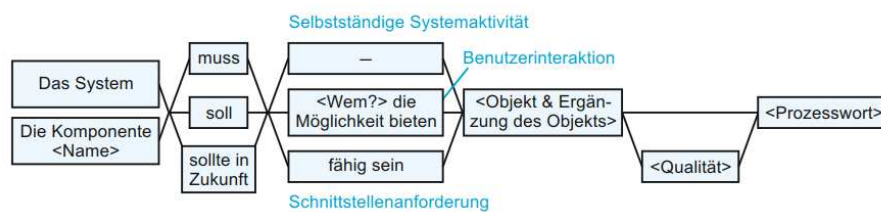
- **Beobachtung.** Es findet eine verdeckte, offene oder begleitende Beobachtung einer Testperson statt. Diese Methode kann in vielfältigen Szenarien angewendet werden. Ausschlaggebend für die Qualität der Ergebnisse ist vor allem die Aufmerksamkeits- und Leistungsfähigkeit des Beobachters.
- **Interviews.** Bei einem Interview wird eine oder mehrere Personen zu einem bestimmten Themengebiet befragt. Dieses kann als ein strukturiertes, narratives oder Leitfadeninterview durchgeführt werden. Details dazu werden in Kapitel 2.5.1 näher erläutert.
- **Contextual Inquiry.** Diese Methode, erstmalig beschrieben als Teil des Contextual Design Prozesses, findet im alltäglichen Umfeld der BenutzerInnen statt. In einem Meister/Lehrling-Szenario beobachtet der Lehrling (InterviewerIn) den Meister (BenutzerIn) bei seinen Tätigkeiten und stellt diesem (auch währenddessen) tiefergehende Fragen. Details dazu wurden in Kapitel 2.4.2 beschrieben. [30]
- **Focus Groups.** Hier wird in einer moderierten Diskussion einer Gruppe von fünf bis zehn Personen ein bestimmtes Thema bzw. bestimmter Themenbereich behandelt. Bei dieser quantitativen und aufwandsarmen Methode muss vor allem auf die Zusammensetzung der Gruppe (fachlich, sozial) geachtet werden. In dieser Diskussionsrunde sollen Hypothesen, Ideen, Wünsche oder Annahmen entstehen. Diese Methode wird in Kapitel 2.5.2 weiter ausgeführt. [153]

Die dadurch ermittelten Anforderungen können nun beispielsweise mit einer oder mehreren der folgenden Methoden visualisiert, konsolidiert oder dokumentiert werden und bieten partiell auch eine Grundlage zur Evaluierung: [222]

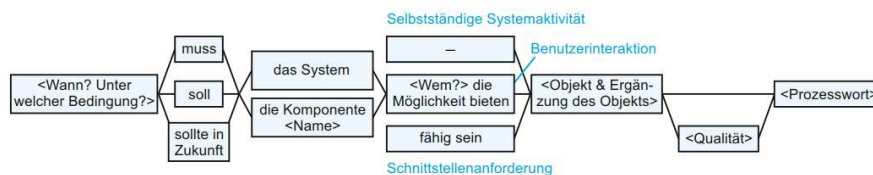
- **Prototyping.** Es wird ein Prototyp der zu entwickelnden Software in unterschiedlichen Detailstufen erstellt. Je nach Fortschritt des Entwicklungsprozesses wird der Prototyp meist aufwendiger gestaltet. Details zu Prototyping werden in Kapitel 2.5.3 beschrieben.
- **Persona.** Unter Persona versteht man die Beschreibung einer fiktiven Person. Dazu wird ein detailliertes Profil mit Eckdaten wie Name, Alter, Geschlecht, aber auch deren Verhalten, Bildung, Erfahrungen, Erwartungen und Vorlieben erstellt. Personas werden gerne verwendet um den späteren BenutzerInnen ein Gesicht inkl. Hintergrundgeschichte zu geben und somit auch im Zuge der Entwicklung den Blickwinkel auf das Nutzungsumfeld zu erweitern. Weitere Details werden in Kapitel 2.5.4 beschrieben. [180]
- **User Story.** Eine User Story beschreibt eine Funktionalität, die für die BenutzerInnen oder die KäuferInnen des Systems nützlich ist. Diese besteht aus einer kurzen Beschreibung und Diskussionen über die Details und Tests, die die Einzelheiten zusammenfassen und dokumentieren. Diese Eigenschaften werden verwendet, um den Fertigstellungsgrad der User Story festzustellen. Details dazu können in Kapitel 2.5.5 gefunden werden.

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Schlussendlich sollen aus den vorherigen Methoden konkrete Anforderungen formuliert werden. Dazu eignen sich sogenannte Anwendungsschablonen, um die syntaktische und semantische Mehrdeutigkeit natürlichsprachlicher Anforderungen zu reduzieren. Die Schablone (siehe Abbildung 2.36a) definiert links die betroffene Komponente bzw. das betroffene System gefolgt von einer rechtlichen Verbindlichkeit (muss, soll, sollte in Zukunft). Der mittlere Teil gibt die Art der Systemaktivität (selbstständig, mit BenutzerInneninteraktion, Schnittstellenanforderung) an. Am rechten Ende steht das Prozesswort, welches die geforderte Funktionalität durch Verwendung eines Verbs (z.B. anlegen, bearbeiten, löschen) beschreibt. Das Prozesswort kann durch vorangestellte Ergänzungen näher bestimmt bzw. bei nicht-funktionalen Anforderungen durch die Angabe von Qualitäten genauer beschrieben werden. Falls bei der Anforderung eine logische oder zeitliche Bedingung verknüpft werden muss, kann die erweiterte Schablone (siehe Abbildung 2.36b) verwendet werden. [25]



(a) Aufbau einer Anforderungsschablone ohne Bedingungen.



(b) Aufbau einer Anforderungsschablone mit Bedingungen.

Abbildung 2.36: Aufbau einer Anforderungsschablone mit und ohne Bedingung. [25]

2.5.1 Interviews

In empirischen Studien werden Interviews oft verwendet, um Daten über Phänomene zu erheben, für die quantitative Methoden nicht ausreichend oder passend sind. Durch die Interviews sollen Einblicke in die Welt der TeilnehmerInnen, deren Gedanken, Meinungen und Gefühle gewonnen werden [115]. Im Bereich der Gesundheitsforschung sind Interviews die am weitest verbreitete Methode um qualitative Daten zu erheben. Ein Interview ist im Grunde eine Unterhaltung, dessen Inhalt unterschiedlich intensiv von der interviewenden Person bestimmt wird. Diese Intensität kann dazu benutzt werden, die verschiedenen Interviewtypen klassifizieren zu können. Während strukturierte Interviews hauptsächlich für Umfragen eingesetzt werden, werden in der qualitativen Sozialforschung offenere Interviewarten angewendet um nicht standardisierte Daten erheben zu können. In der Gesundheitsforschung selbst sind Leitfaden- und narrative Interviews die am häufigsten angewandten Interviewmethoden. [71, 102, 212]

Strukturiertes Interview

Das strukturierte Interview ist die strikteste hier vorgestellte Interviewform. Die zu stellenden Fragen sowie Antwortmöglichkeiten und deren Reihenfolge sind genau definiert, wodurch die gewonnenen Resultate meist kurz und prägnant sind. Durch den genau definierten Ablauf werden diese oft verwendet, um eine große Anzahl an TeilnehmerInnen, wie beispielsweise bei Umfragen

(z.B. Meinungs- oder Wahlumfragen per Telefon), befragen zu können. Aus den erhobenen Daten können leicht quantitative Resultate wie z.B. Statistiken oder Grafiken erstellen werden. Denzin und Lincoln beschreiben fünf Grundregeln, die beachtet werden sollen: [61]

- Die Einleitung in das Interview sowie Abfolge und Formulierung der Fragen soll einheitlich sein.
- Die Fragen sollen nicht von einer dritten Person beantwortet werden.
- Die InterviewerInnen sollen keine Antworten vorschlagen bzw. ihre persönliche Meinung einbringen.
- Die InterviewerInnen sollen nicht versuchen, die Bedeutung einer Frage zu interpretieren. Falls die TeilnehmerInnen die Frage nicht verstehen, soll diese erneut gestellt oder gegebenenfalls übersprungen werden.
- Die InterviewerInnen sollen nicht improvisieren, wie z.B. Antworten hinzufügen oder Fragestellungen anpassen.

Narratives Interview

Im Gegensatz zu einem strukturierten Interview gibt die interviewende Person beim narrativen Interview kaum eine Strukturierung des Gespräches vor. Bei dieser Form stehen spontane Erzählungen der TeilnehmerInnen im Mittelpunkt, daher sollten diese die Fragen zuvor nicht kennen. Zu Beginn des Interviews wird eine Eingangsfrage gestellt, die den Einstieg in die Erzählung darstellt. Währenddessen darf die befragte Person nicht unterbrochen werden (etwa durch Nachfragen). Wurde die Erzählung beendet, kann die interviewende Person in den Dialog mit der Teilnehmerin oder dem Teilnehmer treten und z.B. Fragen stellen oder das Gesagte zusammenfassen. Aufgrund des offenen Charakters des Interviews ist das Ergebnis meist sehr authentisch und wenig durch äußere Faktoren beeinflusst. Mit narrativen Interviews kann der Fokus beispielsweise nicht nur auf die Krankheit, sondern auch auf das Leben, welches von der Krankheit beeinflusst wurde, gesetzt werden. [89, 196]

Leitfadeninterview

Das Leitfadeninterview gliedert sich zwischen strukturiertem und narrativem Interview ein. Die Themenbereiche werden von der interviewenden Person in einem Leitfaden festgelegt, die Antworten der TeilnehmerInnen beeinflussen jedoch den weiteren Verlauf und die Wichtigkeit der Fragestellungen. Dadurch wird eine hohe Flexibilität erreicht, wie und zu welchen Zeitpunkten die Fragen beantwortet werden. Bei interessanten Erzählungen kann die interviewende Person etwa durch Zusatzfragen mehr in die Tiefe gehen, während für die befragte Person weniger relevante Themenbereiche kürzer bzw. oberflächlicher behandelt werden können. Bei Leitfadeninterviews (sowie Interviewarten mit einem noch geringeren Strukturierungsgrad) werden die Befragten vermehrt dazu angehalten, die Fragen in ihren eigenen Worten zu beantworten, wodurch wertvolle Meta-Informationen gewonnen werden können. Durch die grobe Kategorisierung können, im Gegensatz zu einem narrativen Interview, trotzdem vergleichbare Daten aus der Befragung von unterschiedlichen TeilnehmerInnen erhoben werden. Leitfadeninterviews können auch Teile eines strukturierten Interviews beinhalten um leicht vergleichbare Daten ermitteln zu können, wie z.B. Alter, Vorerkrankungen, verordnete Medikamente etc. [71, 212]

Erstellung eines Interviewleitfadens Der Interviewleitfaden ist die Basis der Befragung und definiert daher, welche Themen für die Studie bzw. Forschungsfrage im Mittelpunkt stehen. Er besteht aus einer Auflistung von Fragen bzw. Themen, die die interviewende Person während des Gesprächs behandeln möchte. Diese können je nach Interviewtyp in der definierten Reihenfolge oder unstrukturiert bearbeitet werden. Der Leitfaden ist vor allem bei Interviews, die einen niedrigen Grad an Strukturierung aufweisen, essentiell, da die Gespräche leicht vom eigentlichen Thema abweichen können. Mithilfe der vorbereiteten Unterlagen kann somit das Interview gezielter durchgeführt und die Gefahr, Themen ungewollt zu überspringen bzw. zu vergessen, minimiert werden. [71]

Luker beschreibt ihren Prozess zur Erstellung eines Interviewleitfadens. Zuerst wird ein passender Einstieg gefunden, um das Interesse der ProbandInnen für das zu untersuchende Themengebiet zu wecken. Dabei soll versucht werden, die Studie aus Sicht eines Außenstehenden zu betrachten. Danach werden alle Fragen, die für das Thema interessant bzw. relevant sind, auf je eine Karteikarte geschrieben, wobei sich der Wortlaut der Fragestellung an der zu befragenden Zielgruppe orientiert. Dies kann bedeuten, dass statt der grundlegenden Frage, die für die interviewende Person von Interesse ist, eine Reihe von Fragen formuliert werden. Statt „*Warum haben Sie sich für das Thema eingesetzt*“ können konkretere Fragen wie z.B. „*Wann haben Sie die Entscheidung getroffen sich für das Thema einzusetzen? Wie ging es Ihnen zu der Zeit? Warum genau zu diesem Zeitpunkt und nicht früher bzw. später? Warum genau dieses Thema? Was hat es Sie gekostet, sich für das Thema einzusetzen? Welche Vorteile konnten Sie daraus gewinnen?*“ gestellt werden. Die beschriebenen Karteikarten werden dann auf einer großen Fläche aufgelegt und in Gruppen eingeteilt. Dabei werden nach und nach einzelne Themenbereiche und die dazugehörigen Fragen erkenntlich. Innerhalb eines Themenbereichs wird dann versucht, die einzelnen Fragen passend anzuordnen, sodass diese einen natürlichen Gesprächsverlauf darstellen. Da die Interviewpartnerin oder der Interviewpartner, im Gegensatz zu der interviewenden Person, die darunterliegende Theorie bzw. Idee der Themenbereiche nicht kennt, kann für ihn der Wechsel zwischen diesen abrupt und zerstreut wirken. Daher werden sogenannte „Turn Signals“ vorbereitet, um einen neuen Themenbereich einzuleiten (z.B. „*Nun haben wir über Ihre Kindheit gesprochen. Jetzt würde ich Ihnen gerne ein paar Fragen zu Ihrem Studium stellen*“). [140]

Basierend auf Spradleys Buch „The Ethnographic Interview“ bietet Wood eine Klassifizierung von Fragen, um spezifische Arbeitsbereiche der ProbandInnen zu adressieren: „Object Identification Questions“, „Object Relationship Questions“ und „Think-Aloud-Protocol Generation Questions“. Diese wurden im Zuge von Leitfadeninterviews innerhalb eines UCD-Prozesses eingesetzt. [205, 243]

Object Identification Questions sollen der interviewenden Person helfen, die Arbeits-Domains sowie die spezifische Terminologie der ProbandInnen zu identifizieren und zu verstehen.

Einen einfachen Einstieg bieten **Grand Tour Questions**, die die GesprächspartnerInnen ermutigen sollen, die fragende Person verbal „herumzuführen“ und die Umgebung zu zeigen. Diese Fragen können sowohl in frühen Phasen aber auch bei jedem neuen Themengebiet eingesetzt werden. Mit Grand-Tour-Questions kann der Fokus auf eine bestimmte Aufgabe („*Wie verwalten Sie Ihre Medikamente?*“), eine schrittweise Erklärung („*Können Sie mir die Schritte erklären, wie Sie die Medikamente für die kommende Woche einteilen?*“) oder einen typischen Ablauf („*Können Sie mir erzählen, wie ein typischer Tag bei Ihnen abläuft?*“) gelegt werden. [205]

Mit **Case-Focused Questions** wird der Schwerpunkt auf einen bestimmten Prozess gelegt, wobei hier nach einem Beispiel („*Können Sie mir ein Beispiel eines Medikamentes, welches sie täglich einnehmen müssen, zeigen?*“) oder nach der persönlichen Erfahrung der ProbandInnen („*Sie haben sicher schon einige Erfahrungen mit verschiedenen Blutdruck-Medikamenten gemacht. Können Sie mir mehr darüber erzählen?*“) gefragt werden kann. Case-Focus Questions können helfen

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

weitere Details über schon erkannte Begriffe in Erfahrung zu bringen sowie die ProbandInnen auf die relevanten Themen zu fokussieren. [243]

Zuletzt werden **Native Language**-Fragen eingesetzt, um Hürden und Einschränkungen bei der Identifizierung bewältigen zu können. Spradley warnt etwa, dass Experten dazu neigen können, ihre Erklärungen an die Sprache der interviewenden Person anzupassen, wodurch wertvolle Informationen verloren gehen können. Mit direkt formulierten Fragen („*Wie nennen Sie den Behälter in dem Ihre Medikamente aufgeteilt sind?*“) kann versucht werden, diesem Problem entgegenzuwirken. [205, 243]

Hypothetische Fragen können verwendet werden um indirekt Zugriff auf weiteres Expertenwissen zu erlangen („*Wie würden Sie Ihre Beschwerden Ihrer Nachbarin bzw. Ihrem Nachbarn erklären?*“). Um herauszufinden, in welchem Zusammenhang ein bestimmter Begriff relevant ist, können Fragen zu der Verwendung („*Wie funktioniert Ihr Blutdruckmessgerät?*“) gestellt werden. [205]

Object Relationship Questions werden dazu verwendet, die Beziehung zwischen den zuvor ermittelten Begriffen zu identifizieren. Dabei ist es wichtig, in den Fragestellungen die Ausdrucksformen, die durch die zuvor erhaltenen Antworten gewonnen wurden, zu verwenden. Die interviewende Person versucht nun, Kategorien zu finden, diese zu benennen (**Category Label**, z.B. „*Welche Werte messen Sie täglich?*“) und weitere Mitglieder zu bestimmen (**Category Member**, z.B. „*Werden Blutdruck und Puls mit demselben Gerät gemessen?*“). [243]

Wenn erkennbar wird, dass eine Kategorie vollständig ist, können mittels gezielter Kontrastfragen (**Directed Contrast**, z.B. „*Können Sie diese Aufzeichnungen durchsehen und mir zeigen, bei welchen Notizen es sich um Einnahmeerinnerungen handelt?*“ oder **Dyadic Contrast**, z.B. „*Worin unterscheiden sich die Aufzeichnungen zu den Blutdruck- und zu den Blutzuckermessungen?*“) die Merkmale herausgefunden werden, durch welche sich die Begriffe innerhalb dieser Gruppierung voneinander unterscheiden. [243]

Think-Aloud-Protocol Generation Questions werden letztendlich dazu eingesetzt, um herauszufinden, wie die ProbandInnen die zuvor identifizierten Objekte einsetzen, um eine Aufgabe zu erledigen. Mittels einer **Concurrent Think Aloud Question** sollen die ProbandInnen eine Aufgabe erledigen und ihre Schritte währenddessen kommentieren. Obwohl die Beschreibungen meist unvollständig sind, bieten sie wertvolle Informationen über die Reihenfolge und mögliche Nebentätigkeiten. [243]

Ein anderer Zugangspunkt sind **Aided Recalls**, bei denen den ProbandInnen Aufzeichnungen einer von ihnen durchgeführten Tätigkeit gezeigt wird. Diese sollen sie sich nun retrospektiv ansehen und ihre Gedankengänge kommentieren, mit der Möglichkeit, die Aufnahme beliebig zu pausieren oder Stellen zu wiederholen. Im Gegensatz dazu werden bei **Cross-Examination** nach einem Concurrent Think-Aloud die ProbandInnen zu Details befragt, die unklar oder zu ungenau sind. [243]

Beispiel eines Interviewleitfadens Edwars und Holland publizierten ein Beispiel eines Interviewleitfadens, welcher im Zuge einer weiteren Arbeit verwendet wurde: [68, 71]

Kategorie	Fragen
Haushalt / Familiende- tails	Zusammenstellung des Haushaltes: Geschlecht, Alter, Ethnie, Beziehungen, ...
	Wichtige Personen

	Bildungsniveau
	Werdegang der Alleinerziehung
	Wohnform / Mietverhältnisse
Beruf	Wissensstand zu lokalen Jobausschreibungen? Wie davon erfahren?
	Beschäftigung aktuell / Vergangenheit: Art, Beschäftigungsverhältnis, Dauer, ...
	Präferenzen des Berufes
	Stellenwert eines (sozialen) Netzwerkes
Kinderbetreuung	Wissenstand über lokale Kinderbetreuungseinrichtungen? Wie davon erfahren?
	Inanspruchnahme von Kinderbetreuung aktuell / in der Vergangenheit: Welcher Art (Öffentlich, Privat, Vater)? Wann (Tage, Stunden, regelmäßig)? Dauer?
	Präferenzen der Kinderbetreuung
	Stellenwert eines (sozialen) Netzwerkes
Netzwerk	Unterstützungseinrichtungen: Welche, wer, wofür, Nützlichkeit?
	Soziales Leben: Gruppe oder individuell? Orientierung (Fokus auf Kind / andere Aktivitäten)? Häufigkeit / Örtlichkeit?
Identität / Lebenswahrnehmung	Selbst: Als alleinerziehende Mutter? Als berufstätige arbeitende Person?
	Probleme / Vorzüge: Als alleinerziehende Mutter? In Kombination mit Beruf?
	Wie werden alleinerziehende Mütter von der Gesellschaft bzw. vom nahen Umfeld gesehen?

Tabelle 2.1: Beispielinterviewleitfaden von Edwars und Holland [68, 71] über alleinerziehende Mütter.

2.5.2 Focus Groups

Fokusgruppen, oftmals auch als Gruppeninterviews gesehen, sind eine einfach umzusetzende Variante zur Sammlung von qualitativen Daten. Hierbei soll in kleinen Gruppen von fünf bis zehn TeilnehmerInnen mit ähnlichem Hintergrund, primär untereinander über ein Thema geredet werden. Die Moderatorin bzw. der Moderator nimmt hier, zumindest in den Augen der TeilnehmerInnen, eine eher passive Rolle ein. Die moderierende Person versucht, den Gesprächsverlauf in bestimmten Bahnen zu halten und stellt dafür beispielsweise offene, oder bei Unklarheiten weiterführende Fragen. Zusätzlich muss er sicherstellen, dass alle TeilnehmerInnen zu Wort kommen und konträre Meinungen, die womöglich nicht von der Mehrheit gestützt werden, ebenfalls zugelassen werden. Die TeilnehmerInnen sollen aufgrund der entstehenden Gruppendynamik ihre eigenen Sichtweisen erforschen, diese ausdrücken und auch selbst neue Fragen in das Gespräch einbringen. [126, 143]

Bei der Zusammensetzung einer Gruppe wird meist auf eine gewisse Homogenität der TeilnehmerInnen geachtet, wobei die Zusammenbringung von unterschiedlichen Personen ebenfalls zu interessanten Erkenntnissen führen kann. Dies ist jedoch immer mit Vorsicht durchzuführen, da bei einer falschen Zusammensetzung, etwa aufgrund der Hierarchie in einer Firma, keine verwertbaren Daten erhoben werden können. Es sollte ebenfalls darauf geachtet werden, dass trotz der homogenen Auswahl VertreterInnen von allen Subgruppen (etwa Pflegefachkräfte aus den verschiedenen Fachbereichen) miteinbezogen werden. Die eigentlichen Sitzungen werden in einem entspannten und komfortablen Umfeld, etwa in einem Sitzkreis, durchgeführt. Für jede Sitzung sollten ein bis zwei Stunden vorgesehen werden, mit der Möglichkeit, in weiteren Runden offene Themen fortzuführen. Die TeilnehmerInnen sollen währenddessen das Gefühl bekommen, dass es sich um ein offenes und kaum strukturiertes Gespräch handelt. [126, 143]

Während der Durchführung werden große Mengen an Daten in Form von Worten, Skizzen, Zeichnungen oder Körpersprache generiert. Um diese Einzelheiten nach der Sitzung analysieren zu können, wird diese meist aufgezeichnet und transkribiert oder von einer zweiten Person, die im Hintergrund detaillierte Notizen macht, beobachtet. Diese Daten werden dann in einzelne Kategorien wie „Frage“, „Anmerkung“, „Witz“ oder „Meinungsänderung“ eingeteilt und entweder händisch oder mit spezialisierter Software aufgearbeitet. Um die erstellte Auswertung zu validieren kann letztendlich ein Entwurf an die TeilnehmerInnen gesendet werden, die diese überprüfen und Feedback rückmelden können. [56, 126]

Fokusgruppen eignen sich gut um Standpunkte und Erfahrungen der TeilnehmerInnen herauszufinden, zu erkennen wie Wissen und Ideen entstehen und wie sich diese in einem sozialen Umfeld weiterentwickeln und funktionieren. Es wird ebenfalls beleuchtet, wie Meinungen entstehen und wie sich diese über die Zeit ändern können. Diese Methode eignet sich jedoch kaum für Usability-Tests, etwa die Evaluierung einer Anwendungsoberfläche, da es oftmals eine Diskrepanz zwischen verbaler Beschreibung und praktischer Durchführung gibt. [126, 160]

2.5.3 Prototyping

Prototyping ist ein essentieller Bestandteil des iterativen Prozesses des UCDs (siehe Kapitel 2.4) und eine weit verbreitete Methode um User-Interfaces zu erstellen, zu testen und zu verbessern. Wenn diese Technik korrekt angewandt wird, können Probleme, welche in späteren Phasen zu kostenintensiven Problemen führen können, frühzeitig identifiziert und korrigiert werden. Ein Prototyp wird meist im Zuge der Analyse bzw. in einer frühen Phase der Entwicklung erstellt, um ein kostengünstiges Hilfsmittel für Designentscheidungen, Usability-Tests oder Funktionsspezifikationen zu besitzen. In diesem Kapitel werden die verschiedenen Prototyping-Kategorien beschrieben, die sich primär im Detailgrad der Umsetzung des Prototyps unterscheiden. [22]

In der Literatur wurden lange Zeit hauptsächlich Low- und High-Fidelity-Prototypen erwähnt, wobei die Abgrenzungen zwischen diesen nicht immer klar ersichtlich bzw. genau definiert sind. So können etwa Prototypen, die mit zwei verschiedenen Low-Fidelity-Tools erzeugt worden sind, grundverschieden sein. Aufgrund dieser ungenauen Abgrenzungen definierten Engelberg und Sefka eine intermediäre Kategorie, deren Eigenschaften deutlich zwischen den Extremen der bisherigen Fidelity-Typen festgelegt wurden: Mid-Fidelity-Prototypen. Im Zuge ihrer Publikation erstellten sie eine Übersicht der Prototyp-Varianten (siehe Tabelle 2.2) und gliederten den Mid-Fidelity-Prototyp zwischen High- und Low-Fidelity ein. [72]

Low-Fidelity Prototyping

Low-Fidelity Prototyping dient zur schnellen Visualisierung der Konzepte und Anforderungen, welche im Zuge einer Anforderungsanalyse ausgearbeitet wurden. Daher wird es in frühen Stadien des Entwicklungsprozesses eingesetzt, um essentielles Feedback durch die BenutzerInnen erhalten

Fidelity	Eigenschaft	Beschreibung
Low	Aussehen	Grobe Skizze, schematisch, ungenau, keine oder kaum Interaktivität
	Verwendung	Konzeptionierung, frühes Design
	Vorteile	Kostengünstig, Proof of Concept, einfache Kommunikation des Designs
	Einschränkungen	Eingeschränkter Nutzen nach Anforderungsanalyse, Limitierungen bei Usability-Tests
Mid	Aussehen	Detailreicher und vollständig, schematisches bzw. angenähertes Aussehen, simulierte Interaktivität
	Verwendung	Design & Evaluierung interaktiver Elemente (Navigation, Funktionen, Inhalt, Layout, ...)
	Vorteile	Kostengünstig / schneller im Vergleich zu High-Fidelity, umfangreiche Usability-Tests möglich, Referenz für Funktionsbeschreibung
	Einschränkungen	Eingeschränktes Look & Feel, nur eingeschränkt als Spezifikation brauchbar
High	Aussehen	Lebensechte Simulation des Endproduktes, verbessertes Aussehen, hochfunktional, teilweise simuliert
	Verwendung	Marketing, Schulung, Simulation erweiterter oder hochinteraktiver Techniken
	Vorteile	Hohe Funktionsvielfalt, komplett interaktiv, Look & Feel des Endproduktes, lebende Spezifikation
	Einschränkungen	Kostenintensiv, längere Entwicklungszeiten

Tabelle 2.2: Vergleich von Low-, Mid- und High-Fidelity Prototypen. [72]

zu können, ohne Arbeit in die eigentliche Implementierung des Produktes zu investieren. Durch den simplen Aufbau des Prototyps kann dieser schnell entworfen und, falls notwendig, adaptiert bzw. gänzlich verworfen werden. Heaton [108] nimmt an, dass 80% der größten Probleme mittels Prototyping in den frühen Phasen der Entwicklung identifiziert und gelöst werden können. [72]

Die bekannteste Umsetzung dieser Methode ist der Papier-Prototyp. Dieser wurde erstmalig in den siebziger Jahren verwendet, jedoch kam erst gegen 1990 ein größeres Interesse daran auf (Firmen wie IBM, Microsoft, Honeywell begannen mit dieser Technik zu experimentieren). Ein Papier-Prototyp ist ein interaktiver Prototyp, der das User-Interface als Papier-Modell mit meist vollständigem Funktionsumfang abbildet. Snyder [202] definiert in ihrem Buch den Begriff als „[...] eine Variation von Usability-Tests, bei denen die ProbandInnen realistische Aufgaben erledigen müssen, indem sie mit einer Papier-Version des Interfaces interagieren, die von Personen manipuliert wird, die die Tätigkeiten des Computers simulieren, dabei jedoch nicht erklären, wie das Interface funktionieren soll“. [10, 202]

Um einen Papier-Prototyp zu erstellen wird zuerst die Zielgruppe sowie die Aufgaben, die die ProbandInnen erledigen sollen, definiert. Danach werden die Interfaces (inkl. aller notwendigen Pop-Ups, Dialog-Boxen, Menüs, etc.), die zum Erledigen der Aufgabe benötigt werden, erstellt (digital,

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

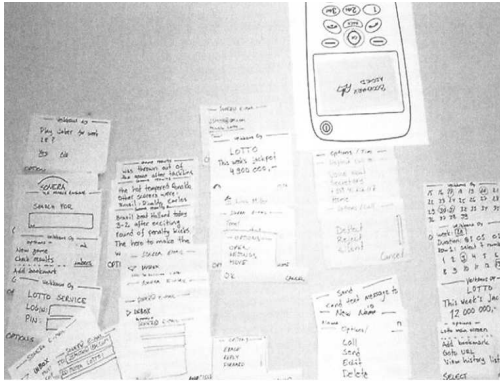


Abb. 2.37: Verschiedene Komponenten des Papier-Prototyps, die für die Aufgabenstellung benötigt werden. [202]



Abb. 2.38: Der menschliche Computer reagiert auf die Eingaben der Testperson, während der Beobachter die Ereignisse protokolliert. [10]

z.B. mittels Wireframe-Software, oder händisch, siehe Abbildung 2.37). Wichtig ist, dass diese mit geringem Aufwand erzeugt und angepasst werden können. Der Fokus des Papier-Prototyps liegt primär auf den einzelnen Elementen, deren Zusammenspiel sowie dem gesamten Workflow. Die visuelle Darstellung (z.B. das konkrete Design einer Schaltfläche) ist nebensächlich. Der so erstellte Prototyp wird danach einem Usability-Test unterzogen. Die BenutzerInnen werden gebeten, die zuvor definierten Aufgaben durchzuführen. Dabei sollen sie mit dem Prototyp direkt interagieren, also z.B. eine Schaltfläche berühren, um einen Klick auszulösen, oder mit einem Stift in ein Eingabefeld schreiben. Den BenutzerInnen gegenüber sitzt der menschliche „Computer“, der auf die Eingaben der ProbandInnen reagiert und den Prototyp entsprechend anpasst (siehe Abbildung 2.38). Diese Methode ist auch als „Wizard of Oz“ bekannt, wobei hier die Testpersonen nicht wissen, dass der Computer von einem Menschen simuliert wird. Zusätzlich gibt es noch die Rolle der Moderatorin bzw. des Moderators, die die BenutzerInnen anleitet, und die beobachtende Person, die Notizen zu der Sitzung macht. Aufgrund des einfachen Aufbaus können die Ergebnisse des Tests zügig in den Prototyp eingearbeitet werden und, wenn dies gewollt ist, bereits bei den nächsten ProbandInnen getestet werden. [122, 123, 202]

Mid-Fidelity Prototyping

Mid-Fidelity-Prototypen legen den Fokus auf einen höheren Detailgrad des Designs sowie die erweiterte Möglichkeit zur Durchführung von Usability-Tests. Dazu werden diese Prototypen mithilfe einer Software erzeugt und, im Gegensatz zu Low-Fidelity Prototypen (siehe Kapitel 2.5.3), auch mittels Computer bedient, wodurch Navigation, Inhalt und Funktionsumfang der Anforderungen stärker einfließen. Durch diese Umsetzung muss bei Usability-Tests die Funktion des Computers nicht mehr durch eine oder mehrere Personen simuliert werden und ist daher auch für die ProbandInnen greifbarer. Der Prototyp wird mit einem simplen Design (z.B. Wireframes) erstellt und mit einer grundlegenden Funktionalität programmiert (z.B. Navigation), wodurch diese, ähnlich zu Low-Fidelity Prototypen, schnell angepasst und erweitert werden können (im Gegensatz zu High-Fidelity Prototypen). [72, 211]

Eine weit verbreitete Meinung ist, dass ProbandInnen bei computergenerierten Prototypen eher dazu neigen, weniger zu kritisieren. Seffin et al. versuchten dies mit ihrer Publikation zu widerlegen, indem sie zu zwei Systemen jeweils einen Low-Fidelity und Mid-Fidelity-Prototyp erstellten und diesen mit 24 Testpersonen evaluierten. Die Auswertung der Rückmeldungen ergab, dass es kaum Unterschiede zwischen der Anzahl und der Qualität der Anmerkungen gab. Somit sollte die Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Entscheidung, welche Prototyping-Variante eingesetzt werden soll, durch andere Kriterien (z.B. Anpassbarkeit während der Testsitzung, mehr Freiheiten bei der Erstellung, ...) entschieden werden. [198]

High-Fidelity Prototyping

Ein High-Fi Prototyp ist voll interaktiv und sehr stark am endgültigen Design ausgerichtet. Er wird oft in einer höheren Programmiersprache wie Java, C++, .NET oder einer Seitenbeschreibungssprache wie HTML in Kombination mit JavaScript entwickelt. Dabei orientiert sich die verwendete Technologie meist an der Zielarchitektur, sodass der Prototyp als Ausgangsbasis dient und in das Endprodukt weiterentwickelt werden kann. Die BenutzerInnen können mit diesem Prototyp vollständig interagieren (Schaltflächen betätigen, Daten eingeben, ...), wobei teilweise Funktionalität simuliert sein kann (z.B. Backend-Anbindungen). High-Fidelity Prototypen können aufgrund ihres Detaillierungsgrades und der Ähnlichkeit zum endgültigen Produkt nicht so schnell und leicht wie ein Low-Fidelity-Prototyp erstellt werden. Dieser Prototyp kann, neben den Usability-Tests, später auch für Schulungen oder Demonstrationszwecke verwendet werden [10, 72, 188].

Mixed-Fidelity Prototyping

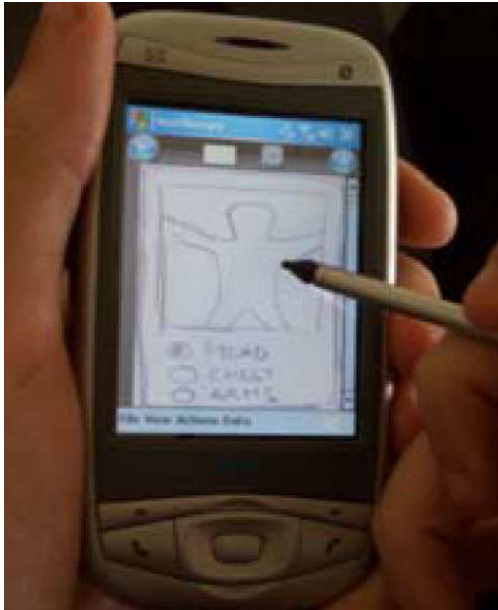
Wie bereits eingangs erwähnt ist die Abgrenzung zwischen Low-, Mid- und High-Fidelity-Prototyping nicht eindeutig möglich. Ein Grund dafür ist, dass in der jeweiligen Fidelity-Kategorie mehrere voneinander unterschiedliche Aspekte verschmolzen werden. Diese Abgrenzung ist besonders schwierig, wenn der Detailgrad des Prototyps in einem Bereich (im Vergleich zu den anderen) signifikant unterschiedlich ist. Um diesem Problem entgegenzuwirken, werden beim Mixed-Fidelity-Prototyping Eigenschaften verschiedener Fidelity-Kategorien innerhalb eines Prototyps getrennt betrachtet. [145, 174]

McCurdy et al. bezeichneten fünf verschiedene Dimensionen, die unabhängig voneinander unterschiedlich stark ausgeprägt sein können: [145]

- **Detailgrad des visuellen Designs.** Wie detailreich soll das Design sein? Prototypen können z.B. handgezeichnet, mit Software erstellt (Wireframe) oder pixelgenaue Mockups sein.
- **Funktionsumfang.** Wie breit ist der Funktionsumfang des Prototyps aufgestellt? Ein breiter Umfang gibt einen guten Überblick über die Möglichkeiten und kann somit übergreifende Probleme frühzeitig aufzeigen.
- **Detailgrad der Funktionen.** Wie detailreich ist eine einzelne Funktion umgesetzt? Ist die Funktion vollständig integriert worden, können auf Basis des Prototyps z.B. Usability-Tests durchgeführt werden.
- **Interaktivität.** Wie interaktiv ist der Prototyp? Papier-Prototypen haben naturgemäß die geringste Interaktivität, wobei ein höherer Grad nur mit einer kostenintensiveren Entwicklung sowie verringerter Flexibilität erreicht werden kann.
- **Datenintegration.** Wie repräsentativ sind die, in den Prototyp integrierten Daten? Hier können z.B. erfundene oder produktive Daten verwendet werden, wobei mit letzteren leichter Probleme entdeckt werden können (z.B. überlange Texte, Titel mit Sonderzeichen/Umlauten, etc.)

Sá et al. entwickelten beispielsweise ein Tool zur Erstellung von Mixed-Fidelity Prototypen, um die Entwicklung von Applikationen für mobile Geräte in den frühen Phasen zu unterstützen. Dabei liegt der Fokus auf der einfachen Erstellung des Prototyps sowie der Auswertung der Daten, die durch Usability-Tests erhoben wurden (Siehe Abbildung 2.39). [190]

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



(a) Die Testperson evaluiert den Prototyp auf einem mobilen Gerät.



(b) Das Tool unterstützt die Auswertung der Interaktionen der Testperson mit dem Prototyp.

Abbildung 2.39: Usability-Tests des Mixed-Fidelity Prototyps. [190]

2.5.4 Personas

Personas, erstmalig von Cooper [58] vorgestellt, sind fiktive Musterpersonen, denen Namen, Gesicht und persönliche Merkmale, sowie Ziele und Aufgaben zugeordnet werden. Die Eigenschaften dieser Personen sind nicht gänzlich erfunden, sondern basieren meist auf den Daten von durchgeführten Nutzerstudien oder bei Ressourcenmangel auf den Ideen der DesignerInnen. Hierbei geht es vor allem darum, konkrete VerwenderInnen eines Produktes zu definieren, anstatt „Anforderungen“ für „die BenutzerInnen“ umzusetzen. Die BenutzerInnen verlieren dadurch ihren unspezifischen Status und werden zu „realen Personen“, die Motivationen, Fähigkeiten und den Drang, etwas zu erreichen, besitzen. [50, 58]

Solche Personas können vielfältig eingesetzt werden. Ein großer Vorteil ist, dass sich diese Persönlichkeiten etablieren können, wodurch etwa in den Design-Teams ein Konsens darüber herrscht, für wen die Anwendungsoberfläche gemacht wird. Andernfalls hat in den meisten Fällen jeder eine eigene Definition einer Person im Kopf, für die er die Anforderungen umsetzen möchte. Personas können also auch vorteilhaft für die Kommunikation mit diversen Beteiligten sowie die Basis für Entscheidungen und Evaluierungen sein. [34, 50]

Bei der Definition von Personas muss aber darauf geachtet werden, dass in eine fiktionale Person nicht zu viele, möglicherweise konkurrierende Merkmale zusammengefasst werden. Andernfalls läuft man Gefahr, dass ein Produkt entwickelt wird, welches die Bedürfnisse mehrerer Personen adressieren soll, aber im Endeffekt von keinem benutzt werden kann. Da man mit Personas die realen BenutzerInnen nicht direkt miteinbezieht, ist ein erhöhtes Risiko gegeben, dass den Personenbeschreibungen im fortschreitenden Designprozess immer mehr Eigenschaften zugeordnet werden und sich diese somit von der abzubildenden Person entfernen. Grundsätzlich sind Personas ein ausgezeichnetes Mittel, um den EndbenutzerInnen ein Gesicht zu geben - die besten Ergebnisse werden aber erzielt, wenn diese Technik ergänzend mit anderen nutzerorientierten Methoden verwendet wird. [58, 104]

2.5.5 User Stories

User Stories sind eine Möglichkeit zur Beschreibung von Funktionen, die für die BenutzerInnen oder die KäuferInnen relevant sind. Eine Story, bestehend aus Kurzbeschreibung, Diskussionsverlauf und Testdetails, wird meistens handschriftlich auf Papierkarten festgehalten und auf einer Pinnwand platziert. Eine Karte repräsentiert eine Anforderung der Kundin bzw. des Kunden und wird daher nicht zur Dokumentation verwendet. Eine einzelne User Story darf nicht zu umfangreich werden, daher können zwei oder mehrere Stories zu einem Epic zusammengefasst werden. Beispielweise kann der Epic „Eine Person kann eine Jobausschreibung suchen“ in die User Stories „Eine Person kann eine Jobausschreibung nach den Attributen Ort, Gehalt, Titel und Unternehmen filtern“, „Eine Person kann Detailinformationen zu einem Jobangebot ansehen“ und „Eine Person kann Detailinformationen zu dem Unternehmen der Jobausschreibung anzeigen“ aufgeteilt werden. [54]

Eine gute Story hat sechs Merkmale, die mit dem englischsprachigen Akronym *INVEST* abgekürzt werden können: [54, 233]

- **Unabhängig (Independent).** Stories sollen unabhängig voneinander sein. Das bedeutet, dass diese in einer beliebigen Reihenfolge umgesetzt werden können.
- **Verhandelbar (Negotiable).** Die Story beschreibt keine Einzelheiten, nur die Grundidee. Die Details werden von EntwicklerInnen und KundInnen zusammen ausgearbeitet.
- **Wertvoll (Valueable).** Eine Story soll einen Wert für die KundInnen mit sich bringen.
- **Schätzbar (Estimatable).** Der Umfang, den eine Story besitzt, muss abschätzbar sein. Hierbei sind jedoch keine genauen Werte notwendig, es soll den KundInnen nur eine Möglichkeit geboten werden, die Punkte zu bewerten und gezielt beauftragen zu können.
- **Klein (Small).** Die Arbeitspakete sollen klein gehalten werden, meistens im Umfang einer Personenwoche, manchmal aber auch nur ein paar Personentage.
- **Testbar (Testable).** Die beschriebene Story muss testbar sein. Sollten die KundInnen etwa nicht wissen, wie ein Test aussehen könnte, kann dies auf eine unspezifische Anforderung hinweisen.

User Stories werden meist positiv formuliert, in manchen Fällen ist aber auch ein negativer Satzaufbau gewünscht (z.B. ein Unbefugter darf in das System nicht eindringen). Dabei sollen nur essentielle Eigenschaften einer Anforderung beschrieben werden: Für *wen* wird entwickelt, *was* wird von dem System erwartet und optional *warum* es wichtig ist. Cohn [54] bietet dafür eine Satzvorlage: „As a <type of user>, I want <some goal>, so that <some reason>“ oder auch „Als ein <BenutzerInnentyp> möchte ich <Ziel/Funktionalität>, damit <Grund>“. [53, 139]

3 Aktueller Stand der Technik

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand der Technik für den, in dieser Arbeit relevanten Themenbereich aufgearbeitet. Dazu wurde die wissenschaftliche Literatur zu konkreten Umsetzungen von Erinnerungssystemen durchsucht, die (ältere) Personen beim Management ihres Alltags, vor allem im medizinischen Bereich, unterstützen sollen. Entsprechende Arbeiten wurden dazu mit Kombinationen der Stichwörter „reminder“, „elderly“, „medication“, „blood pressure“ und „blood sugar“ gesichtet, durchgearbeitet und in die Kategorien „mobile“ und „stationäre“ Erinnerungssysteme eingeteilt, welche in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben werden. Schlussendlich werden die Erkenntnisse dieses Reports in Kapitel 3.3 zusammengefasst und die analysierten Systeme sowie deren Eigenschaften miteinander verglichen.

3.1 Mobile Erinnerungssysteme

Die, in diesem Kapitel angeführten Arbeiten, haben einen klaren Fokus auf die mobile Verwendung durch die BenutzerInnen. Dies bedeutet, dass diese Systeme keinen fixen Aufstellungsort benötigen, an dem beispielsweise eine Basisstation platziert oder ein Bildschirm angebracht werden muss. Da der Besitz von Mobiltelefonen, vor allem aber Smartphones, sehr weit verbreitet ist, hat sich die Verwendung dieser Geräte auch in diesem Bereich als wegweisend herausgestellt. Daher sieht man, dass die in diesem Kapitel beschriebenen Erinnerungssysteme immer auf bestehende Hardware, wie beispielsweise Smartphones, Tablets oder PDAs, zurückgreifen und diese für den gewünschten Verwendungszweck anpassen.

Mit iCare haben Lv et al. [141] etwa ein mobiles Gesundheitsüberwachungssystem entwickelt, welches den Zustand einer Person mittels Körpersensoren, wie etwa einem drahtlosen EKG oder Blutdruckmessgerät, überwacht. Der zentrale Knotenpunkt ist hierbei das Smartphone, welches die Sensordaten erhält, diese verarbeitet und bei Erkennung einer Gefahr (etwa die Überschreitung eines Schwellenwertes) einen Rettungsdienst sowie die Angehörigen kontaktiert. Dabei wird eine einfache, nicht auf SeniorInnen angepasste Oberfläche eingesetzt (siehe Abbildung 3.1). Neben der direkten Alarmierung werden die Sensordaten auch an einen externen Server gesendet, welcher diese ebenfalls auswertet und in einem persönlichen Gesundheitsinformationssystem zur Verfügung stellt. Auf diesem Server wird zusätzlich eine Kommunikationsplattform für den Austausch von Nachrichten zwischen der Benutzerin oder dem Benutzer, Angehörigen und medizinischem Personal sowie eine medizinische Wissensdatenbank angeboten. Für den Alltag bietet iCare auch einige Zusatzfunktionen an: Eine *Recherchemöglichkeit* für z.B. medizinische Ratschläge, eine *Standortermittlung*, damit im Notfall die betroffene Person von den Rettungskräften lokalisiert werden kann, eine *Wettererinnerung*, die zu definierten Zeitpunkten das aktuelle Wetter sowie passende Empfehlungen anzeigt und eine *Schnellalarmierung*, die z.B. bei Unwohlsein manuell ausgelöst werden kann. Zusätzlich wird auch die Möglichkeit geboten, sich regelmäßig (alle sechs, acht oder zwölf Stunden) an die Einnahme der Medikamente erinnern zu lassen.

Schreier et al. [195] beschreiben dahingegen ein mHealth-Konzept für ein multimodales Medikations-Management System, welches in einem klinischen Versuch zusammen mit 20 Personen getestet wurde. Hierbei legten die AutorInnen den Fokus auf die korrekte Identifizierung der einzunehmenden Medikamente. Daher setzten sie einerseits auf den Barcode, welcher auf jedem Medikament in Österreich aufgedruckt ist, und andererseits auf Radio-Frequency Identification (RFID)-Tags, die im Zuge der Registrierung des Medikamentes angebracht werden müssen (siehe Abbildung

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

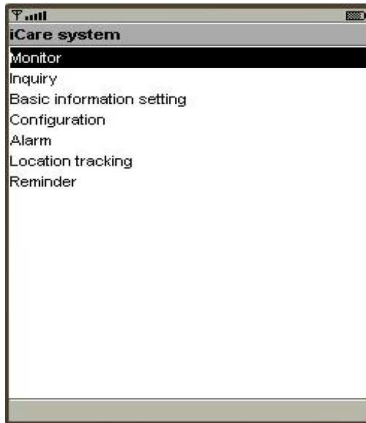


Abb. 3.1: Das Startmenü von iCare. [141]



Abb. 3.2: Scannen eines Medikamentes mittels des angebrachten RFID-Tags. [195]

3.2). Mittels des Barcodes, welcher die eindeutige Pharmazentralnummer (PZN) beinhaltet, können die Medikamente ohne weitere Eingaben erkannt werden. Die Daten dafür stammen aus der pharmazeutischen Datenbank des Apothekerverlages. Im Zuge der Arbeit wurde eine Smartphone-App für Android entwickelt. Bei der Erstregistrierung durch das Scannen des Barcodes mittels der integrierten Kamera, muss zusätzlich der vorgeschriebenen Einnahmeplan eingetragen werden, welcher in Einnahmen für Morgen, Mittag, Abend und Nacht eingeteilt ist. Zur Dokumentation der Einnahme muss der die Benutzerin bzw. der Benutzer das Medikament mittels Barcode oder RFID scannen, wobei die Applikation warnt, falls der aktuelle Zeitpunkt nicht dem Einnahmeplan entspricht. Auf vergessene Einnahmen weist die Applikation solange hin, bis es eine gezielte Interaktion gibt. Der klinische Test zeigte, dass der Großteil der TeilnehmerInnen nach wenigen Tagen ihre Medikamente selbstständig eintragen und die Einnahmen dokumentieren konnte.

Ronglong et al. [187] entwickelten wiederum ein Erinnerungs- und Feedback-System, welches mittels Anruf (Voice over IP) oder Textnachricht an die Einnahme der Medikamente erinnert. Der Kommunikationskanal wurde gezielt für die anzusprechende Personengruppe der über 60-jährigen ausgewählt. Basis dafür war eine Analyse [183], die zeigte, dass die Akzeptanz von bereits bekannten Technologien bei älteren Personen besonders hoch ist. Die einzunehmenden Medikamente werden auf einem Server zentral durch einen Admin (vorzugsweise medizinisches Personal) angelegt und gepflegt, während die BenutzerInnen bzw. die Angehörigen die Einnahmepläne über eine Weboberfläche bearbeiten können. Sobald ein Medikament eingenommen werden muss, wird versucht, die betroffene Person anzurufen. Diese kann, sobald sie den Anruf entgegennimmt, über ein interaktives Antwortsystem Rückmeldungen zu der Einnahme tätigen. Sollte die Person den Anruf nicht entgegennehmen, wird stattdessen eine Textnachricht versendet. Die Rückmeldungen zu den Einnahmen werden wiederum in das Basissystem eingespielt, um die weiteren Einnahmeerinnerungen zu koordinieren.

Eine weitere Smartphone-Applikation stellten Wang et al. [235] mit Wedjat (siehe Abbildung 3.3) vor, die PatientInnen unterstützen soll, Fehler bei der Einnahme zu vermeiden. Die Medikationsdaten werden von verschiedenen Gesundheitsdiensteanbietern an das Indivo-System übertragen und verschlüsselt gespeichert. Das Indivo-System ist eine verteilte, web-basierte persönliche Gesundheitsakte, welche offene Standards zur Speicherung und Übermittlung der Daten anbietet. Die medizinischen Daten werden von Wedjat über eine Rich Site Summary (RSS)-Schnittstelle bezogen und aufbereitet. Der Algorithmus berechnet einen passenden Einnahmeplan um mögliche Wechselwirkungen des Medikamentes mit anderen Medikamenten bzw. Lebensmitteln zu vermeiden. Mittels der integrierten Kalender-Applikation wird die betroffene Person erinnert und die Einnahme protokolliert. Sollte eine Einnahme vergessen haben werden, kann Wedjat den Dosierungsplan

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



Abb. 3.3: Maske zum Laden der Medikationsdaten von Wedjat aus dem Indivo-System. [235]



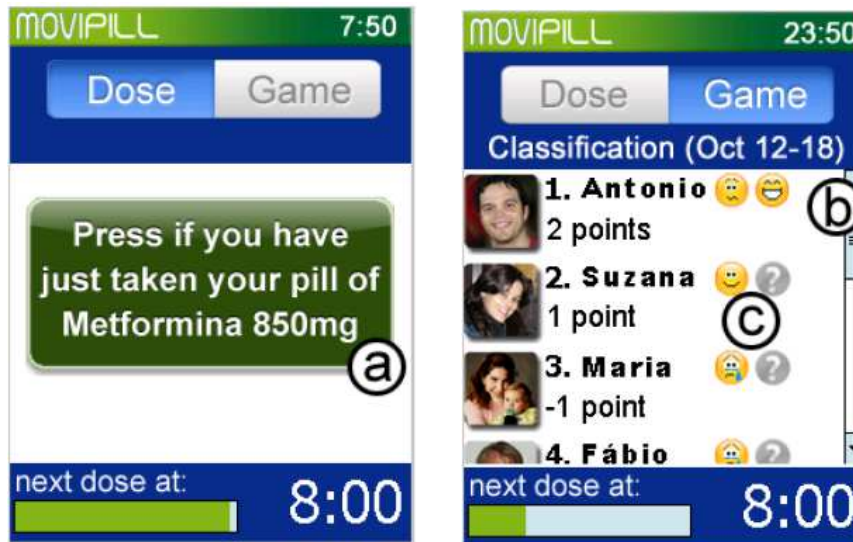
Abb. 3.4: Mobicare erinnert mit Bild und Audionachricht an die Einnahme eines Medikamentes. [86]

an die veränderten Rahmenbedingungen anpassen. Die getätigten Einnahmen werden wiederum an das Indivo-System übermittelt um eine lückenlose Protokollierung sicherstellen zu können.

Mit MobiCare entwickelten Garcia und De Lara [86] ebenfalls eine Smartphone-Applikation, die einen Kommunikationskanal der älteren BenutzerInnen mit deren Angehörigen aufbauen soll. In den meisten Fällen muss die empfangende Person nur passiv reagieren, um die Einstiegshürde für den Einsatz des Systems niedrig zu halten, indem beispielsweise eine eingegangene Nachricht bestätigt wird. Das System unterstützt drei Anwendungsfälle: Erinnerung an Medikamenteneinnahmen (siehe Abbildung 3.4), Erinnerung an Lieblingsfernsehsendungen und die Übertragung von persönlichen Nachrichten der Angehörigen. Bei der Erinnerung an Medikamenteneinnahmen werden die einzunehmenden Medikamente von der Bezugsperson in einer weiteren Applikation verwaltet, indem der Zeitplan, ein Bild des Medikamentes sowie eine Sprachnachricht mit Einnahmehinweisen hinterlegt wird. Zu dem jeweiligen Zeitpunkt wird auf dem Smartphone der Empfängerin bzw. des Empfängers die Erinnerung abgespielt, welche von diesem wiederum bestätigt oder verschoben werden kann.

Eine alternative Herangehensweise überprüften De Oliveira et al. [165] mit deren Social Game MoviPill, mit der in einer Studie mit 18 älteren Personen die Einhaltung des Einnahmeplans und der Einnahmezeitpunkte merkbar verbessert werden konnte. Mit ihrem Ansatz versuchten sie, das Problem von fehlerhaften Medikamenteneinnahme zu lösen, indem der Fokus von der eigentlichen Einnahme (und der zugehörigen Erinnerung) auf eine interessantere Aktivität verschoben wurde. Für jede korrekte Einnahme erhält die Benutzerin bzw. der Benutzer Punkte, die im Laufe einer Woche gesammelt werden können. Um die Einnahme zu registrieren wurde das Medikament in ein spezielles Behältnis gefüllt, welches die Entnahme erkennt und diese an das Smartphone überträgt (siehe Abbildung 3.5a). Diese so verdienten Punkte konnten in einer Highscore-Ansicht (siehe Ab-

bildung 3.5b) mit anderen TeilnehmerInnen verglichen werden, wodurch der Anreiz erhöht wurde, das Medikament pünktlich einzunehmen. Da MoviPill die korrekte Medikamenteneinnahme absichern und eine Verbesserung erreichen möchte, wird, bei Verabsäumen des Zeitpunktes, 15 Minuten danach an diese mittels Alarm erinnert. Dadurch bekommt die Person für diese „Spielrunde“ zwar weniger Punkte, jedoch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich diese am nächsten Tag besser erinnert, da sie die volle Punktezahl für die Einnahme bekommen und auf der Vergleichsliste aufsteigen will.



(a) Am Dosierungsbildschirm werden Hinweise zu der Einnahme sowie ein Bestätigungsdialog angezeigt.

(b) Die gesammelten Punkte werden in einer Highscore dargestellt und mit anderen MitspielerInnen verglichen.

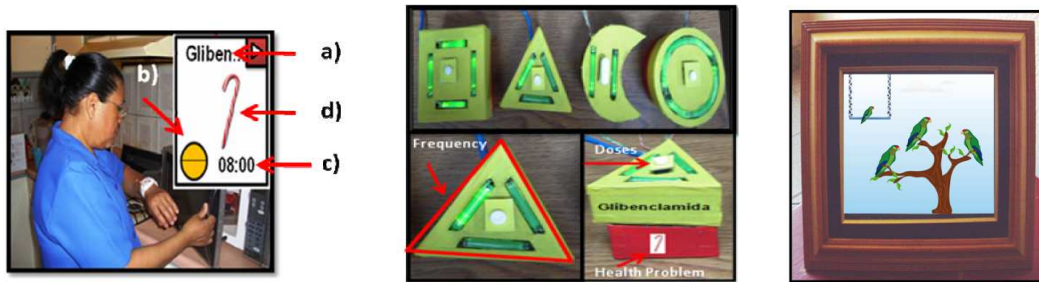
Abbildung 3.5: Die Smartphone-Applikation MoviPill versucht über einen spielerischen Ansatz die BenutzerInnen dazu zu bewegen, sich selbstständig an die Medikamenteneinnahme zu erinnern. [165]

3.2 Stationäre Erinnerungssysteme

In dieser Kategorie werden Systeme vorgestellt, die stationär in der Wohnung der BenutzerInnen aufgestellt werden müssen. Dabei kann es sich beispielsweise um Erinnerungselemente, Medikamentenboxen oder smarte Bilderrahmen mit integrierter Bedienoberfläche handeln. Für eine komfortable Bedienung können aber auch mobile Geräte (wie Smartphones oder Tablets) zum Einsatz kommen, die möglicherweise auch unterwegs eingesetzt werden können.

Garcia Vazquez et al. [88] entwickelten ein Ambient Information System zur Unterstützung von älteren Personen bei der Einnahme ihrer Medikamente. Dabei legten sie ihren Fokus auf drei Teilziele: an die Einnahme erinnern (Remind-Me), bei der Einnahme anleiten (GUIDE-Me) und zu der Einnahme ermutigen (CAREe-Me). Die Erinnerung an die Einnahme selbst wird über eine Armbanduhr durchgeführt, welche zum jeweiligen Zeitpunkt mit einer auditiven Benachrichtigung auf sich aufmerksam macht und am Bildschirm Details zu dem Medikament (Namen, Dosierung, Uhrzeit, zugrundeliegendes Gesundheitsproblem) anzeigt (siehe Abbildung 3.6a). An den Medikamenten selbst sind wiederum geometrische Elemente angebracht, die Auskunft über Frequenz (ein Dreieck bedeutet etwa, dass das Medikament dreimal täglich eingenommen werden muss), Dosierung und Gesundheitsproblem geben (siehe Abbildung 3.6b). Um die BenutzerInnen zu einer regelmäßigen Einnahme zu ermutigen, wurde ein digitaler Bilderrahmen entwickelt. Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Dieser stellt mittels des Wachstums von Sittichen die Auswirkungen der korrekten Einhaltung des Einnahmeplans dar (siehe Abbildung 3.6c). Der Vogel auf der Schaukel repräsentiert hierbei die aktuelle Woche, während die Tiere auf dem Baum die vergangenen vier Woche visualisieren.



(a) Die Armbanduhr erinnert an die Einnahme eines Medikamentes. Dabei wird am Bildschirm (a) der Name, (b) die Dosierung, (c) die Uhrzeit und (d) das zugrundeliegende Gesundheitsproblem dargestellt.

(b) Auf den Verpackungen der Medikamente sind geometrische Elemente angebracht, die auf Frequenz, Dosierung und auf das zugrundeliegende Gesundheitsproblem hinweisen.

(c) In einem digitalen Bilderrahmen wird mittels wachsender Sittiche die korrekte Einnahme der Medikamente dargestellt.

Abbildung 3.6: Das Ambient Information System bietet mit Remind-Me, GUIDE-Me und CAREe-Me drei aufeinander abgestimmte Module zur Unterstützung bei der Medikamenteneinnahme an. [88]

Ein ebenfalls in die Umgebung der BenutzerInnen integrierbares System entwickelten Van Veldhoven et al. [225], die eine eingerahmte, digitale Pinnwand zusammen mit Webcam und Drucker in einem Schreisschrank verbauten (siehe Abbildung 3.7). Über den Touchscreen kann die Person Notizen mit Hilfe der Webcam in Form von Post-Its hinzufügen und diese dann wiederum anzeigen, ausdrucken oder entfernen. Das System ist an das Internet angebunden, wodurch autorisierte Angehörige Notizen über die Weboberfläche erstellen bzw. verwalten können. Zusätzlich gibt es ein Erinnerungssystem für Medikamenteneinnahmen. Kann die Einnahme des Medikamentes über einen an der Medikamentenbox angebrachten Sensor nicht erkannt werden, erscheint eine spezielle Notiz an der Pinnwand und ein Tonsignal wird abgespielt. Sobald das Medikament eingenommen wurde oder die Notiz bearbeitet wurde, wird die Alarmierung beendet.

Mit dem Visual Health Reminder [26] wurde ein weiterer Prototyp vorgestellt, welcher ältere Personen mittels Aufleuchten einer Lampe (siehe Abbildung 3.8) an die Einnahme von Medikamenten und die Durchführung von diversen Messungen visuell erinnert. Dabei lag der Fokus auf der passenden Integration der Benachrichtigungskomponente in die Wohnung der BenutzerInnen, um eine soziale Stigmatisierung zu vermeiden. Die Medikationslampe ist zusätzlich die Basisstation des Gesamtsystems, welche die Daten an einer zentralen Stelle, getrennt vom Internet, verwaltet und speichert. Über ein dezidiertes WLAN-Netzwerk werden über die dazugehörige Tablet-Applikation die Medikamente eingetragen und die Erinnerungen verwaltet. Die eingegebenen Daten, wie beispielsweise Zeiten der Einnahme oder Werte von durchgeführten Messungen, können ebenfalls textuell bzw. graphisch dargestellt werden, um etwa die Veränderung eines Wertes leichter zu erkennen und gegebenenfalls konkrete Maßnahmen setzen zu können.

Hellman [110] präsentierte für Personen mit Demenzerkrankung zwei weitere AAL-Projekte: Mylife und PIA. Dabei war der Autorin wichtig, dass neben der rein technischen Unterstützung, wie z.B. Fallsensoren, Medikamentenboxen, einfache Tracking-Mechanismen oder Feueralarm, die Aufrechterhaltung der Lebensqualität essentiell für das Wohlbefinden und die Gesundheit der älteren Personen ist. Der vorgestellte Prototyp Mylife, welcher ebenfalls kommerziell unter dem Namen Memas™ vertrieben wird, soll die BenutzerInnen bei ihrer zeitlichen Orientierung sowie Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



Abb. 3.7: Die digitale Pinnwand wurde zusammen mit der Webcam und einem Drucker in einen Sekretär integriert. [225]



Abb. 3.8: Der Visual Health Reminder besteht aus zwei Komponenten: Medikationslampe inkl. Basisstation und einer Tablet-Applikation für die Bedienung. [26]

simpler Kommunikationen unterstützen. Dabei können diese mit einem klar und einfach strukturierten Touch-Interface interagieren, wobei Bezugspersonen, wie Familienangehörige oder Pflegekräfte, den Inhalt verwalten dürfen. Das können u.a. Fotos oder Videos aus der Vergangenheit, Zeitungen, Radio-Stationen, aber auch selbst aufgenommene Videos für Hausarbeiten (wie etwa das Bedienen der Waschmaschine) sein. Beide Projekte wurden unter Laborbedingungen, in simulierten häuslichen Umgebungen sowie mit älteren Personen in deren eigenen Wohnungen getestet.

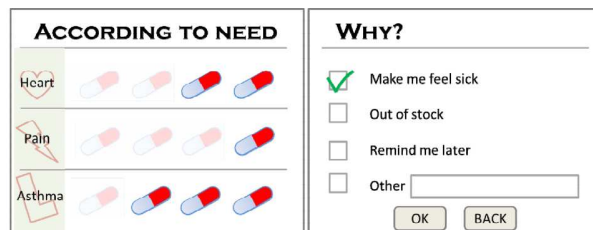
Verdezoto und Wolff Olsen [227] beschreiben in ihrer Arbeit als Teil des Lev Vel Consortium (Konsortium zur Sicherstellung der nationalen Strategie zur Digitalisierung des dänischen Gesundheitssystems) grundlegende funktionale und nicht-funktionale Anforderungen für den Entwurf von personalisierten Medikamentenmanagementsystemen. Funktionale Anforderungen sind etwa die Integration von verschiedenen Datenquellen, ortsunabhängige und kontextsensitive Erinnerungen, Nachvollziehbarkeit der Einnahmen oder Mobilität, während sich die nicht-funktionalen Anforderungen auf die Themen Sicherheit, Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit, Datenschutz und das Design des User-Interfaces fokussieren. Aus diesen Anforderungen entstand die Tablet-Applikation MediFrame, welche in der Publikation von Dalgaard et al. [60] vorgestellt wurde. Diese soll die selbstständige Verwaltung der eigenen Medikation mit folgenden Merkmalen unterstützen: Einnahmeplan erstellen, Medikationen anzeigen, Einnahmeerinnerungen, Dokumentation der Einnahmen (siehe Abbildung 3.9a) und Einnahme von optionalen Medikamenten. Der Prototyp wurde schrittweise durch einen UCD-Prozess mithilfe von Interviews, Anforderungsanalyse, Low-Fidelity-, High-Fidelity- und digitalen Prototypen, und BenutzerInnen-Evaluierungen entwickelt. Die Applikation bietet folgende Module an: *Kalender* (Anzeige der einzunehmenden Medikamente im Kontext der anderen Aktivitäten des Tages), *Medikationen* (Übersicht über die einzunehmenden Medikamente), *Tagebuch* (Anzeige aller relevanten Ereignisse wie z.B. Erinnerungen, Aktualisierungen der Medikationsliste, Nichteinnahme von Medikamenten etc. mit der Möglichkeit, persönliche Informationen zu dokumentieren wie z.B. aufgetretene Nebenwirkungen), *Erin-*

nerungen (visuelle und auditive Erinnerungen an Einnahme bzw. Nachfüllen der Medikamente), *Bedarfsmedikation* (Dokumentieren der Einnahme von Bedarfsmedikation, wobei die Person anhand von Symptomen das passende Medikament angezeigt bekommt, siehe Abbildung 3.9b), und *Einnahme eintragen* (Einnahme der Medikamente dokumentieren, wobei bei Nichteinnahme die Möglichkeit besteht einen Grund anzugeben, siehe Abbildung 3.9b). Das Projekt hat ebenfalls einen Blick auf den Shared Medical Record (SMR), ein öffentliches Projekt in Dänemark für die Verwaltung der verschriebenen Medikationen durch autorisiertes Gesundheitspersonal, ähnlich der e-Medikation in Österreich, geworfen. Zu dem Zeitpunkt der Erstellung des Prototyps hatte das Sicherheitssystem des SMR eine Integration jedoch nicht unterstützt, wodurch diese Idee wieder verworfen wurde. Deswegen verwendet MediFrame eine Offline-PatientInnenakte, die ähnlich zu SMR aufgebaut ist. Zusätzlich wurde von einer Partnerorganisation des Projekts ein DMI-Dienst (Danish Medication Information) zur Verfügung gestellt, damit zu den eingetragenen Medikamenten zusätzliche Informationen wie beispielsweise Bilder der Verpackung, Medikationseffekte, Nebenwirkungen oder Einnahmehinweise angezeigt werden können.

Eine weitere Publikation [226] des Lev Vel Consortium beschäftigt sich mit der selbstständigen Messung der eigenen Vitalparameter im alltäglichen Leben von SeniorInnen. Dazu nahmen aktive Personen über 50 Jahre in einem Tageszentrum an drei verschiedenen Workshops mit dem Schwerpunkt „Blutdruckmessung“ teil. Dabei stellten die AutorInnen diverse Herausforderungen bei der Entwicklung passender Applikationen fest, wie z.B. die nicht triviale Anpassbarkeit des Lebensstils an die Komplexität einer korrekten Blutdruckmessung, Bedenken bzgl. des Datenschutzes, die Bevorzugung von Zahlenwerten anstatt graphischer Interpretationen der Messungen und die Notwendigkeit, die PatientInnen zu motivieren. Die AutorInnen beschrieben, dass die AnwenderInnen mehr Anreiz an der Durchführung der Messungen hatten, sobald die Wichtigkeit der Blutdruckwerte erkannt wurde.



(a) Das Userinterface zur Registrierung der Medikamenteneinnahme.

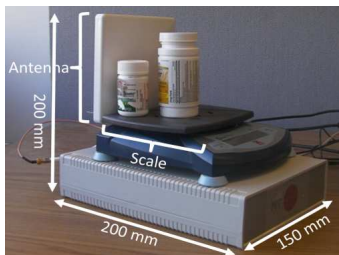


(b) Anzeige der Bedarfsmedikation (links), gegliedert nach Einnahmesymptomatik, und die Möglichkeit der Eingabe eines Grundes (rechts), warum das Medikament nicht eingenommen wurde.

Abbildung 3.9: Interface von MediFrame. [60]

Asai et al. [12] erkannten vier Gründe für fehlerhafte Einnahmen: Vergessen des Einnahmeplanes, Vergessen des korrekten Einnahmezeitpunktes, fehlerhafte Planung der Einnahmen und Fehler bei der Medikamentenvorbereitung bzw. Medikamentenbestellung. Auf Basis dieser Annahmen wurde ein Prototyp entwickelt, der diese Fehlerquellen eliminieren soll. Dieser besteht aus vier Modulen: *Sensor-Modul* (Schnittstelle, um Informationen der Umgebung zu erhalten), *Logik-Modul* (Sammlung der Sensordaten und Erzeugung von Events), *Regel-Modul* (Mittels der erzeugten Events können zuvor definierte Regeln ausgeführt werden) und *Akteur-Modul* (Kommunikation mit den BenutzerInnen, z.B. mittels Mobiltelefon, Bildschirm und Informationsleuchte). Für den Prototyp wurden zwei Sensoren integriert, der Medikamententisch und das Mobiltelefon. Auf dem Medikamententisch (siehe Abbildung 3.10a) lagert die Benutzerin bzw. der Benutzer die mit RFID-Tags markierten Medikamente. Mittels der integrierten Waage kann erkannt werden, ob die korrekte Einnahme getätigt wurde. Das Mobiltelefon dient als Lokalisierungshilfe (Person Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

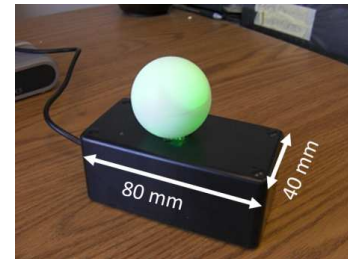
befindet sich zuhause oder unterwegs). Als Akteure wurden das Mobiltelefon, ein Home-Terminal sowie die Informationsleuchte vorgestellt. Das Mobiltelefon dient der Erinnerung der PatientInnen mittels Textnachrichten, wenn diese sich nicht zuhause befinden. Das Home-Terminal zeigt auf dem Bildschirm die einzunehmenden Medikamente sowie die Nachbestellungserinnerungen als Post-It-Notizen an, wobei sich die Farbe dieser je nach Dringlichkeit ändert (siehe Abbildung 3.10b). Die Informationsleuchte ist ein unaufdringlicher Indikator, dass Erinnerungen vorliegen, wobei diese auch verschiedene Farben für die Wichtigkeit der Erinnerungen annehmen kann (siehe Abbildung 3.10c).



(a) Medikationstisch zur Ablage der Medikamente. Mittels RFID-Antenne und Waage können die darauf platzierten Arzneimittel und deren Inhalt erkannt werden.



(b) Home-Terminal mit zwei Post-It-Notizen unterschiedlicher Dringlichkeit.



(c) Informationsleuchte zur Anzeige der Erinnerungen, wobei die Farbe auf die Dringlichkeit hinweisen kann.

Abbildung 3.10: Medikationstisch, Home-Terminal und Informationsleuchte des Prototyps. [12]

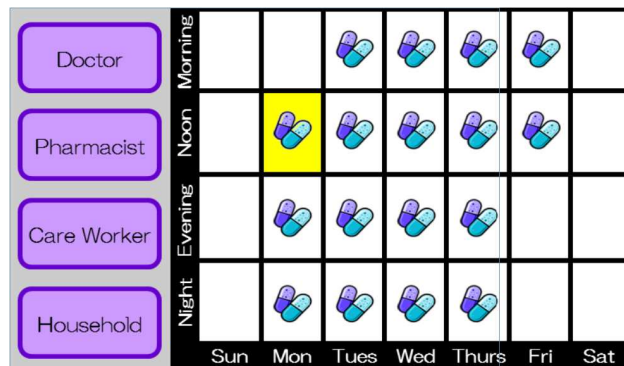
In der Arbeit von Mohammed et al. [151] beschreibt die Autorenschaft die Entwicklung eines kostengünstigen, digitalen Dosierungserinnerungssystems. Der Prototyp, welcher mit Materialien im Wert von etwa 100 USD gebaut wurde, wird regelmäßig durch eine Vertrauensperson mit Medikamenten befüllt und entsprechend konfiguriert. Sobald die Zeit zur Einnahme eines Medikamentes erreicht ist, wird ein auditiver Alarm ausgelöst, welcher durch die Betätigung eines Schaltknopfes beendet wird. Dadurch wird das zu dem Zeitpunkt einzunehmende Medikament in der programmierten Dosierung für die Einnahme freigegeben. Zusätzlich wird über eine integrierte Pumpe ein Becher mit Trinkwasser befüllt, um die Medikamente zu sich nehmen zu können. In der Arbeit wurden zahlreiche Möglichkeiten zum Ausbau des Systems erwähnt, wie beispielsweise die Integration eines Mobilfunk-Moduls für diverse textuelle Benachrichtigungen, Anbindung an das Internet für ein zentrales Monitoring oder die Verwendung einer Armbanduhr für taktile Benachrichtigungen.

In der Publikation von Akiyama und Sasaki [4] werden die Auswirkungen einer automatischen Medikamentenbox mit auditiven Erinnerungen beschrieben. Die Box gibt das passende Medikament zu einer voreingestellten Zeit frei. Zusätzlich macht eine Stimme auf die einzunehmenden Medikamente aufmerksam. Mit diesem System soll sichergestellt werden, dass die Person zur korrekten Zeit das korrekte Medikament in der vorgesehenen Dosis zu sich nimmt. Die Bezugspersonen wie z.B. Familie oder Betreuungspersonal, werden über die erfolgte Einnahme mittels E-Mail benachrichtigt. Die AutorInnen haben ihren Prototyp in einer Einrichtung für betreutes Wohnen mit 10 BewohnerInnen evaluiert. Die Befragung der PatientInnen ergab, dass sich die Falscheinahmen bei 40% der TeilnehmerInnen reduziert hat, jedoch 50% der ProbandInnen sich vorstellen könnten, das System weiterzuverwenden. Im Gegensatz dazu gaben nur 29% der Betreuungspersonen an, den Prototyp weiterverwenden zu wollen, da sich für sie der Arbeitsaufwand signifikant erhöht hatte.

Mit iMec G2 entwickelten Suzuki et al. [215] eine intelligente Medikamentenbox mit Touchscreen-Bedienung zur Unterstützung älterer Personen bei der Verwaltung und Einnahme ihrer Medikamente (siehe 3.11a). Die Tabletten der Person werden in Kassetten mit 7x4 Fächern (7 Tage zu je 4 Tageszeiten) für eine Woche im Vorhinein von der Betreuungsperson einsortiert. Zusätzlich werden in der Wohnung Sensoren in verschiedenen Räumen befestigt, um zeitnahe Daten erhalten zu können. Aus diesen Daten kann der korrekte Zeitpunkt der Einnahme ermittelt werden (z.B. müssen bestimmte Medikamente nach dem Essen eingenommen werden). Der Inhalt der Medikamentenbox wird mittels 4 Kameras, die von unten die Kassette aufnehmen, analysiert und mit den im System erfassten Dosierungen abgeglichen. Sollte ein Risiko für eine Fehleinnahme festgestellt werden, wird einerseits die Patientin bzw. der Patient und andererseits die Betreuungsperson informiert. Mittels des Touchscreens kann die Benutzerin bzw. der Benutzer den Zustand erkennen (siehe Abbildung 3.11b) und u.a. die hinterlegten Medikation bzw. Dosierung abfragen. Zusätzlich wird die Möglichkeit angeboten, die Betreuungsperson mit dem iMec G2 telefonisch zu kontaktieren.



(a) Äußere Ansicht der Medikamentenbox.



(b) Auf dem Bildschirm wird der aktuelle Status angezeigt.

Abbildung 3.11: Medikamenteneinnahmebox iMec G2 [215]

3.3 Zusammenfassung

Die weitreichende Analyse von bestehenden Erinnerungssystemen im medizinischen Umfeld bietet interessante Einblicke in den aktuellen Forschungsstand sowie aufschlussreiche Lösungsvarianten für diverse Problemstellungen. Um nun die in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Systeme miteinander vergleichbar zu machen, wurden folgende Kerneigenschaften für die Klassifizierung definiert:

- **Interface.** Über welche Schnittstelle, falls vorhanden, erfolgt die aktive Interaktion der BenutzerInnen mit dem System?
- **UI für SeniorInnen.** Ist die Anwendungsoberfläche für eine ältere Zielgruppe optimiert? Dies kann beispielsweise an großen Schriftzeichen bzw. Schaltflächen und einem guten Kontrast erkannt werden.
- **Lokale Datenspeicherung.** Werden die medizinischen Daten auf einem externen Server, welcher über das Internet erreichbar ist, gespeichert oder bleiben diese auf dem eigenen System?
- **Erinnerungsmodalität.** Wie findet die Benachrichtigung an ein Ereignis statt? (A = auditiv, V = visuell, T = taktil)

- **Medikamentenerinnerung.** Kann das System an die Einnahme von Medikamenten erinnern?
- **Speicherung d. Einnahme.** Wird eine durchgeführte Einnahme des Medikamentes für eine Verlaufskontrolle gespeichert?
- **Anzeige d. Einnahmen.** Kann der Verlauf der durchgeführten Einnahmen dargestellt werden?
- **Detaillierter Einnahmeplan.** Besteht die Möglichkeit, einen detaillierten Einnahmeplan (Tageszeiten, Uhrzeit, ...) zu definieren?
- **Messerinnerung.** Kann das System an die Messung von bestimmten Vitalparametern erinnern?
- **Speicherung d. Messwerte.** Können die gemessenen Werte in dem System eingetragen werden?
- **Anzeige d. Messwerte.** Können die eingetragenen Messwerte angezeigt werden?

Die 15 vorgestellten Erinnerungssysteme mit dem Fokus auf ältere BenutzerInnen wurden nach diesen Eigenschaften klassifiziert und die daraus resultierenden Ergebnisse in Tabelle 3.1 dargestellt. Hierbei konnten einige interessante Erkenntnisse gewonnen werden.

Erinnerungsmodalität. In den meisten (11) Fällen findet eine auditive Benachrichtigung statt, sobald die BenutzerInnen an etwas erinnert werden sollen - nur sechs Systeme verwenden dafür eine visuelle Komponente. Eine taktile Verständigung wird nur in zwei Prototypen, jeweils zusammen mit einer auditiven Komponente, eingesetzt. Daraus lässt sich schließen, dass akustische Benachrichtigungen eine hohe Effektivität aufweisen, da diese disruptive Methode die Aufmerksamkeit unverzüglich auf sich lenkt. Bei optischen Modalitäten hingehen muss die Umgebung bzw. der Aufstellungsort gezielt gewählt werden, um eine effiziente Erinnerung möglich zu machen.

Verlaufskontrolle für Medikamenteneinnahmen. Bis auf eine Ausnahme können alle vorgestellten Systeme an die Einnahme von Medikamenten erinnern, wobei jedoch der Detailgrad der einstellbaren Einnahmepläne unterschiedlich ist. Während oftmals eine Uhrzeit bzw. ein Tageszeitpunkt angegeben werden kann, bietet beispielsweise ein System nur die Angabe eines Intervalls (z.B. alle sechs Stunden) an. Die durchgeführte Einnahme selbst wird auch nur bei sechs Systemen protokolliert, wodurch nur bei diesen eine Verlaufskontrolle, etwa durch das medizinische Personal oder die Benutzerin bzw. den Benutzer selbst, durchgeführt werden kann. Dies wären jedoch wichtige Daten, da beispielsweise eine Erhöhung der Dosis durch das ärztliche Personal angeordnet werden könnte, obwohl diese eigentlich korrekt ist und nur das Medikament nicht zuverlässig eingenommen wurde.

Erhebung von Vitalparametern. Zwei Systeme unterstützen die Erfassung von diversen Vitalparametern, wobei nur eines davon an die Durchführung erinnern kann. Jedoch ist im höheren Alter eine regelmäßige Erhebung der wichtigsten Vitalparameter, wie Blutdruck, Herzfrequenz und Blutzucker essentiell, um eine Veränderung der Werte und somit potentielle Krankheiten frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls Maßnahmen setzen zu können. Hierbei ist auch der Zeitpunkt der Durchführung relevant, damit die einzelnen Messwerte miteinander vergleichbar sind, da beispielsweise der Blutdruck direkt nach dem Aufstehen meist deutlich geringer ist als im späteren Tagesverlauf.

Datenspeicherung. Bei zehn der 15 vorgestellten Systemen werden die (medizinischen) Daten an einer externen Stelle außerhalb des Zugriffsbereichs der BenutzerInnen gespeichert. Diese Methode bietet viele Vorteile, wie beispielsweise eine unkomplizierte Verwaltung durch Angehörige oder medizinisches Personal, wodurch beispielsweise die behandelnde Ärztin bzw. der behandelnde Arzt die Medikation aus der Ferne anpassen kann. Zudem sind an dieser Stelle die Daten durch regelmäßige Sicherungen meist sehr gut gegen Verlust abgesichert. Da es sich jedoch um medizinische, und somit höchstpersönliche Daten der BenutzerInnen handelt, ist eine Speicherung auf Drittsystemen auch riskant. Bei der lokalen Ablage der Daten können zudem Methoden entwickelt werden, um gezielt verschiedenen Personen, über einem abgesicherten Kanal, Zugriff auf diese zu ermöglichen.

Name	Interface	UI für SeniorInnen	Lokale Datenspeicherung	Erinnerungsmodalität	Medikamentenerinnerung	Speicherung d. Einnahme	Anzeige d. Einnahmen	Detaillierter Einnahmeplan	Messerinnerung	Speicherung d. Messwerte	Anzeige d. Messwerte
iCare [141]	Smartphone	-	-	A/V	+	-	+	-	-	+	+
Multimodal Medication-Management System [195]	Smartphone	-	+	V	+	+	+	+	-	-	-
Medication Reminder- and Feedback System [187]	-	-	-	A/T	+	-	-	+	-	-	-
Wedjat [235]	Smartphone	-	-	A	+	+	+	+	-	-	-
MobiCare [86]	Smartphone	+	-	A	+	-	-	-	-	-	-
MoviPill [165]	Smartphone	+	-	A	+	+	+	+	-	-	-
Remind-Me, GUIDE-Me, CARE-Me [88]	LCD	+	+	A/T	+	-	-	+	-	-	-
Digital Bulletin Board [225]	LCD	+	-	A	+	-	-	+	-	-	-
Visual Health Reminder [26]	Tablet	+	+	V	+	+	+	+	+	+	+
Mylife / PIA [110]	LCD	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MediFrame [227]	Tablet	+	+	A/V	+	+	+	+	-	-	-
Context-Aware Reminder [12]	LCD	+	-	A/V	+	-	-	-	-	-	-
Dosingsystem [151]	LCD	+	+	A	+	-	-	+	-	-	-
Medicationbox [4]	-	-	-	A	+	+	+	+	-	-	-
iMac G2 [215]	LCD	+	-	V	+	-	-	-	-	-	-

Tabelle 3.1: Zusammenfassung und Klassifizierung der 15 vorgestellten Erinnerungssysteme im medizinischen Kontext. (Legende: „+“ trifft zu, „-“ trifft nicht zu, „A“ auditiv, „V“ visuell, „T“ taktil)

Der Prototyp, der in dieser Arbeit analysiert und entwickelt wird, soll die hier erkannten Defizite adressieren. Zum Zeitpunkt der Auswertung des aktuellen Stands der Technik konnte kein System gefunden werden, welches ein ganzheitliches medizinisches Erinnerungssystem inkl. Verlaufskontrolle im AAL-Kontext implementiert:

- Verwaltung der eigenen Medikamente, wobei der Einnahmeplan individuell an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden kann.
- Protokollierung der eingenommenen Medikamente.
- Eintragung von gemessenen Vitalparametern.
- Diverse Komfortfunktionen, wie die Protokollierung von getrunkenen Flüssigkeiten oder die Verwaltung von weiteren, wichtigen Terminen, wie beispielsweise ärztliche Besuche.
- Anzeige der protokollierten Daten in einer benutzerfreundlichen, ganzheitlichen Ansicht, um mögliche gesundheitliche Probleme frühzeitig erkennen zu können.
- Audiovisuelle Erinnerung sowohl an Einnahme der Medikamente, Durchführung der Messungen sowie weitere Ereignisse.
- Lokale Speicherung aller Daten. Für einen möglicherweise notwendigen, externen Zugriff wird eine abgesicherte, optional aktivierbare Schnittstelle zur Verfügung gestellt, welche über bewährte kryptographische Verfahren Authentizität und Autorisierung sicherstellt.
- Frühzeitige Miteinbeziehung von Personen aus der Zielgruppe unter Anwendung eines iterativen UCD-Prozesses, wodurch eine optimale BenutzerInnenschnittstelle mit optimierten Abläufen implementiert und eine hohe Zufriedenheit erreicht werden kann.

4 Ergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Entwicklung des Prototyps, beginnend mit den Vorbereitungen in Kapitel 4.1, der Anforderungsdefinition in Kapitel 4.2 sowie der Erstellung eines Low- und High-Fidelity-Prototyps in Kapitel 4.3 und Kapitel 4.4 bis zu der Evaluierung des Systems in Kapitel 4.5 im Detail beschrieben. Abschließend wird der finale Prototyp und dessen Softwarearchitektur in Kapitel 4.6 dokumentiert.

4.1 Vorbereitung

In diesem Abschnitt wurden fundamentale Vorarbeiten für die nachfolgenden Phasen durchgeführt. Zu Beginn wurde ein grobes Ziel bzw. Anforderungen für den Prototyp, basierend auf den Ausarbeitungen der Grundlagen in Kapitel 2 und dem State-of-the-Art Report in Kapitel 3, festgelegt. Es sollte ein AAL-System entwickelt werden, welches sich optimal in den Alltag der Zielgruppe integrieren kann und diese ganzheitlich bei essentiellen medizinischen Tätigkeiten, wie der Einnahme von Medikamenten oder der Durchführung von Vitalparametermessungen unterstützen soll. Dabei wird ein Hauptfokus auf multimodale Erinnerungen gelegt, da im Alter vermehrt diverse körperliche Einschränkungen eintreten können.

Als Zielgruppe wurden ältere Personen ab 50 Jahren definiert, die selbstständig Medikamente einnehmen bzw. eigene Messwerte erheben müssen. Neben SeniorInnen (ab etwa 65 Jahren) umfasst die Zielgruppe somit auch Teile der nachfolgenden Generation, die zu einem großen Teil noch im Berufsleben steht und meist noch keine Erinnerungshilfe benötigt. Diese Personen haben aufgrund ihres jüngeren Lebensalters auch mehr Erfahrung mit aktueller Technik, wie Smartphones oder Tablets. Da diese Gruppe in ein paar Jahrzehnten ebenfalls das SeniorInnenalter erreichen und gegebenenfalls auf assistive Technologien angewiesen sein wird, wurde eine Einbindung als sinnvoll beurteilt. Die TeilnehmerInnen, die sowohl essentielle Anforderungen und interessante Einblicke lieferten, als auch das System in mehreren Phasen evaluierten, sind in Tabelle 4.1 aufgeführt. Jeder Person ist ein Kürzel zugeordnet, welches bei der Zuordnung der einzelnen Anforderungen in den jeweiligen Kapiteln erwähnt wird.

Für die einzelnen Iterationen der nachfolgenden Designphase wurde ebenfalls das zu erreichende Ziel und die dafür verwendete Methodik festgelegt:

- **Iteration 1.** In dieser Iteration soll eine umfangreiche Anforderungsliste ausgearbeitet werden. Dazu werden sechs ProbandInnen mittels einem zuvor ausgearbeiteten Interviewleitfaden zu deren persönlichem Umfeld, Gesundheitszustand, Medikamenteneinnahmen, Vitalparametermessungen, bevorzugten Erinnerungsmodalitäten und technischem Grundwissen befragt. Die Ermittlung der Anforderungen mittels Interviews wurde gewählt, da dies, wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben, die am weitest verbreitete Methode zur Erhebung von qualitativen Daten im Bereich der Gesundheitsforschung darstellt. Leitfadenterviews bieten darüber hinaus ein hohes Potential für essentielle Informationen, die mit einem strukturierten Interview nicht oder nur schwer ermittelbar sind. Im Vergleich zu dem Einsatz eines narrativen Interviews kann mit der gewählten Variante zusätzlich sichergestellt werden, dass aus Sicht der befragenden Person wichtige Themengebiete zumindest ansatzweise behandelt oder angesprochen werden.

- **Iteration 2.** Diese Iteration dient der Erstellung eines Low-Fidelity-Prototyps in Form eines Papierprototyps, basierend auf der erhobenen Anforderungsliste aus Iteration 1. Zusätzlich werden mehrere Skizzen zu möglichen Designs der Benachrichtigungslampe, die sich mühelos in die Umgebung der BenutzerInnen integrieren soll, erstellt. Sowohl der Papierprototyp als auch die Zeichnungen sollen dann von vier weiteren ProbandInnen evaluiert bzw. bewertet werden. Die Methode des Papierprototyps wurde gewählt, da mit dieser (wie in Kapitel 2.5.3 beschrieben) mit einfachen Mitteln schnell ein konkreter Designvorschlag erstellt werden kann. Zudem können neue Anforderungen bzw. Bedürfnisse der ProbandInnen schnell und unkompliziert eingearbeitet werden. Zusätzlich ist auch die Hemmschwelle der ProbandInnen, etwaige Probleme des Designs zu erwähnen, aufgrund des Erscheinungsbildes deutlich verringert.
- **Iteration 3.** Basierend auf dem Papierprototyp, den bewerteten Skizzen, sowie der erneut aktualisierten Anforderungsliste wird in dieser Iteration ein High-Fidelity-Prototyp implementiert. Dieser Prototyp kann, wie in Kapitel 2.5.3 beschrieben, als Ausgangsbasis für die Zielarchitektur bzw. die letztendliche Evaluierung verwendet werden. Für die ProbandInnen bietet dieser Prototyp die Möglichkeit, die Anwendungsoberfläche bereits in dieser Iteration interaktiv zu benutzen, zu evaluieren und somit erneut passendes Feedback zu geben. Des Weiteren wird auch substantielles Feedback zu dem Aussehen der Benachrichtigungslampe sowie der konkreten Integration dieser in die Umgebung der ProbandInnen erwartet.

Letztendlich soll in der Evaluierungsphase in Kapitel 4.5 der Prototyp von zwei ProbandInnen für eine Woche getestet werden. Davor werden die TeilnehmerInnen gebeten, die jeweiligen Zeiten für den gleichen Zeitraum händisch zu dokumentieren, zu denen sie ihre Medikamente einnehmen bzw. ihren Blutdruck messen. Dadurch können die Daten, die durch die Benutzung des Prototyps erfasst werden, mit diesen Grunddaten verglichen und etwaige Verbesserungen oder Verschlechterungen erkannt und analysiert werden.

Kürzel	Geschlecht	Alter	It.1	It.2	It.3	Eval.
P1	weiblich	77	x	-	-	x
P2	männlich	78	x	-	-	x
P3	weiblich	90	x	-	-	-
P4	männlich	88	x	-	-	-
P5	weiblich	53	x	x	x	-
P6	weiblich	84	x	x	-	-
P7	weiblich	75	-	x	x	-
P8	weiblich	66	-	x	-	-
P9	männlich	54	-	-	x	-
P10	männlich	71	-	-	x	-

Tabelle 4.1: Übersicht der teilnehmenden ProbandInnen.

4.2 Interviews - Iteration 1

In Iteration 1 wurden, nach der vorausgegangenen intensiven Literaturrecherche, die Nutzungsanforderungen festgelegt. Um diese definieren zu können, musste jedoch zuerst der Nutzungsanalyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

kontext verstanden und festgelegt werden. Dazu wurden von Beginn an die BenutzerInnen in den Gestaltungs- und Entwicklungsprozess miteinbezogen. Für diese Erhebung sollten daher konkrete Fragestellungen beantwortet, vor allem aber auch neue und wertvolle Informationen durch die BenutzerInnen selbst eingebracht werden, wodurch ein Leitfadeninterview die effektivste Methode darstellte.

4.2.1 Vorbereitung und Durchführung

In die Befragung wurden sechs Personen im Alter zwischen 53 und 90 Jahren miteinbezogen, die selbstständig Medikamente einnehmen bzw. eigene Messwerte erheben müssen. Hierbei war wichtig, dass sowohl ältere (65+) als auch noch im Berufsleben stehende Personen (50 - 65) miteinbezogen wurden, um einen ausgedehnten Überblick über die Anforderungen an ein entsprechendes System zu erhalten. Für das Interview wurde ein Interviewleitfaden erstellt, der folgende Themengebiete abdeckte:

- Demographische Daten
- Persönliches Umfeld
- Gesundheitszustand
- Medikamente
- Vitalparameter
- Erinnerungen im Allgemeinen
- Technische Erfahrungen

Für jede Kategorie wurden passende Fragestellungen entwickelt, um einen ganzheitlichen Einblick in das persönliche Umfeld der Befragten zu bekommen. Der komplette Leitfaden kann in Kapitel A.1 nachgelesen werden. Es wurde eine offene Gesprächskultur angestrebt, sodass die befragte Person den überwiegenden Teil des Interviews über ihre Erfahrungen bzw. ihre persönliche Situation sprechen konnte. Die Fragen wurden grundsätzlich chronologisch gestellt, außer es ergab sich in dem Gespräch eine andere, bevorzugte Reihenfolge. Die Gewichtung der Kategorien bzw. die Schwerpunkte innerhalb dieser wurden ebenfalls von den befragten Personen implizit durch den Gesprächsverlauf gesteuert.

Insgesamt wurden sechs Interviews mit einer Dauer von jeweils 1-1,5 Stunden, meist in den räumlichen Gegebenheiten der Gesprächspartner, durchgeführt. Dies hatte den Vorteil, dass bei bestimmten Fragen sehr detailreiche Antworten inkl. Anschauungsmaterial (z.B. handschriftliches Protokoll der letzten Blutdruckmessungen) gegeben werden konnten. Der Interviewleitfaden lag in der gedruckten Variante vor, wobei für jede Kategorie mindestens eine A4 Seite Platz für schnelle Notizen oder Zeichnungen vorgesehen war.

4.2.2 Auswertung

Es wurden vier Frauen und zwei Männer im Alter von 53 bis 90 Jahren (Durchschnitt: 78 Jahre) befragt. Fünf der sechs Personen leben in einem gemeinsamen Haushalt zusammen mit ihrer Partnerin bzw. ihrem Partner. Die drei ältesten Befragten wohnen in einer betreuten Einrichtung, die anderen drei Personen in einer Wohnung. Je höher das Alter, desto öfter haben diese Personen in

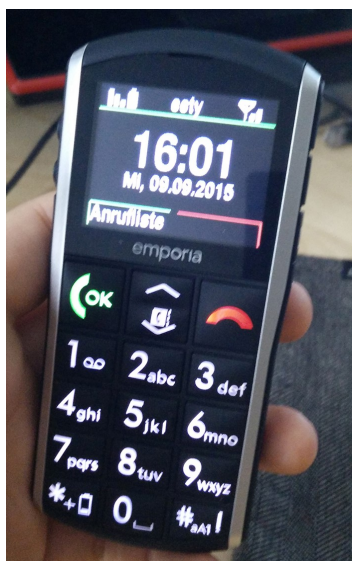


Abb. 4.1: Mobiltelefon einer befragten Person, welches auf diese Altersgruppe angepasst ist.

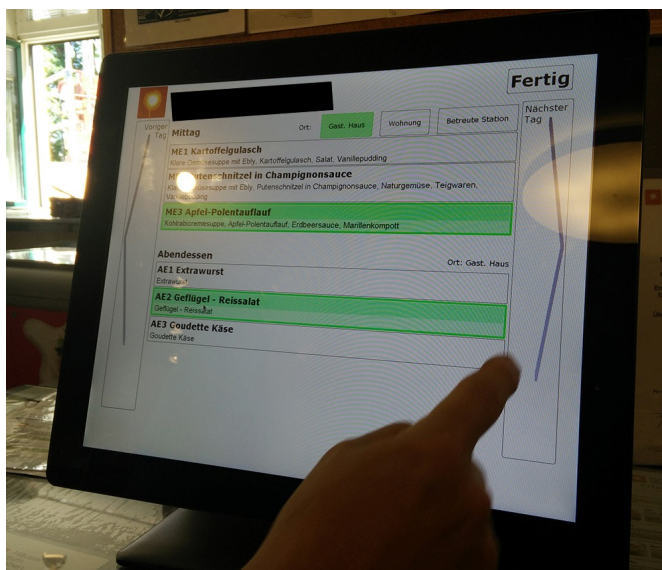


Abb. 4.2: In der SeniorInnenresidenz von drei Befragten müssen die BewohnerInnen ihre Essenswünsche für die nächsten zwei Wochen über ein öffentlich platziertes Touchscreen-Terminal eingeben.

ihren Wohnräumen regelmäßigen Besuch von Fremden (Pflegepersonal, Heimhilfe, Reinigungskräfte etc.). Alle Befragten gaben an, dass sie hauptsächlich mit ihren ärztlichen Ansprechpersonen über ihre Gesundheit reden, jedoch in vielen Fällen die Kinder oder Enkelkinder stark miteinbezogen werden. Diese begleiten sie beispielsweise zu Untersuchungen, lesen die Befunde und verwalten die Medikamente.

Während die jüngeren Befragten angaben, keine körperlichen Einschränkungen zu haben, gibt es im höheren Alter wiederum häufiger Probleme beim Erinnern an Termine (Altersvergesslichkeit, beginnende Demenz) sowie Probleme beim Gehen (es wird beispielsweise eine Gehhilfe, wie Stock oder Rollator benötigt) oder zitterige Finger. Die BewohnerInnen der SeniorInnenresidenz besitzen allesamt nur ein Seniorenhandy (siehe Abbildung 4.1), haben jedoch Erfahrung mit der Bedienung eines Touch-Displays. Dieses wird in ihrer Unterkunft für die Essensbestellung der nächsten zwei Wochen verwendet (siehe Abbildung 4.2). Eine Person gibt an, keine Probleme mit dem Gerät zu haben, während die anderen zwei Personen länger bei der Eingabe der Daten benötigen und oftmals nicht genau wissen, welches Menü sie letztendlich bestellt haben.

Medikamente

Im Durchschnitt nehmen die Befragten täglich 7,2 unterschiedliche Medikamente (Maximum: 13 Stück), vorwiegend in Tablettenform, aber auch als Tropfen, Pulver oder Salben zu sich. Die überwiegende Anzahl der Medikamente wird als Dauermedikation eingenommen. Nur ein kleiner Teil, wie beispielsweise Schmerzmittel, werden bei Bedarf verwendet. Um den Überblick nicht zu verlieren, werden die einzunehmenden Medikamente, sowie deren Dosis und Anwendungsart bei vier der sechs Befragten handschriftlich, kategorisiert nach Tageszeit oder Medikament, notiert. Eine der befragten Personen verwendet die Medikamentenliste des letzten Entlassungsberichtes eines Spitals. Auf diesen Listen sind in allen Fällen handschriftlich, die vom ärztlichen Personal angeordneten Anpassungen vermerkt. Auf Basis dieser Listen werden dann beispielsweise die Medikamentendispenser (siehe Abbildung 4.3) entweder von ihnen selbst oder von den betreuenden Personen (Angehörige, Pflegepersonal) im wöchentlichen Rhythmus befüllt. Die anderen Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

Befragten vermerken die aktuelle Dosis auf der Medikamentenverpackung oder merken sich diese, da es sich um ein Medikament handelt, welches sie schon seit vielen Jahren einnehmen. Die Medikamente werden in diesen Fällen für die Einnahme direkt aus der Verpackung entnommen.



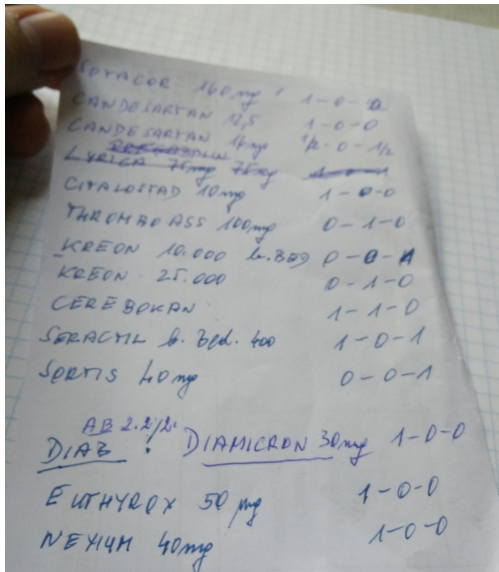
Abbildung 4.3: Die älteren Befragten verwenden allesamt Medikamentendispenser, die von ihnen selbst oder einer Betreuungsperson befüllt wird.

Bei den handschriftlich geführten Medikamentenlisten zeigte sich, dass diese nicht ohne weiteres (z.B. zusätzliche Erklärungen) von Dritten gelesen bzw. verstanden werden können. Auf der umfangreichen Medikamentenliste einer befragten Person (siehe Abbildung 4.4a) könnten beispielsweise die Änderungen, die mittels Durchstreichen, Überschreiben bzw. dem Hinzufügen eines bestimmten Datums dokumentiert worden sind, zu Fehlern führen. Bei den Medikamentenlisten von zwei weiteren befragten Personen (siehe Abbildung 4.4b) wurde, im Gegensatz zu dem üblichen Vorgehen, die Medikamentenaufzählung nach Tageszeitpunkten gegliedert. Auch hier wurden handschriftliche Anpassungen und zusätzliche Hinweise vermerkt, sowie zusätzlich mit Farbmarkierungen gearbeitet.

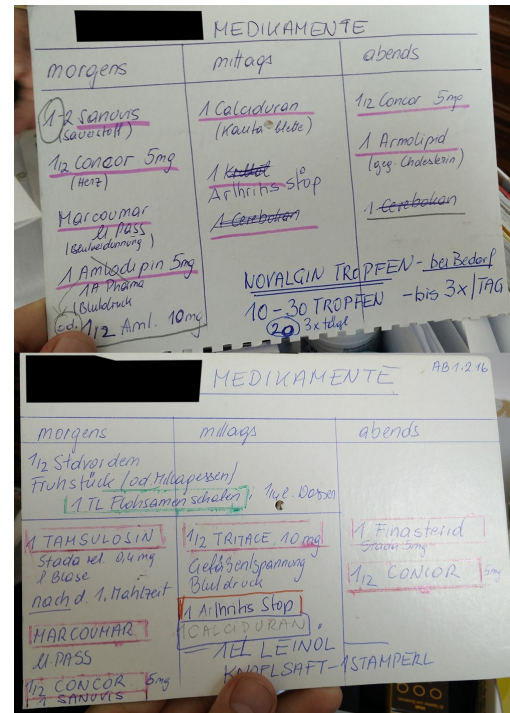
Vorwiegend die BesitzerInnen eines Medikamentendispensers gaben an, regelmäßig auf die Einnahme ihrer Medikamente zu vergessen. Nur eine Testperson ohne Dispenser vergisst diese manchmal, wenn sie sich auf Reisen befindet. Es zeigte sich ebenfalls, dass sowohl die jüngeren Befragten als auch diejenigen, die vorher in einem Gesundheitsberuf tätig waren, kaum Probleme mit ihren Medikamenten haben. Diese Personen konnten im Zuge des Interviews detailreich erklären, warum sie welches Medikament einnehmen müssen. Die anderen Befragten konnten dies entweder nicht oder nur sehr oberflächlich.

Die Befragten mit Medikamentendispenser, vor allem diejenigen mit vielen verschiedenen Medikamenten, gaben an, dass sie sich bei der Befüllung dieser sehr konzentrieren müssen. Eine Person muss beispielsweise dasselbe Medikament mit unterschiedlichen Dosierungen zu verschiedenen Tageszeiten einnehmen. Das Aussehen der Packungen wurde ebenfalls als Fehlerquelle identifiziert. Die Medikamente Clopidogrel (Blutverdünner) und Enalapril (Blutdrucksenker) unterscheiden sich beispielsweise nur durch den aufgedruckten Text und marginal durch die Größe (siehe Abbildung 4.5). Die Vertauschung dieser Medikamente sowie die Einnahme einer falschen Dosis kann zu fatalen Folgen führen.

Die Einnahmen selbst werden von keinem der Befragten dokumentiert. Die BesitzerInnen eines Dispensers geben jedoch an, dass sie durch die Verwendung von diesem zumindest für die aktuelle Woche wissen, ob sie ihre Medikamente eingenommen haben. Nur eine Person gibt an, von ihrer behandelnden ärztlichen Fachkraft über die Regelmäßigkeit der Einnahmen befragt zu werden. In den anderen Fällen gehen diese vermutlich davon aus, dass alle verordneten Medikamente verlässlich in der verschriebenen Dosis und zur korrekten Tageszeit eingenommen werden.



(a) Auf der Medikamentenliste einer befragten Person sind einige handschriftliche Anpassungen erkennbar.



(b) Bei den Medikamentenlisten von zwei befragten Personen sind handschriftlich Anpassungen und Hinweise vermerkt.

Abbildung 4.4: Die Medikamentenlisten der Befragten wurden, soweit vorhanden, ausschließlich handschriftlich geführt.

Die Befragten konnten sich gut vorstellen, ihre Medikamente und Einnahmen an einer zentralen, digitalen Stelle zu verwalten und sich auch von dieser erinnern zu lassen. Dabei gibt es jedoch Bedenken gegenüber Kriminellen, die die Gesundheitsdaten unautorisiert über das Internet abfragen könnten. Im Gegensatz dazu würden sie es jedoch als Vorteil sehen, wenn ihre behandelnde Ärztin bzw. ihr behandelnder Arzt direkt auf diese Daten zugreifen und Rückmeldungen geben könnte. Für die Befragten ist es wichtig, den Verlauf der Verschreibungen (Medikament, Dosis, Tageszeit, ...) und der durchgeführten Einnahmen sehen zu können, um etwa Dosisanpassungen nachträglich nachzuvollziehen. Die Eingabe bzw. Änderungen von Daten sollten in wenigen Schritten möglich sein. Bei komplexeren Anwendungsfällen würden sich die Befragten Unterstützung, z.B. in Form einer Einführung oder eines Handbuches, wünschen. Auf Basis der vorhandenen Daten, könnte das Gerät ebenfalls weitere Informationen, beispielsweise Beipackzettel, Nebenwirkungen oder potentielle Wechselwirkungen mit anderen eingetragenen Medikamenten anzeigen. Eine Person würde eine „Einsortierhilfe“ als hilfreich erachten, die bei der Bestückung ihres Dispensers schrittweise anleitet.

Messungen

Drei der sechs Befragten erheben regelmäßig selbstständig Vitalparameter wie Blutdruck, Herzfrequenz, Blutzucker oder Sauerstoffsättigung - bei den anderen werden keine Werte erhoben bzw. dies durch die Pflegekraft durchgeführt. Am häufigsten wird der Blutdruck zusammen mit der Herzfrequenz erhoben, wobei PatientInnen mit einem bekannten Herzproblem bzw. einer Durchblutungsstörung diese häufiger als die anderen messen. Diese Werte werden aus unterschiedlichen Gründen, wie beispielsweise rein zu Informationszwecken oder zur Vorlage bei der Hausärztin oder dem Hausarzt zur Kontrolle und gegebenenfalls Neudosierung des Blutdruckmedikamentes,



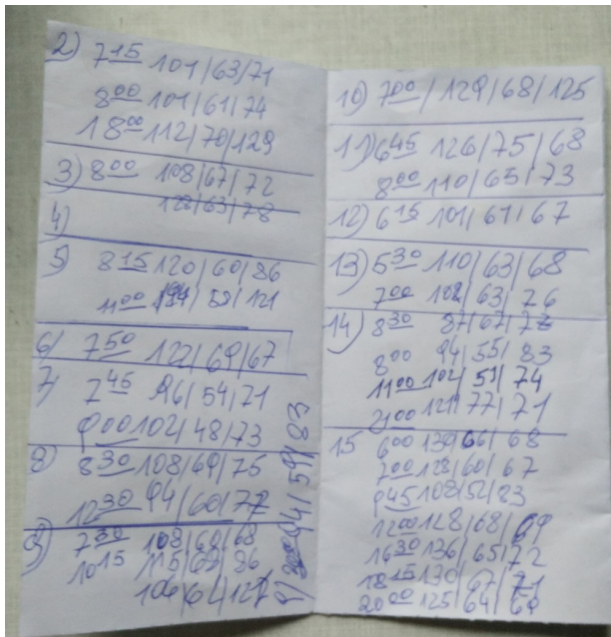
Abbildung 4.5: Der Blutverdünner Clopidogrel und der Blutdrucksenker Enalapril unterscheiden sich sowohl optisch als auch haptisch kaum.

erhoben. Der Blutzucker sowie die Sauerstoffsättigung werden aufgrund einer bekannten Blutzuckererkrankung bzw. Schlafapnoe gemessen. Diese Werte dienen der betroffenen Person als Richtwert, ob sie etwa noch etwas essen kann (diätisch behandelter Diabetes) bzw. die Sauerstoffmaske aufsetzen muss.

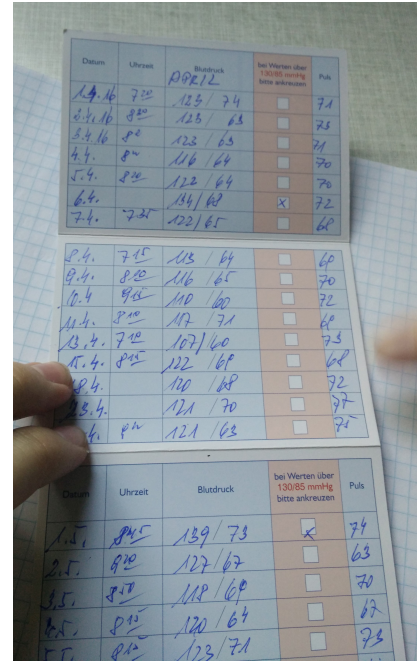
Die gemessenen Werte werden handschriftlich, meistens auf einem Zettel mit eigener Struktur (siehe z.B. Abbildung 4.6a), aber auch in einem vorgedruckten Heft (siehe z.B. Abbildung 4.6b) dokumentiert. Bei beiden Varianten werden die gemessenen Werte sowie der Zeitpunkt, zu dem diese erhoben wurden, niedergeschrieben. Die selbstgeschriebenen Zettel verleiten jedoch stärker dazu, diese dezentralisiert zu verwahren - eine befragte Person hatte diese beispielsweise in Küche, Wohnzimmer und Schlafzimmer verteilt. Dadurch wird ein Überblick über den Verlauf der letzten Tage erschwert oder ist, etwa beim Verschwinden einzelner Zettel, sogar unmöglich.

Eine Person gab auch an, dass sie die zu sich genommenen Flüssigkeiten dokumentiert. Dazu wird auf einem der Zettel, auf dem sie auch die Blutdruck- und Herzfrequenzmessungen protokolliert, für jeden Tag eine Liste mit Strichen geführt, wobei jeder Strich ein Glas mit 200 ml darstellt. Die Idee hatte sie durch ein „Trinkprotokoll“, welches sie bei einem Spitalsaufenthalt führen musste (siehe Abbildung 4.7). Dabei wird für jedes getrunkene Glas ein Kreuz gemacht. Eine Legende aus Smileys zeigt auf diesem an, wie gut der Fortschritt für den jeweiligen Tag ist.

Die Befragten verwenden für die Messung ihrer Werte keine dezidierten Erinnerungen, sondern versuchen diese in den Tagesablauf einzubauen. Beispielsweise wird zum ersten Mal beim Aufstehen und nach dem Frühstück der Blutdruck- und Blutzucker gemessen. Auch andere Ereignisse, wie etwa eine unruhige Nacht oder Schwindelgefühle im Tagesverlauf, führen zu einer Messung. Der Blutdruck bzw. die Herzfrequenz werden ausschließlich mit vollautomatischen Messgeräten



(a) Die gemessenen Blutdruck- und Herzfrequenzwerte werden inkl. Uhrzeit pro Tag dokumentiert.



(b) In diesem Heft sollen die gemessenen Werte eingetragen werden. Das vorgegebene Format erleichtert die Strukturierung der Daten, hat aber Schwächen bei zusätzlichen Notizen.

Abbildung 4.6: Die Messwerte wurden von den befragten Personen entweder in einem eigenen Format oder in einem vorstrukturierten Heft dokumentiert.

am Handgelenk (siehe Kapitel 2.2.2), der Blutzucker mit amperometrischen Messgeräten im Kapillarblut (siehe Kapitel 2.2.3), unter Zuhilfenahme einer automatischen Stechhilfe, gemessen.

Ähnlich der Verwaltung und Erinnerung an die Einnahme von Medikamenten sehen die Befragten diese Funktionalität für ihre Messungen als sinnvoll an. Da es sich ebenfalls um Gesundheitsdaten handelt, bestehen dieselben Sorgen, aber auch dieselben Wünsche an den Funktionsumfang des Geräts. Während an die regulären Messungen wie Blutdruck, Herzfrequenz und Blutzucker erinnert werden sollte, wäre dies für die Flüssigkeitsaufnahme nicht sinnvoll, da die Befragten nicht bevormundet werden möchten. Trotz alledem würden sie gerne einen Zielwert für die zu sich zu nehmende Flüssigkeit für den aktuellen Tag festlegen und die bisher getrunkenen Mengen dokumentieren.

Erinnerungen

Um sich an Termine oder andere Ereignisse zu erinnern, verwenden die Befragten meist einen Kalender, der an einer zentralen Stelle, wie beispielsweise die Küche, platziert bzw. aufgehängt ist. In diesem werden ärztliche Termine, Geburtstage, Verabredungen oder Veranstaltungen aller Personen dieses Haushalts eingetragen. Wichtige Termine werden zudem mittels Leuchtstiftes hervorgehoben (siehe Abbildung 4.8). In der täglichen Routine wird der Kalender herangezogen, um die nächsten Tage zu planen. Keiner der Befragten verwendet einen digitalen Kalender, da dieser als zu kompliziert und umständlich angesehen wird. Eine befragte Person verwendet jedoch einen Radiowecker neben dem Bett, um sich an eine Medikamenteneinnahme zu erinnern. Die

Abbildung 4.7: Jeden Tag sollen die PatientInnen, sobald sie ein Glas getrunken haben, dies auf dem Trinkprotokoll vermerken, sodass sie einen Überblick über ihre Flüssigkeitsaufnahme bekommen.

Tochter von zwei der Befragten erinnert diese wiederum oftmals telefonisch kurz vor wichtigen Terminen.

Abbildung 4.8: Der Kalender ist in vielen Haushalten an zentraler Stelle platziert. In diesem werden allfällige Ereignisse wie Arzttermine, Geburtstage, Veranstaltungen oder Besuche aller Personen dieses Haushalts eingetragen.

Die Befragten würden gerne subtil an ihre Ereignisse erinnert werden, daher bevorzugen diese visuelle Erinnerungen, wenn beispielsweise Dritte zu Gast sind. Sobald sie aber unter sich bzw. nur Vertrauenspersonen, wie deren Kinder, anwesend sind, werden auch auditive Erinnerungen als sinnvoll angesehen. Diese sollen vor allem die Situationen adressieren, in denen sie keinen Blickkontakt zu der visuellen Erinnerung haben. Es sollte jedoch keine penetrante Melodie (z.B. das Läuten eines klassischen Weckers) verwendet werden - als positive Beispiele wurde Meeresrauschen oder ein Kaminfeuer genannt. Taktile oder olfaktorische Erinnerungen wurden weitestgehend aufgrund deren Charakteristiken abgelehnt. Das Gerät selbst sollte leicht in die Umgebung integrierbar sein und sich optisch in diese einfügen.

4.2.3 Resultierende Anforderungen

Basierend auf den geführten Interviews wurden die, in Tabelle 4.2 aufgelisteten Anforderungen, definiert. Diese haben eine Bezeichnung, eine Kategorie, eine kurze Beschreibung und eine Quelle, welche den Ursprung dieser Anforderung angibt. Eine Anforderung kann direkt durch eine Aussanalyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

ge der befragten Person, indirekt durch eine Beobachtung während des Interviews oder aufgrund einer, in den theoretischen Grundlagen abgehandelten Fachpublikation entstanden sein. An der Bezeichnung kann erkannt werden, ob es sich um eine funktionale (FAN) oder nicht-funktionale (NFAN) Anforderung handelt. Die Liste wurde als Ausgangsbasis für die Erstellung des Low-Fidelity-Prototyps (siehe Kapitel 4.3) verwendet und im Verlauf der weiteren Iterationen aufgrund der Erfahrungen bzw. Rückmeldungen der TestbenutzerInnen adaptiert.

Anforderungen, die in der Kategorie „Optional“ angeführt sind, wurden zwar von den Befragten als wünschenswerte Features benannt, stehen aber nicht im direkten Zusammenhang mit den Herausforderungen, die mit dieser Arbeit adressiert werden sollen. Daher werden diese Anforderungen zwar angeführt, aber nicht mit hoher Priorität behandelt.

Kategorie	Nummer	Beschreibung	Quelle
Allgemein	FAN-A01	Es sollen bis zu zwei BenutzerInnen parallel das Gerät verwenden können.	P1, P2, P3, P4
	FAN-A02	Die Benutzerin bzw. der Benutzer wird eindeutig durch eine Farbe und einen „Begleiter“ repräsentiert, den er bei der Neuanlage wählen kann. Ein „Begleiter“ ist ein Maskottchen in der Gestalt eines Tieres, welches als gezeichnetes Bild visualisiert wird.	P1, P5, [51]
	FAN-A03	Es können einzelne Module deaktiviert werden.	P1, P2, P3, P4, P5, P6
	FAN-A04	Es soll die Möglichkeit geben, auf jeder Seite eine Hilfe anzeigen zu lassen, die textuell und gesprochen Hinweise gibt.	P1, P6
Medikamente (Funktion)	FAN-F01	Es kann ein Medikament sowie die einzunehmende Dosis, Tageszeiten (Morgen, Mittag, Abend, Nacht) und zwei Bilder (Verpackung, Detailansicht) hinzugefügt werden, an die die Benutzerin bzw. der Benutzer audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F02	Es kann beim Hinzufügen von Medikamenten der Barcode des Medikament gescannt werden, wodurch (falls vorhanden) Informationen zu dem Medikament geladen werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F03	Es kann die aktuelle, vergangene und zukünftige Medikationsliste angezeigt werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F04	Es kann ein vorhandenes Medikament bearbeitet oder entfernt werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F05	Es soll die Einnahme bzw. Nicht-Einnahme protokolliert werden können. Wenn das Medikament nicht eingenommen wurde, soll ein Grund gewählt werden können.	[227]

	FAN-F06	Es soll eine Übersicht über die eingenommenen bzw. nicht-eingenommenen Medikamente angezeigt werden können.	P2, P3, P4
Messungen (Funktion)	FAN-F11	Es kann eine Erinnerung zum Messen für Blutdruck / Herzfrequenz und Blutzucker hinzugefügt werden, an audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P6
	FAN-F12	Es können die vorhandenen Erinnerungen angezeigt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F13	Es können die vorhandenen Erinnerungen entfernt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F14	Es können (unabhängig von einer aktiven Erinnerung) die gemessenen Werte eingetragen werden.	P1, P2
	FAN-F15	Es können die gemessenen Werte angezeigt werden.	P1, P2, P6
Flüssigkeiten (Funktion)	FAN-F21	Es kann ein Tagesziel, wie viel Flüssigkeit aufgenommen werden soll, festgelegt werden.	P1
	FAN-F22	Es kann die getrunkene Menge eingegeben werden.	P1
Kalender (Funktion)	FAN-F31	Es können Termine eingetragen werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P4
	FAN-F32	Es können die eingetragenen Termine angezeigt und entfernt werden.	P1, P2, P4
Design	FAN-D01	Die Eingabe von umfangreicheren Daten soll auf mehrere Schritte aufgeteilt werden.	P1, P2, P3, P4, P6
	FAN-D02	Es soll zu jeder Zeit ein Schaltfläche „Zurück“ und „Startbildschirm“ vorhanden sein.	P1, P4, P5, P6
	FAN-D03	Es sollen alle Icons, Schaltflächen und Schriften so groß sein, dass sie von der Zielgruppe ohne Probleme auf dem Touchscreen erkannt und betätigt werden können.	P1, P2, P3, P4, P6
Sicherheit	NFAN-S01	Unautorisierte Personen ohne physischen Zugang können nicht auf die Daten zugreifen.	P1, P2, P5, P6
	FAN-S02	Es darf zu keinem Datenverlust oder inkonsistenten Daten kommen - auch nicht, wenn das Gerät vom Strom genommen wird.	P1, P2, P3, P4, P6
	NFAN-S03	Wo nötig müssen aktuell als sicher eingestufte kryptographische Verfahren verwendet werden.	Autor
Optional	FAN-O01	Es ist möglich, über einen sicheren Kanal auf die eigenen Daten zuzugreifen. Hierbei dürfen nur autorisierte Geräte über eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung zugreifen.	P1

FAN-002	Es wird eine „Einsortierhilfe“ angeboten, die Schritt für Schritt bei der Befüllung eines Dispensers anleitet.	P3
---------	--	----

Tabelle 4.2: Anforderungen basierend auf den Interviews und der vorausgegangenen Literaturrecherche.

4.3 Low-Fidelity-Prototyp - Iteration 2

Basierend auf der, in Kapitel 4.2.3 definierten Anforderungsliste (siehe Tabelle 4.2) wurden grobe Skizzen des Prototyps sowie ein Papier-Prototyp zu dem, mittels Touchscreen zu bedienenden Interface entworfen. Während die graphischen Entwürfe den TestbenutzerInnen zur Bewertung vorgelegt wurden, mussten sie mit dem Papierprototyp vorgegebene Aufgaben erledigen.

4.3.1 Low-Fidelity-Prototyp und Skizzen

Eine essentielle Anforderung aus Iteration 1 war die weitestgehend dezente und praktische Integration des Prototyps in die räumlichen Gegebenheiten der BenutzerInnen. Daher wurde die Kombination eines Sockels mit integriertem Touchscreen-Display angestrebt, auf dessen Oberseite eine handelsübliche Lampe befestigt wird. Die Dimensionen des Sockels mussten passend gewählt werden, sodass in diesem genug Platz für die elektronischen Bauteile sowie Lautsprecher vorhanden ist. Auf Basis dessen wurden vier Skizzen (siehe Abbildung 4.9) entworfen, die den angeführten Anforderungen entsprechen.

Der Papierprototyp wurde mit der Testversion von Balsamiq [24] erstellt. Dabei wurden über 70 unterschiedliche Seiten innerhalb folgender Kategorien entworfen:

- Einrichtung eines neuen Benutzers
- Benutzerauswahl
- Startseite / Übersichtsseite
- Medikament hinzufügen / anzeigen / bearbeiten
- Medikament einnehmen
- Erinnerung für Blutdruck- und Herzfrequenzmessung hinzufügen
- Blutdruck- und Herzfrequenzmessung eintragen
- Werte der Blutdruck- und Herzfrequenzmessungen anzeigen
- Flüssigkeitsziel hinzufügen / Flüssigkeitsaufnahme eintragen

Damit sich die BenutzerInnen leichter zurechtfinden können, besitzen die meisten Masken einen ähnlichen Grundaufbau. Am linken Rand befindet sich ein ständig sichtbarer Navigationsbereich, auf dem je nach Kontext bis zu vier Schaltflächen angezeigt werden:

- Begleiter und Farbe des derzeit aktiven Benutzers. Die Betätigung der Schaltfläche führt zur Übersichtsseite.

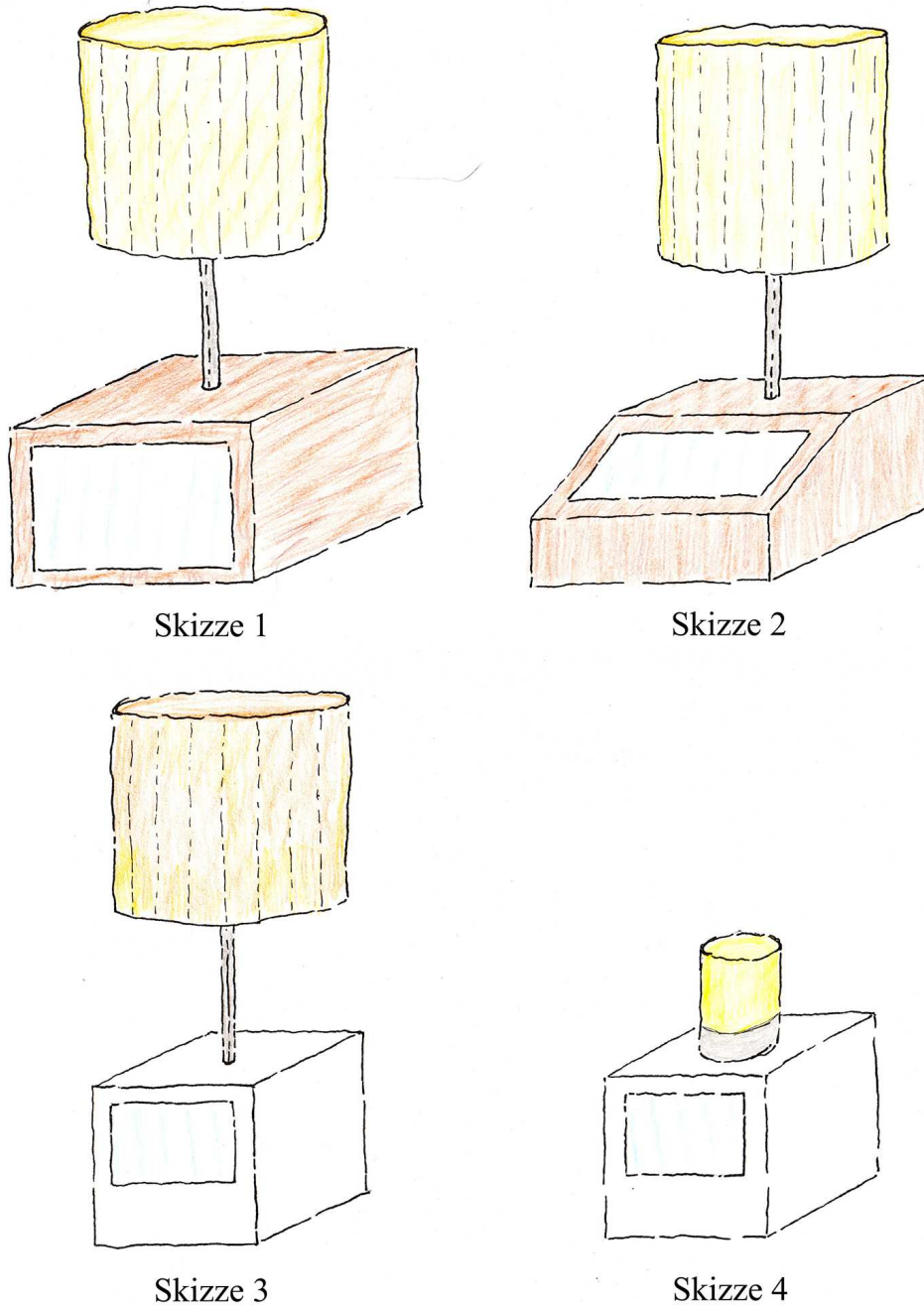


Abbildung 4.9: Vier Skizzen für mögliche Prototypen wurden, basierend auf den Anforderungen, erstellt, die von den ProbandInnen bewertet werden sollten.



Abb. 4.10: Auf der Anmeldeseite wird das Bild des Begleiters, die Farbe sowie die aktuell aktiven Erinnerungen angezeigt.

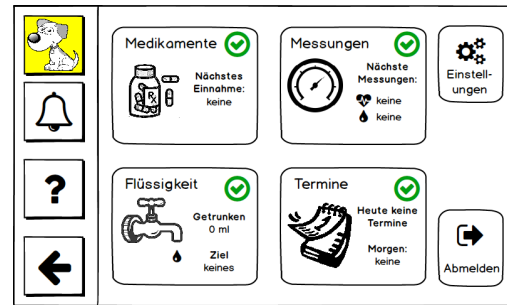


Abb. 4.11: Die Übersichtsseite soll einen Überblick über den aktuellen Stand geben.

- Eine interaktive Fläche, welche die Anzahl der derzeit aktiven Erinnerungen anzeigt und bei Betätigung zu der Übersicht der durchzuführenden Tätigkeiten navigiert. Dadurch soll die Benutzerin bzw. der Benutzer, unabhängig von der aktuell angezeigten Seite, den aktuellen Status erkennen und gegebenenfalls ohne weitere Zwischenschritte handeln können.
- Die Hilfe-Funktion, welche die aktuelle Seite textuell und auditiv erklärt. (FAN-A04)
- Eine Zurück-Schaltfläche, die auf die vorherige Seite wechselt. Falls dies nicht möglich ist, da es z.B. keine vorherige Seite gibt oder eine abschließende Aktion ausgeführt wurde, wird diese Schaltfläche nicht angezeigt. (FAN-D02)

Bei der Gestaltung der einzelnen Masken wurden durchgehend große Schriften und Schaltflächen verwendet. Bei den unterschiedlichen Eingaben werden mit einer textuellen Beschreibung die nachfolgenden Schritte erklärt, damit die Benutzerin bzw. der Benutzer genau weiß, was zu tun ist. Komplexere Eingaben wurden grundsätzlich in mehrere Schritte unterteilt. Die Schaltflächen besitzen durchgehend Icons, die neben dem Text auf die dahinterliegende Funktion (z.B. Weiter, Abbruch) hinweisen. Beim Abschluss einer Aktion wird am Ende immer eine Erfolgsseite sowie weitere Navigationsmöglichkeiten (z.B. Aktion erneut durchführen, Zurück zur Übersichtsseite) angeboten.

Auf der *Anmeldeseite* (siehe Abbildung 4.10) wird das Bild des Begleiters, die Farbe sowie ein kurzer Hinweis auf möglicherweise aktuell aktive Erinnerungen angezeigt. Sobald die Benutzerin bzw. der Benutzer nun sein Benutzerbild auswählt, wird er auf seine individuelle *Übersichtsseite* weitergeleitet, die einen Überblick über seinen aktuellen Gesamtzustand geben soll (siehe Abbildung 4.11). Auf dieser Seite werden die vier großen Module „Medikamente“, „Messungen“, „Flüssigkeit“ und „Kalender“ inkl. aktueller Metriken angezeigt. Die Kacheln signalisieren mit einem grünen Häkchen, dass keine Aktionen gesetzt werden müssen. Falls jedoch etwa ein Medikament einzunehmen ist, wird dies mit einem orangen Rufzeichen dargestellt. Letztendlich gibt es noch Navigationselemente für die „Einstellungen“ sowie zum „Abmelden“ des aktuellen Benutzers.

Das *Medikationsmodul* zeigt auf der ersten Maske die Übersicht der Einnahmen des aktuellen Tages an (siehe Abbildung 4.12). Von dieser Seite aus können dann die Unterfunktionen zur (außerplanmäßigen) Einnahme eines Medikamentes, zum Anzeigen/Bearbeiten/Hinzufügen der Medikationen sowie die Auflistung der Einnahmen aufgerufen werden. Beim Hinzufügen bzw. Bearbeiten eines Medikamentes wird die Benutzerin bzw. der Benutzer durch einen mehrseitigen Dialog geführt, um Informationen zu dem Medikament, entweder durch den Barcode oder mittels Texteingabe, einzugeben, bis zu zwei Bilder von diesem anzufertigen, einen optionalen Hinweis

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

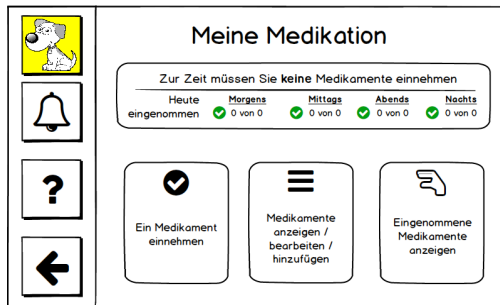


Abb. 4.12: Die Übersichtsseite des Medikationsmoduls soll eine schnelle Übersicht über den aktuellen Status geben.



Abb. 4.13: Bevor die Einnahme gespeichert wird, muss dies auf einer Kontrollseite bestätigt werden.

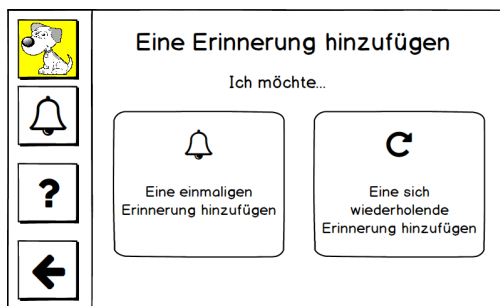


Abb. 4.14: Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann auswählen, ob einmalig oder wiederholt an die Durchführung der Messung erinnert werden soll.

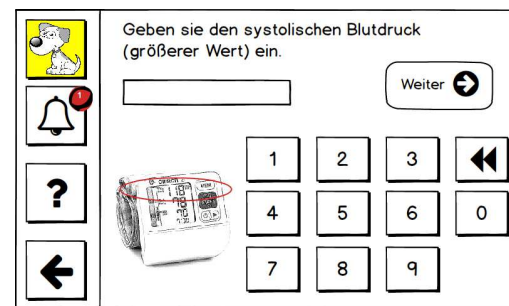


Abb. 4.15: Um die Eingabe von Messwerten zu erleichtern, werden textuelle und visuelle Hinweise angezeigt.

anzugeben sowie die Dosierung festzulegen. Bei der Angabe der Dosierung wird die Benutzerin bzw. der Benutzer zuerst schrittweise gefragt, wann dieser mit der Einnahme beginnt und wann diese enden soll, ob er das Medikament täglich oder nur an bestimmten Wochentagen einnehmen soll und ob er das Medikament an einem Tag immer zu denselben Tageszeiten nehmen muss. Auf Basis dieser Fragen werden die konkreten Dosierungswerte für die jeweiligen Wochentage bzw. Tageszeiten nacheinander abgefragt. Bei der Einnahme selbst hat die Benutzerin bzw. der Benutzer die Möglichkeit, die vorgeschriebene Dosierung einzunehmen oder einen Grund für die Nichteinnahme anzugeben. Letztendlich muss er die Aktion noch bestätigen, bevor die Erinnerung endgültig quittiert wird (siehe Abbildung 4.13).

Im *Messmodul* wird zwischen Blutdruck/Herzfrequenz- und Blutzuckermessungen unterschieden, wobei im Papierprototyp nur ersteres umgesetzt wurde. Nachdem die Benutzerin bzw. der Benutzer eine Kategorie ausgewählt hat, wird eine Unterseite angezeigt, um einen gemessenen Wert einzutragen, die bisher eingetragenen Werte anzuzeigen und Erinnerungen hinzuzufügen bzw. zu bearbeiten. Die Benutzerin bzw. Der Benutzer kann sich einmalig oder mehrmalig, nach einem schrittweise einzugebenden Intervall, erinnern lassen (siehe Abbildung 4.14). Ähnlich zu der Eingabe der Medikationen kann auch ein Zeitraum mit Start- und Enddatum, in welchem die Erinnerung aktiv sein soll, angegeben werden. Beim Eintragen der Messungen werden die einzelnen Messwerte schrittweise abgefragt, wobei textuell sowie graphisch der einzugebende bzw. abzulesende Wert symbolisiert wird (siehe Abbildung 4.15). Letztendlich werden die eingegebenen Werte auf einer Kontrollseite konsolidiert dargestellt, bevor diese Eingabe bestätigt werden kann.

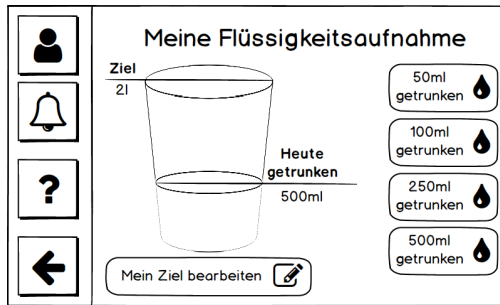


Abb. 4.16: Die aktuelle Flüssigkeitsaufnahme wird textuell und graphisch dargestellt. Mittels vordefinierter Mengen kann eine getrunkene Menge hinzugefügt werden.

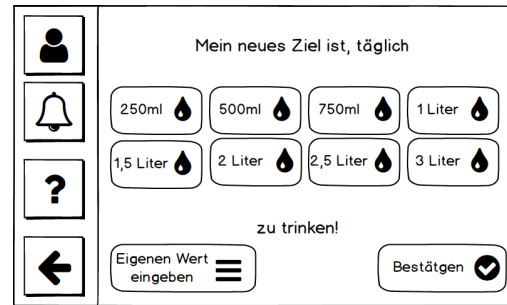


Abb. 4.17: Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann ein Tagesziel festlegen.

Die erste Seite des *Flüssigkeitsmoduls* zeigt den aktuellen Stand der Flüssigkeitsaufnahme für diesen Tag an. Dabei werden die Daten sowohl textuell als auch in Form eines immer voller werdenden Glases dargestellt (siehe Abbildung 4.16). Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann sein Tagesziel entweder aus einer Liste an hinterlegten Werten oder einen benutzerdefinierten Wert auswählen (siehe Abbildung 4.17). Auf der Übersichtsseite hat die Benutzerin bzw. der Benutzer nun die Möglichkeit, vordefinierte Mengen an getrunkenen Flüssigkeit zu seiner Tagesaufnahme hinzuzufügen.

Das *Kalendermodul* wurde im Papierprototyp nicht umgesetzt, da es sich bei der Eingabe der Daten um eine reduzierte Variante des Messmoduls handelt. Dieses sollte dann im Zuge der Entwicklung des High-Fidelity-Prototyps vollständig entworfen und getestet werden.

4.3.2 Vorbereitung und Durchführung

Die Skizzen des Prototyps (siehe Abbildung 4.9) wurden den ProbandInnen zur Bewertung vorgelegt. Dabei sollten sie insgesamt fünf Punkte vergeben, wobei eine Skizze maximal 3 Punkte erhalten durfte. Die Zeichnungen wurden dazu inkl. eines Bewertungsbogens vorbereitet und ausgedruckt.

Um den entworfenen Papierprototyp testen zu können, sollte ein Usability-Test durchgeführt werden, bei dem die ProbandInnen mit dem Papierprototyp durch „Betätigung der Schaltflächen“ interagieren können. Eine weitere Person übernimmt die Rolle des Computers und reagiert, etwa durch Auflage einer neuen Maske, auf diese Eingaben. Dazu mussten zuerst zwei Aufgabenstellungen entwickelt werden (Details siehe im Anhang A.2), die die ProbandInnen durchführen sollten:

- Aufgabe 1
 - Benutzer anlegen
 - Medikament hinzufügen
 - Erinnerung an Blutdruck- und Herzfrequenzmessung hinzufügen
 - Flüssigkeitsziel festlegen & Flüssigkeitsaufnahme eintragen
- Aufgabe 2
 - Medikament einnehmen



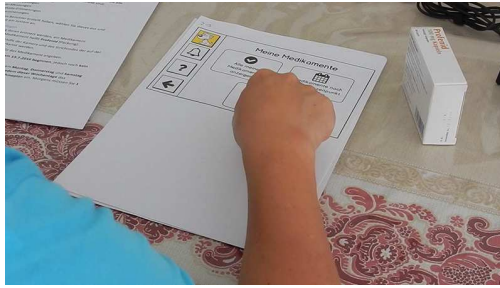
Abbildung 4.18: Passend zu den, von den Testpersonen durchzuführenden Aufgaben wurden einzelne Seiten des Papierprototyps ausgedruckt und gruppiert. Für diverse interaktive Seiten wurden einzelne Elemente (u. r.) gesondert vorbereitet.

- Blutdruck- und Herzfrequenzmessung eintragen
- Durchgeführte Messungen anzeigen

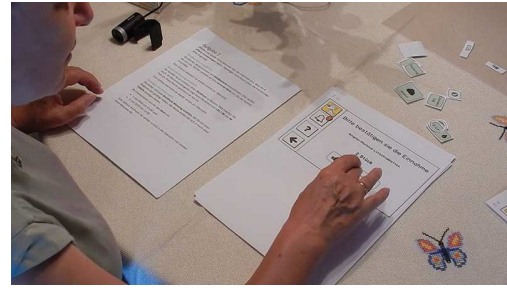
Basierend auf dieser Aufgabenstellung wurde der Ablauf im Prototyp festgelegt und die Masken entsprechend diesem ausgedruckt (siehe Abbildung 4.18). Jede Gruppierung entspricht einer Unteraufgabe der zuvor angeführten Aufgabenstellungen. Zusätzlich wurden einige interaktive Elemente benötigt, um etwa auf Betätigungen von Schaltflächen reagieren zu können (z.B. Auswahl eines Elements, Eingabe von Text). Diese wurden ebenfalls ausgedruckt, passend zugeschnitten und den vorbereiteten Unterlagen beigelegt.

Bevor der Papierprototyp mit den ProbandInnen getestet werden konnte, wurde ein erster Testlauf mit einer Person außerhalb der Zielgruppe durchgeführt, um etwaige Fehler, etwa in der Aufgabenstellung, im Ablauf oder der Beschriftung des Papierprototyps, frühzeitig zu erkennen. Dieser erste Test wurde unter vereinfachten Bedingungen durchgeführt, sodass dieser immer wieder unterbrochen werden konnte, um beispielsweise Fehler handschriftlich auszubessern oder eine unklare Situation näher zu erläutern. Der Probelauf zeigte, dass die Aufgabenstellung leicht verständlich war und auch mithilfe der vorbereiteten Seiten durchführbar ist. Es wurden jedoch auf einigen Masken fehlerhafte Beschriftungen, wie beispielsweise sich ändernde Medikamentennamen, falsche Intervalle oder Tippfehler gefunden. Da diese den realen Test beeinflussen hätten können, wurden die gefundenen Fehler korrigiert und die entsprechenden Masken neu ausgedruckt.

Vier ProbandInnen bewerteten die Skizzen und evaluierten den Prototyp. Zwei der Testpersonen (siehe Abbildung 4.19) stimmten einer Videoaufzeichnung zu, die anderen zwei fühlten sich dabei jedoch unwohl und unter Druck gesetzt. Daher wurde für diese Personen der Testaufbau angepasst,



(a) Eine Testperson versucht ein neues Medikament hinzuzufügen.



(b) Eine weitere Person ist dabei, ein Medikament, an das er erinnert wurde, als eingenommen zu markieren.

Abbildung 4.19: Während des Tests des Papierprototyps wurden zwei der vier ProbandInnen seitlich über die Schulter gefilmt, um den Ablauf, die Reaktionen und mögliche Probleme für eine nachgelagerte, detaillierte Analyse zu dokumentieren.

sodass eine dritte (zuvor eingeschulte) Person die Aufgabe des „Computers“ übernahm, während der Autor den Test abseits beobachtete und Notizen dazu anfertigte. Die Evaluierungen dauerten jeweils ca. 1,5 Stunden und wurden erneut in den räumlichen Gegebenheiten der ProbandInnen durchgeführt.

Zuerst bewerteten die Testpersonen die Skizzen nach dem zuvor beschriebenen Punktesystem und begründeten, falls gewünscht, die vergebene Punkteanzahl. Danach wurde eine Einführung in den nun folgenden Test des Papierprototyps gegeben sowie die beiden Aufgabenstellungen überreicht. Die ProbandInnen konnten sich diese zuvor in aller Ruhe durchlesen und bei Unklarheiten sofort nachfragen. Die Aufgaben sollten sie neben sich liegen lassen, sodass sie die einzelnen Punkte sofort wie nötig nachlesen konnten. Zusätzlich wurde ihnen angeboten, sich Notizen zu machen, falls dies gewünscht war. Bevor der Test gestartet wurde, wurde ihnen erneut erklärt, dass es sich dabei um keine Prüfung handelt und sie daher auch nichts „falsch“ machen können. Zusätzlich wurden sie darauf hingewiesen, dass sie bei Fragen bzw. Unklarheiten die Hilfe-Schaltfläche, welche auf jeder Seite vorhanden war, drücken können, wodurch der „Computer“ die aktuelle Seite kurz und prägnant erklären würde.

Nach der Durchführung erzählten die Testpersonen, wie es ihnen bei der Evaluierung ergangen ist. Dabei sollten sie primär auf Masken hinweisen, bei denen sie subjektiv gesehen Probleme hatten bzw. sich nicht zurechtgefunden haben. Danach wurden sie direkt zu bestimmten Masken befragt, die aus der Sichtweise des Beobachters für Probleme sorgten. Hier sollten einerseits schlechte Designentscheidungen entdeckt und andererseits Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet werden. Schlussendlich wurden vom Autor die Erkenntnisse des gesamten Testlaufes zusammengefasst, sodass die ProbandInnen die Möglichkeit hatten, diese zu bestätigen bzw. fälschliche Annahmen zu korrigieren.

4.3.3 Auswertung

Zuerst wurden die vergebenen Punkte der Skizzen ausgewertet (siehe Tabelle 4.3). Diese zeigte eindeutig, dass die befragten Testpersonen den Prototyp aus Skizze 2 bevorzugen würden. Zusammengefasst wurde diese Variante von den Befragten aufgrund folgender Eigenschaften gewählt:

- Die *Holzoptik*, die sich in die überwiegend mit Holzelementen eingerichteten Wohnungen gut integrieren lässt.

- Die *Größe des Bildschirms*, da diese einen guten Kompromiss zwischen Darstellbarkeit und Dezentheit bietet.
- Der *schräge Einbau des Bildschirms*, da dieser leichter bedient werden kann.
- Die *Form der eigentlichen Lampe* aufgrund des ansprechenden Designs.

Person	Skizze 1	Skizze 2	Skizze 3	Skizze 4
P5	2	3	1	-
P6	2	2	1	-
P7	2	2	-	1
P8	1	3	1	-
Summe	7	10	2	1

Tabelle 4.3: Auswertung der Punktevergabe durch die ProbandInnen, bei der sich eine Präferenz für Skizze 2 zeigte.

Danach wurden die Aufnahmen bzw. Notizen der einzelnen Testsitzungen durchgearbeitet. Es zeigten sich folgende Probleme bzw. Verbesserungsmöglichkeiten, aufgeteilt in die Kategorien „Allgemein“, „Medikationsmodul“, „Messmodul“ und „Flüssigkeitsmodul“.

Allgemein

Das Anlegen eines Benutzers konnte durch alle Testpersonen erfolgreich und ohne Probleme durchgeführt werden. Es zeigte sich jedoch, dass zusätzlich zur schrittweisen Abfrage, eine Möglichkeit zur Aktivierung aller Module angeboten werden sollte. Auf die Frage, ob die Testperson anstelle eines Begleiters lieber ein Bild von sich aufnehmen würde, gaben zwei der vier Befragten an, das vorgeschlagene System zu bevorzugen. Jedoch würden sie trotzdem gerne zusätzlich ein Bild von sich hinzufügen, falls sie einmal vergessen, für welchen Begleiter sie sich entschieden haben.

Drei der vier Testpersonen empfanden die Übersichtsseite (siehe Abbildung 4.11) als unübersichtlich. Dies zeigte sich etwa daran, dass sie auf dieser Seite viel Zeit verbrachten und unsicher bei der Bedienung waren. Daher muss diese Maske, die einen zentralen Einstiegspunkt darstellt, grundlegend überarbeitet werden. Grundsätzlich muss die ganze Menüstruktur verbessert und vereinheitlicht werden, da diese für die Testpersonen nicht sehr selbsterklärend war. Für die nächste Iteration wird das Ziel angestrebt, maximal ein weiteres Untermenü pro Modul zu benötigen.

Die Anzeige des Begleiters bzw. der Farbe auf jeder Seite wurde auch positiv hervorgehoben, da man so auf einen Blick erkennen kann, ob die richtige Person angemeldet ist. Eine Testperson würde sich jedoch zusätzlich ein weiteres, prägnanteres Erkennungsmerkmal wünschen. Da der Begleiter derzeit keine weitere Funktion erfüllt, die Testpersonen an diesem aber Interesse zeigten, soll dieser in der nächsten Iteration an eine zentralere Stelle platziert und der Aufgabenbereich erweitert werden.

Die Hilfe-Funktion wurde von den Testpersonen, obwohl diese zu Beginn gesondert erwähnt wurde, nicht in Anspruch genommen. Die ProbandInnen gaben an, dass sie einerseits das Interface als grundlegend verständlich empfanden, und daher die Hilfe nicht benötigten, und andererseits, dass sie vorrangig versuchten, die Aufgaben ohne Hilfe zu bewältigen. Vermutlich ist jedoch die Einstiegshürde in dieser Situation erhöht und kann durch die konkrete Umsetzung einer „Hilfe“-Schaltfläche verringert werden.

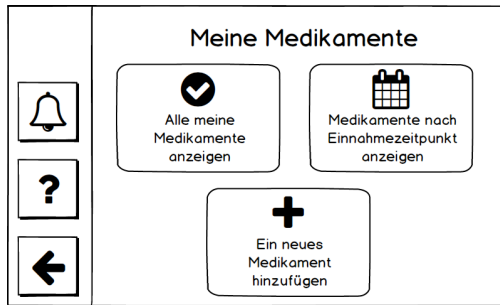


Abb. 4.20: Das Untermenü zur Verwaltung der Medikamente konnte von den Testpersonen nicht intuitiv verwendet werden.

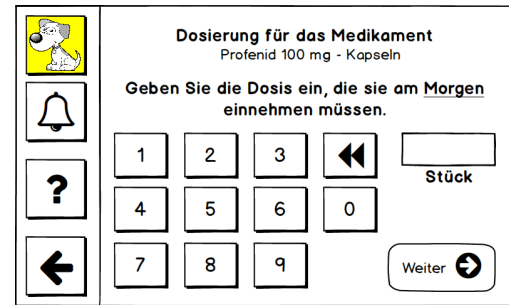


Abb. 4.21: Die Angabe von „Stück“ soll generischer bezeichnet werden, um auch andere Darreichungsformen erfassen zu können.

Medikationsmodul

Auch beim Medikationsmodul war ein Hauptkritikpunkt die Übersichtsseite (siehe Abbildung 4.12) sowie die Navigation innerhalb dieser (siehe Abbildung 4.20). Da die Anzeige des aktuellen Status von den Testpersonen nicht beachtet wurde, soll diese zu Gunsten einer vereinfachten Menüführung entfernt werden. Dieses Modul stellt die Kernfunktionalität dar, daher soll dieses vereinfacht und auf die Kernfunktionen „Medikament hinzufügen“, „Medikament einnehmen“, „Medikamentenliste anzeigen“ und „Medikamenteneinnahmen anzeigen“ reduziert werden.

Der längere Prozess zur Eingabe der Einnahmedauer und Dosierung wurde durchwegs als gut empfunden, war aber mit Unsicherheiten bei der Bedienung verbunden. Die Testpersonen studierten jede Maske ausgiebig, bevor eine Interaktion getätigt wurde. Da der Dosierungsprozess auf viele, kleine Schritte aufgeteilt wurde, war die Eingabe der Daten sehr zeitintensiv. Um dies zu verbessern, sollen einerseits vermehrt beschreibende Texte hinterlegt und andererseits eine alternative Möglichkeit zur Eingabe entwickelt werden.

Bei der Eingabe der einzunehmenden Dosierung pro Tageszeitpunkt zeigte sich eine weitere Problematik. Die Einheit, in der die jeweilige Dosierung einzugeben war, wurde auf den Masken mit „Stück“ angegeben (siehe Abbildung 4.21). Dies ist zwar in den meisten Fällen korrekt (etwa bei Tabletten), bei anderen Einnahmeformen wie beispielsweise Tropfen oder Salben jedoch fachlich falsch. Daher soll diese von „Stück“ auf „Einheit / Stück“ angepasst werden.

Messmodul

Für die Testpersonen war nicht ersichtlich, dass sich hinter dem Menüpunkt „Messungen“ die weiteren Funktionen zum Messen des Blutdruckes bzw. der Herzfrequenz sowie Blutzucker befinden (siehe Abbildung 4.22). Daher soll in der nächsten Iteration diese Zwischenseite entfernt und die zwei Messfunktionen prominenter platziert werden. Wie auch beim Medikationsmodul soll auch hier die Menüstruktur vereinfacht werden, sodass nur mehr die Kernfunktionen „Messung eintragen“, „Messungen anzeigen“, „Erinnerung hinzufügen“ und „Erinnerungen anzeigen/bearbeiten“ pro Messtyp angeboten werden.

Die schrittweise Eingabe der Messwerte inkl. textlicher und bildlicher Hinweise wurde von den Testpersonen sehr positiv bewertet. Eine Person merkte jedoch an, dass an dieser Stelle auf Werte außerhalb der Norm hingewiesen werden sollte, um einerseits Falscheingaben zu erkennen (z.B. „12“ statt „120“) und andererseits bei korrekten Werten auf eine mögliche medizinische Indikation zum Aufsuchen von ärztlichem Fachpersonal hinzuweisen. Die Kontrollseite (siehe Abbildung 4.23), die nach Eingabe aller Werte angezeigt wird, wurde von den ProbandInnen ebenfalls als

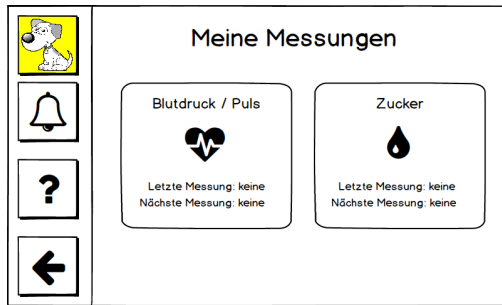


Abb. 4.22: Das Untermenü zur Auswahl von Blutdruck/Herzfrequenz- und Blutzuckermessungen wurde von den ProbandInnen nicht leicht gefunden.

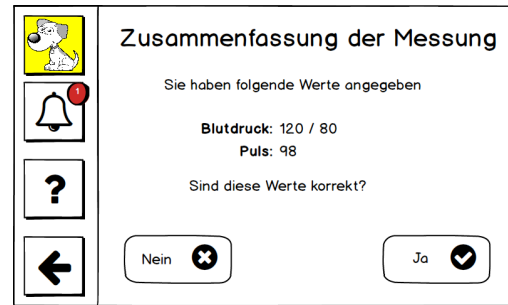


Abb. 4.23: Die Kontrollseite fasst nach Eingabe aller Werte diese nochmals in einer konsolidierten Ansicht zusammen, bevor die Eingabe bestätigt wird.

sehr nützlich befunden, da sie an dieser Stelle die Werte nochmals überprüfen und gegebenenfalls korrigieren können.

Flüssigkeitsmodul

Beim Flüssigkeitsmodul wurde die visuelle Darstellung der aktuellen Flüssigkeitsaufnahme, in Form eines immer voller werdenden Glases, sehr positiv aufgenommen. Zwei Testpersonen gaben an, dass sich diese Visualisierung positiv bzw. motivierend auf ihr Trinkverhalten auswirken könnte. Solange kein Tagesziel vorhanden ist, soll anstatt einer leeren Grafik automatisch die Maske zur Konfiguration eines Zielwertes angezeigt werden. Zusätzlich hatte sich gezeigt, dass die vordefinierten Werte sowohl bei der Eingabe der Trinkmenge als auch bei der Tageszieleingabe ausreichend sind, sodass die Eingabe von benutzerdefinierten Werten nicht benötigt wird und somit entfernt werden kann.

Den Testpersonen fehlte jedoch eine Verlaufsansicht der getrunkenen Flüssigkeiten der letzten Tage. Daher soll im Prototyp der nächsten Iteration eine bildliche Darstellung der Flüssigkeitsaufnahme in Relation zum Tagesziel angeboten werden, wobei auf einer Seite die getrunkenen Flüssigkeiten einer Kalenderwoche dargestellt werden und mittels Pfeiltasten die anzuzeigende Woche verändert werden kann.

4.3.4 Aktualisierte Anforderungsliste

In Tabelle 4.4 werden die, nach der Auswertung adaptierten Anforderungen aus Tabelle 4.2 aufgelistet. In der Spalte „Nummer“ sind die Zeilen markiert, die entweder neu hinzugefügt (+) oder angepasst (*) wurden. Diese Anpassungen wurden, basierend auf Aussagen der ProbandInnen und Beobachtungen des Autors, durchgeführt.

Kategorie	Nummer	Beschreibung	Quelle
Allgemein	FAN-A01	Es sollen bis zu zwei BenutzerInnen parallel das Gerät verwenden können.	P1, P2, P3, P4

	FAN-A02*	Die Benutzerin bzw. der Benutzer wird eindeutig durch eine Farbe und einen „Begleiter“ repräsentiert, den er bei der Neuanlage wählen kann. Ein „Begleiter“ ist ein Maskottchen in der Gestalt eines Tieres, welches als gezeichnetes Bild visualisiert wird. Zusätzlich kann optional ein Bild aufgenommen werden.	P1, P5, P6, [51]
	FAN-A03	Es können einzelne Module deaktiviert werden.	P1, P2, P3, P4, P5, P6
	FAN-A04	Es soll die Möglichkeit geben, auf jeder Seite eine Hilfe anzeigen zu lassen, die textuell und gesprochen Hinweise gibt.	P1, P6
	NFAN-A05+	Der Prototyp soll optisch unauffällig sein und eine Holzoptik besitzen.	P5, P7, P8
	FAN-A06+	Es kann Farbe und Ton der Erinnerung für jede Benutzerin bzw. jeden Benutzer angepasst werden.	P5, P7, P8
	FAN-A07+	Es soll bei umfangreicheren Anwendungsfällen die Wahlmöglichkeit zwischen einer schrittweisen und einer kompakten Eingabe geben.	P5
	NFAN-A08+	Es soll der ausgewählte „Begleiter“ an einer zentralen Stelle platziert werde und Auskunft über den aktuellen Stand geben.	P7, P8
	FAN-A09+	Es sollen, bei der schrittweisen Eingabe von vielen Daten, vermehrt Hinweisseiten vorangestellt werden.	P6, P7
	FAN-A10+	Nach einer bestimmten Zeitspanne soll die aktuelle Uhrzeit ganzflächig angezeigt werden.	Autor
Medikamente (Funktion)	FAN-F01	Es kann ein Medikament sowie die einzunehmende Dosis, Tageszeiten (Morgen, Mittag, Abend, Nacht) und zwei Bilder (Verpackung, Detailansicht) hinzugefügt werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F02	Es kann beim Hinzufügen von Medikamenten der Barcode des Medikament gescannt werden, wodurch (falls vorhanden) Informationen zu dem Medikament geladen werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F03	Es kann die aktuelle, vergangene und zukünftige Medikationsliste angezeigt werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F04	Es kann ein vorhandenes Medikament bearbeitet oder entfernt werden.	P1, P2, P3, P4

	FAN-F05	Es soll die Einnahme bzw. Nicht-Einnahme protokolliert werden können. Wenn das Medikament nicht eingenommen wurde, soll ein Grund gewählt werden können.	[227]
	FAN-F06	Es soll eine Übersicht über die eingenommenen bzw. nicht-eingenommenen Medikamente angezeigt werden können.	P2, P3, P4
Messungen (Funktion)	FAN-F11	Es kann eine Erinnerung zum Messen für Blutdruck / Herzfrequenz und Blutzucker hinzugefügt werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P6
	FAN-F12	Es können die vorhandenen Erinnerungen angezeigt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F13	Es können die vorhandenen Erinnerungen entfernt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F14	Es können (unabhängig von einer aktiven Erinnerung) die gemessenen Werte eingetragen werden.	P1, P2
	FAN-F15	Es können die gemessenen Werte angezeigt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F16 ⁺	Es soll eine Warnmeldung angezeigt werden, wenn die eingegebenen Messwerte den Normbereich über- bzw. unterschreiten.	P6, P8
Flüssigkeiten (Funktion)	FAN-F21 [*]	Es kann ein Tagesziel, wie viel Flüssigkeit aufgenommen werden soll, aus einer vorgegebenen Liste an Werten ausgewählt und festgelegt werden.	P1, P7
	FAN-F22 [*]	Es kann die getrunzene Menge aus einer vorgegebenen Liste an Werten ausgewählt und eingegeben werden.	P1, P7
	FAN-F23 ⁺	Es kann der Wochenverlauf von Tagesziel und getrunzener Menge angezeigt werden.	P7
Kalender (Funktion)	FAN-F31	Es können Termine eingetragen werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P4
	FAN-F32	Es können die eingetragenen Termine angezeigt und entfernt werden.	P1, P2, P4
Design	FAN-D01	Die Eingabe von umfangreicheren Daten soll auf mehrere Schritte aufgeteilt werden.	P1, P2, P3, P4, P6
	FAN-D02	Es soll zu jeder Zeit ein Schaltfläche „Zurück“ und „Startbildschirm“ vorhanden sein.	P1, P4, P5, P6
	FAN-D03	Es sollen alle Icons, Schaltflächen und Schriften so groß sein, dass sie von der Zielgruppe ohne Probleme auf dem Touchscreen erkannt und betätigt werden können.	P1, P2, P3, P4, P6

	FAN-D04 ⁺	Das Interface sollte selbsterklärend und nicht zu überladen sein.	P5, P6, P7, P8
	FAN-D05 ⁺	Es sollen die Masken zwischen den einzelnen Modulen einheitlich aufgebaut sein.	P5, P6, P7, P8
Sicherheit	NFAN-S01	Unautorisierte Personen ohne physischen Zugang können nicht auf die Daten zugreifen.	P1, P2, P5, P6
	FAN-S02	Es darf zu keinem Datenverlust oder inkonsistenten Daten kommen - auch nicht, wenn das Gerät vom Strom genommen wird.	P1, P2, P3, P4, P6
	NFAN-S03	Wo nötig müssen aktuell als sicher eingestufte kryptographische Verfahren verwendet werden.	Autor
Optional	FAN-O01	Es ist möglich, über einen sicheren Kanal auf die eigenen Daten zuzugreifen. Hierbei dürfen nur autorisierte Geräte über eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung zugreifen.	P1
	FAN-O02	Es wird eine „Einsortierhilfe“ angeboten, die Schritt für Schritt bei der Befüllung eines Dispensers anleitet.	P3

Tabelle 4.4: Aktualisierte Anforderungen nach Evaluierung des Papierprototyps.

4.4 High-Fidelity-Prototyp - Iteration 3

Basierend auf der, in Kapitel 4.3 aktualisierten Anforderungsliste (siehe Tabelle 4.4) sowie den erstellten und getesteten Masken des Papierprototyps (siehe Kapitel 4.3.1) wurde ein High-Fidelity-Prototyp entwickelt und erneut mittels vorgegebenen Aufgabenstellungen von den Testpersonen evaluiert.

4.4.1 High-Fidelity-Prototyp

Basierend auf den Erfahrungen der vorherigen Iterationen sowie der angepassten Anforderungsliste wurde in dieser Phase ein High-Fidelity-Prototyp erstellt. Der Vorgang wurde in den physischen Bau der Benachrichtigungslampe, die Integration der Hardwarebestandteile sowie die Entwicklung der darauf laufenden Software unterteilt.

Hardware

Die zu entwickelte Anwendung soll auf einem *Raspberry Pi* zusammen mit dem dazugehörigen *Raspberry Pi Touch Display* mit einer Bildschirmdiagonale von 7" betrieben werden. Der Einplatinencomputer, welcher 2012 erstmalig auf den Markt kam, konnte mittlerweile über 17 Millionen (Stand 2017) Exemplare absetzen. Dementsprechend hat dieser eine riesige, weltweite BenutzerInnenbasis und wird aktiv in unzähligen Projekten eingesetzt. Da der Touchscreen ebenfalls aus diesem Ökosystem stammt, wird dieser nativ und ohne Einschränkungen durch das Betriebssystem des *Raspberry Pi* unterstützt. Zusätzlich besitzt er einen integrierten WLAN-Chip sowie diverse weitere Schnittstellen (USB, HDMI, RJ-45, 3,5mm-Klinke). [80]

Das Licht für die visuellen Erinnerungen wird durch einen handelsüblichen LED-Streifen erzeugt, mit welchem, durch die gezielte Ansteuerung der Intensitäten der primären Lichtfarben (Rot,

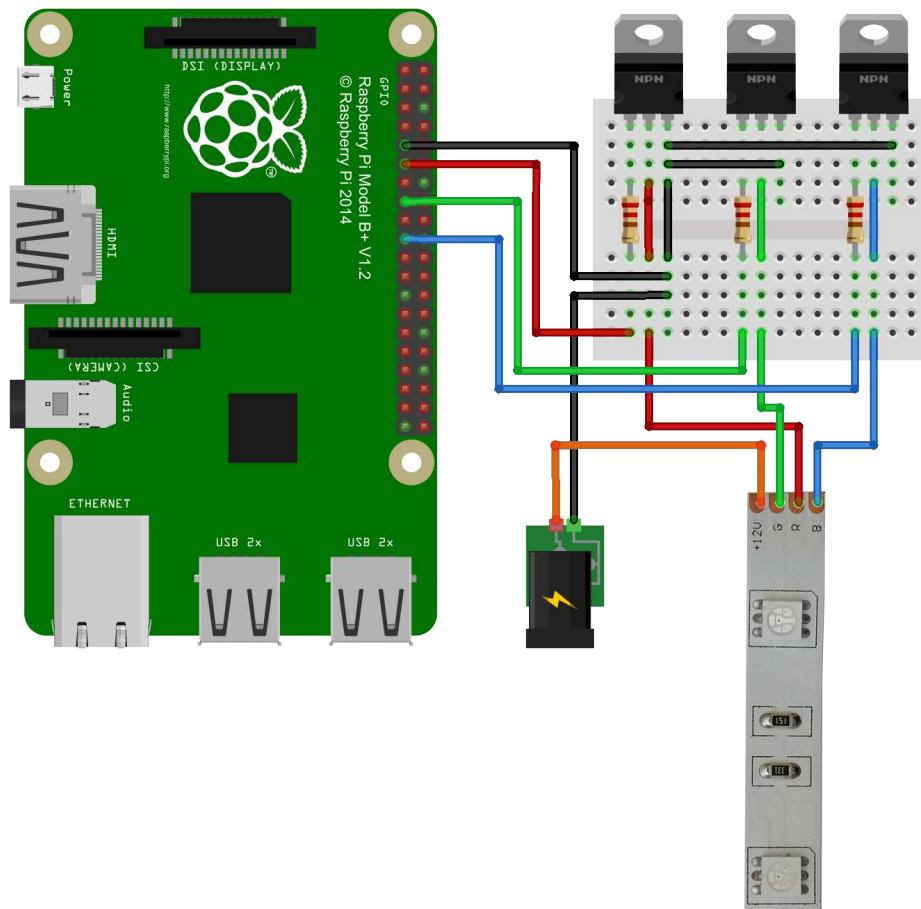


Abbildung 4.24: Die Intensitäten der drei primären Lichtfarben des LED-Streifens können über den *Raspberry Pi* mittels steuerbarer Transistoren geregelt werden, sodass beliebige Farben erzeugt werden können. Die Grafik wurde mit Fritzing [83] erstellt.

Grün, Blau), jede Farbe dargestellt werden kann. Der Streifen besitzt an seinem Ende vier Kontaktpunkte: 12V, R, G, B. An ersterem wird eine konstante Spannungsversorgung angeschlossen, die letzteren drei werden, reguliert durch einen Transistor (MOSFET), mit der Masse verbunden (siehe Abbildung 4.24). Diese Transistoren können durch die General Purpose Input/Output (GPIO)-Pins des *Raspberry Pi* angesteuert werden, wodurch von diesem (bzw. der Software) die Farbe der Lampe kontrolliert werden kann.

Für den Ton der auditiven Erinnerungen müssen wiederum Lautsprecher verbaut werden. Gewählt wurde das *Leto Compact 2.0 Speaker Set* von Trust [48] mit zwei Aktivlautsprechern für eine laute und klangvolle Signalwiedergabe, welches mit einem Standard 3,5mm-Klinkenstecker mit dem *Raspberry Pi* verbunden wird. Die Aktivlautsprecher brauchen, im Gegensatz zu Passivlautsprechern, eine Spannungsversorgung, die mittels gesondertem USB-Kabel direkt vom *Raspberry Pi* zur Verfügung gestellt wird.

Für den Betrieb des Gesamtsystems wird somit eine Spannungsversorgung von 5 V (*Raspberry Pi*, Touchscreen, Lautsprecher) sowie 12 V (RGB-LED-Streifen) benötigt. Zusätzlich soll das Gesamtsystem auch kurzzeitige Stromausfälle (etwa Abstecken vom Stromnetz) kompensieren können. Dazu wird zusätzlich die Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) *S.USV pi advanced*, eine Aufsteckplatine für den *Raspberry Pi* der Firma Olmatic [98], eingesetzt. Diese arbeitet mit einer Eingangsspannung zwischen 7-24 V und transformiert diese in die benötigten 5 V. Falls die externe Stromversorgung nicht mehr vorhanden ist, versorgt der angeschlossene Akku den Einpla-

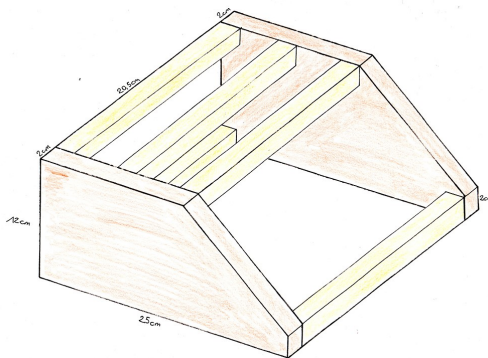
tinenccomputer sowie dessen angeschlossene Geräte mit Strom, bis diese wiederhergestellt wurde. Andernfalls wird das Betriebssystem sicher heruntergefahren, um einen Datenverlust zu verhindern. Aufgrund der variablen Eingangsspannung der USV-Platine kann somit ein Netzteil mit 12 V verwendet werden, um sowohl den LED-Streifen als auch den *Raspberry Pi* inkl. Bildschirm und Lautsprecher mit Strom zu versorgen.

Zusammengefasst müssen nun folgende Elemente in den Gehäuseunterbau der Lampe verbaut werden:

- Einplatinencomputer (Raspberry Pi 3 Model B)
- USV inkl. Spannungswandler (S.USV pi advanced)
- Bildschirm mit Touchfunktion (Raspberry Pi Touch Display)
- Lautsprecher (Trust Leto Compact 2.0 Speaker Set)
- Steuerplatine für RGB-LED-Streifen
- Diverse Verbindungskabel (USB-, Audio- und Jumper-Verbindungen)

Gehäuse / Lampe

Der Unterbau wurde aus Holz angefertigt, da dieses Material einerseits sehr stabil und andererseits mit einfachen Hilfsmitteln verarbeitet bzw. zugeschnitten werden kann. Das Grundgerüst besteht aus zwei, jeweils 2 cm dicken Seitenteilen, die durch fünf Querbalken miteinander verbunden sind (siehe Abbildung 4.25a). Die Oberflächen wurden wiederum mit 4 mm dicken Sperrholzplatten abgedeckt, wobei Öffnungen für den Touchscreen, die Kabel des LED-Streifens bzw. die Befestigung der Lampe sowie für USB und Stromversorgung vorgesehen wurden (siehe Abbildung 4.25b). Für die Befestigung des Bildschirms wurden zusätzlich Querverstrebungen hinter der vorderen Aussparung angebracht. Das gesamte Holzgehäuse wurde letztendlich mit einer selbstklebenden Designfolie in Holzoptik beschichtet.



(a) Die Skizze des Holzkörpers inkl. Seitenmaßen.



(b) Die fertige Konstruktion des Unterbaus der Lampe, bevor die Designfolie angebracht wurde.

Abbildung 4.25: Die Skizze sowie die daraus resultierende Basiskonstruktion des Lampenunterbaus.

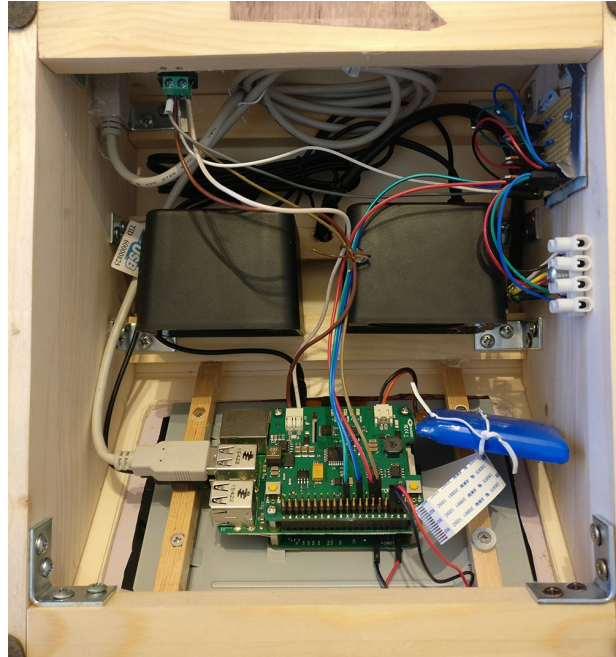
Auf diesen Unterbau wurde die, derzeit nicht mehr im Verkauf befindliche, Tischleuchte MANGNARP der Firma IKEA [117] angebracht, wobei deren Grundplatte sowie Elektronik komplett entfernt wurde, sodass nur der Steher und der Lampenschirm übrig blieb. Für die Verbindung

wurde im mittleren Balken des Gehäuses eine Schraubenmutter eingelassen, in welche der Steher eingedreht wurde. Die Verbindungskabel wurden innerhalb der Röhre durch die Öffnung in das Innere des Gehäuses geleitet. Der komplette Aufbau kann in Abbildung 4.26a betrachtet werden.

Innerhalb des Gehäuses wurden nun die einzelnen Hardwareteile befestigt und miteinander verbunden (siehe Abbildung 4.26b). Aufgrund des modularen Aufbaus wurden der Raspberry Pi sowie die USV direkt an die Rückseite des Displays angebracht und mussten daher nicht gesondert befestigt werden. Die Lautsprecher wurden mittig, zum Display gerichtet, montiert, um trotz der Bauweise einen guten Klang sicherstellen zu können. An der Rückseite wurden zusätzlich die Anschlüsse für Stromversorgung und USB angebracht.



(a) Das fertige Gehäuse mit Designfolie und aufgebauter Lampe.



(b) Die verbaute Hardware im Inneren des Gehäuses.

Abbildung 4.26: Das fertige Gehäuse sowie dessen Innenleben.

Software

Die Software, die den Kern des Prototyps darstellt, wurde mittels Java SE 8 [168] implementiert. Für die graphischen Oberflächen wurde das Framework JavaFX [167] eingesetzt, welches zu Beginn direkt mit dem Java Development Kit (JDK) mitgeliefert wurde, mittlerweile aber gesondert installiert werden muss. Mithilfe dieses Frameworks wird die Graphical User Interface (GUI) mittels Extensible Markup Language (XML) und einer auf Cascading Style Sheets (CSS) basierten Styling-Sprache entworfen und dessen Bestandteile durch einfache Befehle in entsprechenden Java-Klassen angesprochen und manipuliert.

Die zu persistierenden Daten werden in einer H2-Datenbank [73] abgespeichert, wobei aufgrund der Verwendung der Java Persistence API (JPA) auch andere Datenbanksysteme durch minimale Anpassungen verwendet werden könnten.

Die Software wurde unter Beachtung des MVC-Designpatterns (Model-View-Controller) mit folgender Aufteilung erstellt:

- **Model.** Simple Java-Klassen mit JPA-Annotationen (für ein automatisches Mapping der Datenbankspalten zu den Variablen in der Klasse), welche den Aufbau der Datenbank repräsentieren.
- **View.** JavaFX-XML-Definitionen und die zugehörigen View-Implementierungen, welche primär direkte Interaktionen der BenutzerInnen mit der GUI verarbeiten. Fachabläufe werden dem Controller delegiert.
- **Controller.** Implementierung der Businesslogik, etwa alle Abläufe, die Daten aus der Datenbank benötigen oder manipulieren.

Die eigentliche Software-Implementierung kann in folgende Abläufe bzw. Teilbereiche kategorisiert werden, wobei in der Klammer auf die jeweilige funktionale Anforderung in Tabelle 4.4 verwiesen wird:

- **Erster Start.** Beim ersten Start des Prototyps müssen diverse einmalige Initialisierungsaufgaben, wie die Erstellung der Datenbank, Extrahierung von Ton-Ressourcen oder Aktualisierung der Medikamentenliste durchgeführt werden.
- **Menüleiste.** Am linken Rand jeder Maske befindet sich eine Navigationsleiste, die abhängig vom aktuellen Kontext die folgenden Schaltflächen anzeigt: Übersichtsseite, Erinnerungen, Hilfe, Zurück. (FAN-D02)
- **Benutzer anlegen.** Durch Eingabe von Name, Farbe, Begleiter, optionalem Foto (Aufnahme mittels angeschlossener Webcam) und Modulpräferenzen, kann ein neuer Benutzer angelegt werden. (FAN-A02, FAN-A03, FAN-A06, FAN-A09)
- **Anmeldung.** Auf der Anmeldeseite werden die bereits erfassten Benutzer sowie der aktuelle Status („gibt es aktive Erinnerungen“) angezeigt. Mit dem Klick auf einen Benutzer wird dieser angemeldet. (FAN-A01, FAN-A07, FAN-D01)
- **Übersichtsseite.** Die Übersichtsseite ist der Einstiegspunkt nach einer erfolgreichen Anmeldung. Es wird der aktuelle Status graphisch (Icons) und textlich (Text des Begleiters) dargestellt. Von dieser Seite gelangen die BenutzerInnen zu den Untermenüs jedes Moduls.
- **Medikationsmodul.** Die BenutzerInnen können mittels dieses Moduls neue Medikamente hinzufügen, diese anzeigen bzw. bearbeiten, einzelne Medikamenteneinnahmen erfassen und diese anzeigen. (FAN-A07, FAN-A09, FAN-F01, FAN-F02, FAN-F03, FAN-F04, FAN-F05, FAN-F06, FAN-D01)
- **Messmodul (Blutdruck / Herzfrequenz / Blutzucker).** Die BenutzerInnen können für die jeweilige Messmethode Erinnerungen hinzufügen, anzeigen und bearbeiten sowie Messwerte eintragen und diese Werte anzeigen. (FAN-A09, FAN-11, FAN-F12, FAN-F13, FAN-F14, FAN-F15, FAN-F16, FAN-D01)
- **Flüssigkeitsmodul.** Es kann ein Tagesziel festgelegt werden und die aktuelle Flüssigkeitsaufnahme dokumentiert und die getrunkenen Flüssigkeiten im Wochenverlauf angezeigt werden. (FAN-F21, FAN-F22, FAN-F23)
- **Kalendermodul.** Es können Termine erfasst, angezeigt und bearbeitet werden. (FAN-F31, FAN-F32, FAN-D01)

- **Erinnerungen.** Mit Betätigung der „Erinnerungen“-Schaltfläche der linken Menüleiste gelangt man zu der Übersichtsseite der aktuellen Erinnerungen. Sobald man einen Eintrag aus der Liste auswählt, wird man zum Einnahme- bzw. Messwerteingabe-Dialog weitergeleitet. (FAN-F01, FAN-F11, FAN-F31)
- **Hilfe.** Mittels Betätigung der „Hilfe“-Schaltfläche werden die einzelnen Elemente der aktuellen Seite textuell und auditiv erklärt. (FAN-A04)
- **Einstellungen.** In diesem Menü können Einstellungen, wie beispielsweise die auditive Erinnerungsmelodie, der Mehrbenutzermodus, die Inaktivitätsuhr oder die aktiven Module, angepasst werden. (FAN-A03, FAN-A06)
- **Schnittstelle.** Es wurde eine technische Schnittstelle zur Anbindung von Drittsoftware implementiert. Diese Verbindung verwendet sowohl Ende-zu-Ende- als auch Transportverschlüsselung und kann nur nach einem zuvor manuell durchgeführten Schlüsselaustausch benutzt werden. (FAN-O01)

Die Anforderung FAN-O02 wird im High-Fidelity-Prototyp nicht implementiert werden, da diese nicht dem Fokus dieser Arbeit entspricht. Da für dieses Feature aber Interesse durch die Befragten besteht, und die, in die Software einzugebenden Datenbasis vorhanden ist, kann dieser Punkt zukünftig betrachtet werden. Der endgültige Prototyp inkl. Abbildungen der Masken wird in Kapitel 4.6 beschrieben.

4.4.2 Vorbereitung und Durchführung

Um den Prototyp testen zu können, wurden (ähnlich wie in Iteration 2, siehe Kapitel 4.3.2) drei Aufgabenstellungen vorbereitet (Details siehe im Anhang A.3). Im Gegensatz zum vorhergehenden Durchlauf waren die ProbandInnen jedoch dazu angehalten, das System mit eigenen Daten, wie z.B. deren aktuell einzunehmende Medikamente bzw. bevorzugten Messzeitpunkten, zu verwenden. Für jede Unteraufgabe wurden zusätzlich „Alternativdaten“ vorbereitet, falls die Testperson entweder diese Funktion nicht nutzen würde oder ihre persönlichen Daten nicht eingeben möchte. Für die Aufgabenstellungen aus Aufgabe 2 wurden zusätzlich Testdaten benötigt, die nach Durchführung von Aufgabe 1 eingespielt wurden (z.B. gemessene Werte, durchgeführte Einnahmen, getrunkene Flüssigkeiten).

- Aufgabe 1
 - Benutzer anlegen
 - Mindestens zwei Medikamente hinzufügen
 - Erinnerung an Blutdruck/Herzfrequenz- und/oder Blutzuckermessung hinzufügen
 - Mindestens zwei Termine im Kalender vermerken
 - Flüssigkeitsziel festlegen
- Aufgabe 2
 - Medikament nach Erinnerung „einnehmen“ und Einnahme bestätigen
 - Blutdruck/Herzfrequenz- oder Blutzuckermessung ohne Erinnerung eintragen
 - Einen bestimmten Messwert finden und anzeigen
 - Flüssigkeitsaufnahme eintragen
- Aufgabe 3

- Die Medikamentendosierung eines Medikamentes anpassen
- Die Messerinnerung beenden

Bevor der Prototyp mit den ProbandInnen getestet werden konnte, wurde, wie in Iteration 2, ein Testlauf mit einer Person außerhalb der Zielgruppe durchgeführt, um frühzeitig Fehler in der Aufgabenstellung, im Ablauf oder offensichtliche Probleme im Interface zu erkennen. Die Testperson verwendete bei den medizinischen Aufgabenstellungen die zusätzlichen Testdaten, da diese noch keine Medikamente einnehmen bzw. Messungen durchführen muss. Es konnten in diesem Durchlauf vor dem eigentlichen Test Tippfehler, aber auch noch nicht optimal positionierte Schaltflächen und Schriften sowie Unklarheiten in der Aufgabenbeschreibung erkannt und bereinigt bzw. verbessert werden.

Die Erstimplementierung des Prototyps wurde von vier Personen getestet, wobei bei drei der vier Testpersonen der Ablauf mittels Videokamera aufgezeichnet wurde (siehe Abbildung 4.27). Bei der vierten Testperson wurde der Testlauf mit einer zweiten Person durchgeführt, welche diese durch die Aufgabenstellung navigierte, wodurch der Autor als Beobachter sich auf das Erkennen von Problemen konzentrieren und diese handschriftlich festhalten konnte. Der Testdurchlauf dauerte jeweils ca. 1,5 Stunden und wurde wie zuvor in den Wohnungen der ProbandInnen durchgeführt.



(a) Die Testperson möchte sich die bisher gemessenen Werte anzeigen lassen.



(b) Ein weitere Testperson scannt den Strichcode eines Medikamentes, um dieses hinzuzufügen.



(c) Dieser Testteilnehmer möchte einen neuen Termin hinzufügen und gibt dazu eine entsprechende Bezeichnung mittels Bildschirmtastatur ein.

Abbildung 4.27: Während der Evaluierung des Prototyps wurden drei der vier ProbandInnen seitlich über die Schulter gefilmt, um den Ablauf, die Reaktionen und mögliche Probleme für eine nachgelagerte, detaillierte Analyse zu dokumentieren.

Vor dem Start des Testdurchlaufs wurden den TeilnehmerInnen die Aufgabenstellungen vorgestellt und zur Durchsicht übergeben. Diese konnten sie während des Testdurchlaufs neben sich liegen

lassen, um Details nachlesen oder auf diesen Notizen machen zu können. Erneut wurde den ProbandInnen versichert, dass es sich um keine Prüfungssituation handle und sie daher keine Fehler machen können. Zusätzlich wurden ihnen noch die Elemente der dauerhaft eingeblendeten Navigationsleiste („Zurück zur Übersichtsseite“, „Ein Schritt zurück“, „Meine aktiven Erinnerungen“ und „Hilfe“) gesondert erklärt und beispielhaft demonstriert.

Nach Abschluss des Testdurchlaufs wurden die Testpersonen befragt, wie es ihnen mit der Durchführung der Aufgaben ergangen ist. Hierbei sollten sie primär auf Situationen, Aufgabenstellungen oder Masken hinweisen, bei denen sie Probleme oder Unsicherheiten hatten oder sich nicht zurechtfinden. Danach wurden sie vom Autor auf Situationen, die aus seiner Sicht Schwierigkeiten verursacht haben könnten, befragt. Durch die Identifikation der Problemstellen wurden verbesserbare Designentscheidungen entdeckt und teilweise Verbesserungsvorschläge zusammen mit den ProbandInnen erarbeitet. Zum Abschluss wurden den Testpersonen die Erkenntnisse dieses Durchlaufs zusammengefasst vorgetragen, sodass diese die Möglichkeit hatten, das Gesagte zu bestätigen oder falsche Annahmen zu korrigieren.

4.4.3 Auswertung

Alle ProbandInnen konnten die vorgegebenen Aufgabestellungen erfolgreich erledigen, wobei Aufgabe 1 (Eintragung von Medikamenten, Messerinnerungen, Terminen, Flüssigkeitsziel) einen Großteil der gesamten Zeit in Anspruch genommen hatte. Daher wurde nach der Erledigung der ersten Aufgabe eine kurze Pause eingelegt, bevor Aufgabe 2 und 3 bearbeitet wurden. Alle Testpersonen starteten zu Beginn unmittelbar mit der Durchführung der ersten Unteraufgabe - es konnte kein Zögern bzw. Unsicherheiten festgestellt werden. Allgemein wurden folgende Erkenntnisse durch Beobachtungen bzw. konkretes Feedback von den Testpersonen gemacht:

- **Vorkenntnisse.** Testpersonen, die in ihrem Alltag regelmäßiger mit Touchoberflächen arbeiten (z.B. eigenes Smartphone), hatten eine insgesamt bessere Durchlaufzeit als die anderen TeilnehmerInnen, da erstere die charakteristischen Eigenschaften dieser Eingabemethode bereits kennen. Dazu gehören beispielsweise das Konzept, direkt mit einem Bildschirm zu interagieren, der jeweilige Druckpunkt, ab dem eine Eingabe registriert wird sowie spezielle Merkmale, wie die Bildschirmtastatur.
- **Lernkurve.** Es konnte bei allen TeilnehmerInnen eine schnell ansteigende Lernkurve erkannt werden. Bei Aufgabe 1 mussten jeweils mehrere Medikamente, Messerinnungen und Termine eingetragen werden. Während die Testpersonen bei der ersten Eingabe noch vorsichtiger agierten (etwa Texte im Detail durchlesen), wurde der zweite Datensatz deutlich schneller angelegt. Am Ende der Durchführung der Aufgaben wollten einige Testpersonen selbstständig noch weitere Szenarien testen bzw. Funktionen erkunden.
- **Hilfe-Funktion.** Die Hilfe-Funktion, welche audiovisuell die aktuelle Maske sowie die Interaktionsmöglichkeiten erklärt, wurde von den TestteilnehmerInnen nicht bzw. nur spärlich in Anspruch genommen. Die Testpersonen gaben auf Nachfrage an, dass sie nicht mehr an das Vorhandensein der Hilfe-Funktion gedacht hatten bzw. diese einfach nicht benötigt haben, da das Interface für sie selbsterklärend war. Es kam jedoch der Vorschlag, dass die Hilfe-Funktion auf sich aufmerksam machen könnte, sobald die Software erkennt, dass die bedienende Person nicht mehr weiter weiß (z.B. wenn keine Interaktion in einer bestimmten Zeitspanne erfolgt oder funktionslose Elemente am Bildschirm betätigt werden).
- **Interaktion.** Die ProbandInnen gaben alle an, dass das Interface sowie die Bedienung als intuitiv und meist selbsterklärend empfunden wurden. Sowohl die Schriftgröße als auch die einzelnen Schaltflächen waren groß genug, um fehlerfrei erkannt bzw. betätigt zu werden.

Das Vorhandensein eines „Zurück“-Buttons vermittelte zusätzlich die Sicherheit, dass man etwa im Zweifelsfall ein Szenario testen kann, z.B. wenn man über die genaue Funktionsweise nicht Bescheid weiß oder einen falschen Wert erfasst hat.

In den nachfolgenden Kapiteln werden, unterteilt nach den einzelnen Modulen, die gefundenen Probleme sowie Lösungsansätze aufgelistet.

Medikationsmodul

Das Medikationsmodul ist jenes mit dem größten Funktionsumfang sowie der komplexesten Dateneingaben. Die ProbandInnen konnten ihre eigenen Medikamente (bzw. die Testmedikamente) ohne grobe Probleme eintragen. Drei der vier ProbandInnen haben zumindest ein eigenes Medikament (sowohl Arzneimittel mit gültiger PZN als auch nicht gelistete Produkte wie Nahrungsergänzungsmittel) eingetragen und eine entsprechende Dosierung hinterlegt. Im Folgenden werden die dem Medikationsmodul zuzuordnenden Problemstellen aufgelistet.

- **Workflow „Medikation hinzufügen“.** In der derzeitigen Implementierung wird den BenutzerInnen, nach Erfassung des Medikamentes, die Möglichkeit gegeben, einen optionalen Hinweis (etwa Einnahmehinweis für ein Medikament) einzutragen - erst danach wird die Dosierung eingetragen. Dies führte in einem Fall dazu, dass die Testperson in das Hinweisfeld die Dosierung eingetragen hat. Daher soll der Hinweistext erst nach der Dosierung abgefragt werden. Zusätzlich soll auch die Bestätigungsseite, welche einen Überblick über das einzutragende Medikament geben soll, um weitere Informationen aufgewertet werden.
- **Workflow „Dosierung angeben“.** Bei der Angabe der Dosierung werden den BenutzerInnen zwei Eingabemöglichkeiten angeboten (siehe Abbildung 4.28a), welche auf einer eigenen Hinweisseite erklärt werden. Hier haben alle Testpersonen beim ersten Versuch auf die Texte und nicht die dazugehörigen Schaltflächen gedrückt. Zudem war es für die ProbandInnen zu Beginn nicht eindeutig ersichtlich, was die Unterschiede der Optionen sind und welche sie daher für ihre Zwecke wählen sollten. Daher soll diese Seite besser erklärt werden und die jeweiligen Elemente, auf die die Testpersonen fälschlicherweise gedrückt haben, in entsprechende Schaltflächen umgewandelt werden.
- **Beschriftung „Medikamente anzeigen“.** Im Hauptmenü werden durch die Betätigung der Schaltfläche „Medikamente anzeigen“ alle hinterlegten Medikamente aufgelistet (siehe Abbildung 4.28b). Nach dem Klick auf ein Medikament in dieser Liste wird eine Detailansicht dargestellt, in welcher die Daten auch bearbeitet werden können. Da eine Testperson die Funktionalität zum Bearbeiten nicht gefunden hatte, soll die Schaltfläche in „Medikamente anzeigen/bearbeiten“ umbenannt werden.
- **Dosierungswerte.** Derzeit können nur Dosierungswerte, die größer oder gleich 1 sind, angegeben werden (siehe Abbildung 4.28c). Da es aber auch Medikamente gibt, die geteilt werden, müssen auch Werte, wie beispielsweise „0,5“, eingegeben werden können.
- **Dosierung bearbeiten.** In der Detailansicht eines Medikamentes (siehe Abbildung 4.28d) führt die Schaltfläche „Dosierung“ zu der Dosierung in einer Wochendarstellung. Hier gibt es eine weitere Schaltfläche zum Bearbeiten der Dosierung. Da diese von den Testpersonen nur schlecht gefunden werden konnte, soll die bestehende Schaltfläche auf der Detailseite des Medikamentes auf „Dosierung anzeigen/bearbeiten“ umbenannt werden.

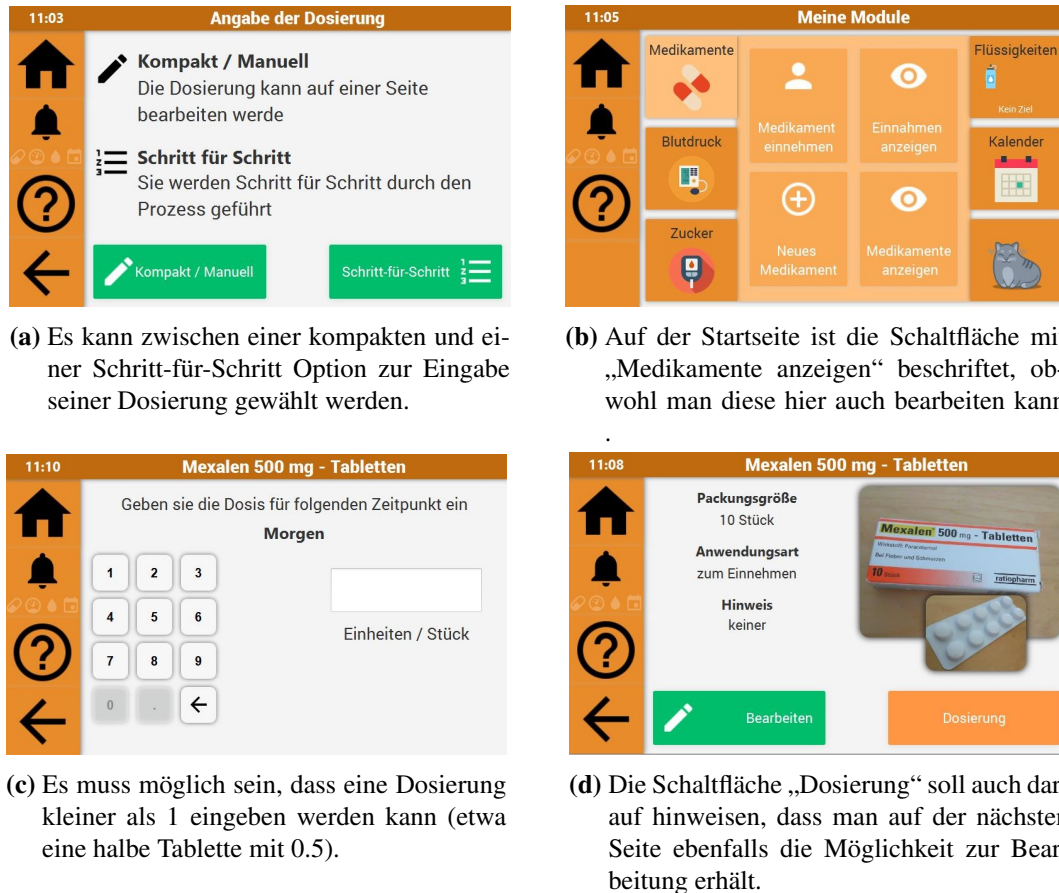


Abbildung 4.28: Vier verschiedene Masken des Medikationsmoduls, bei denen im Zuge der Evaluierung Probleme aufgetreten sind.

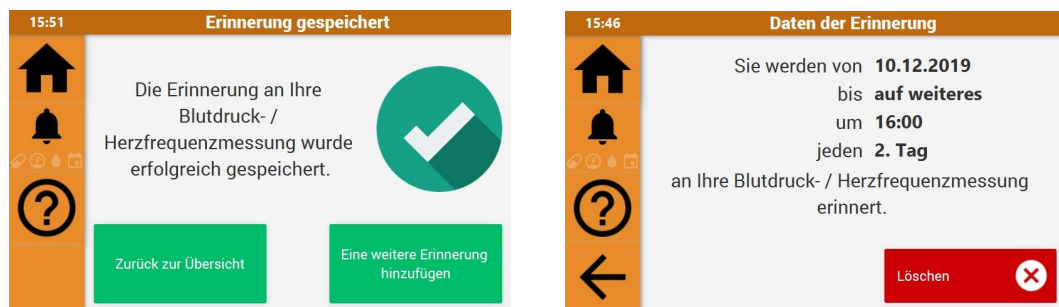
Messmodul / Kalendermodul

Da das Messmodul und das Kalendermodul fachlich einen ähnlichen Aufbau besitzen, verwenden diese in der Applikation an vielen Stellen auch dieselbe Ablauflogik. Daher werden die Erkenntnisse dieser beiden Module gemeinsam in diesem Kapitel betrachtet.

- **Workflow „Erinnerung hinzufügen“.** Der derzeitige Workflow zum Hinzufügen einer Messerinnerung war für die TestteilnehmerInnen teilweise unklar und unübersichtlich, bedingt durch die Vermischung der Begriffe „Messung“, „Termin“ und „Erinnerung“ sowie der Abfolge der Eingabemasken. In Zusammenarbeit mit den ProbandInnen wurde daher folgender Ablauf zum Anlegen einer Erinnerung erarbeitet, wobei der Begriff „Ereignis“ sowohl für eine durchzuführende Messung (Blutdruck/Herzfrequenz/Blutzucker) oder einen Termin stehen kann:

- Eingabe, ob es sich um ein einmaliges oder ein zu wiederholendes Ereignis handelt
- Eingabe des Datums des (ersten) Ereignisses
- Eingabe der Uhrzeit des (ersten) Ereignisses
- Bei Wiederholung: Abfrage, ob das Ereignis stündlich, täglich, wöchentlich, monatlich oder nach einem individuellen Intervall (z.B. alle zwei Tage) erfolgen soll
- Bei Wiederholung und individuellem Intervall: Abfrage, in welchen Intervallen das Ereignis wiederholt werden soll (alle x Stunden / Tage / Wochen / Monate)

- Bei Wiederholung: Eingabe des Datums des letzten Ereignisses (optional)
 - Eingabe, ob die audiovisuelle Erinnerung schon vor dem Termin starten soll
 - Bei vorzeitiger Erinnerung: Eingabe des Zeitraums, in dem die Erinnerung gestartet werden soll
- **Erfolgsseite.** Auf der Maske, welche nach dem erfolgreichen Hinzufügen einer Erinnerung angezeigt wird, gibt es zwei Schaltflächen, um entweder zur Übersichtsseite zu gelangen oder eine weitere Erinnerung hinzuzufügen (siehe Abbildung 4.29a). Da letztere nur mit „Weitere Erinnerung hinzufügen“ beschriftet ist, nahmen die Testpersonen an, dass man diese auch betätigen kann, wenn man etwa soeben eine Blutdruckmessung hinzugefügt hat und nun eine Erinnerung an eine Blutzuckermessung anlegen möchte. Daher soll diese Schaltfläche passend zu dem zuletzt angelegten Erinnerungstyp beschriftet werden.
 - **Beschriftung „Löschen“.** Die Schaltfläche zum Löschen einer Erinnerung soll passender, etwa „Erinnerung entfernen“, benannt werden (siehe Abbildung 4.29b).



(a) Durch Betätigung der Schaltfläche „Eine weitere Erinnerung hinzufügen“, die auf der Erfolgsseite nach einer erfolgreichen Neuanlage einer Erinnerung angezeigt wird, kann eine weitere Erinnerung desselben Typs anlegen werden.

(b) Die Schaltfläche zum Entfernen einer Erinnerung soll passender benannt werden.

Abbildung 4.29: Zwei verschiedene Masken des Messmoduls, bei denen im Zuge der Evaluierung Probleme aufgetreten sind.

Flüssigkeitsmodul

Da das Flüssigkeitsmodul einen überschaubaren Funktionsumfang aufweist, gab es mit dieser Funktionalität keine Probleme, Fehler oder Verwendungsschwierigkeiten. Eine Testperson gab jedoch im nachfolgenden Gespräch an, dass sie sich ebenfalls einer Erinnerung für die Flüssigkeitsaufnahme wünschen würde. Da in den Gesprächen aus Iteration 1 eine Erinnerung für diesen Fall als „bevormundend“ beschrieben wurde, muss diese Funktionalität optional gestaltet und nicht aufdringlich sein. Daher sollen die BenutzerInnen auf Wunsch eine Erinnerung aktivieren können, welche auf die Flüssigkeitsaufnahme hinweist, solange das Tagesziel noch nicht erreicht wurde. Die BenutzerInnen können angeben, in welchem Zeitraum (z.B. von 10:00 bis 19:00) und in welchen Intervallen (z.B. alle zwei Stunden) dies erfolgen soll. Sobald diese Benachrichtigung in der Auflistung der Erinnerungen ausgewählt und die Eingabemaske angezeigt wird, wird die audiovisuelle Signalabgabe beendet.

Modulübergreifend

In diesem Kapitel werden die Erfahrungen aufgelistet, die in zentralen Komponenten erkannt worden sind und somit mehrere Module betreffen.

- **Auditive Erinnerung.** Derzeit werden die audiovisuellen Signalelemente solange aktiviert, bis die jeweiligen Ereignisse abgearbeitet hat. Zwei der ProbandInnen gaben an, dass die auditiven Signaltöne bei der Bearbeitung der Erinnerungen als störend bzw. nervend empfunden werden können (etwa bei mehrfachen Einträgen). Daher sollen die Tonsignale deaktiviert werden, sobald die Benutzerin bzw. der Benutzer mit der Lampe interagiert. Die Lampe leuchtet wie bisher weiter, bis alle aktiven Erinnerungen erledigt wurden.
- **Kameraausrichtung.** Die Kamera wird für das Einlesen von Barcodes sowie der Aufnahme der Medikamentenverpackungen und gegebenenfalls eines Selbstportraits verwendet. Hierbei wird auf dem Bildschirm das aktuelle Kamerabild gezeigt. Durch das Betätigen einer Schaltfläche wird das angezeigte Bild abgespeichert. Hierbei wird derzeit das Bild immer gespiegelt angezeigt, da angenommen wurde, dass die Kamera fix befestigt sein wird. Die BenutzerInnen nahmen jedoch die Kamera in die Hand, um den Barcode bzw. Verpackungsfotos aufzunehmen, wodurch die gespiegelte Ansicht Probleme bereitete. Daher soll bei diesen Aufnahmen das Bild nicht mehr automatisch gespiegelt werden.
- **Texteingabe.** Bei der Eingabe von langen Texten (etwa Hinweisen zu einem Medikament) sehen die BenutzerInnen nicht mehr vollständig, was sie eingegeben haben (siehe Abbildung 4.30a). Diese Eingabemaske soll daher überarbeitet werden.
- **Datumsauswahl mittels Kalenderansicht.** Die BenutzerInnen können bei verschiedenen Abläufen vordefinierte Daten (z.B. heute, morgen, zwei Wochen, ...) auswählen oder ein Datum mittels Kalender selektieren (siehe Abbildung 4.30b). Hier soll, nach direktem Feedback der Testpersonen, einerseits das aktuelle Datum bzw. das ausgewählte Monat und Jahr besser hervorgehoben und andererseits die einzelnen Wochentage (Montag, Dienstag, ...) als Spaltenüberschriften angeschrieben werden.



(a) Die Darstellung von längeren Texten im Eingabefeld ist nicht optimal gelöst und soll verbessert werden.



(b) Mithilfe der Kalenderansicht können die BenutzerInnen komfortabel ein Datum auswählen. Hier sollen kleinere Veränderungen, wie die Anzeige des Wochentags, des heutigen Datums bzw. das Hervorheben des aktuellen Monats/Jahres den Komfort verbessern.

Abbildung 4.30: Zwei verschiedene Masken, bei denen im Zuge der Evaluierung Probleme aufgetreten sind.

4.4.4 Endgültige Anforderungsliste

Die Liste der Anforderungen ist nach der letzten Iteration sehr stabil geblieben, es wurden nur zwei Anforderungen hinzugefügt. Die angepasste Anforderungsliste ist in Tabelle 4.5 angeführt. In der Spalte „Nummer“ sind die Zeilen markiert, die entweder neu hinzugefügt (+) oder angepasst (*) wurden. Diese Anpassungen wurden basierend auf Aussagen der ProbandInnen und Beobachtungen des Autors durchgeführt.

Kategorie	Nummer	Beschreibung	Quelle
Allgemein	FAN-A01	Es sollen bis zu zwei BenutzerInnen parallel das Gerät verwenden können.	P1, P2, P3, P4
	FAN-A02	Die Benutzerin bzw. der Benutzer wird eindeutig durch eine Farbe und einen „Begleiter“ repräsentiert, den er bei der Neuanlage wählen kann. Ein „Begleiter“ ist ein Maskottchen in der Gestalt eines Tieres, welches als gezeichnetes Bild visualisiert wird. Zusätzlich kann optional ein Bild aufgenommen werden.	P1, P5, P6, [51]
	FAN-A03	Es können einzelne Module deaktiviert werden.	P1, P2, P3, P4, P5, P6
	FAN-A04	Es soll die Möglichkeit geben, auf jeder Seite eine Hilfe anzeigen zu lassen, die textuell und gesprochen Hinweise gibt.	P1, P6
	NFAN-A05	Der Prototyp soll optisch unauffällig sein und eine Holzoptik besitzen.	P5, P7, P8
	FAN-A06	Es kann Farbe und Ton der Erinnerung für jede Benutzerin bzw. jeden Benutzer angepasst werden.	P5, P7, P8
	FAN-A07	Es soll bei umfangreicheren Anwendungsfällen die Wahlmöglichkeit zwischen einer schrittweisen und einer kompakten Eingabe geben.	P5
	NFAN-A08	Es soll der ausgewählte „Begleiter“ an einer zentralen Stelle platziert werde und Auskunft über den aktuellen Stand geben.	P7, P8
	FAN-A09	Es sollen, bei der schrittweisen Eingabe von vielen Daten, vermehrt Hinweisseiten vorangestellt werden.	P6, P7
	FAN-A10	Nach einer bestimmten Zeitspanne soll die aktuelle Uhrzeit ganzflächig angezeigt werden.	Autor
FAN-A11 ⁺	Es werden, sobald mit der Lampe interagiert wird, keine auditiven (nur visuelle) Erinnerungen ausgegeben.	P5, P10	

Medikamente (Funktion)	FAN-F01	Es kann ein Medikament sowie die einzunehmende Dosis, Tageszeiten (Morgen, Mittag, Abend, Nacht) und zwei Bilder (Verpackung, Detailansicht) hinzugefügt werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F02	Es kann beim Hinzufügen von Medikamenten der Barcode des Medikament gescannt werden, wodurch (falls vorhanden) Informationen zu dem Medikament geladen werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F03	Es kann die aktuelle, vergangene und zukünftige Medikationsliste angezeigt werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F04	Es kann ein vorhandenes Medikament bearbeitet oder entfernt werden.	P1, P2, P3, P4
	FAN-F05	Es soll die Einnahme bzw. Nicht-Einnahme protokolliert werden können. Wenn das Medikament nicht eingenommen wurde, soll ein Grund gewählt werden können.	[227]
	FAN-F06	Es soll eine Übersicht über die eingenommenen bzw. nicht-eingenommenen Medikamente angezeigt werden können.	P2, P3, P4
Messungen (Funktion)	FAN-F11	Es kann eine Erinnerung zum Messen für Blutdruck / Herzfrequenz und Blutzucker hinzugefügt werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P6
	FAN-F12	Es können die vorhandenen Erinnerungen angezeigt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F13	Es können die vorhandenen Erinnerungen entfernt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F14	Es können (unabhängig von einer aktiven Erinnerung) die gemessenen Werte eingetragen werden.	P1, P2
	FAN-F15	Es können die gemessenen Werte angezeigt werden.	P1, P2, P6
	FAN-F16	Es soll eine Warnmeldung angezeigt werden, wenn die eingegebenen Messwerte den Normbereich über- bzw. unterschreiten.	P6, P8
Flüssigkeiten (Funktion)	FAN-F21	Es kann ein Tagesziel, wie viel Flüssigkeit aufgenommen werden soll, aus einer vorgegebenen Liste an Werten ausgewählt und festgelegt werden.	P1, P7
	FAN-F22	Es kann die getrunzene Menge aus einer vorgegebenen Liste an Werten ausgewählt und eingegeben werden.	P1, P7
	FAN-F23	Es kann der Wochenverlauf von Tagesziel und getrunzener Menge angezeigt werden.	P7

	FAN-F24 ⁺	Es kann eine optionale Erinnerung an die Flüssigkeitsaufnahme hinzugefügt werden. Dabei wird der Zeitraum sowie das Intervall angegeben. Die Erinnerung wird beendet, sobald der entsprechende Eintrag ausgewählt wurde.	P5
Kalender (Funktion)	FAN-F31	Es können Termine eingetragen werden, an die audiovisuell erinnert werden soll.	P1, P2, P4
	FAN-F32	Es können die eingetragenen Termine angezeigt und entfernt werden.	P1, P2, P4
Design	FAN-D01	Die Eingabe von umfangreicheren Daten soll auf mehrere Schritte aufgeteilt werden.	P1, P2, P3, P4, P6
	FAN-D02	Es soll zu jeder Zeit ein Schaltfläche „Zurück“ und „Startbildschirm“ vorhanden sein.	P1, P4, P5, P6
	FAN-D03	Es sollen alle Icons, Schaltflächen und Schriften so groß sein, dass sie von der Zielgruppe ohne Probleme auf dem Touchscreen erkannt und betätigt werden können.	P1, P2, P3, P4, P6
	FAN-D04	Das Interface sollte selbsterklärend und nicht zu überladen sein.	P5, P6, P7, P8
	FAN-D05	Es sollen die Masken zwischen den einzelnen Modulen einheitlich aufgebaut sein.	P5, P6, P7, P8
Sicherheit	NFAN-S01	Unautorisierte Personen ohne physischen Zugang können nicht auf die Daten zugreifen.	P1, P2, P5, P6
	FAN-S02	Es darf zu keinem Datenverlust oder inkonsistenten Daten kommen - auch nicht, wenn das Gerät vom Strom genommen wird.	P1, P2, P3, P4, P6
	NFAN-S03	Wo nötig müssen aktuell als sicher eingestufte kryptographische Verfahren verwendet werden.	Autor
Optional	FAN-O01	Es ist möglich, über einen sicheren Kanal auf die eigenen Daten zuzugreifen. Hierbei dürfen nur autorisierte Geräte über eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung zugreifen.	P1
	FAN-O02	Es wird eine „Einsortierhilfe“ angeboten, die Schritt für Schritt bei der Befüllung eines Dispensers anleitet.	P3

Tabelle 4.5: Aktualisierte Anforderungen nach Evaluierung des High-Fidelity-Prototyps.

4.4.5 Anpassung des Prototyps

Durch die zuvor durchgeführte Auswertung wurden einerseits Probleme erkannt und andererseits zwei neue Anforderungen definiert. Diese wurden in den Prototyp eingebracht, wobei folgende kleinere (z.B. Textänderungen) sowie größere (z.B. Erinnerung an Flüssigkeitsaufnahme) Anpassungen durchgeführt werden mussten:

- **Allgemein**

- Die Schaltfläche, welche die Hilfe-Funktion aktiviert, beginnt nach einigen erfolglosen Interaktionen zu blinken, um auf sich aufmerksam zu machen.
- Der Ton der audiovisuellen Erinnerung wird deaktiviert, sobald mit dem Prototyp interagiert wurde.
- Die Ausrichtung der Kamera wird entsprechend des aktuellen Ablaufs automatisch konfiguriert.
- Das Textfeld der Texteingabe wurde vergrößert (siehe Abbildung 4.31a).
- Die Datumsauswahl in der Kalenderansicht wurde verbessert (siehe Abbildung 4.31b).

- **Medikationsmodul**

- Der Workflow zur Eingabe eines neuen Medikamentes wurde angepasst und die Kontrollseite mit mehr Informationen angereichert (siehe Abbildung 4.31c).
- Die Auswahl, auf welchem Weg die Dosierung angegeben werden kann, wurde verbessert und näher erklärt (siehe Abbildung 4.31d).
- Die Beschriftung der Schaltfläche „Medikamente anzeigen“ und „Dosierung“ wurde angepasst.
- Es können nun Dosierungswerte kleiner „1“ (z.B. „0,5“) angegeben werden (siehe Abbildung 4.31e).

- **Messmodul und Kalendermodul**

- Der Workflow zum Hinzufügen einer Erinnerung wurde optimiert.
- Die Schaltfläche auf der Bestätigungsseite, die nach dem Hinzufügen einer Erinnerung angezeigt wird, sowie die, zum Entfernen einer Erinnerung, wurden umbenannt.

- **Flüssigkeitsmodul**

- Die BenutzerInnen können sich an die Aufnahme von Flüssigkeiten erinnern lassen (siehe Abbildung 4.31f).

Die Zusammenstellung der Hardware inkl. des Gehäuses blieb unverändert, da keine Probleme festgestellt werden konnten und diese sich für den vorgesehenen Einsatz als geeignet herausstellte.

4.5 Evaluierung

In dieser Phase wird der Prototyp um eine Statistikprotokollierung erweitert, Vergleichsdaten erhoben und das System erneut evaluiert. Um realistischere Resultate erzielen zu können, soll dieser nun für sieben Tage in den Haushalten von zwei ProbandInnen aufgestellt und von diesen im Alltag verwendet werden.

4.5.1 Vorbereitung und Durchführung

Der Prototyp soll bei zwei ProbandInnen eine Woche lang aufgestellt werden und diese bei der Einnahme ihrer Medikamente, Protokollierung ihrer Vitalparameter, regelmäßigem Trinken von Flüssigkeiten sowie unterschiedlichen Terminen unterstützen und an diese Ereignisse audiovisuell erinnern. Die Tests in den vorherigen Iterationen wurden immer unter Aufsicht eines Beobachters

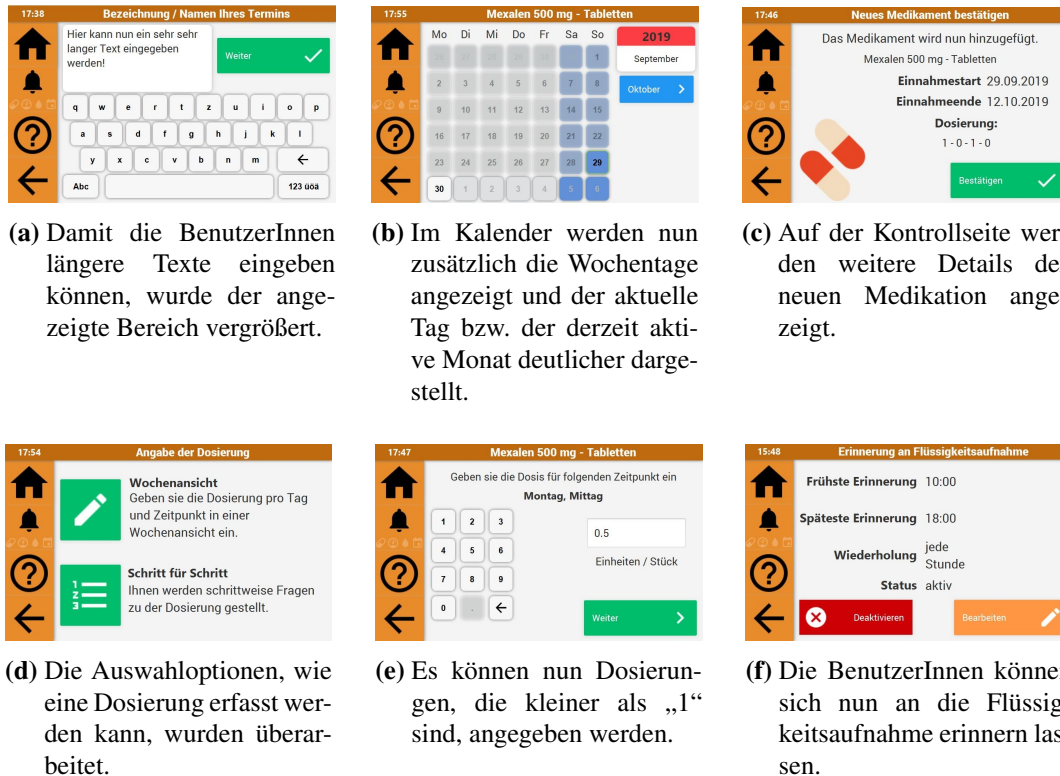


Abbildung 4.31: Ausgewählte Seiten des Prototyps, die aufgrund der BenutzerInnentests angepasst wurden.

durchgeführt und optional mit einer Videokamera aufgenommen. Da die Evaluierung dieser Iteration über einen längeren Zeitraum stattfinden soll (und somit kein Beobachter dauerhaft anwesend sein kann und eine Videoüberwachung ein nicht verhältnismäßiger Eingriff in die Privatsphäre des ProbandInnen darstellen würde), müssen auswertbare Daten auf anderweitigen Wegen erfasst werden. Daher wurde, neben dem bereits vorhandenen Applikations-Log, ein Statistik-Log eingeführt, welches die Interaktionen des ProbandInnen mit dem Prototyp aufzeichnen soll. Diese Funktionserweiterung reagiert auf verschiedene Ereignisse, welche in Tabelle 4.6 aufgelistet sind. Bei jedem Ereignis wird zusätzlich der aktuelle Zeitpunkt sowie die Dauer (Sekunden) seit der letzten Interaktion protokolliert. Die Daten werden in einem kommaseparieren Format als Comma-separated values (CSV) in das Statistik-Log geschrieben, damit diese ohne weitere Konvertierung mit Hilfe eines externen Programms (etwa Microsoft Excel) weiterverarbeitet werden können. Ein entsprechendes Beispiel kann in Listing 4.1 gefunden werden.

```

1 2019-09-29,17:45:17,buttonClicked,0,_btnMedicationAdd,Button,Neues
  ↳ Medikament
2 2019-09-29,17:45:17,changedPage,0,TextDialogController,Neues
  ↳ Medikament bestaetigen
3 2019-09-29,17:45:19,buttonClicked,1,_btnRight,Button,Weiter
4 2019-09-29,17:45:20,changedPage,1,ScanPznController,Strichcode des
  ↳ Medikamentes in die Kamera halten
5 2019-09-29,17:45:22,changedPage,2,FoundMedicationController,Wir
  ↳ haben Ihr Medikament gefunden
6 2019-09-29,17:45:24,buttonClicked,2,_btnNext,Button,Weiter

```

Listing 4.1: Auszug aus der Statistik-Protokollierungsdatei

Ereignis	Detailinformationen	Beschreibung
Seitenwechsel	Seitentitel, Implementierungs-Klasse	Eine neue Maske / Seite wird geladen
Interaktion	Typ (Schaltfläche, Bereich, ...), ID des Elements, Beschriftung	Die Testperson klickt auf ein Element
Basisnavigation	Typ (Startseite, Zurück, Hilfe, Erinnerungen)	Die Testperson hat mit der Basisnavigation interagiert
Erinnerung	Modus (Start, Stopp), Auslöser (Medikation, Messerinnernung, ...)	Es wurde eine Erinnerung aktiv, die von der Testperson bearbeitet werden sollte

Tabelle 4.6: Übersicht der Ereignisse, welche in ein gesondertes Statistik-Log geschrieben werden.

Abbildung 4.32: Die ausgefüllten Vorlagen der ProbandInnen, um Vergleichsdaten zu erhalten.

Zusätzlich wurden Vergleichsdaten benötigt, um die Daten der Testphase evaluieren zu können. Daher wurden beide Testpersonen vor dem eigentlichen Test gebeten, schriftlich eine Woche lang (Montag bis Sonntag) deren Einnahmen, Mess- und Trinkzeiten zu protokollieren. Dafür wurden, je nach Kategorie, spezifische Vorlagen entworfen, ausgedruckt und den jeweiligen Personen übergeben, mit der Bitte, folgende Daten auszufüllen (siehe Abbildung 4.32):

- **Medikamente.** Wochentag/Uhrzeit der Einnahme pro Medikament.
- **Blutdruck/Herzfrequenz.** Wochentag/Uhrzeit und Werte der Messung.
- **Blutzucker.** Wochentag/Uhrzeit und Wert der Messung.
- **Flüssigkeit.** Wochentag/Uhrzeit und Menge der getrunkenen Flüssigkeit.



(a) Die erste Testperson hat die Benachrichtigungslampe in der Küche aufgestellt.



(b) Die zweite Testperson bevorzugte wiederum einen Platz im Wohnzimmer.

Abbildung 4.33: Aufstellungsorte des Prototyps.

Beide ProbandInnen müssen jeden Tag 7 Medikamente zu verschiedenen Tageszeiten einnehmen und regelmäßig Blutdruck und Herzfrequenz messen, während eine Testperson ihren Blutzucker aufgrund ihrer Grunderkrankung täglich einmalig erhebt. Beide Testpersonen nehmen ihre Medikamente nach dem verschriebenen Plan ein, jedoch sieht man am Papierprotokoll, dass die konkreten Zeitpunkte bis zu zwei Stunden voneinander abweichen. Bei der Durchführung der Messung von Blutdruck und Herzfrequenz ist ein ähnliches Bild erkennbar. Die Messungen wurden kein einziges Mal zum selben Zeitpunkt durchgeführt, jedoch meistens innerhalb einer Zeitspanne von zwei Stunden. In einem Fall wurde jedoch die Messung erst am Nachmittag, anstatt wie sonst in der Früh, durchgeführt. Ein anderes Muster zeigt sich bei den Blutzuckermessungen der zuvor erwähnten Testperson. Hier werden die Messungen mit einer maximalen Abweichung von 15 Minuten durchgeführt. Es wird daher angenommen, dass die Erhebung des Blutzuckers von der Testperson, im Vergleich zu den anderen Vitalparametern, als wichtiger empfunden wird. Auch die Protokollierung der Flüssigkeitsaufnahme zeigt einen interessanten Unterschied zwischen den TeilnehmerInnen. Während eine Testperson kontinuierlich täglich zwischen 1,5 und 2 Liter trinkt, nimmt die andere maximal 1 Liter Flüssigkeit zu sich.

Um zu den händisch ausgefüllten Daten vergleichbare Resultate zu erhalten, wurde für den eigentlichen Test der auszuwertende Zeitraum ebenfalls auf Montag bis Sonntag festgelegt. Dazu wurden die ProbandInnen sonntagabends besucht, um zusammen mit ihnen das Gerät aufzustellen und einzurichten. Dabei wurde zuerst ein passender Platz gesucht, welcher für die Testperson als korrekt und praktisch empfunden wurde. Die Wahl fiel dabei auf die Küche bzw. das Wohnzimmer, wie in Abbildung 4.33 erkannt werden kann. Diese Entscheidung deckt sich mit den Erkenntnissen der Fachpublikationen, welche besagen, dass primär Orte gewählt werden, an denen sich die Person überwiegend aufhält bzw. an denen sie oft vorbeikommt.

Nachdem der passende Platz gewählt wurde, musste ein neuer Benutzer erstellt werden. Diese Aufgabe wurde von beiden ProbandInnen ohne Probleme durchgeführt, wobei nur einmal ein Selbstportrait von sich aufgenommen wurde. Im anderen Fall wurde die alleinige Auswahl eines Begleiters bevorzugt. Nach der Grundinstallation mussten die Medikationen eingetragen werden. Die Daten des ersten Medikamentes wurden hierbei zusammen mit dem Autor eingegeben, ab dem zweiten Medikament versuchten die ProbandInnen dies selbstständig durchzuführen. Da jeweils insgesamt sieben Produkte eingetragen werden mussten, war eine deutlich steigende Lernkurve ersichtlich. Während der erste Durchgang noch bis zu drei Minuten dauerte konnte das letzte Medikament unter einer Minute angelegt werden. Danach sollten die Erinnerungen an die Messung von Blutdruck/Herzfrequenz sowie Blutzucker hinzugefügt werden, wobei die ProbandInnen dies von Beginn an selbstständig erledigen wollten. Eine Testperson nahm den Versuch zum Anlass,

den Blutdruck statt einmal gleich zweimal (morgens und nachmittags) zu erheben. Auch das Flüssigkeitsziel wurde bei beiden ProbandInnen höher als zuvor protokolliert angesetzt, nämlich 1,5 bzw. 2,5 Liter pro Tag.

Nach der gemeinsamen Konfiguration wurde erneut auf die Hilfsfunktion hingewiesen, mit der man sich die aktuelle Seite textuell und auditiv erklären lassen kann. Zudem wurden die Testpersonen gebeten, bei kleineren Problemen bzw. Ungenauigkeiten diese zu notieren und bei groben Fehlern (wenn beispielsweise das komplette System nicht mehr funktional ist) den Autor zu kontaktieren.

4.5.2 Auswertung

Nach dem Testdurchgang wurden am Montag danach die ProbandInnen erneut besucht, um die Teststellung abzubauen und diese zu ihren Erfahrungen zu interviewen. Während des Testdurchgangs musste der Autor nicht eingreifen - es wurden keine funktionalen Probleme gemeldet, die einen raschen Eingriff notwendig gemacht hätten. Die ProbandInnen wurden nach deren Erfahrungen, Eindrücken und Rückmeldungen zu dem Prototyp befragt, wobei nur auf die Module eingegangen wurde, welche auch in Verwendung waren.

Nach der Beendigung der Evaluierung und dem Abbau wurden die Daten auf dem Gerät ausgewertet. Hierbei wurde der Fokus auf folgende Aspekte gelegt:

- **Durchgeführte Einnahmen.** Die Uhrzeiten der protokollierten Einnahmen wird mit dem zuvor erstellten Protokoll verglichen. Falls eine Erinnerung verworfen wurde, wird der optional angebbare Grund ausgewertet.
- **Durchgeführte Messungen.** Es werden die Uhrzeiten, zu der die jeweiligen Messungen durchgeführt wurden, ausgewertet. Dabei wird die durchschnittliche Zeitspanne pro Tag berechnet und mit dem zuvor erstellten Protokoll verglichen.
- **Getrunkene Flüssigkeiten.** Es wird die Menge an Flüssigkeiten ausgewertet, die die ProbandInnen pro Tag getrunken haben, und mit den Grundwerten verglichen.
- **Termine, die in der Testwoche zusätzlich eingetragen wurden.** Falls von den ProbandInnen ein Termin eingetragen wurde, werden diese Daten ebenfalls evaluiert.
- **Statistik-Protokoll.** Dieses Protokoll soll einen detaillierten Überblick über die direkte Interaktion der ProbandInnen mit dem Prototyp geben. Hiermit kann beispielsweise die Anzahl der Interaktionen, durchschnittliche Durchführungszeiten oder die Lernkurve für bestimmte Abläufe ausgewertet werden.

Die, aus den Interviews bzw. direkt aus dem Prototyp ermittelten Daten wurden danach im Detail analysiert, wodurch nachfolgende Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

Einnahme von Medikamenten

Von beiden ProbandInnen wurden alle vorgeschriebenen bzw. im Prototyp eingetragenen Medikamente ordnungsgemäß eingenommen - es wurde keine Erinnerung verworfen. Die Abweichung zu dem jeweiligen Zeitpunkt, in dem die Einnahme durchgeführt werden soll, hat sich jedoch signifikant verbessert. Lag diese in der Vorwoche noch bei etwa 1 Stunde 40 Minuten, hat sich der Zeitraum auf maximal 15 Minuten verkürzt. Abbildung 4.34 zeigt im Detail, wie sich dieser Zeitraum verkleinert hat und sich nun beim Einsatz von audiovisuellen Erinnerungen im Bereich zwischen 3 und 15 Minuten bewegt. Dies bedeutet, dass in der Testwoche die verschriebenen Medikamente immer etwa zu der gleichen Zeit eingenommen wurden. Die Testpersonen gaben an, Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

dass sie die automatische Erinnerung als Entlastung empfunden haben, da nun ein zentrales System ihre Medikamente verwaltet und gezielt an die Einnahme erinnert. Die zuvor aufgenommenen Bilder der Medikamente, die bei der Benachrichtigung am Bildschirm angezeigt werden, wurden ebenfalls positiv erwähnt, da dies die korrekte Auswahl der Verpackung erleichtert. Die Übersicht über die eingenommenen Medikamente wurde von einer Testperson nur einmalig aufgerufen. Die Befragung hat hier ergeben, dass diese Ansicht nur bei einem konkreten Anlass, wie beispielsweise einem bevorstehenden ärztlichen Besuch, von höherem Interesse ist. Ohne einen konkreten Termin würden sie dem System und den Benachrichtigungen vertrauen und daher nicht gezielt ihre Einnahme kontrollieren wollen.

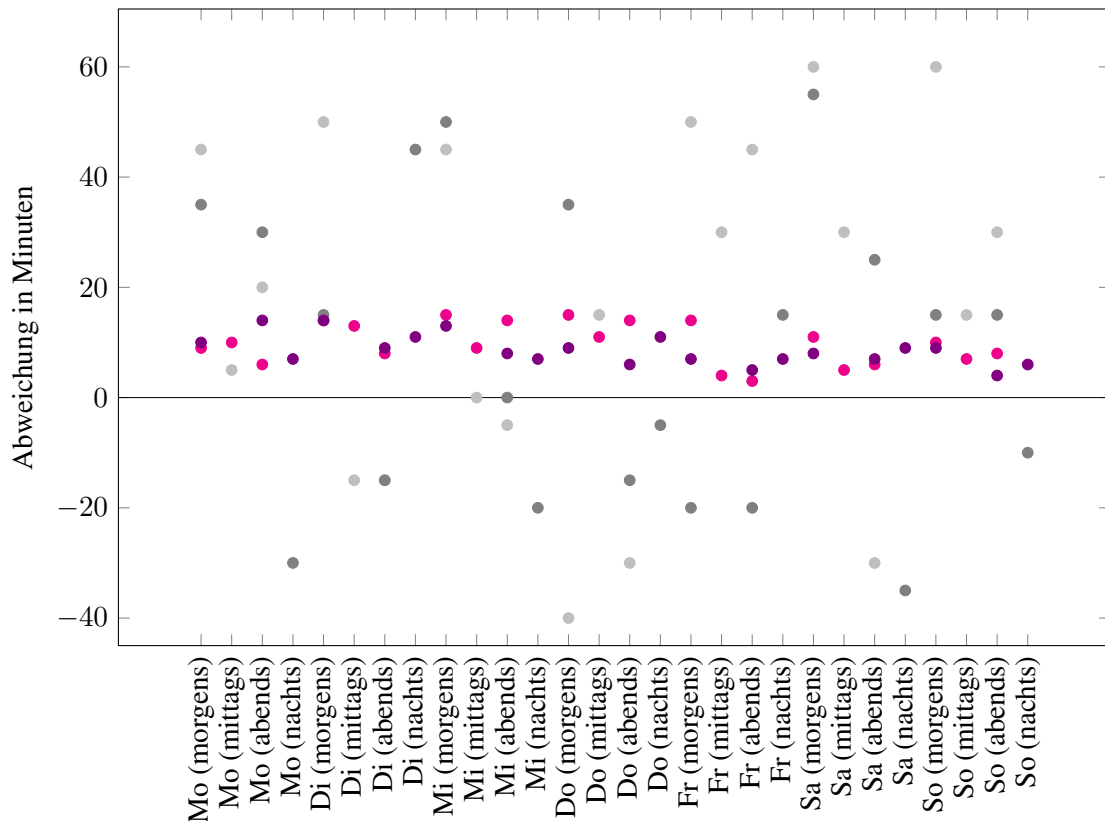


Abbildung 4.34: Abweichung in Minuten beider Testpersonen zu dem geplanten Einnahmezeitpunkt, ohne (hellgrau/dunkelgrau) und mit (magenta/violett) audiovisuellen Erinnerungen.

Durchführung von Vitalparametermessungen

Auch bei der Messung der Vitalparameter konnte eine Verbesserung festgestellt werden. Beide Testpersonen erhoben täglich, mit einer maximalen Abweichung von 20 Minuten, Blutdruck und Herzfrequenz. Sogar das eigens definierte Ziel einer Testperson, in der Auswertungswoche zusätzlich am Nachmittag die Werte zu erfassen, konnte erreicht werden. In Abbildung 4.35 sind für beide Testpersonen die jeweiligen Abweichungen ohne und mit audiovisueller Erinnerungen im Detail dargestellt. Bei der Messung des Blutzuckers gab es nur eine kleine Verbesserung zu den zuvor erhobenen Grunddaten, hier konnte die Abweichung von 15 auf 13 Minuten verringert werden. Die Benachrichtigungen, aber vor allem die zentrale Dokumentation, wurde von den Befragten sehr positiv gesehen, da sie diese Werte nun nicht mehr handschriftlich auf diversen „Zetteln“ führen müssen. Daher ist es auch keine Überraschung, dass, im Vergleich zu den Medikamenteneinnahmen, die Übersichtsseite zu den gemessenen Werten öfter angesehen wurde. Da

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

zu Beginn der Woche noch nicht viele Werte hinterlegt waren, ist es demnach auch nicht weiter verwunderlich, dass diese Seite zum Ende hin immer mehr abgefragt wurde. Die Testpersonen gaben unabhängig voneinander noch an, dass sie gerne eine unkomplizierte Möglichkeit hätten, diese Werteübersicht zu ihrer behandelnden Ärztin bzw. ihrem behandelnden Arzt mitzunehmen. Hier wäre vermutlich die Einbindung eines Druckers die effektivste Lösung, da eine direkte Verbindung des ärztlichen Fachpersonals mit dem Prototyp zwar technisch möglich, aber einen hohen Umsetzungsaufwand bedeuten würde.

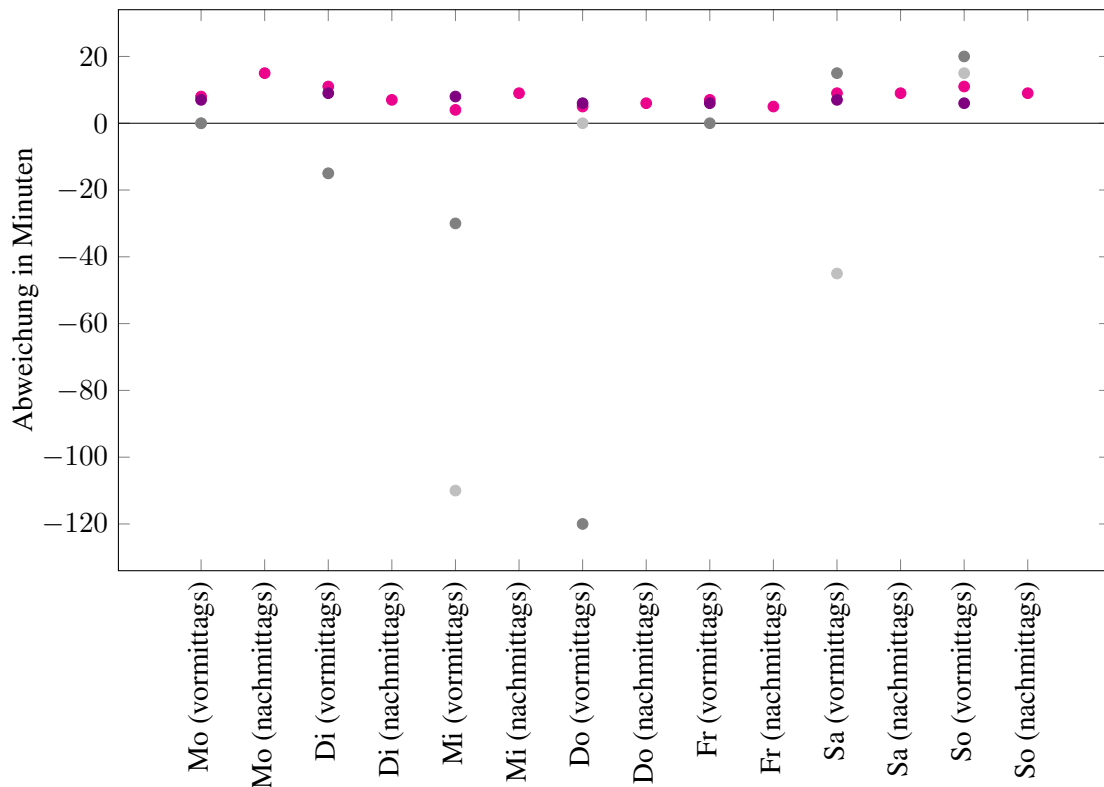


Abbildung 4.35: Abweichung (in Minuten) zu dem geplanten Messzeitpunkt für Blutdruck und Herzfrequenz beider Testpersonen, ohne (hellgrau/dunkelgrau) und mit (magenta/violett) audiovisuellen Erinnerungen.

Termine

In der Testwoche wurde nur von einer Testperson ein Termin, nämlich ein in dieser Woche stattfindender ärztlicher Besuch, eingetragen. Diese gab im Interview an, dass sie die Erinnerung jedoch nicht wahrgenommen hatte, da sie den Benachrichtigungszeitraum vor dem eigentlichen Termin zu kurz gewählt hatte. Dadurch wurde die audiovisuelle Benachrichtigung erst gestartet, als diese sich bereits am Weg zu dem Termin befand. Grundsätzlich wurde es von beiden Personen aber als sinnvolle Erweiterung empfunden, wobei deren volles Potential vermutlich erst nach einem längeren Testzeitraum erreicht werden kann. Hier können dann beispielsweise Termine, die weiter in der Zukunft liegen, oder regelmäßige Tätigkeiten eingetragen werden.

Flüssigkeitshaushalt

Die Testpersonen konnten in der Evaluierungswoche ihr selbst gesetztes Flüssigkeitsziel an 6/7 bzw. 7/7 Tagen erreichen. Da oftmals kleinere Mengen getrunken werden, wurde diese Seite im Vergleich zu den anderen Modulen am häufigsten aufgerufen. Eine Person der ProbandInnen hatte

die Benachrichtigungsfunktion gleich zu Beginn konfiguriert, während die zweite diese erst nach zwei Tagen selbstständig aktivierte. In der Befragung gaben beide an, dass sie oftmals auf das Trinken vergessen würden und daher eine Erinnerung daran als sehr sinnvoll erachten. Zudem fanden sie, dass die visuelle Darstellung der getrunkenen Flüssigkeit im Verhältnis zum Tagesziel mittels voller werdendem Glas eine gute Motivation darstellt. Eine Testperson gab jedoch an, dass sie sich ein spannenderes Motiv, beispielsweise eine wachsende Pflanze, ebenfalls vorstellen könnte.

Benachrichtigungslampe

Die Benachrichtigungslampe wurde in den Wohnungen an zentralen Orten (Küche bzw. Wohnzimmer) aufgestellt, wodurch diese regelmäßig von den ProbandInnen, aber potentiell auch von Dritten, gesehen werden konnten. Die Befragten gaben an, dass die Lampe, vor allem aufgrund der Holzoptik, sehr gut zu ihrem bestehenden Mobiliar passte. Es wurde auch von einem Besuch von Verwandten berichtet, die auf den neuen „Einrichtungsgegenstand“ aufmerksam wurden. Da ein vertrautes Verhältnis zu den Besuchern vorhanden ist, wurden diese letztendlich über die eigentliche Funktionalität aufgeklärt, nachdem diese anfangs nur eine neue Lampe mit Uhrfunktion erkennen konnten.

Audiovisuelle Erinnerungen

Die in den vorherigen Kategorien beschriebenen Auswertungen zeigten eindeutig, dass die audiovisuellen Erinnerungen von den ProbandInnen wahrgenommen und die jeweiligen Aktionen, die mit dieser Benachrichtigung verbunden waren, umgesetzt wurden. Auch bei der Befragung wurden durchaus positive Aussagen zu den Benachrichtigungsmodalitäten rückgemeldet. Die Testpersonen meinten, dass die auditiven Erinnerungen sehr wichtig sind, wenn man sich zum jeweiligen Zeitpunkt in einem anderen Raum aufhält. Es wurde aber der Wunsch nach einem kontextabhängigen Einsatz von auditiven und visuellen Benachrichtigungen geäußert. Dies würde bedeuten, dass beispielsweise bei unmittelbarer Anwesenheit der Benutzerin bzw. des Benutzers nur die Lampe zu leuchten beginnt, während bei einem anderen Aufenthaltsort zusätzlich der Ton abgespielt wird.

Anwendungsoberfläche

Einer der wichtigsten Aspekte des Prototyps war die Entwicklung eines Interfaces, das problemlos von älteren Personen ohne bzw. nur mit wenig externer Hilfe bedient werden kann. Um dies evaluieren zu können, wurde zusätzlich zu den Befragungen die Statistik-Protokolldatei ausgewertet, wobei vor allem Zeiten zwischen den Interaktionen (z.B. Betätigung einer Schaltfläche), konkrete Seitenübergänge (z.B. häufige Verwendung der „Zurück“-Schaltfläche), die Verwendung der Hilfe-Funktion sowie die gezielte Durchführung eines Ablaufs analysiert wurden.

Hier kann, wie auch schon bei der gemeinsamen Ersteinrichtung zu Beginn des Testzeitraums beobachtet, eine stark ansteigende Lernkurve erkannt werden. Während zu Beginn zwischen den einzelnen Interaktionen noch Zeiten von durchschnittlich 31 Sekunden verstrichen, verringerte sich dieser Wert gegen Ende auf 15 Sekunden. Hierbei gilt aber zu beachten, dass die Verbleibzeiten auf diversen Detailansichten, wie beispielsweise die Flüssigkeitsaufnahmen einer ganzen Woche, nicht beachtet wurden, um vergleichbare Werte zu erhalten. Zusätzlich wurden die Zeiten ausgewertet, die die ProbandInnen für die Durchführung eines durchgängigen Ablaufs (Einnahme eines Medikamentes, Eintragung einer Blutdruck/Herzfrequenz-Messung, Protokollierung einer Flüssigkeitsaufnahme) benötigten. Diese Auswertung (dargestellt in Abbildung 4.36), zeigt eine eindeutige Verbesserung der Interaktionen mit der Anwendungsoberfläche. Die Zeiten sind zu Beginn noch überdurchschnittlich hoch (im Vergleich zu einer jüngeren Person), verbessern sich je-

doch innerhalb kürzester Zeit deutlich. Die Verwendung der Hilfe-Funktion gibt ein weiteres Indiz dafür, dass das Interface gut angenommen wurde, da diese allgemein nicht sehr oft, vermehrt aber nur in der ersten Wochenhälfte, aufgerufen wurde. Die, aus der Protokolldatei erhobenen Daten decken sich auch mit den Aussagen der ProbandInnen, die sich auf der graphischen Oberfläche, nach einer gewissen Eingewöhnungszeit, gut zurechtfinden. Von den Befragten wurde vor allem die graphische und strukturelle Konsistenz zwischen den einzelnen Masken bzw. Modulen gelobt, wodurch sich diese leichter in den einzelnen Abläufen zurechtgefunden haben.

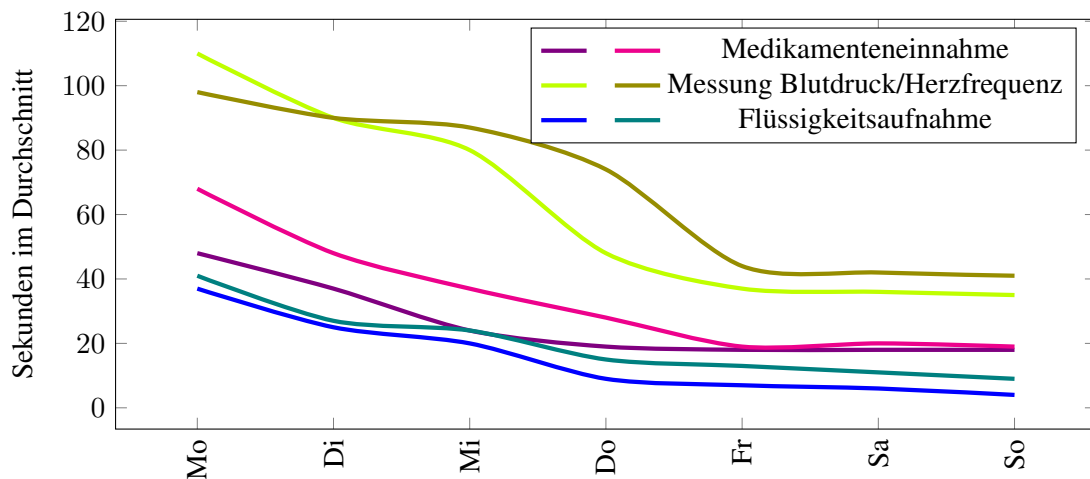


Abbildung 4.36: Verlauf der durchschnittlichen Zeiten beider Testpersonen für bestimmte Abläufe.

4.5.3 Zusammenfassung

In der abschließenden Iteration wurde der High-Fidelity-Prototyp von zwei Testpersonen für einen längeren Zeitraum von einer Woche getestet. Um die, in diesem Zeitabschnitt gewonnenen Daten vergleichen zu können, wurden die ProbandInnen zuvor gebeten, handschriftlich die Einnahme von Medikamenten, Messungen und Flüssigkeitsaufnahmen zu protokollieren. Die Auswertung der Daten, die am Prototyp nach der Testphase gespeichert waren, sowie die Befragungen der ProbandInnen haben gezeigt, dass eine deutliche, messbare Verbesserung stattgefunden hat. Die Abweichungen bei der Einnahme von Medikamenten wurden beispielsweise von bis zu zwei Stunden auf maximal 15 Minuten verringert. Darüber hinaus wurden die Messungen der Vitalparameter regelmäßig zu den geplanten Zeitpunkten durchgeführt und eingetragen. Auch konnten die BenutzerInnen ihr Ziel, mehr Flüssigkeit zu sich zu nehmen, erreichen. Letztendlich erwähnten die ProbandInnen in den Befragungen, dass das Interesse vorhanden ist, ein entsprechendes Erinnerungssystem in ihrem normalen Alltag, außerhalb einer Evaluierung einzusetzen.

4.6 Finaler Prototyp

In diesem Kapitel wird der endgültige Prototyp, welcher in der Evaluierungsphase mit zwei ProbandInnen getestet wurde, im Detail beschrieben. Die, in Kapitel 4.4.1 beschriebene Hardware und das Gehäuse blieben über die Iterationen unverändert, daher wird der Aufbau an dieser Stelle nicht erneut beschrieben. Die Software wiederum musste iterativ angepasst und stetig, basierend auf dem Feedback der Testpersonen, verbessert und erweitert werden.

In den folgenden Kapiteln wird nun auf die endgültige Software-Architektur sowie die einzelnen Teilmodule des Prototyps im Detail eingegangen.

4.6.1 Softwarearchitektur

Die Software des Prototyps wurde, wie in Kapitel 4.4.1 erläutert, mit der Programmiersprache *Java 8* und *JavaFX 8* als Framework für die graphische Oberfläche entwickelt. Um einen unabhängigen und wiederholbaren Build-Prozess der Applikation sicherstellen zu können, wurde das Build-Framework *Apache Maven* [78] eingesetzt. Dabei wurde die gesamte Software in verschiedene Unterprojekte aufgeteilt, welche in Tabelle 4.7 bzw. in der Architekturgraphik (siehe Abbildung 4.37) dargestellt sind. In den folgenden Unterkapiteln werden diese auszugsweise näher beschrieben, soweit eine detailreiche Erläuterung als sinnvoll erachtet wurde.

Als interner Projekttitel wurde der Name „Hepta-Med“ gewählt, wobei das Wort „Hepta“ (griechisch *Sieben*) eine Anspielung auf die Bauform des Gehäuses (Siebenflächner) sowie die ganzheitliche und durchgehende medizinische Unterstützung der BenutzerInnen (sieben Tage pro Woche) sein soll.

Projektname	Beschreibung
hepta-build-parent	Top-Level-Projekt für alle weiteren Projekte. Hier werden Basisinstellungen sowie für alle zu verwendende Abhängigkeiten definiert.
hepta-base	Basisprojekt für projektübergreifende Implementierungen zur Protokollierung und Fehlerbehandlung.
hepta-connection	Definiert gemeinsam an der Schnittstelle verwendete Objekte, die zur externen Kommunikation mit dem Prototyp eingesetzt werden.
hepta-audio	Beinhaltet die Definitionen sowie automatisch generierte Ton-Dateien, welche von der Hilfe-Funktion verwendet werden.
hepta-businesslogic	Beinhaltet die Anbindung an die Datenbank sowie die einzelnen Businessfunktionen, welche sowohl von der graphischen Oberfläche als auch über die Schnittstelle aufgerufen werden können.
hepta-relay	Ein Relay, über welches Drittsysteme über das Internet auf die Funktionen des Prototyps zugreifen können.
hepta-client	Client-Bibliothek, welche in Fremdprojekte eingebunden werden kann, um auf die Funktionen des Prototyps zuzugreifen.
hepta-med	Die ausführbare Applikation inkl. graphischer Oberfläche, die auf dem Prototyp gestartet wird.

Tabelle 4.7: Auflistung der unterschiedlichen Projekte und deren Funktionsschwerpunkte.

Basisprojekt (hepta-base)

Dieses Projekt beinhaltet Basisimplementierungen, welche von den anderen Projekten verwendet werden können. Dazu gehören folgende Aspekte:

- **Protokollierung.** Eine Applikation muss, um den Ablauf nachvollziehen bzw. im Fehlerfall Analysen durchführen zu können, an passenden Stellen des Programms Meldungen in eine Protokollierungsdatei schreiben. Dazu wurde die Logging-Bibliothek *Simple Logging Facade for Java* (SLF4J) [181], welche ein einheitliches Interface für unterschiedliche Logging-Frameworks bietet, eingesetzt. Dies bedeutet, dass die Applikation unabhängig von

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

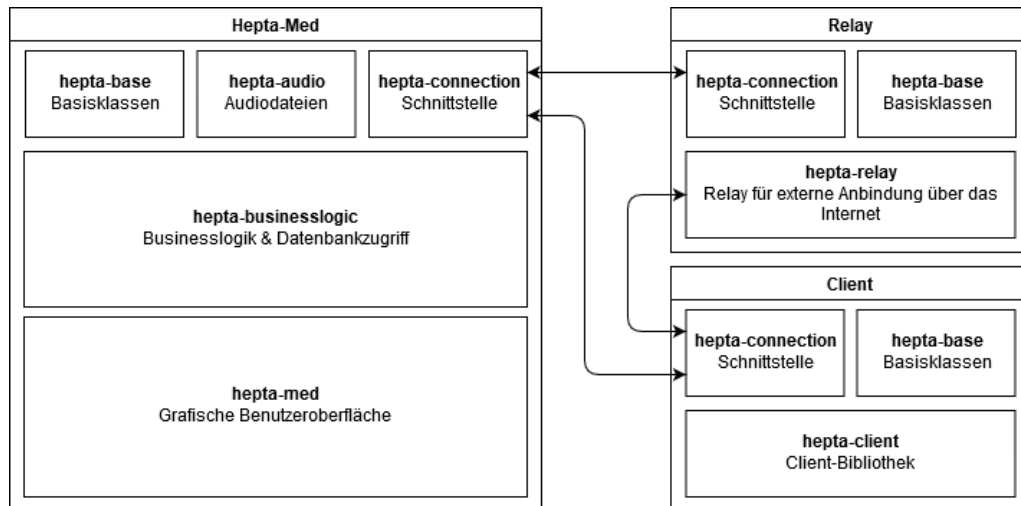


Abbildung 4.37: Die Gesamtarchitektur des Prototyps.

der letztendlich genutzten Protokollierungsmethode (z.B. Datei, Log-Server, Bandlaufwerk) dieselben Schnittstellen verwenden kann. Die eigentliche Implementierung des Logging-Frameworks kann dann beliebig konfiguriert oder ausgetauscht werden. In diesem Softwareprojekt wurde etwa das Logging-Framework *Apache Log4J 2* [77] verwendet, welches mittels XML oder Properties-Datei konfiguriert wurde und in eine Datei schreibt, welche täglich archiviert wird.

- **Fehlerbehandlung.** Es wurden allgemeine Exception-Klassen implementiert, welche in den Unterprojekten verwendet werden.
- **Hilfsklassen.** Diverse Hilfsklassen (sogenannte Utils), welche immer wieder auftretende Anforderungen zentral lösen (z.B. Laden einer Datei, Berechnen einer Prüfsumme, etc.)
- **Konfigurationsmanagement.** Laden von vordefinierten Konfigurationswerten aus einer Datei inkl. vereinfachtem Zugriff (Statische Variable, Default-Werte) zur Konfiguration der Applikation (z.B. Debug oder Entwickler-Modus aktivieren, Zeitzone, etc.)

Audiogenerierung (hepta-audio)

Sobald die Hilfe-Schaltfläche auf der linken Navigationsleiste betätigt wird, werden ein oder mehrere Hilfetexte visuell dargestellt und auditiv wiedergegeben. Um bei der Erstellung des Prototyps flexibel und schnell auf geänderte Anforderungen reagieren zu können, wurde das Open-Source Text-To-Speech-Framework *MaryTTS* [95] integriert. Dieses unterstützt die Synthese von verschiedenen Sprachen wie Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Luxemburgisch, Russisch, Schwedisch, Telugu und Türkisch. Für dieses Projekt wurde das Sprachpaket „voice-dfki-pavoque-neutral“ [94], eine neutrale männliche Stimme, verwendet.

In *hepta-audio* sind alle Texte hinterlegt, welche vom Prototyp wiedergegeben werden können. Da der Raspberry Pi, auf dem die Software betrieben werden soll, nur über begrenzte Kapazitäten verfügt, werden die Audiodateien während der Entwicklung automatisch generiert und in dieses Projekt eingebettet. Über statisch hinterlegte Konstanten kann die Implementierung der graphischen Oberfläche dann auf die Texte und die Tondateien zugreifen, um diese wiederzugeben.

Datenbank (hepta-businesslogic)

Die Basis der Applikation bildet die Datenbank sowie deren Zugriffsimplementierungen (s.g. „Data Access Objects“). Als Datenbankmanagementsystem wird, wie schon in Kapitel 4.4.1 beschrieben, auf eine H2-Datenbank gesetzt, welche im Speichersystem neben dem Programm abgelegt wird und keinen eigenständigen Server benötigt. Die komplette Datenbank ist im ER-Diagramm (siehe Abbildung 4.38) ersichtlich sowie in Tabelle 4.8 im Detail beschrieben.

Datenbanktabelle	Beschreibung
User	Beinhaltet die Konfigurationen (Name, Bild, Farbe, Begleiter, etc.) zu einem Benutzer. Durch das Feld „Active“ wurde zusätzlich ein Mechanismus geschaffen, um einen Benutzer als gelöscht zu markieren und die Anlage eines neuen Datensatzes zu ermöglichen (maximal zwei aktive Benutzer möglich).
Config	Hier werden diverse Konfigurationen, entweder pro Benutzer oder global für alle, gespeichert (z.B. welche Module aktiviert sind). Da die Erinnerungen an die Flüssigkeitsaufnahme (im Vergleich zu den Medikations- bzw. Messerinnerungen) einen stark vereinfachten Aufbau besitzen, werden diese ebenfalls als normale Konfiguration in dieser Datenbanktabelle hinterlegt.
Drug	Diese Tabelle enthält die Daten aller Waren (u.a. Arzneimittel) der österreichischen Apotheken, welche mit der PZN eindeutig identifiziert werden. Die PZN ist auf den Verpackungen dieser Produkte als Strichcode aufgedruckt. Diese Daten werden einmalig beim Start in diese Tabelle importiert. [97]
Medication	Beinhaltet die allgemeinen Daten zu einer Medikation (exkl. der Dosierung), wie beispielsweise den Medikamentennamen, die aufgenommenen Bilder oder die Einnahmehinweise.
MedicationSchedule	Diese Tabelle speichert die allgemeinen Daten einer Dosierung: Startdatum (inkl. Tageszeitpunkt) und ein optionales Enddatum. Um eine Änderung in der Dosierung darzustellen, können mehrere (zeitlich aufeinanderfolgende) Einträge zu einer Medikation existieren.
MedicationSchedulePoint	Da die Dosierung nicht täglich identisch sein muss und sich auch laufend ändern kann (etwa bei einer Marcumartherapie zur Regulierung der Blutgerinnung), müssen diese komplexen Daten korrekt in der Datenbank abgebildet werden können. Daher wird in dieser Tabelle zu einem Dosierungsplan für jeden Wochentag und jeden Tageszeitpunkt die jeweilige Dosierung gespeichert.
MedicationIntake	In dieser Tabelle werden für einen bestimmten Einnahmepunkt der genaue Zeitpunkt sowie die eingenommene Menge bzw. eine Begründung, wieso das Medikament nicht eingenommen wurde, gespeichert.

Schedule	Hier wird der Zeitplan für Mess- und Terminerinnerungen gespeichert. Dazu gehören der Typ des Plans (Blutdruck-/Herzfrequenzmessung, Blutzuckermessung oder Termin), Start- und Enddatum, die genaue Uhrzeit und, falls es sich um einen wiederholenden Termin handelt, die Informationen zu dem Intervall. Wird ein Terminplan gelöscht, wird dieser in der Datenbank nur als entfernt markiert, damit auf die gemessenen Werte noch zugegriffen werden kann.
ScheduleEntry	Für jede Erinnerung an ein Ereignis aus dem Zeitplan wird ein Eintrag mit dem genauen Zeitpunkt sowie den gemessenen Werten angelegt. Falls der Termin verworfen wurde, wird dazu ebenfalls ein Eintrag erstellt.
MedicalValue	Ein Eintrag in dieser Tabelle repräsentiert einen gemessenen Wert (z.B. die Herzfrequenz) und kann optional mit einer Messerinnerung verknüpft werden.
FluidPlan	In dieser Datenbanktabelle werden die Flüssigkeitsziele gespeichert. Da sich diese über die Zeit ändern können - und die Applikation trotzdem einen korrekten Verlauf anzeigen soll - wird hier ebenfalls ein Start- und Enddatum gespeichert, zu denen dieser Eintrag gültig ist. Der aktuellste Eintrag hat kein Enddatum.
FluidDrunk	Hier werden die getrunkenen Flüssigkeiten inkl. genauen Zeitpunkt zu einem Flüssigkeitsaufnahmeplan gespeichert.

Tabelle 4.8: Beschreibung der einzelnen Tabellen der Datenbank.

Ablauflogik (hepta-businesslogic)

Da etwa die graphische Oberfläche bzw. die Schnittstelle nicht direkt mit der Datenbank interagieren soll, wurden s.g. Delegates implementiert, welche thematisch zueinander passende Funktionen, etwa zum Lesen, Bearbeiten und Löschen der Daten, anbieten. Diese Methoden bereiten die Daten entsprechend auf, damit diese von der aufrufenden Funktion ohne Umwandlung angezeigt bzw. weitergegeben werden können.

- **User-Delegate.** Hiermit können neue Benutzer angelegt sowie bestehende Benutzer aufgelistet, bearbeitet und gelöscht werden.
- **Medication-Delegate.** Da bei der Anlage bzw. Bearbeitung von Medikamenten bzw. deren Dosierung zahlreiche Spezialfälle beachtet werden müssen, wird diese Komplexität in dieser Klasse zentral implementiert und dem Aufrufer über vereinfachte Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Zusätzlich kann hiermit auch mit der Angabe einer PZN, welche als Strichcode auf den Medikamentenverpackungen aufgedruckt ist, die Daten zu dem jeweiligen Medikament ermittelt werden. Die dazu benötigte Datenbasis bildet eine Liste an Arzneispezialitäten, welche beim ersten Start heruntergeladen und in die Datenbank geschrieben wird (siehe Abschnitt zur Initialisierung in Kapitel 4.6.2).
- **Schedule-Delegate.** Mittels dieser Implementierung können verschiedene Zeitpläne (z.B. Messerinnerungen und Termine) angelegt und bearbeitet werden. Zusätzlich werden Hilfsmethoden angeboten, um etwa alle aktuell aktiven Erinnerungen aufzulisten bzw. gemessene Werte zu protokollieren.

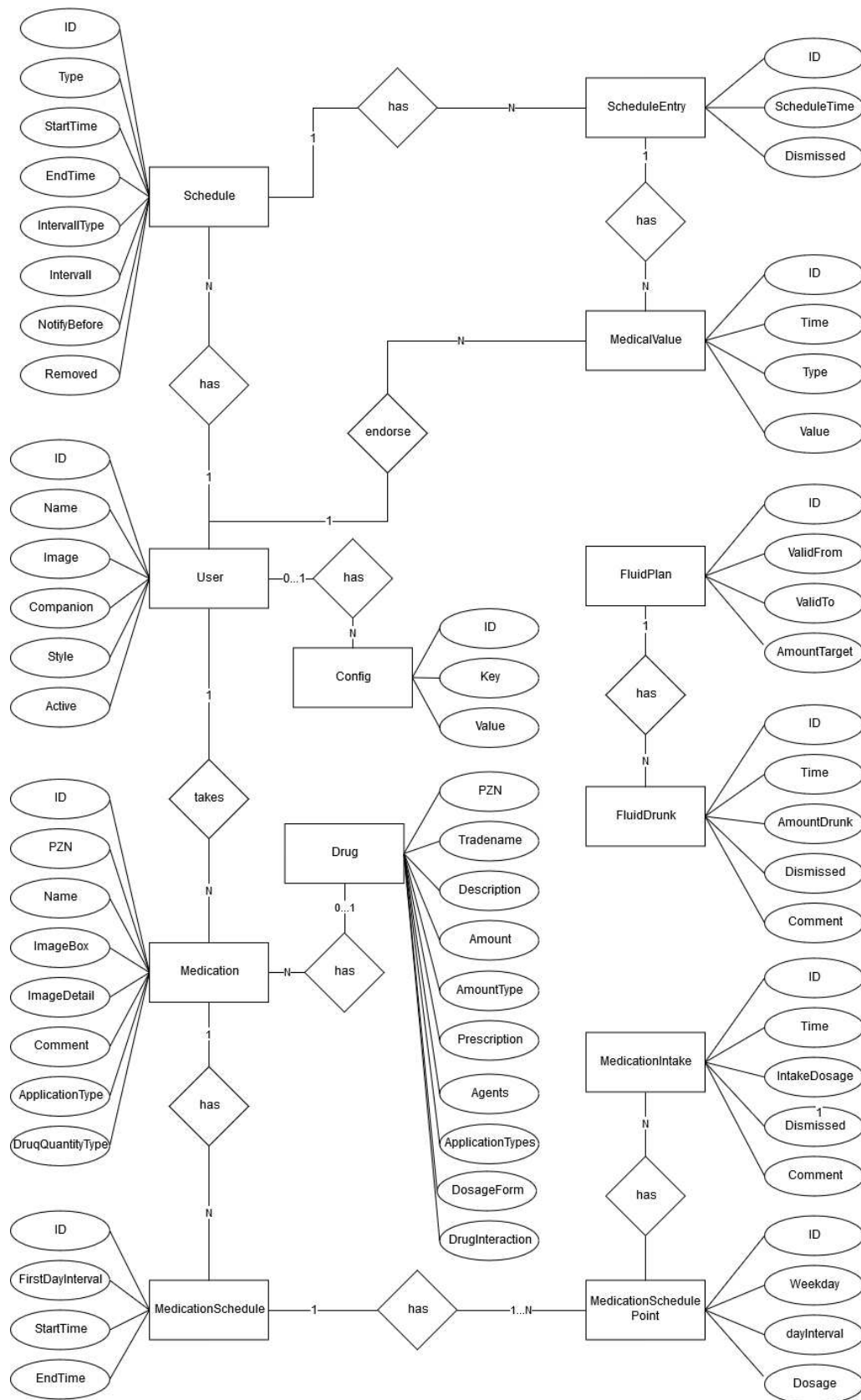


Abbildung 4.38: ER-Diagramm der, in der Anwendung verwendeten Datenbank.

- **Fluid-Delegate.** Hiermit kann der gewünschte Trinkplan festgelegt bzw. abgefragt sowie aufgenommene Flüssigkeiten protokolliert werden. Des Weiteren können auch für einen frei definierbaren Zeitraum die getrunkenen Mengen aufgelistet werden, um diese etwa graphisch darzustellen.

Services (hepta-med)

Es wurde eine Vielzahl von so genannten Services entwickelt, welche einen vereinfachten Zugriff auf komplexere Bereiche bieten. Die graphische Anwendungsoberfläche interagiert im Wesentlichen nur mit der zuvor beschriebenen Ablauflogik sowie den Service-Implementierungen. Ein Service wird beim Start der Applikation einmalig initialisiert und beim Beenden koordiniert heruntergefahren.

Das **GPIO-Service** steuert den Zugriff auf die einzelnen Pins der GPIO-Leiste des Raspberry-Pi. Für jeden (dafür einsetzbaren) Pin kann somit ein Wert zwischen 0 und 255 gesetzt werden. Das Service validiert die übergebenen Werte bzw. den ausgewählten GPIO-Pin und setzt, falls diese Prüfung nicht fehlschlägt, den Befehl um.

Das **LED-Service** kümmert sich um die Anbindung des LED-Streifens und bietet dazu Methoden zum dauerhaften Leuchten, Blinken und für beliebige Farbübergänge an. Bei jedem Aufruf muss eine Priorität angegeben werden, um, bei mehreren Anfragen an das Service, die vorrangigen Befehle zu ermitteln (eine Erinnerung hat beispielsweise die höchste Priorität). Sollten mehrere Befehle mit derselben Priorisierung vorhanden sein, werden diese abwechselnd angezeigt. Ist für ein höheres Level kein Befehl mehr vorhanden, werden die Anweisungen niedriger Stufen abgearbeitet. Schlussendlich wandelt das LED-Service die eingegebenen Befehle in Anweisungen für das *GPIO-Service* um und steuert somit den angebotenen LED-Streifen.

Mittels des **Audio-Service** werden Tondateien auf dem Prototyp abgespielt. Dieses wird sowohl für die auditiven Erinnerungen als auch die Sprachausgabe der Hilfe-Funktion verwendet. Ähnlich zu dem *LED-Service* muss beim Starten eines Abspielvorgangs eine Priorität angegeben werden, wobei die Ausgabe für die Hilfe-Funktion höher priorisiert ist. Eine niedrigere Priorisierung bedeutet jedoch nicht, dass diese beendet wird - hier wird nur die Lautstärke reduziert, sobald eine Datei mit einer höheren Priorität abgespielt werden soll.

Da es bei der direkten Wiedergabe der Tondateien aus der Applikation heraus zu vielfältigen Problemen (verzerrter Ton, Abstürze) gekommen ist, müssen diese von einem externen Programm abgespielt werden. Dazu werden beim initialen Start, und wenn eine Änderung der Tondateien erkannt wird, die abzuspielenden Dateien aus der Applikation extrahiert und im Dateisystem abgelegt. Um die Audiodateien abzuspielen, wird der OMXPlayer [79] verwendet, welcher für die Hardware des Raspberry Pi optimiert wurde und daher die Hardwarebeschleunigung einsetzen kann. Dafür wird dann ein Subprozess, etwa mit dem Befehl

```
omxplayer -key-config /home/pi/omxkeymapping.conf -no-osd
-vol <vol> [-loop] <file>
```

gestartet, wobei mit dem Parameter `-loop` angegeben werden kann, ob die Datei in einer Dauerschleife wiedergegeben werden soll. In der Konfigurationsdatei, welche mit `-key-config` angegeben wird, ist die Zuordnung zwischen Tastaturtasten und Funktionen definiert, sodass etwa die Lautstärke mit den Tasten `u` und `d` beeinflusst werden kann.

Das **Notification-Service** verwaltet die Erinnerungen aller aktiven Benutzer. Dazu liest es regelmäßig den aktuellen Status aus und startet, falls der aktuelle Zeitpunkt eines neuen Ereignisses überschritten wurde, die audiovisuellen Signale. Sollte eine Benutzerin bzw. ein Benutzer aktiv mit dem Prototyp interagieren, werden die auditiven Melodien gestoppt bzw. nicht gestartet.

Für die visuellen Signale wird das *LED-Service*, für die auditiven das *Audio-Service* benutzt. Das Notification-Service kümmert sich ebenfalls um parallele Erinnerungen, in dem es etwa die Lampe abwechselnd in den entsprechenden Farben leuchten lässt.

Um die Steuerung des Bildschirms kümmert sich das **LCD-Service**. Dieses kann die Helligkeit des Bildschirms anpassen oder diesen komplett abschalten. Da die eingesetzte Hardware ebenfalls von der Raspberry Pi Foundation entwickelt wurde, ist diese auch gut in das System integriert. Dadurch kann durch einfache Schreib- bzw. Lesezugriffe im Dateisystem die Helligkeit manipuliert bzw. der Bildschirm ein- und ausgeschaltet werden. Um diesen beispielsweise ein bzw. auszuschalten, wird in die Datei

```
/sys/class/backlight/rpi_backlight/bl_power
```

der Wert 1 respektive 0 geschrieben. Für die Anpassung der Helligkeit wird in die Datei

```
/sys/class/backlight/rpi_backlight/brightness
```

ein Wert zwischen 0 und 255 geschrieben. Zusätzlich wird von diesem Service ein weiterer Prozess gestartet, welcher die Aktivität der Benutzerin bzw. des Benutzers beobachtet. Sollte diese bzw. dieser eine längere Zeit inaktiv sein, wird (je nach Konfiguration) die Helligkeit des Bildschirms reduziert und eine Uhr angezeigt oder dieser komplett abgeschaltet. Sobald erneut eine Interaktion getätigt wird, wird die Anzeige wieder aktiviert und die Anmeldeseite angezeigt.

Für die Anbindung der Webcam, welche zur Aufnahme von Portraits der BenutzerInnen, Bilder der Medikamente oder zum Einscannen der Strichcodes der Produkte verwendet wird, wurde das **Cam-Service** entwickelt. Dieses Service verwendet die Webcam Capture Bibliothek von Sarxos [75], welche unter anderem das für Linux bzw. Raspberry Pi passende Schnittstellenpaket Video4Linux4Java [92] verwenden kann. Das *Cam-Service* kapselt nun die Konfiguration der Bibliotheken ein und bietet eine einfache Schnittstelle zur Ausgabe des Videosignals, Aufnahme eines einzelnen Bildes oder der Invertierung des Eingangssignals. Zusätzlich kann dieses Service, sobald die entsprechende Option gesetzt ist, die verarbeiteten Bilder nach Barcodes (bzw. gezielt nach einer PZN) durchsuchen und diese, sollte etwas gefunden werden, zurückliefern. Dazu wird die Bibliothek XZing [217] eingesetzt, welche aus Bilddateien viele verschiedene Codeformate, wie beispielsweise 1D-Produkt- oder Industriebarcodes, QR-Codes, Aztec-Codes oder Data-Matrix-Codes erkennen und auslesen kann. Die von dieser Bibliothek erkannten Werte werden noch auf den Prefix, welcher jeder PZN vorangestellt ist, überprüft, und im Fall einer positiven Übereinstimmung die extrahierte PZN dem Aufrufer (über ein Callback) zurückgeliefert.

Über das **Wifi-Service** wird wiederum die Verbindung zu einem WLAN-Netzwerk administriert. Da es keine native Unterstützung in Java gibt, muss dieses Service für eine Entkoppelung zwischen der Applikation und dem darunterliegenden Betriebssystem die jeweiligen Linux-Befehle am System ausführen, deren Antwort auswerten und in entsprechende Java-Objekte umwandeln. Das Service unterstützt Funknetzwerke mit folgenden Verschlüsselungen: Keine, WEP, WPA-EAP, WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA2-EAP. Mittels der Befehle

```
/sbin/ifconfig <interface>
/sbin/iwconfig <interface>
/sbin/wpa_cli scan_result -i <interface>
```

wird beispielsweise der aktuelle Zustand ermittelt bzw. eine Liste an verfügbaren Wifi-Netzwerken angezeigt. Sobald ein Netzwerk ausgewählt und die notwendigen Daten (z.B. Pre-Shared-Key) eingegeben wurden, werden diese Daten in die Datei

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

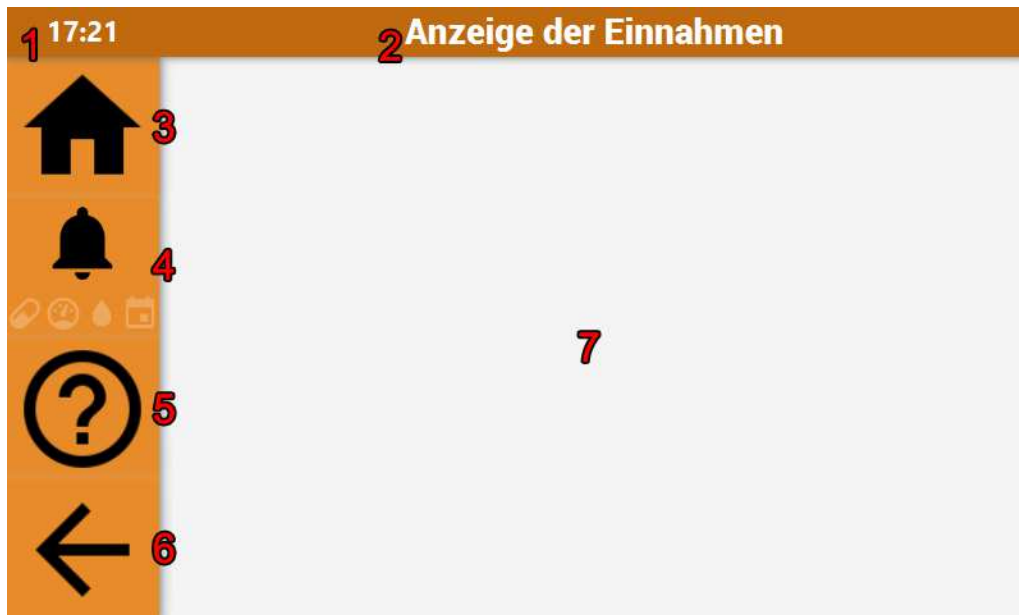


Abbildung 4.39: Jede Seite der graphischen Anwendungsoberfläche besitzt dieselben Basiselemente: (1) die aktuelle Uhrzeit, (2) einen Titel der Seite, (3) die Schaltfläche, um zur Startseite zu navigieren, (4) die Schaltfläche, welche die aktuellen Ereignisse darstellt sowie zu einer entsprechenden Liste navigiert, (5) eine Schaltfläche, um die Hilfe für die aktuelle Seite anzuzeigen, (6) die Zurück-Schaltfläche, um auf die vorherige Seite zu navigieren, (7) der eigentliche Inhalt der aufgerufenen Seite.

```
/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

geschrieben, welche vom Betriebssystem ausgelesen wird um eine Verbindung aufzubauen.

Das **Connections-Service** kümmert sich schlussendlich um die externe Anbindung an das System. Dazu bietet sie einerseits eine Schnittstelle für die Client-Bibliothek und baut andererseits, falls aktiviert, eine Verbindung zu dem im Internet stehendem Relay auf. Details dazu werden ausführlich im später folgenden Abschnitt „Externe Anbindung“ beschrieben.

Graphisches Interface (hepta-med)

Die GUI wurde, wie bereits erwähnt, mit dem Framework JavaFX erstellt, mit welchem das Layout der Maske mittels XML-Datei (Dateiendung *.fxml*) beschrieben wird. Die Logik einer Seite (z.B. was soll passieren, wenn eine Schaltfläche betätigt wird) wird in einem sogenannten Controller implementiert, welcher in der FXML-Datei referenziert wird. Obwohl dieser einen beliebigen Namen annehmen kann, hat es sich im Zuge der Entwicklung als praktisch erwiesen, diesen neben der FXML-Datei abzulegen und um den Suffix *Controller* erweitert zu benennen (also z.B. *Main.fxml* und *MainController.java*). In der nachfolgenden Beschreibung werden Layout und Controller einer Maske als eine Einheit betrachtet.

Die *Hauptmaske* ist die oberste Ebene der Applikation. Diese konfiguriert die grundlegenden Eigenschaften der Software, wie beispielsweise die, an den Bildschirm angepasste Auflösung, und startet die im vorherigen Kapitel beschriebenen Services. Das Layout der Maske besitzt keine weiteren Elemente, da in diese wiederum Sub-Masken, entweder die *Applikations-* oder die *Uhrzeitmaske*, geladen werden. Die *Uhrzeitmaske* stellt die aktuelle Uhrzeit ganzflächig dar. Diese Maske wird angezeigt, sobald die *Hauptmaske* für einen längeren Zeitraum keine Interaktion er-



Abbildung 4.40: Auf jeder Seite kann eine Hilfe eingeblendet werden, welche auditiv und textuell die angezeigten Elemente beschreibt.

kennen kann. Die *Applikationsmaske* definiert wiederum den Grundaufbau aller weiteren Seiten, welcher in Abbildung 4.39 beschrieben ist. In dem freien, mittigen Bereich werden die jeweiligen weiteren Sub-Seiten geladen. Die Applikationsmaske kümmert sich um folgende Aufgaben:

- **Navigationsleiste.** Auf jeder Seite wird die Navigationsleiste auf der linken Seite dargestellt. Mit der Schaltfläche in Form eines Hauses wird immer auf die Startseite navigiert. Die Glocke wiederum beginnt zu blinken, sobald Erinnerungen aktiv sind, wobei die darunter positionierten Icons die Art (Medikament, Messung, Flüssigkeit, Termin) visualisieren. Das Fragezeichen löst die Hilfe-Funktion der aktuellen Seite aus. Mit dem Zurück-Pfeil am unteren Ende der Navigationsleiste kann, soweit im Ablauf möglich, einen Schritt zurück navigiert werden.
- **Maskenwechsel & Navigationshistorie.** Bei bestimmten Aktionen, etwa der Auswahl eines Menüpunktes des Hauptmenüs, soll eine andere Maske dargestellt werden. Die **Applikationsmaske** kümmert sich hierbei um den Aufbau der neuen Maske sowie um die komplette Historie. Dabei legt diese die relevanten Informationen ab, um beim Betätigen der *Zurück-Schaltfläche* die vorherige Seite inkl. aller eingegebenen Daten wiederherstellen zu können.
- **Hilfe-Funktion.** Sobald die Hilfe-Schaltfläche betätigt wird, werden die Hilfe-Texte der aktuellen Seite dargestellt und vorgelesen. Dabei kann ein Text sowohl für die ganze Seite als auch für einzelne Elemente im Layout (z.B. einzelner Textbereich) hinterlegt sein. Bei letzterem wird ein Scheinwerfer auf das jeweilige Element gesetzt, bevor der Text vorgelesen wird (siehe Abbildung 4.40). Die BenutzerInnen haben die Möglichkeit, die Wiedergabe der Hilfe zu beenden bzw. vor- und zurückzuspringen.

Um eine einfache und durchgängige Implementierung der GUI erreichen zu können, wurden zahlreiche Hilfsfunktionen sowie ein Framework zum Aufbau einer Sub-Maske implementiert. Jeder Controller hat dieselbe Grundstruktur, welche in Listing 4.2 aufgeführt ist.

```

1 @Page( title = L.EXAMPLE_TITLE,
2       historyReset = false ,
3       homeButtonEnabled = true ,
4       voiceText = VoiceText.EXAMPLE_HELPTTEXT)
5 public class ExampleController extends AbstractTransferController <
  ↳ ExampleController.ExampleData , ExampleController .
  ↳ ExampleTransferData > {
6
7   @AudioHelp( voiceText=VoiceText.EXAMPLE_HELPTTEXT_BUTTON1, order=1)
8   @FXML
9   private Button button1;
10
11  @Override
12  public void initData(ExampleTransferData transferData) {
13    // fill data in dataobject
14  }
15
16  @Override
17  public void buildGui() {
18    // initialize gui
19  }
20
21  @Override
22  protected void onExit() {
23
24  }
25
26  public static class ExampleData extends AbstractData {
27    private String exampleValue;
28
29    // ... getter und setter
30
31  }
32
33  public static class ExampleTransferData extends
  ↳ AbstractTransferData {
34    private String transferValue;
35
36    public ExampleTransferData(String transferValue) {
37      this.transferValue = transferValue;
38    }
39
40    public String getTransferValue() {
41      return this.transferValue;
42    }
43  }
44 }

```

Listing 4.2: Beispielcode eines Controllers.

Zu Beginn werden mit `@Page` folgende, allgemeine Parameter der Seite festgelegt:

- **Titel.** Der Text, der im oberen Bereich dargestellt werden soll. Die möglichen Texte sind in einer zentralen Klasse (`L.java`) hinterlegt, welche die eigentlichen Texte aus einer Datei bezieht.

- **Verlauf zurücksetzen.** Gibt an, ob bei der Anzeige dieser Maske der Verlauf zurückgesetzt werden soll. Dies ist beispielsweise bei abschließenden Aktionen wie dem Speichern eines Datensatzes gesetzt.
- **Startseite.** Mit dieser Option kann die Startseite-Schaltfläche konfiguriert bzw. ausgeblendet werden. Dies wird beispielsweise bei der Anmeldemaske eingesetzt.
- **Hilfe.** Eine Referenz auf eine zuvor generierte Audiodatei mit einem Hilfetext (siehe Abschnitt „Audiogenerierung“ in diesem Kapitel)

Im weiteren Verlauf werden die Elemente der Seite mit `@FXML` annotiert, wodurch JavaFX an dieser Stelle das jeweilige Objekt hineinsetzt. Sobald dies geschehen ist, kann man die Eigenschaften des Objekts auslesen bzw. manipulieren. Die weitere Annotation `@AudioHelp` referenziert einen Hilfetext zu diesem Element. Sobald die Hilfe-Schaltfläche der linken Navigationsleiste betätigt wird, werden diese Annotationen verwendet, um den Scheinwerfer auf diese Objekte auszurichten und die hinterlegten Texte wiederzugeben. Der Parameter `order` gibt zusätzlich an, in welcher Reihenfolge die Hilfetexte vorgelesen werden sollen.

An einen Controller werden mithilfe einer in der selbigen Klasse definierten Transferobjekt (z.B. `ExampleTransferData`) verschiedene Werte übergeben, die für den Aufbau der Maske benötigt werden. In der Methode `void initData(...)` kann jeder Controller das, ebenfalls in derselben Klasse definierte, Datenobjekt (z.B. `ExampleData`) mit Werten, unter anderem aus dem Transferobjekt, befüllen. Das Datenobjekt beinhaltet immer den aktuellen Status der Maske (z.B. welches Element aktuell ausgewählt wurde). Dies ist vor allem wichtig, wenn die Zurück-Schaltfläche betätigt wird und somit eine alte Maske mit dem zuletzt gültigen Datenstand wiederaufgebaut werden muss. Diese Methode wird nur beim erstmaligen Aufruf dieses Controllers ausgeführt. Bei der Wiederherstellung der Maske wird lediglich das gesicherte Datenobjekt dem Controller zur Verfügung gestellt und mit der weiteren Verarbeitung fortgefahren. Nach diesem Schritt wird die Methode `void buildGui()` ausgeführt, in welchem die Elemente der GUI, etwa basierend auf den Werten des Datenobjekts, initialisiert wird. Sobald eine neue Maske aufgerufen wird, wird schlussendlich die Methode `void onExit()` ausgeführt, um etwa laufende Vorgänge (z.B. aktivierte Webcam) zu beenden.

Alle Texte, die an der GUI angezeigt werden, sind in einer Sprachdatei hinterlegt. Dadurch kann auf einfachem Weg sichergestellt werden, dass die Bezeichnungen an allen Stellen des Prototyps aufeinander abgestimmt sind. Zudem bietet dieser Mechanismus die Möglichkeit, gegebenenfalls weitere Sprachen durch die Hinterlegung einer entsprechenden Übersetzung zu unterstützen.

Die Masken, die mithilfe dieser Architektur entstanden sind, werden in Kapitel 4.6.2 näher beschrieben.

Externe Anbindung (hepta-client, hepta-connection, hepta-relay)

Die in diesem Kapitel bereits beschriebene Ablauflogik kann auch von externen Clients erreicht werden. Um eine abgesicherte, vertrauliche und integre Kommunikation sicherstellen zu können, wurden diverse kryptographische Maßnahmen gesetzt. Grundsätzlich gilt, dass die Funktion zuerst im Einstellungsmenü freigeschaltet werden muss, da diese standardmäßig deaktiviert ist.

Beim ersten Start des Prototyps wird ein eindeutiger Universally Unique Identifier (UUID) sowie ein asymmetrisches RSA-Schlüsselpaar generiert, welche im weiteren Ablauf verwendet werden. Ein Schlüsselpaar besteht aus einer öffentlichen und einer privaten Schlüsseldatei. Mit einem öffentlichen Schlüssel kann somit beispielsweise ein Wert verschlüsselt werden, der nur mit dem privaten Schlüssel dechiffriert werden kann. Umgekehrt ist dies ebenfalls möglich, dieser Mechanismus wird jedoch normalerweise zum Signieren verwendet. Hier kann jeder, der den öffentlichen

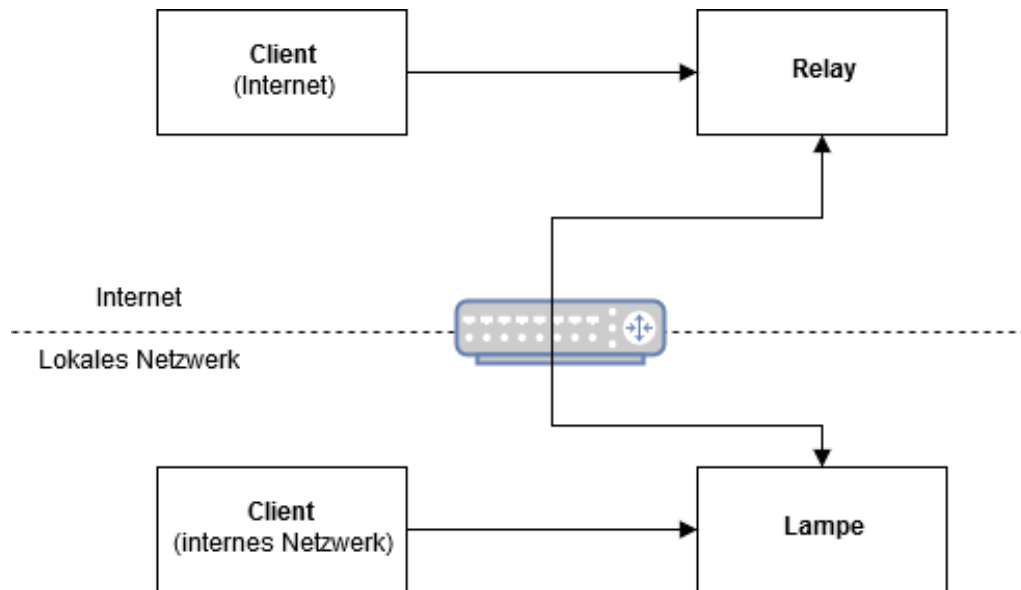


Abbildung 4.41: Der Prototyp kann von einem externen Client (falls aktiviert) sowohl im internen Netzwerk, als auch über das Internet erreicht werden.

Schlüssel besitzt, überprüfen, dass ein bestimmter Wert (etwa eine Checksumme einer Datei) mit dem privaten Schlüssel des Versenders verschlüsselt (signiert) wurde.

Jeder Client muss ebenfalls einen eindeutigen UUID sowie ein Schlüsselpaar generieren. Sowohl der UUID als auch der jeweilige öffentliche Schlüssel muss danach zwischen Client und Server ausgetauscht werden, damit die Kommunikation aufgebaut werden kann.

Ein Client kann sowohl direkt (innerhalb des Heimnetzwerks) als auch über das Internet mit dem Prototyp kommunizieren, wobei bei letzterem ein öffentlich erreichbares Relay (hepta-relay) verwendet werden muss (siehe Abbildung 4.41). Hierbei baut der Prototyp eine dauerhafte Verbindung zu dem Relay auf und übermittelt dabei seinen UUID, seinen öffentlichen Schlüssel sowie die UUIDs und das Schlüsselmateriale für ihn autorisierten Clients. Durch diese Informationen kann nun das Relay Nachrichten von und für eine bestimmte UUID weiterleiten. Die aufgebaute Verbindung (sowohl über das Relay als auch direkt) ist transportverschlüsselt (TLS, Transport Layer Security), der Nachrichteninhalt Ende-zu-Ende verschlüsselt.

Im Projekt *hepta-connection* ist die Schnittstellen-Definition hinterlegt, welche sowohl vom Server als auch vom Client eingebunden wird. Dabei ist diese transparent gestaltet, sodass beide Endstellen nur Java-Objekte verarbeiten müssen, ohne die Details der Übertragung zu kennen. Für jedes Anfrage-Objekt gibt es ein zugehöriges Antwort-Objekt. In Listing 4.3 sieht man beispielsweise die Objekte zur Anlage eines neuen Benutzers:

```

1 @Message
2 public class UserAddRequest extends AbstractRequest<UserAddResponse>
3     ↪ {
4     @Index(0)
5     private User user;
6
7     // ... getter und setter
8 }
9
10 // .....

```



```

11
12 @Message
13 public class UserAddResponse extends AbstractResponse {
14
15     @Index(0)
16     private int userId;
17
18     // ... getter und setter
19 }

```

Listing 4.3: Beispiel zur Neuanlage eines Benutzers.

Für die Serialisierung des Java-Objektes (die Umwandlung in einfach übertragbare Daten) wurde die Bibliothek MessagePack [84] eingesetzt. Diese generiert aus den Java-Objekten komprimierte Binärdaten, die im Vergleich zu anderen Formaten deutlich weniger Speicherplatz und somit Übertragungskapazitäten benötigen. Anfrage- und Antwort-Objekt müssen, wie in Listing 4.3 ersichtlich, mit der Annotation @Message markiert werden. Zusätzlich wird mit @Index die Reihenfolge, in der die Daten serial- und deserialisiert werden sollen, angegeben. Dies ist essentiell, da MessagePack viele Programmiersprachen unterstützt, bei denen die Reihenfolge innerhalb der Objekte womöglich nicht eindeutig identifiziert werden kann.

Diese Objekte werden nun in Binärdaten serialisiert und in ein generisches Anfrage- bzw. Antwort-Objekt gesetzt, welche zusätzlich den Typ des Anfrage-Objekts bzw. mögliche Fehlermeldungen enthalten (siehe Listing 4.4). Zusätzlich wird eine messageNr gesetzt, welche sowohl am Client als auch am Server geführt werden muss. Diese muss pro Anfrage erhöht werden, wobei diese nicht lückenlos erfolgen muss. Dieser Mechanismus wird eingesetzt, um Replay-Attacken zu vermeiden. Hierbei werden etwa abgefangene, verschlüsselte Nachrichten erneut gesendet, um beim Server ungewollte Aktionen (etwa das Speichern eines Datensatzes) auszulösen.

```

1 @Message
2 public class Request {
3
4     @Index(0)
5     private String requestClass;
6
7     @Index(1)
8     private long messageNr;
9
10    @Index(2)
11    public byte[] request;
12
13    // ... getter und setter
14 }
15
16 @Message
17 public class Response {
18
19     @Index(0)
20     public Exception error;
21
22     @Index(1)
23     private long messageNr;
24
25     @Index(2)
26     public byte[] response;
27

```

```

28 // ... getter und setter
29
30 }

```

Listing 4.4: Aufbau von Request und Response.

Die so befüllten Anfrage- bzw. Antwort-Objekte werden mit demselben Mechanismus serialisiert und mit einem zufällig generierten, symmetrischen Schlüssel (AES, Advanced Encryption Standard) verschlüsselt. Die eigentlich übertragene Nachricht ist in Listing 4.5 dargestellt, wobei die symmetrisch verschlüsselten Daten im Feld `payload` hinterlegt sind. Zusätzlich werden folgende, notwendige Metadaten mitgeliefert:

- **Symmetrischer Schlüssel.** Der zur Verschlüsselung verwendete symmetrische Schlüssel wird mit dem öffentlichen Schlüssel des empfangenden Systems verschlüsselt und mit dem privaten Schlüssel des sendenden Systems signiert.
- **UUID des empfangenden Systems.** Der UUID des empfangenden Systems wird mit dem privaten Schlüssel des sendenden Systems signiert, damit das Empfangskennzeichnung nicht manipuliert werden kann, sollte die Verbindung nicht direkt aufgebaut werden können.
- **UUID des sendenden Systems.** Dieser bleibt unverschlüsselt, da auf Basis dieses UUID das abgespeicherte Schlüsselmaterial auf Seite des empfangenden Systems gesucht wird.

```

1 @Message
2 public class CryptedMessage {
3     @Index(0)
4     private byte[] server;
5
6     @Index(1)
7     private String client;
8
9     @Index(2)\texts{ }
10    private SymKey key;
11
12    @Index(3)
13    private byte[] payload;
14
15    // ... getter und setter
16
17 }
18
19 @Message
20 public class SymKey {
21
22     @Index(0)
23     private byte key[];
24
25     @Index(1)
26     private byte signature[];
27
28     // ... getter und setter
29 }

```

Listing 4.5: Nachrichtenobjekt mit verschlüsselten Nutzdaten.

Jede übermittelte Nachricht beinhaltet somit alle notwendige Metadaten, um diese entweder gesichert an das jeweiligen Empfangssystem weiterzuleiten (Relay), diese vom endgültigen Zielsystem entschlüsseln zu lassen sowie dessen Herkunft zu verifizieren.

4.6.2 Module

In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen fachlichen Module, aus dem sich die Software dieses Prototyps zusammensetzt, im Detail beschrieben.

Modul „Initialisierung“

Beim Start der Applikation müssen folgende Initialisierungsaufgaben durchgeführt werden:

- **Datenbank.** Falls noch keine Datenbank vorhanden ist, wird diese angelegt und mit den Basisdaten befüllt.
- **Kryptographisches Material & UUID.** Falls noch kein RSA-Schlüsselpaar bzw. UUID vorhanden ist, werden diese erstellt und in der Datenbank abgelegt.
- **Audiodateien.** Da die Audiodateien von einem externen Player, welcher am Raspberry Pi installiert ist, abgespielt werden, müssen diese im Dateisystem zur Verfügung stehen. Dazu werden die, in der Applikation eingepackten Dateien beim Start in ein Zielverzeichnis gespielt, wobei bestehende Dateien überschrieben werden.
- **Arzneimittel-Liste.** Die Medikamente, die mittels PZN abgefragt werden können, müssen zu Beginn geladen und in die Datenbank geschrieben werden. Die Daten werden vom Terminologieserver [209] bezogen, welcher im Zuge des Projekts „Elektronische Gesundheitsakte (ELGA)“ [96] entwickelt und öffentlich zur Verfügung gestellt wurde. Auf diesem befinden sich vielfältige Terminologien, welche etwa in medizinischen Dokumenten bzw. spezifischen Protokollen (Zugang zu den Datenspeichern) verwendet werden. Dazu gehört, neben beispielsweise einer Liste an ICD-10-Codes (International Classification of Diseases), Amtssprachen, Familienstand, ebenfalls eine Liste an Arzneyspezialitäten, in welcher jedes, in österreichischen Apotheken vertriebene Produkt, aufgelistet ist. Identifiziert durch die eindeutige PZN wird der Handelsname des Produkts, Zulassungsnummer, Anwendungsarten, Darreichungsformen, Mengenart, Rezeptpflicht, Wechselwirkungsrelevanz, Packungsgröße sowie die darin vorhandenen Substanzen aufgelistet (siehe Abbildung 4.42). Diese Liste kann in mehreren Formaten, u.a. CSV, exportiert werden. Beim Start des Prototyps werden diese Daten geladen und in die Datenbank geschrieben.

Modul „Benutzerverwaltung“

Es können bis zu zwei BenutzerInnen parallel mit dem Prototyp arbeiten. Dazu müssen diese zu Beginn angelegt werden. Sollte noch kein Benutzer vorhanden sein, wird automatisch der entsprechende Ablauf gestartet. Hier muss die Person nun über mehrere Schritte hinweg verschiedene Daten eingeben, wobei auf den vorangestellten Seiten immer eine einleitende Erklärung vorhanden ist:

- **Name.** Es muss ein Namen angegeben werden, der bei der Anmeldung angezeigt bzw. mit dem er in Texten angesprochen werden soll.

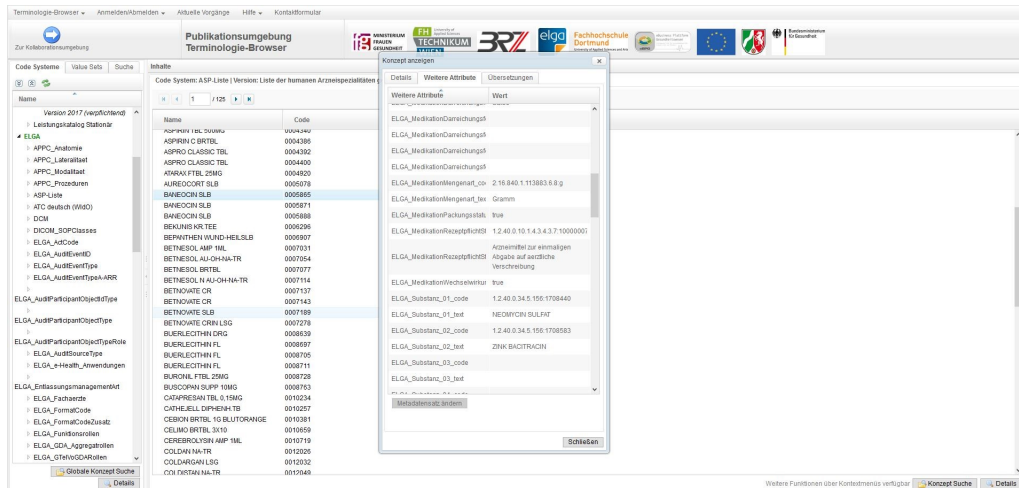


Abbildung 4.42: Die Weboberfläche des Terminologieservers mit der Detailansicht zu einem ausgewählten Medikament (Baneocin Salbe, PZN 0005865) [209].

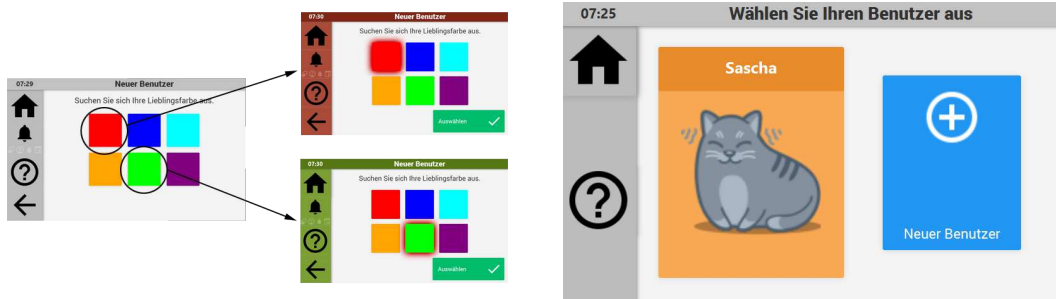
- **Porträtfoto.** Falls gewünscht kann eine Porträtaufnahme mit der angeschlossenen Webcam angefertigt werden. Dieses Foto wird dann auf der Anmeldeseite angezeigt, damit dieser im Mehrbenutzermodus leichter den korrekten Benutzeraccount auswählen kann.
- **Begleiter.** Aus einer Reihen von vordefinierten Begleitern (Katze, Hund, Frosch, Kuh) kann einer ausgewählt werden. Im Mehrbenutzermodus kann jede Figur nur einmal zugeordnet werden.
- **Farbe.** Es muss eine aus sechs verschiedenen Farben ausgewählt werden. Sobald die entsprechende Schaltfläche betätigt wurde, leuchtet die Lampe in der jeweiligen Farbe auf. Zusätzlich wird das Farbschema der Masken passend zur Auswahl eingefärbt (siehe Abbildung 4.43a), wodurch (vor allem im Mehrbenutzerbetrieb) leichter erkannt werden kann, ob bei der Anmeldung der korrekte Eintrag ausgewählt wurde.
- **Fachmodule.** Zuletzt können die einzelnen Fachmodule ausgewählt werden, die für aktiviert werden sollen, wobei ebenfalls eine Option vorhanden ist, um alle verfügbaren Module auszuwählen.

Sobald zumindest ein Benutzer vorhanden ist, kann sich dieser über die Loginseite anmelden (siehe Abbildung 4.43b). Auf dieser Seite kann zusätzlich noch ein weiterer Benutzer angelegt werden, solange erst einer vorhanden ist. Falls der Prototyp jedoch nur von einer Person verwendet werden soll, kann dieser auch für den Einzelbetrieb konfiguriert werden, wodurch diese Option in weiterer Folge nicht mehr angezeigt wird.

Modul „Übersichtsseite“

Sobald sich die Benutzerin bzw. der Benutzer angemeldet hat, wird eine persönliche Übersichtsseite angezeigt (siehe Abbildung 4.44), wobei nur die Menüpunkte der aktivierten Module sichtbar sind. Auf der Einstiegsseite ist der Begleiter zu sehen, der textuell Auskunft über den aktuellen Status gibt (ob etwa ein Medikament eingenommen werden muss oder demnächst eine Terminerinnerung ansteht). Über die an den Seiten platzierten Schaltflächen (zur Navigation) können die einzelnen Module ausgewählt werden, wodurch die jeweiligen Untermenüs in der Mitte der Übersichtsseite dargestellt werden. Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann somit direkt von dieser Seite zu allen verfügbaren Funktionen navigieren, welche in Tabelle 4.9 aufgelistet sind.

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



- (a) Durch die Auswahl der Farbe wird das Design der Masken entsprechend eingefärbt, sodass leichter erkennbar ist, ob der korrekte Eintrag ausgewählt wurde.
- (b) Sobald zumindest ein Benutzer angelegt wurde, kann sich dieser anmelden. Über eine weitere Schaltfläche kann zusätzlich ein zweiter Benutzer hinzugefügt werden.

Abbildung 4.43: Die Benutzerverwaltung umfasst sowohl die Anlage eines neuen Eintrags sowie die Anmeldemaske.



Abbildung 4.44: Nachdem die Anmeldung durchgeführt wurde, wird der aktuelle Status von dem Begleiter auf der Übersichtsseite präsentiert.

Modul „Erinnerungen“

Dieses Modul beinhaltet die Kernfunktionalitäten der audiovisuellen Benachrichtigungen, die auf durchzuführende Tätigkeiten aufmerksam machen sollen. Die hinterlegten Erinnerungen werden regelmäßig mit der aktuellen Uhrzeit verglichen. Wird erkannt, dass ein aktives Ereignis vorhanden ist, wird die konfigurierte Melodie abgespielt und die Lampe in der jeweiligen Farbe eingeschaltet (siehe Abbildung 4.45a). Sollten im Mehrbenutzermodus beide Personen zeitgleich eine Benachrichtigung erhalten, wird regelmäßig zwischen den zwei Farben gewechselt. Sobald die Person den Bildschirm berührt, wird dieser am Anmeldebildschirm die Anzahl der Erinnerungen angezeigt. Auch auf der Übersichtsseite kann eine laufende Benachrichtigung erkannt werden, indem sowohl der Begleiter textuell den aktuellen Status beschreibt, als auch die Benachrichtigungsschaltfläche am linken Rand zu blinken beginnt und die jeweiligen Icons hervorgehoben sind (siehe Abbildung 4.45b). Sobald die Benachrichtigungsseite aufgerufen wird, werden die aktuellen Ereignisse aufgelistet (siehe Abbildung 4.45c). Diese können nun ausgewählt und schrittweise abgearbeitet werden.

Modulname	Menüpunkt
Medikamente	Medikament einnehmen
	Einnahmen anzeigen
	Neues Medikament
	Medikamente anzeigen und bearbeiten
Blutdruck	Blutdruck und Herzfrequenz eintragen
	Gemessene Werte anzeigen
	Erinnerung hinzufügen
	Erinnerungen anzeigen
Blutzucker	Blutzucker-Messung eintragen
	Gemessene Werte anzeigen
	Erinnerung hinzufügen
	Erinnerungen anzeigen
Flüssigkeiten	Trinken
	Getrunkene Flüssigkeiten anzeigen
	Erinnerung bearbeiten
	Mein Ziel bearbeiten
Termin	Termine anzeigen
	Termin hinzufügen

Tabelle 4.9: Die Übersichtsseite bietet den Einstieg auf alle Module sowie dessen spezifischen Funktionen.

Modul „Medikamente“

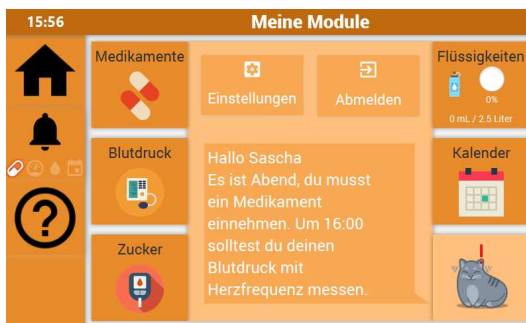
In diesem Modul können Medikamente verwaltet werden, wobei das Hinzufügen und Bearbeiten die umfangreichsten bzw. komplexesten Vorgänge darstellen. Zusätzlich kann ein Medikament außerhalb einer Erinnerung eingenommen sowie die durchgeführten Einnahmen aufgelistet werden.

Medikament hinzufügen Während die Eingabe der Grunddaten des Medikamentes nicht viel Zeit in Anspruch nimmt, bzw. dieses durch die PZN sowieso automatisch durchgeführt werden kann, beschäftigt sich der überwiegende Teil mit der korrekten Angabe der Dosierung (wann muss das Medikament in welchen Dosen eingenommen werden). Da sich im Zuge der Interviews herausgestellt hat, dass manche Medikamente nicht täglich zum selben Zeitpunkt in derselben Dosierung eingenommen werden müssen, musste diese Konstellation in den Eingabemasken berücksichtigt werden.

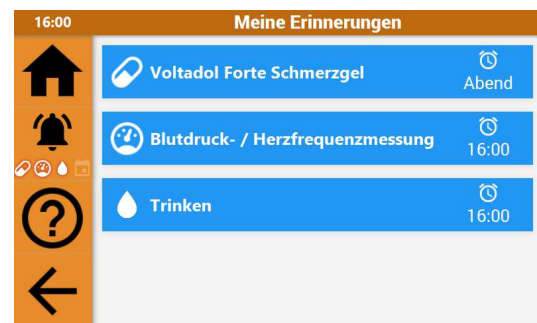
Im Workflow zum Hinzufügen eines Medikamentes müssen somit zuerst die Basisdaten eingegeben werden. Dies kann in den meisten Fällen durch einscannen des aufgedruckten Strichcodes durchgeführt werden (siehe Abbildung 4.46). Falls dieser jedoch nicht erkannt werden kann, da das Mittel etwa nicht in der Liste der Arzneimittel vorhanden ist, können die Daten auch manuell durch Betätigung der Schaltfläche „Ohne Strichcode“ eingegeben werden. Sollte das Medikament erkannt worden sein, werden die gefundenen Eigenschaften angezeigt (siehe Abbildung 4.47). An-



(a) Sobald eine Erinnerung aktiviert wurde, beginnt die Lampe zu leuchten und die konfigurierte Ton-datei wird abgespielt.



(b) Der Begleiter beschreibt textuell den aktuellen Status.



(c) Diese Liste zeigt alle aktiven Ereignisse an, die abgearbeitet werden müssen.

Abbildung 4.45: Das Erinnerungsmodul für die audiovisuellen Benachrichtigungen ist eine der Kernkomponenten des Prototyps.



Abb. 4.46: Mit der angeschlossenen Kamera kann der Strichcode zur Erkennung des Medikamentes eingescannt werden.

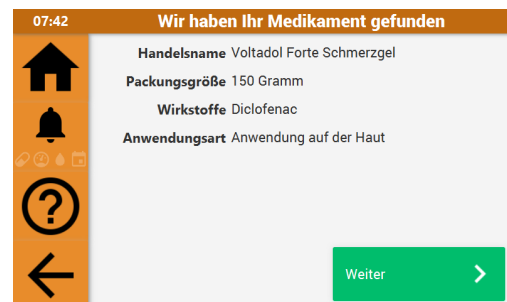


Abb. 4.47: Nachdem das Medikament erkannt wurde, werden die gefundenen Daten angezeigt.

schließlich kann noch die Verpackung sowie ein Detailfoto des Produktes aufgenommen werden, damit dieses im Zuge der Einnahme besser identifiziert bzw. unterschieden werden kann.

Danach gibt die Benutzerin bzw. der Benutzer an, ab wann und in welchem Zeitraum das Medikament eingenommen werden muss, wobei auch ein offenes Ende gewählt werden kann. Da die verschriebene Dosierung in manchen Fällen komplexer ist, kann zwischen zwei Eingabemöglichkeiten gewählt werden:



Abb. 4.48: Detailansicht eines Medikaments.

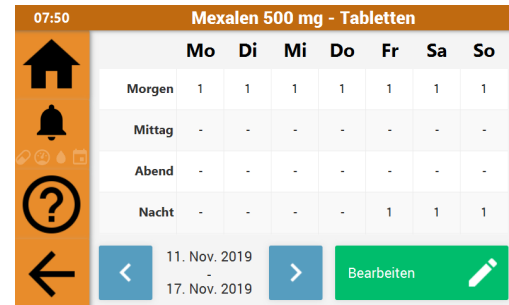


Abb. 4.49: Einnahmeplan eines Medikaments mit einer ab Freitag gültigen Änderung.

- **Wochenansicht.** Es wird die Wochenansicht des Einnahmeplans angezeigt, in welcher pro Tag und Zeitpunkt (Morgen, Mittag, Abend, Nacht), aber auch für alle Tage (z.B. immer am Morgen) bzw. für alle Zeitpunkte eines Wochentags (z.B. derselben Wert für Morgen, Mittag, Abend und Nacht) die Dosierung eingegeben werden kann.
- **Schritt-für-Schritt.** Es werden zuerst Einstiegsfragen gestellt, wodurch festgestellt werden kann, wie die Dosierung in weiterer Folge abgefragt werden soll:
 - *Müssen Sie das Medikament täglich einnehmen?*
 - Falls „Nein“: *An welchen Wochentagen müssen Sie das Medikament einnehmen?*
 - *Müssen Sie an den Tagen, an denen das Medikamente einzunehmen ist, dieses immer zu denselben Zeitpunkten (z.B. morgens und abends) anwenden?*
 - Falls „Ja“: *Zu welchen Tageszeitpunkten müssen Sie das Medikament einnehmen?*

Basierend auf den eingegebenen Antworten werden dann für bestimmte Wochentage und / oder Tageszeitpunkte die einzunehmende Dosierung abgefragt.

Nach Eingabe der Dosierung kann noch einen optionalen Hinweis eingegeben werden, der bei der Einnahmeerinnerung angezeigt wird. Letztendlich wird die Zusammenfassung der Dosierung in einer Wochenansicht dargestellt, damit er seine eingegebenen Daten überprüfen und bestätigen kann.

Medikamente anzeigen / bearbeiten Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann sich ihre bzw. seine aktuellen bzw. zuvor eingenommenen Medikamente anzeigen lassen. Dazu muss das anzuzeigende Medikament aus einer Liste ausgewählt werden, wodurch eine Detailansicht geöffnet wird (siehe Abbildung 4.48). Von dieser aus können dann entweder die Daten zu dem Eintrag selbst, aber auch die hinterlegte Dosierung angezeigt und in weiterer Folge bearbeitet werden. Soll die Dosierung geändert werden, wird die Benutzerin bzw. der Benutzer durch denselben Prozess wie bei der Erstellung geführt, wobei zuerst abgefragt wird, ab wann (Datum und Tageszeitpunkt) die Dosierungsänderung wirksam werden soll. Nach Eingabe der neuen Dosierung wird ein neuer Dosierungskalender berechnet, welcher die Änderung zu dem gewünschten Zeitpunkt darstellt (siehe Abbildung 4.49). Die Benutzerin bzw. der Benutzer hat bei diesem Ablauf ebenfalls die Möglichkeit, das Medikament zu einem bestimmten Datum abzusetzen, wodurch nicht mehr an dessen Einnahme erinnert wird.



Abb. 4.50: Einnahme eines Medikamentes außerhalb der vorgesehenen Zeiten.



Abb. 4.51: Kontrollseite, bevor die Einnahme des Medikamentes gespeichert wird.

Medikament einnehmen Sobald der Zeitpunkt erreicht ist, an dem ein Medikament eingenommen werden soll, wird audiovisuell daran erinnert. Außerhalb dieser Erinnerungen gibt es ebenfalls die Möglichkeit, ein hinterlegtes Medikament als eingenommen zu markieren. In dieser Ansicht muss zuerst der Tageszeitpunkt ausgewählt werden, wobei der aktuelle graphisch hervorgehoben wird (siehe Abbildung 4.50). Sollte der Einnahmezeitpunkt von dem dazugehörigen Tageszeitpunkt stark abweichen, wird zusätzlich eine Hinweismeldung angezeigt, die diesen Umstand beschreibt. Bevor die Benutzerin bzw. der Benutzer die Einnahme quittieren kann, wird die Detailansicht des einzunehmenden Medikamentes angezeigt (siehe Abbildung 4.51). Auf dieser kann die Einnahme bestätigt oder, falls dazugehörig eine Erinnerung aktiv ist, verworfen werden. Bei einer erfolgreichen Einnahme wird eine Bestätigung angezeigt. Sollte die Erinnerung jedoch verworfen worden sein, kann optional eine Grund angegeben werden, der entweder aus einer Liste ausgewählt oder als Freitextfeld eingegeben werden kann.

Einnahmen anzeigen Zur Nachvollziehbarkeit der getätigten Einnahmen können diese in zwei Darstellungsvarianten angezeigt werden:

- **Tagesansicht.** Es werden die Einnahmen aller Medikamente zu einem bestimmten Datum angezeigt (siehe Abbildung 4.52). In dieser Ansicht werden sowohl bestätigte, verworfene und noch ausstehende Erinnerungen dargestellt. Durch Auswahl eines Eintrags kann zu einer Detailansicht gewechselt werden, welche zusätzliche Informationen wie die Dosierung, Zeitpunkt der Einnahme oder Grund der Nicht-Einnahme bietet.
- **Wochenansicht.** In dieser Ansicht werden die Einnahmen eines einzelnen Medikamentes für eine komplette Woche angezeigt (siehe Abbildung 4.53). Ähnlich der Tagesansicht werden bestätigte, verworfene und noch ausstehende Erinnerung farblich sowie mit den entsprechenden Icons dargestellt. Durch die Auswahl eines Icons kann wiederum zur Detaildarstellung dieses Tages navigiert werden.

Modul „Messungen“

Der Inhalt dieses Moduls umfasst sowohl die Messung von Blutdruck und Herzfrequenz als auch des Blutzuckers, wobei die Basisfunktionalität identisch ist, sich jedoch manche Masken (etwa zur Eingabe einer neuen Messung) unterscheiden.

Messerinnerung hinzufügen Der Prozess zur Eintragung einer Messerinnerung ist für beide Untermodule identisch - es wird nur in den beschreibenden Texten bzw. Bildern die jeweilige Messmethode hervorgehoben. Es werden schrittweise folgende Daten erhoben:

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

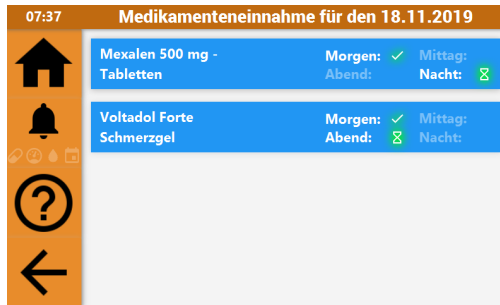


Abb. 4.52: Tagesansicht der erledigten und bevorstehenden Medikamenteneinnahmen.

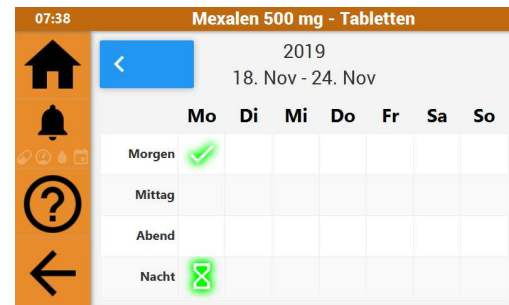


Abb. 4.53: Wochenansicht der Einnahmen zu einem zuvor ausgewählten Medikament.

- Die Benutzerin bzw. der Benutzer wird gefragt, ob sie bzw. er einmalig oder wiederholt die Messwerte erheben möchte.
- Falls einmalig:
 - Es wird nach Datum und Uhrzeit gefragt, zu der die Messung durchgeführt werden soll.
- Falls wiederholt:
 - Es wird nach Datum und Uhrzeit gefragt, zu der die Messung erstmalig durchgeführt werden soll.
 - Danach wird abgefragt, ob die Messung stündlich, täglich, wöchentlich, monatlich oder in einem benutzerdefinierten Intervall wiederholt werden soll.
 - Bei einem benutzerdefinierten Intervall kann dieses nun angegeben werden (z.B. alle drei Tage)
 - Schlussendlich kann optional angegeben werden, wann das letzte Mal die Messung durchführt wird. Falls kein Enddatum angegeben wurde, wird bis auf weiteres daran erinnert.
- Danach wird gefragt, ob genau zu dem eingegebenen Zeitpunkt oder schon vorher an die durchzuführende Messung erinnert werden soll. Falls dies gewollt ist, wird das Zeitintervall abgefragt, um den Zeitpunkt festzulegen, an dem die Erinnerung starten soll.
- Letztendlich wird eine Kontrollseite angezeigt, um die Eingaben erneut überprüfen zu können, bevor diese bestätigt werden und der Eintrag hinzugefügt wird (siehe Abbildung 4.54)).

Messerinnerung anzeigen / entfernen Die eingetragenen Erinnerungen können über den entsprechenden Menüpunkt aufgelistet werden (siehe Abbildung 4.55), wobei die Einträge nach dem Zeitpunkt der nächsten Erinnerung sortiert sind. Für jeden Eintrag wird der erfasste Zeitpunkt, die Wiederholungsfrequenz (falls vorhanden) sowie der genaue Zeitpunkt der nächsten Erinnerung angezeigt. Wird ein Eintrag ausgewählt, werden die Details zu der Erinnerung, wie Startdatum, Enddatum, Wiederholungsintervall und eventuell vorzeitiger Erinnerungsbeginn aufgelistet. Auf der Detailseite kann die Erinnerung, falls diese nicht mehr benötigt wird, entfernt werden.

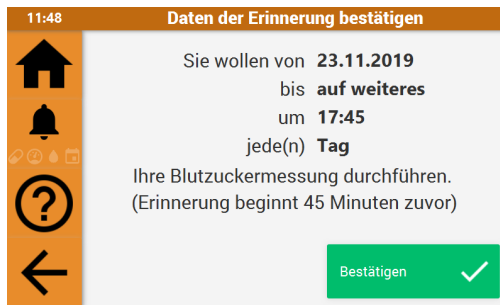


Abb. 4.54: Kontrollseite beim Hinzufügen einer Messerinnerung.

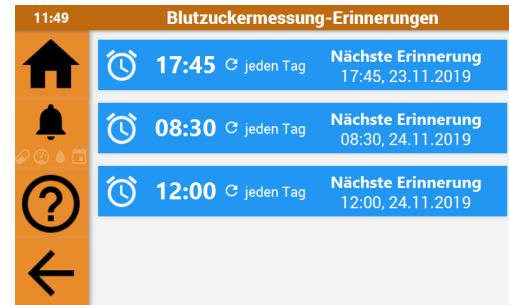


Abb. 4.55: Anzeige der vorhandenen Einträge, sortiert nach der nächsten Erinnerung.

Messung hinzufügen Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann erhobene Messwerte sowohl auf Basis einer aktiven Erinnerung, aber auch ungeplant eintragen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, eine Benachrichtigung zu verwerfen und einen Grund dafür anzugeben. Bei der Eingabe der Messwerte wird textuell und graphisch dabei unterstützt (siehe Abbildung 4.56), indem der einzugebende Wert erklärt und auf einem Bild beispielhaft markiert wird, wo sich dieser bei einem elektronischen Messgerät normalerweise ablesen lässt. Die eingegebenen Werte werden dann auf deren Plausibilität überprüft, wobei folgende Wertebereiche als normal angesehen werden:

- **Herzfrequenz:** 50 - 100
- **Blutdruck (systolisch):** 100 - 140
- **Blutdruck (diastolisch):** 60 - 95
- **Blutzucker:** 70 - 160

Wird ein Wert eingegeben, der außerhalb der aufgelisteten Wertebereiche ist, wird eine Warnmeldung ausgegeben (siehe Abbildung 4.57), welche aber nicht an der Eintragung dieser Messung hindert. Im Zuge dieses Prozesses müssen nicht alle möglichen Werte eingegeben werden, z.B. wenn nur die Herzfrequenz, aber kein Blutdruck gemessen wurde. Es ist aber erforderlich, dass zumindest ein Messwert eingetragen wird. Am Ende dieses Ablaufs werden die eingegebenen Werte auf eine Kontrollseite dargestellt, damit diese bestätigt werden können. Im Fall einer aktiven Erinnerung wird diese nun ebenfalls als erledigt gekennzeichnet.

Messungen anzeigen Um die eingetragenen Messwerte anzeigen zu können, muss zuerst ein Datum ausgewählt werden, für das die Daten angezeigt werden sollen. Danach werden die Werte für den ausgewählten Tag angezeigt, wobei mit den entsprechenden Schaltflächen auf den vorherigen bzw. nächsten Tag gewechselt werden kann.

Modul „Kalender“

Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann mit diesem Modul unterschiedliche Termine bzw. Ereignisse eintragen, an die erinnert werden soll. Dies können beispielsweise medizinisch relevante (z.B. ärztliche Besuche) oder alltägliche Anlässe (z.B. Blumengießen) sein.

Termin hinzufügen Der Grundprozess zum Hinzufügen eines neuen Termins basiert auf der in *Messerinnerung hinzufügen* (Modul „Messungen“) beschriebenen Vorgangsweise, wobei die entsprechenden Texte und Bilder angepasst wurden. Zu Beginn muss jedoch in einem Freitextfeld Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse



Abb. 4.56: Über ein Zahlenfeld wird der gemessene Wert eingegeben, wobei eine Grafik zeigt, wo der jeweilige Wert normalerweise abgelesen werden kann.

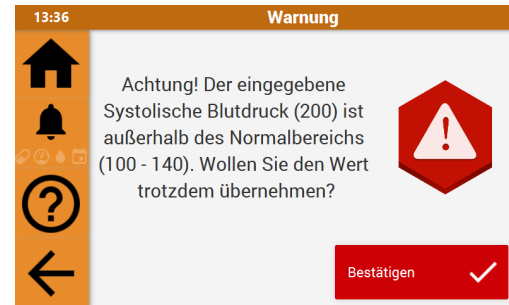


Abb. 4.57: Falls der eingegebene Wert von dem hinterlegten Normalbereich abweicht, wird eine Warnmeldung angezeigt.

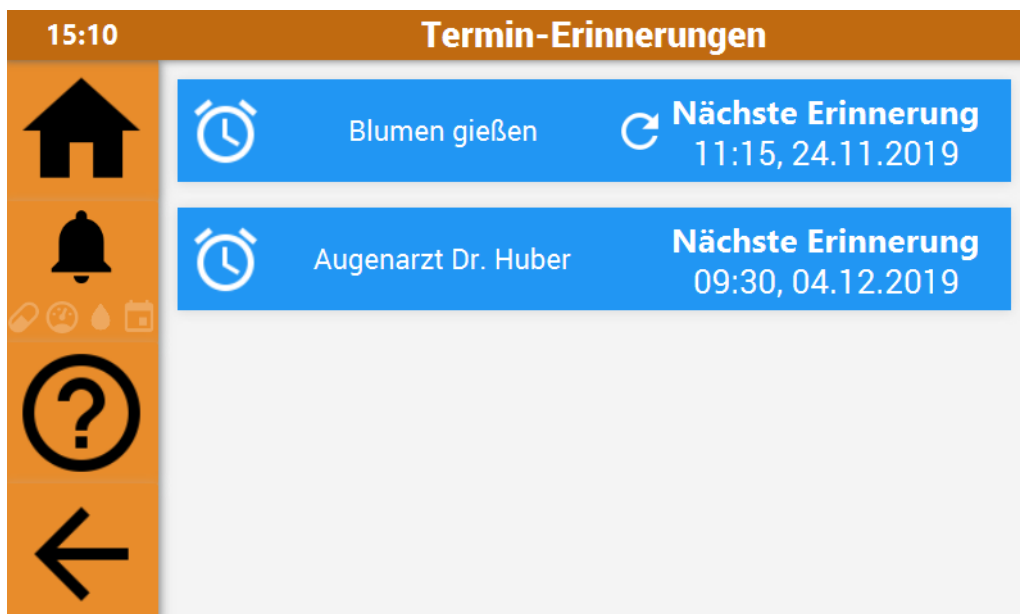


Abbildung 4.58: Die eingetragenen Termine werden in dieser Ansicht aufgelistet. Durch Auswahl eines Eintrags können weitere Detailinformationen angezeigt werden.

der Inhalt des Termins (z.B. „Besuch Enkelkinder“, „Müll entsorgen“, etc.) eingegeben werden. Ist der Zeitpunkt des Termins erreicht, startet ebenso eine audiovisuelle Erinnerung, welche von der Benutzerin bzw. dem Benutzer bestätigt und somit beendet werden kann. Die Daten, wann der Termin quittiert wurde, werden zwar in der Datenbank gespeichert, jedoch nicht graphisch visualisiert.

Termine anzeigen / entfernen Die eingetragenen Termine werden wie im Modul „Messungen“ sortiert nach der nächsten Erinnerung aufgelistet (siehe Abbildung 4.58). Durch die Auswahl eines Eintrags wird wiederum eine Detailansicht angezeigt, in welcher die Daten des Termins aufgelistet sind sowie eine Option zum Entfernen des Eintrags angeboten wird.

Modul „Flüssigkeiten“

Mithilfe dieses Moduls kann einerseits an das Trinken erinnert und andererseits die Flüssigkeitsaufnahmen protokolliert werden.

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller Erinnerungen medizinischer Ereignisse

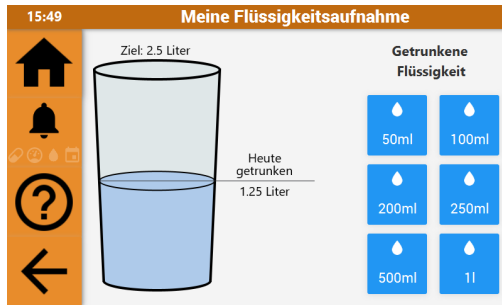


Abb. 4.59: Visualisierung des Tagesfortschritts.

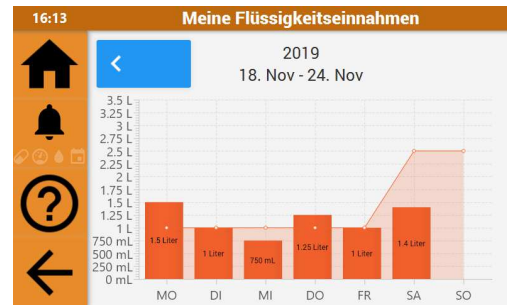


Abb. 4.60: Wochenansicht der getrunkenen Flüssigkeiten.

Ziel festlegen Zu Beginn muss festgelegt werden, wie viel Flüssigkeit pro Tag zu sich genommen werden soll. Dieses Ziel wird sowohl für die Anzeige des Fortschritts des aktuellen Tages als auch für die Wochenansicht verwendet. In der Einstellungsseite kann aus 8 vordefinierten Mengenangaben (250 ml, 500 ml, 750 ml, 1 l, 2 l, 2,5 l, 3 l) die passende ausgewählt und bestätigt werden. Das Ziel kann zu jeder Zeit angepasst werden, wobei nur eine Änderung pro Tag gespeichert wird. Dies bedeutet, dass in der Wochenansicht nur die letzte Änderung eines Tages berücksichtigt wird.

Flüssigkeit trinken In dieser Ansicht (siehe Abbildung 4.59) kann auf einen Blick abgelesen werden, wie viel am aktuellen Tag bereits getrunken und ob das Tagesziel schon erreicht wurde. Mittels der vordefinierten Mengenangaben können zu sich genommene Flüssigkeiten hinzugefügt werden. Nach Auswahl einer Schaltfläche kann der ausgewählte Wert auf einer Kontrollseite überprüft werden, bevor dieser gespeichert wird.

Getrunkenen Flüssigkeiten anzeigen Die getrunkenen Flüssigkeiten können zusammen mit dem jeweiligen Tagesziel in einer Wochenansicht dargestellt werden (siehe Abbildung 4.60). Mithilfe dieser Ansicht erhält die Benutzerin bzw. der Benutzer einen schnellen Überblick über ihre bzw. seine Flüssigkeitsaufnahme und kann auf Basis dessen entscheiden, ob ausreichend getrunken wurde oder in Zukunft vermehrt darauf geachtet werden sollte.

Erinnerung bearbeiten Mit dieser Funktion kann sich die Benutzerin bzw. der Benutzer an das Trinken erinnern lassen. Hierzu kann, im Gegensatz zu den anderen Modulen, ein Zeitintervall angegeben werden, in dem die Erinnerung aktiv ist. Innerhalb dieses Zeitraums muss zusätzlich festgelegt werden, wie oft die Erinnerung wiederholt werden soll (z.B. alle zwei Stunden). Sobald das tägliche Ziel erreicht wurde, wird die Erinnerungsfunktion für diesen Tag deaktiviert. Damit diese Zusatzfunktion von den BenutzerInnen akzeptiert und nicht als bevormundend betrachtet wird, endet die aktive Erinnerung, sobald der jeweilige Eintrag in der Erinnerungsauflistung ausgewählt wurde. Es ist daher nicht unbedingt erforderlich, dass eine Flüssigkeitsmenge oder einen Ablehnungsgrund eingegeben wird.

5 Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, ein prototypisches Erinnerungssystem für ältere Menschen zu entwickeln und die Akzeptanz sowie Auswirkungen zu evaluieren. Dazu wurden in einem mehrphasigen Prozess, unter enger Einbindung der zukünftigen Zielgruppe, die Grundlagen erhoben, die Anforderungen definiert und über mehrere Iterationen hinweg der finale Prototyp realisiert.

Zu Beginn wurden daher Publikationen in der wissenschaftlichen Literatur zu Grundlagenthemen wie Active/Ambient Assisted Living, medizinischen Grundlagen zu diversen Vitalparametern, Erinnerungsmodalitäten (vor allem im Alter), User Centered Design und Requirements Engineering gesichtet und die Erkenntnisse zusammengefasst. Zusätzlich wurde eine ausführliche Analyse der aktuellen Erinnerungssysteme im medizinischen Kontext für die ältere Zielgruppe durchgeführt und die Eigenschaften der Systeme extrahiert und miteinander verglichen. Hierbei kam es zu der Erkenntnis, dass es zwar schon seit vielen Jahren, vor allem im Bereich von AAL, Forschungsprojekte, Ansätze und Prototypen gibt, diese aber zumeist nur Lösungen für ein Teilproblem liefern. Ein System, welches ganzheitlich die gängigsten medizinischen Kategorien - Medikamente, Vitalparameter, Flüssigkeiten - adressiert, das ältere BenutzerInnen bei der Eingabe und Protokollierung unterstützt, an die jeweilige Durchführung multimodal erinnert, sowie sich optimal in die privaten Räumlichkeiten integrieren lässt, wurde dem Vernehmen nach noch nicht beschrieben, entwickelt oder evaluiert.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden zwei grobe Anforderungen definiert, die im Zuge dieser Arbeit durch die Entwicklung eines Prototyps adressiert werden sollten. So sollte dieses System die BenutzerInnen mit multimodalen Erinnerungen erstens an die Einnahme von Medikamenten und zweites an die Durchführung von Vitalparametermessungen erinnern. Das Hauptziel des Systems war die Verbesserung des Gesundheitszustandes der älteren Personen, welches sich letztendlich in folgenden Punkten äußert:

- Verhinderung bzw. Verringerung von Fehlmedikationen, indem das richtige Medikament systemunterstützt und kontrollierbar zur richtigen Zeit in der richtigen Dosis eingenommen wird.
- Frühzeitige Erkennung einer Verschlechterung bzw. Veränderung einer bestehenden Erkrankung oder einer neuen Krankheit, durch die regelmäßige Messung von diversen Vitalparametern, wie Blutdruck, Herzfrequenz und Blutzucker.
- Allgemeine Entlastung der BenutzerInnen, da an einer zentralen Stelle die durchzuführenden Tätigkeiten und die protokollierten Daten zusammengeführt werden. Durch die multimodalen Benachrichtigungen erinnert dieses System darüber hinaus, wenn Tätigkeiten durchzuführen sind.
- Weitere Komfortfunktionen, wie die Erinnerung an diverse Termine oder die Protokollierung der getrunkenen Flüssigkeiten (z.B. zur Verhinderung einer Dehydrierung), um den Funktionsumfang des Gesamtsystems abzurunden.
- Unterstützung der älteren Personen bei einem eigenständigen und selbstbestimmten Leben, durch ein für Angehörige, Bekannte oder Fremde nicht offensichtliches, diskretes Hilfssystem.

Um dieses Vorhaben zu erreichen, wurde unter Anwendung eines UCD-Prozesses und frühzeitiger Einbindung potentieller BenutzerInnen der Zielgruppe ein Prototyp entwickelt, der iterativ aufgrund laufend neuer Erkenntnissen bzw. Anforderungen angepasst und erweitert wurde. In der ersten Iteration wurden dazu sechs Interviews mit Personen im Alter zwischen 53 und 90 Jahren durchgeführt, wodurch 27 Anforderungen in acht verschiedenen Kategorien ermittelt werden konnten (siehe Kapitel 4.2.3). Durch diese Befragungen wurden auch die, zu Beginn definierten, groben Anforderungen, um weitere Forderungen, wie Terminerinnerungen oder die Protokollierung von Flüssigkeitsaufnahmen, erweitert.

Basierend auf dieser Anforderungsdefinition wurden die Masken der graphischen BenutzerInnen-schnittstelle mit einem Mockup-Tool entwickelt. Dabei lag ein großer Fokus auf der Benutzbarkeit durch die ältere Zielgruppe, welche sich in großen Schriften und Schaltflächen, einer einfachen Navigation, kurzen aber prägnanten Texten und der Aufteilung komplexer Abläufe in mehrere Teilschritte äußerte. Zusätzlich wurden vier Skizzen zu dem möglichen Aussehen der Benachrichtigungslampe, die den sichtbaren Teil des Prototyps darstellt und sich in die Räumlichkeiten der BenutzerInnen leicht integrieren lassen soll, entworfen und gezeichnet. Um diese Umsetzung evaluieren zu können, wurden zu den entwickelten Mockups zwei Aufgabenstellungen definiert und die Masken sowie Bedienungselemente auf Papier ausgedruckt und vorbereitet. Während der Evaluierung mussten die TeilnehmerInnen zuerst Punkte für die Skizzen vergeben und konnten ihre Entscheidungen kommentieren. Danach sollten sie mit dem Papierprototyp die gestellten Aufgaben lösen, indem sie die jeweiligen Schaltflächen auf den Ausdrucken „betätigten“. Eine Person, die den ProbandInnen gegenüber saß, setzte dann die entsprechenden Aktionen (z.B. Navigationswechsel, Markierung auf Element, Tastatur wird angezeigt, ...) durch Wechsel der Ausdrücke um. Nach der Durchführung, welche entweder mit Videokamera gefilmt oder handschriftlich protokolliert wurde, wurden die TeilnehmerInnen noch nach ihren Erfahrungen, Problemen und Verbesserungsvorschlägen befragt.

Zusammen mit den Rückmeldungen aus den Evaluierungen wurden die Konzepte, die mit dem Papierprototyp entwickelt worden sind, in der nachfolgenden Iteration in einem High-Fidelity-Prototyp umgesetzt. Da aus diesem der endgültige Prototyp entstehen sollte, wurde viel Aufwand in den Bau der Benachrichtigungslampe sowie in die Implementierung der drauf laufenden Applikation gesteckt. Während der Zusammenbau der Hardware bereits in dieser Iteration den anvisierten Umfang besaß, wurde die Entwicklung der Software noch nicht vollständig fertiggestellt. Dieser High-Fidelity-Prototyp wurde dann, wie schon der Papierprototyp, in einem BenutzerInnentest mit vier ProbandInnen evaluiert. Hierbei konnten sich diese aufgrund des hohen Fertigstellungsgrades schon ein gutes Bild zu dem endgültigen Prototyp machen und somit detailreiches Feedback geben. Bei der Durchführung von drei Aufgabenstellungen wurden die Sitzungen erneut mittels Videokamera bzw. handschriftlich protokolliert. Durch diese Beobachtungen, sowie die Befragungen der TeilnehmerInnen direkt danach, wurden erneut wichtige Erkenntnisse gesammelt, die in Anpassungen bzw. Erweiterungen des Prototyps resultierten.

Nach den drei Iterationen war somit ein endgültiger Prototyp fertiggestellt, welcher in einer längeren Evaluierungsphase getestet werden sollte. Hierbei wurde der Fokus vor allem auf dessen Akzeptanz sowie die Auswirkungen auf die BenutzerInnen gelegt. Zuvor wurden daher zwei ProbandInnen gebeten, handschriftlich die Zeiten von Medikamenteneinnahmen, Vitalparametermessungen und Flüssigkeitsaufnahmen zu dokumentieren, die nach der Testphase mit den, vom Prototyp protokollierten Daten verglichen werden konnten. Das System wurde dann in den Räumlichkeiten der ProbandInnen aufgebaut und zusammen eingerichtet, damit dieses für eine Woche mit den eigenen medizinischen Daten getestet werden konnte. Nach Beendigung der Testdurchführungen wurden die TeilnehmerInnen zu deren Erfahrungen bzw. Erlebnissen dieser Woche befragt sowie die gespeicherten Daten ausgelesen. Die Auswertung zeigte hier eine hohe Akzeptanz durch die BenutzerInnen sowie eine deutliche Verbesserung der Korrektheit der Zeiten zur Einnahme von

Medikamenten bzw. den Vitalparametermessungen sowie der Menge an getrunkenen Flüssigkeiten. Weitere Details zu der Auswertung können in Kapitel 4.5 nachgelesen werden.

Mittels der Erkenntnisse aus dem ganzen Entwicklungsprozess sowie der abschließenden Evaluierung konnten folgende Forschungsfragen in den nachfolgenden Kapiteln beantwortet werden:

- Kann mit einer audiovisuellen Unterstützung die häusliche medizinische Versorgung verbessert werden?
- Wird der Prototyp von der Zielgruppe angenommen und in ihrer Umgebung integriert?
- Sehen die Benutzer den Prototyp als Unterstützung oder Behinderung an?
- Können die Benutzer mit dem Interface des Prototyps problemlos interagieren?

5.1 Forschungsfrage 1

„Kann mit einer audiovisuellen Unterstützung die häusliche medizinische Versorgung verbessert werden?“

Das Altern geht zumeist mit diversen, meist chronischen, Erkrankungen einher, die behandelt werden müssen. Glücklicherweise wird die medizinische Versorgung immer besser, wodurch es zu vielen dieser Krankheiten entsprechende Therapiepläne gibt. Diese sind zumeist mit der Einnahme von einem oder mehreren Medikamenten verbunden, wobei diese bei akuten Vorfällen nur für einen begrenzten, bei chronischen Leiden oftmals aber über einen sehr langen Zeitraum bzw. dauerhaft eingenommen werden müssen. Sollten nun mehrere Beschwerden vorliegen, werden dementsprechend auch mehr Medikamente verschrieben, die simultan eingenommen werden sollten. Abgesehen von den Neben- und Wechselwirkungen, sowie den damit verbundenen Risiken, die eine Multimedikation mit sich bringt, kann es in weiterer Folge auch zu selbstverschuldeten Fehlmedikationen kommen, die in einem Viertel der Fälle zu gesundheitlichen Schäden führen [150].

Des Weiteren sind die Vitalparameter wie Blutdruck, Herzfrequenz und Blutzucker wichtige Indikatoren des Gesundheitszustands einer Person. Diese Werte können heutzutage problemlos und selbstständig zuhause erhoben werden, da vielzählige benutzerInnenfreundliche Produkte für EndverbraucherInnen angeboten werden. Hierbei ist es aber wichtig, dass die Messungen jeden Tag ungefähr zur selben Zeit durchgeführt werden, da die Werte zu unterschiedlichen Tageszeitpunkten stark voneinander abweichen können. Sollte keine selbst auferlegte Disziplin vorhanden sein, auf dieses Faktum zu achten, sind die jeweiligen Messwerte daher schlecht oder nicht miteinander vergleichbar, wodurch etwa Veränderungen (z.B. die Herzfrequenz hat sich bei einer Person mit Herzproblemen in den letzten zwei Wochen von 90 auf 100 erhöht) nicht einwandfrei erkannt werden können. Eine signifikante Verschlechterung von Blutdruck bzw. Herzfrequenz konnte bereits mit einer Erhöhung der Sterbewahrscheinlichkeit, etwa durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen, in Verbindung gesetzt werden [31]. Daher ist eine frühzeitige Erkennung für eine rasche und effektive Therapie lebenswichtig.

Es kann daher angenommen werden, dass eine Verbesserung der eigenen medizinischen Versorgung stattfindet, wenn sowohl das Risiko von Fehlmedikationen verringert wird, als auch Messwerte regelmäßig erhoben werden und vergleichbar sind. Um eine potentielle Verbesserung durch den entwickelten Prototyp nachweisen zu können, wurde dieser in einer einwöchigen Evaluierungsphase von zwei ProbandInnen mit realen Daten getestet. Hierbei mussten beide TeilnehmerInnen täglich je sieben Medikamente zu unterschiedlichen Tageszeiten einnehmen und zu bestimmten Zeiten Blutdruck, Herzfrequenz oder Blutzucker messen.

Dabei hat sich herausgestellt, dass sich die zeitlichen Abweichungen der Medikamenteneinnahmen, im Vergleich zu den zuvor händisch dokumentierten Daten, signifikant verringert haben. Durch die audiovisuellen Erinnerungen wurden somit die Arzneimittel immer in etwa zu der gleichen Zeit (Abweichungen von maximal 15 Minuten) eingenommen. Zusätzlich zeigt der Prototyp textuell und bildlich an, welches Präparat eingenommen werden muss, wodurch das Risiko der Auswahl eines falschen Medikamentes weiter verringert werden kann. Eine Fehlmedikation kann jedoch nicht komplett unterbunden werden, da für die eigentliche Auswahl anhand der Verpackung letztendlich die BenutzerInnen verantwortlich sind. Wenn aber die Medikamente in eigene Behälter gefüllt werden, die visuell (z.B. durch Blinken) die notwendige Einnahme signalisieren, oder wenn die Ausgabe der aktuellen Dosis durch einen automatischen Dispenser erfolgt, könnte dieses Risiko noch weiter verringert werden, wobei letzterer Ansatz nur in Bezug auf Arzneimittel in Pillenform unterstützen kann. Das Erinnerungssystem bietet eine gute Basis, um weitere Verbesserungen in diese Richtung durchführen zu können und die Gefahr weiter zu minimieren - ein Restrisiko wird jedoch immer bleiben, denn letztendlich kann die Person immer selbstständig entscheiden, ob er ein Medikament einnimmt oder nicht.

Bei der regelmäßigen Messung von Vitalparametern, im Testzeitraum vor allem bei Blutdruck und Herzfrequenz, konnte ebenfalls eine signifikante Verbesserung erkannt werden. Hier wurde, wie bei den Medikamenteneinnahmen, der von der Vorgabe abweichende Zeitraum auf maximal 15 Minuten verkürzt, wodurch die Messwerte besser miteinander verglichen werden konnten. Im Bereich des Blutzuckermessens waren diese Abweichungen schon vor Einsatz des Erinnerungssystems sehr kurz, wodurch hier keine weiteren Verbesserungen erzielt wurden. Da die Testperson schon seit vielen Jahren Diabetiker (Typ-2-Diabetes) ist, ist dieser die Wichtigkeit dieses Messwertes bereits bekannt, da sie ihren weiteren Tagesablauf (z.B. welche Nahrungsmittel konsumiert werden können) darauf auslegt. Es ist aber davon auszugehen, dass diese Erinnerungen bei weiteren ProbandInnen einen ähnlichen Effekt, wie bei den anderen Vitalparametermessungen, erzielen kann.

Der Verlauf dieser Werte kann in einer eigenen Ansicht dargestellt und für jede Woche angezeigt werden. Somit ist es möglich, Trends zu erkennen und bei Verdacht professionelle Hilfe in Anspruch zu nehmen. Das System bietet über die Validierung der eingegebenen Messwerte hinaus (bei der gegebenenfalls nur eine Warnmeldung angezeigt wird) aber keine weitere Analyse des Verlaufs der Vitalparameter. Basierend auf diesen Daten könnten nämlich automatische, regelmäßige Auswertungen durchgeführt werden, die beispielsweise bei Erkennung einer längerfristigen, nicht nur einmaligen Erhöhung gewisser gemessener Werte entsprechend weitere Warnmeldungen erzeugen, um auf diesen Umstand aufmerksam zu machen. Für die Umsetzung einer entsprechenden Funktionalität wären aber weitere theoretische Grundlagen im Bereich Statistik und Trendanalysen sowie altersbedingte Referenzwerte bzw. Verlaufsmodelle notwendig, um die Erkennung von False-Positives (Fehlalarmen) und True-Negatives (Nichtererkennung) bei der Entwicklung mitzubedenken. Des Weiteren wäre eventuell durch diese Erweiterung keine klare Abgrenzung zu einem Medizinprodukt mehr möglich, welches zu Recht diverse Auflagen und einen Zertifizierungsprozess zu durchlaufen hat.

Trotz der regelmäßigen Erinnerungen ist das System aber immer noch darauf angewiesen, dass die Benutzerin bzw. der Benutzer die Messungen korrekt durchführt, indem beispielsweise die Blutdruckmanschette richtig positioniert wird. Nach der Messung müssen diese Werte wiederum korrekt übernommen werden, wobei das System überprüft, ob diese Werte im Normalbereich liegen und gegebenenfalls eine Warnmeldung ausgibt. Um hier eine weitere Verbesserung der Qualität zu erreichen, könnten Messgeräte eingesetzt werden, die mit dem System über eine technische Schnittstelle kommunizieren können und die Messwerte direkt übertragen. Durch so einen Aufbau könnte der Ablauf zur Erhebung und Protokollierung von Messungen signifikant verbessert werden und die Hürden für die Benutzung weiter sinken.

Fazit: Es konnte durchwegs eine deutliche Verbesserung der medizinischen Versorgung erreicht werden, indem die korrekten Medikamente in der richtigen Dosis zur richtigen Zeit eingenommen und regelmäßig Vitalparameter gemessen wurden. Zudem konnte eine Steigerung der täglich getrunkenen Flüssigkeit erreicht werden, welche ebenfalls eine gesundheitsfördernde Wirkung hat (angenähert an die ärztlich empfohlene Menge).

5.2 Forschungsfrage 2

„Wird der Prototyp von der Zielgruppe angenommen und in ihre Umgebung integriert?“

AAL beschäftigt sich mit der Entwicklung von technischen Lösungen, um ältere Personen im Alltag zu unterstützen, damit diese so lange wie mögliche selbstständig in den eigenen vier Wänden leben können. Neben der grundlegenden Funktionalität eines Systems ist aber ebenfalls das äußerliche Erscheinungsbild eine essentielle Eigenschaft, die über Erfolg oder Misserfolg entscheiden kann. Bei der Entwicklung sollte somit immer beachtet werden, dass sich diese Unterstützungssysteme, um allgegenwärtig sein zu können, einfach und praktisch in die Umgebung der BenutzerInnen integrieren lassen sollten. Dabei wollen die Betroffenen jedoch selten, dass diese Hilfssysteme von unwissenden Dritten sofort als solche erkannt werden, um auch im Umfeld den Eindruck der Eigenständigkeit ohne Unterstützung aufrecht zu erhalten. Daher sollten diese passend entworfen werden, sodass sie sich fließend in die Umgebung der Zielgruppe eingliedern lassen können.

Um dieses Ziel erreichen zu können, wurden daher für die Entwicklung der Benachrichtigungslampe, die an zentralen Plätzen in der Wohnung der BenutzerInnen aufgestellt werden soll, zuerst mehrere Entwürfe gezeichnet und den ProbandInnen zur Bewertung vorgelegt. Basierend auf den erhaltenen Rückmeldungen wurde dann, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, der High-Fidelity-Prototyp zusammengebaut. Der Unterbau besteht aus einem Holzgerüst, welches mit einer dunklen Holzoptik-Designfolie beschichtet wurde. Auf dieser Grundlage wurde wiederum eine handelsübliche Lampe für die visuellen Signale verbaut. Bereits bei der Evaluierung des High-Fidelity-Prototyps wurde dessen Aussehen von den ProbandInnen lobend erwähnt. Das volle Potential zeigte sich jedoch bei der Testdurchführung des endgültigen Prototyps. Bereits bei der Aufstellung konnte erkannt werden, dass sich dieser sehr gut und passend in die Umgebung der zwei ProbandInnen integrieren lies.

Der Prototyp wurde von den Testteilnehmern gut angenommen, was direkt durch die Verwendungsstatistiken des Systems ausgewertet werden konnte. Diese zeigten, dass die BenutzerInnen mit dem Fortschreiten der Testwoche die durchzuführenden Tätigkeiten immer zeitnaher umsetzten. Wäre hingegen das System von den TestbenutzerInnen nicht angenommen worden, wären hier vermutlich stagnierende bzw. steigende Zeitabweichungen oder sogar Nichtdurchführungen erkennbar gewesen. Überdies wurde von einem ProbandInnen nach der Testdurchführung erzählt, dass das System von einer Person aus dem Bekanntenkreis, der zu Besuch war, nicht erkannt wurde. Diese hatte nur neugierig gefragt, ob eine neue Lampe mit Zeitanzeige angeschafft worden ist. Diese so gemachten Erfahrungen legen somit nahe, dass das System sowohl äußerlich als auch dessen Funktionalität angenommen wurde.

Der Aufstellungsort selbst ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt, denn er sollte so gewählt werden, dass sich das Gerät dezent in die Umgebung integriert und die Benutzerin bzw. der Benutzer auch regelmäßig daran vorbeikommt. Dies ist eine persönliche Entscheidung, die auf der Präferenz, den Erfahrungen sowie dem Tagesablauf, aber auch auf den räumlichen Gegebenheiten der BenutzerInnen basiert. Es kann jedoch eine weitere Hausforderung darstellen, wenn zwei Personen im gleichen Haushalt das Erinnerungssystem verwenden möchten. Zwar unterstützt die Software bis zu zwei AnwenderInnen, indem jede Person eine persönliche Farbe und einen Begleiter auswählen kann - der Aufstellungsort muss jedoch zwischen den beiden BenutzerInnen abgestimmt

werden. Womöglich kann in manchen Fällen keine gemeinsame optimale Entscheidung getroffen werden, wodurch ein Platz gewählt wird, der entweder nur für einen passend oder für beide nur teilweise passend ist. Sollten diese Probleme auftreten, kann für jede Person eine eigene Benachrichtigungslampe im Einzelbenutzermodus betrieben werden, wodurch die Aufstellungsorte dann passend gewählt werden können. Eine weitere Möglichkeit wäre die zusätzliche Entwicklung von persönlichen, kleineren Erinnerungslampen ohne Bildschirm, die das Gesamtsystem kabellos erweitern. Diese können dann von jeder Benutzerin bzw. jedem Benutzer an einem beliebigen Ort aufgestellt werden, während die eigentliche Eingabe der Daten weiterhin an einem zentralen Platz stattfindet.

In dieser Arbeit konnte das Äußere des Prototyps lediglich von acht Personen über die angefertigten Skizzen bzw. den High-Fidelity und den endgültigen Prototyp bewertet werden. Trotz der durchwegs positiven Rückmeldungen während der Testphase kann aber aufgrund der Menge an ProbandInnen nicht auf eine allgemeingültige Akzeptanz der Zielgruppe geschlossen werden. Da das System aber aus flexiblen Standardkomponenten zusammengesetzt wurde, kann das Erscheinungsbild beliebig an die gewünschten Umstände adaptiert werden. Im einfachsten Fall kann somit die angebrachte Lampe durch ein anderes Modell ausgetauscht oder der Unterbau mit einer alternativen Folie überzogen werden. Falls die Form des Unterbaus nicht zusagt, kann dieser ebenfalls neu entwickelt und die wichtigen Komponenten in einer neuen Konstruktion untergebracht werden. Somit wäre es auch möglich, das System beispielsweise in ein Möbelstück, wie einen Schrank, eine Kommode oder einen Kasten, zu integrieren.

Die Auswertungen zeigten somit, dass der Prototyp von der Zielgruppe gut angenommen wurde bzw. leicht an die gewünschten Bedürfnisse angepasst werden kann. Für genauere Ergebnisse müsste jedoch, neben einer qualitativen, ebenfalls eine quantitative Evaluierung mit einem deutlich umfangreicheren Personenkreis durchgeführt werden, wodurch eine breitere Palette an passenden Integrationsoptionen definiert werden könnte.

5.3 Forschungsfrage 3

„Sehen die Benutzer den Prototyp als Unterstützung oder Behinderung an?“

Das steigende Lebensalter geht, neben den möglichen Erkrankungen, zumeist auch mit altersbedingten Erscheinungen einher, die aufgrund des normalen körperlichen Abbaus auftreten können. Hierdurch kann es dann beispielsweise zu kognitiven, visuellen oder auditiven Einschränkungen kommen, wodurch sich diese Personen schlechter an etwas erinnern oder ihre Umwelt mit ihren Augen bzw. Ohren nicht mehr so gut wahrnehmen können. Dadurch kann die Bestreitung des Alltags ebenfalls beschwerlich sein, da die Umgebung auf diese Besonderheiten nicht immer Rücksicht nimmt. Glücklicherweise wurde diese Zielgruppe aber am Markt bereits erkannt, wodurch auch schon passende Produkte, wie beispielsweise Mobiltelefone mit großen Tasten oder Notrufsysteme für SeniorInnen, entwickelt wurden. Für andere Probleme, wie etwa die Erinnerung an diverse Tätigkeiten, werden aber hauptsächlich noch konservative Strategien, wie die Eintragung in den Kalender (inkl. Farbmarkierungen) oder das gezielte Platzieren von Erinnerungsgegenständen an strategisch wichtigen Orten, angewandt.

Das entwickelte Erinnerungssystem soll diese Problematik lösen bzw. verbessern. Indem an einer zentralen Stelle wichtige (medizinische) Daten verwaltet werden und an die durchzuführenden Tätigkeiten audiovisuell erinnert wird, können die BenutzerInnen kognitiv entlastet werden. Die audiovisuellen Benachrichtigungen adressieren zudem zwei Sinneskanäle, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Erinnerung erhöht wird. Jedoch bevorzugen diese Personen des Öfteren aber genau jene Modalität, zu der altersbedingte Einschränkungen vorliegen. Um auch in diesen Fällen eine erfolgreiche Benachrichtigung durchführen zu können, kann die Intensität

der jeweiligen Modalität verstärkt werden, indem etwa die Lautstärke erhöht oder eine passende Signalfarbe ausgewählt wird.

Darüber hinaus gibt es trotz der guten Resonanz in den BenutzerInnen tests weiteres Verbesserungspotenzial, indem etwa weitere Modalitäten angeboten werden. Dazu könnte beispielsweise mit einer Armbanduhr über deren Vibrationsfunktion die taktile Wahrnehmung adressiert werden, wodurch die TrägerInnen auch außerhalb der Seh- und Hörreichweite benachrichtigt werden können. Bei einer entsprechenden Erweiterung sollte jedoch beachtet werden, dass das System kontextsensitiv die korrekte Modalität wählt. Andernfalls könnte es auf die BenutzerInnen irritierend oder überlastend wirken, wenn zu viele Sinne parallel angesprochen werden. Um das zu erreichen, wird man die Umgebung der BenutzerInnen mit Sensoren ausstatten müssen, um den Aufenthaltsort sowie die mögliche Anwesenheit von Besuchern feststellen zu können.

Eine weitere wesentliche Unterstützung wird den BenutzerInnen mit der zentralen Protokollierung ihrer Einnahmen und Messwerte geboten, wodurch die bisherigen, händischen Methoden nicht mehr verwendet werden müssen. Die digitale Speicherung hat den großen Vorteil, dass die so eingetragenen Daten nicht verloren gehen können und immer verfügbar sind. Sobald das angebotene System regelmäßig und über einen längeren Zeitraum eingesetzt wird, können auch Langzeitauswertungen über den Verlauf der Messwerte durchgeführt werden, die durch die handschriftliche Protokollierung nicht bzw. nur sehr schwer möglich gewesen wären. In den Befragungen erkannten auch die ProbandInnen diesen Vorteil gegenüber dem bisherigen Verfahren, jedoch konnten aufgrund der kürzeren Testdurchführungsdauer keine entsprechenden Daten generiert werden. Für einen einschlägigen Nachweis müsste das System vermutlich für zumindest ein halbes Jahr evaluiert werden.

Die mit dem Prototyp gemachten Erkenntnisse sowie die jeweiligen Erfahrungsberichte der ProbandInnen stützen somit die Annahme, dass das entwickelte System von den BenutzerInnen als Unterstützung angesehen wird, wobei diese in manchen Bereichen noch um weitere Funktionen erweitert werden sollte. Eine Evaluierung über einen längeren Zeitraum würde vermutlich dennoch weitere aufschlussreiche Ergebnisse bringen bzw. die Sammlung interessanter Daten unterstützen.

5.4 Forschungsfrage 4

„Können die Benutzer mit dem Interface des Prototyps problemlos interagieren?“

Durch die bereits beschriebenen Alterserscheinungen haben Personen dieser Zielgruppe sowohl mit visuellen, kognitiven als auch motorischen Einschränkungen zu kämpfen. Da Applikationen für Smartphones und Tablets, die vorwiegend über einen berührungsempfindlichen Bildschirm bedient werden, zumeist für eine jüngere Generation entwickelt werden, haben ältere BenutzerInnen Schwierigkeiten bei der Verwendung dieser. Daher muss bei der Gestaltung einer passenden Oberfläche der Fokus auf diese Einschränkungen gelegt werden.

- **Visuelle Einschränkungen.** Da das Sehvermögen, etwa durch Altersfehsichtigkeit oder andere Erkrankungen des Auges, abnimmt, müssen die Komponenten der graphischen Oberfläche entsprechend geplant werden. Bei der Gestaltung sollte daher auf große Texte, starke Kontraste und markante Grafiken geachtet werden, die somit besser erkannt werden können. Durch diese Erleichterung können die BenutzerInnen die Elemente der Oberfläche besser erkennen und sind dabei nicht zwingend auf externe Hilfsmittel, wie eine Leselupe, angewiesen.
- **Motorische Einschränkungen.** Diese Einschränkungen zeigen sich im Alter unter anderem durch Zittern in den Händen sowie einem verschlechterten Gefühl in den Fingerkuppen. Da die Oberfläche mit den Fingern bedient werden muss, ist auch hier mit Schwierigkeiten zu

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

rechnen. Daher sollte bei der Gestaltung darauf Rücksicht genommen werden, indem große Schaltflächen eingesetzt werden, die einen weiten Abstand zueinander besitzen. Dadurch soll die graphische Oberfläche besser benutzt werden können, da trotz Zittern leichter die korrekte Schaltfläche betätigt werden kann.

- **Kognitive Einschränkungen.** Kognitive Einschränkungen zeigen sich oftmals durch Probleme beim Erinnern an Tätigkeiten oder Erfassen von komplexeren Handlungsabläufen. Daher sollten bei umfangreichen Abläufen diese in mehrere, kleinere Unteraufgaben aufgeteilt und die Daten schrittweise abgefragt werden. Problemstellungen und Hilfetexte sollten daher ebenfalls kurz und verständlich formuliert sowie mit einem beschreibenden Bild ergänzt werden.

Basierend auf diesen Kriterien wurde die AnwenderInnenoberfläche der Software des Prototyps entworfen, um die Bedürfnisse der Zielgruppe zu erfüllen. Hierzu wurden, wie in Kapitel 4.3 bzw. 4.4 im Detail beschrieben, unter anderem große Schaltflächen und klare Texte eingesetzt bzw. im Allgemeinen eine aufgeräumte und übersichtliche graphische BenutzerInnenschnittstelle entworfen. Um das Erlebnis der BenutzerInnen mit der Oberfläche auswerten zu können, wurden einerseits diese nach der Testphase befragt und andererseits die generierten Statistik-Protokollierungen ausgewertet.

Grundsätzlich gibt es bei jeder neuen Applikation zu Beginn eine gewisse Eingewöhnungszeit, in der die BenutzerInnen sich orientieren und die angebotenen Möglichkeiten kennenlernen müssen. Dies sollte jedoch bei der Erstellung bedacht werden, damit es in dieser kritischen Phase zu keinen negativen Erlebnissen kommt. Die Struktur sollte daher selbsterklärend und einfach aufgebaut sein, sodass sich die BenutzerInnen nicht hilflos oder überfordert fühlen und zumindest nach einer kurzen Bedenkzeit wissen, welche nächsten Schritte sie tätigen müssen, um das gewünschte Ziel zu erreichen.

Sowohl die Befragungen als auch die ausgewerteten Daten zeigten hier ein deutliches Bild: Zu Beginn wurde noch zögerlich mit der Anwendungsoberfläche interagiert, wodurch bis zum Abschluss einer Aufgabe mehr Zeit als notwendig benötigt wurde. In diesem Zeitraum wurde auch die eingebaute Hilfe-Funktion öfters, aber grundsätzlich nicht sehr häufig, aufgerufen. Nachdem die ProbandInnen die Abläufe öfter durchgeführt hatten, wurde auch die benötigte Zeit deutlich kürzer. Diese Erkenntnisse deuten auf eine steile Lernkurve hin, die auch von den BenutzerInnen positiv erlebt wurde. Diese hatten das Gefühl, dass sie mit der Oberfläche gut interagieren und mit annehmbarem Aufwand ihr Ziel erreichen konnten.

Um einen weiteren Anreiz zur Verwendung der Software bieten zu können wurde das Konzept des Begleiters eingeführt, den die BenutzerInnen im Zuge der Ersteinrichtung auswählen konnten. Dieser wird dann sowohl bei der Anmeldung als auch auf der Übersichtsseite, zusammen mit dem aktuellen Status, angezeigt. Er wurde zwar zu Beginn von den ProbandInnen gezielt ausgewählt und auch positiv beurteilt, spielte aber im weiteren Verlauf keine tiefere Rolle mehr. Dies ist vermutlich der nur oberflächlichen Integration des Begleiters geschuldet, der nur an zwei Stellen sichtbar in Erscheinung tritt. Eine tiefere Integration hätte jedoch zu keinen bzw. nur minimalen Verbesserungen während der Testphase geführt, da die ProbandInnen ohnedies die eingetragenen Tätigkeiten gewissenhaft zu den passenden Zeiten erledigt haben. Dieses Konzept sollte jedoch, vor allem in Hinblick auf eine längere Verwendung des Systems über den Zeitraum einer Testphase hinaus, ausgebaut werden. Ein Begleiter, zu dem die BenutzerInnen eine Art „Beziehung“ aufbauen können, könnte sich förderlich für eine Langzeitmotivation herausstellen. Um dies zu erreichen müsste jedoch zuerst weitere wissenschaftliche Literatur gesichtet und entsprechende Konzepte evaluiert bzw. umgesetzt werden. Im Mittelpunkt der Software könnte dann der Begleiter stehen, der den BenutzerInnen in allen Abläufen unterstützend zur Seite steht. Im Gegensatz zu der Einbindung im Zuge dieser Arbeit, müssten jedoch die Charaktere inhaltlich und graphisch weiter

Analyse, Design und prototypische Implementierung audiovisueller
Erinnerungen medizinischer Ereignisse

ausgebaut werden, sodass diese eine eigene „Persönlichkeit“ erhalten, um von den BenutzerInnen durchgehend akzeptiert zu werden.

Die Erfahrungen haben somit gezeigt, dass die, für die Zielgruppe entwickelte, graphische Oberfläche von den ProbandInnen angenommen wurde und passend für den vorgesehenen Verwendungszweck ist. Die Befragungen sowie die steile Lernkurve zeigten, dass die Testpersonen mit dieser problemlos interagieren konnten. Trotzdem gibt es noch zahlreiche Möglichkeiten, die Anwendungsoberfläche weiter anzupassen, um auch für einen langen Zeitraum motivierend auf die BenutzerInnen zu wirken.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde über mehrere Phasen hinweg, unter starker Einbindung von potentiellen BenutzerInnen der Zielgruppe, ein Prototyp entworfen, der die BenutzerInnen an medizinische und alltägliche Ereignisse audiovisuell erinnern soll. Dazu wurden, nach einer tiefgehenden wissenschaftlichen Analyse der Grundlage sowie bereits bestehender Systeme, grobe Anforderungen definiert, auf dessen Basis in der ersten Iteration des UCD-Prozesses eine umfangreiche Anforderungsliste durch Interviews mit Personen aus der Zielgruppe definiert wurde. In den nächsten Iterationen wurden sowohl Skizzen des Prototyps, ein Low- und ein High-Fidelity-Prototyp entworfen und diese in jeder Iteration durch ProbandInnen evaluiert. Diese Rückmeldungen wurden wiederum regelmäßig in den Prototyp eingearbeitet und die Anforderungsliste dementsprechend aktualisiert. Der endgültige Prototyp wurde schlussendlich in einer einwöchigen Testphase mit zwei ProbandInnen evaluiert. In diesem Zeitraum konnten die Testpersonen die eigenen Medikamente, Messerinnerungen, Flüssigkeitsziele und Termine hinzufügen und sich an diese Ereignisse erinnern lassen.

Die Auswertungen der Befragungen bzw. der erzeugten Daten zeigten eindeutig, dass in dieser Testphase die medizinische Versorgung verbessert werden konnte, da die Abweichungen zu den jeweilig geplanten Einnahme- und Messzeitpunkten deutlich verringert werden konnten. Dadurch werden einerseits die verschriebenen Therapiepläne genauer eingehalten und andererseits miteinander vergleichbare Messwerte protokolliert. Zusätzlich konnte auch die Flüssigkeitsaufnahme bei beiden ProbandInnen verbessert werden, indem diese sich selbst ein höheres Tagesziel (im Gegensatz zum Vergleichszeitraum) gesetzt haben. Der Prototyp selbst wurde gut in die Umgebung der Testpersonen integriert, wodurch dieser, wie geplant, angenommen und regelmäßig verwendet wurde. Der Funktionsumfang des Systems wurde durchwegs als Unterstützung bzw. Bereicherung im Alltag gesehen, wobei diese Aussagen in einem längeren Testzeitraum mit einer größeren TeilnehmerInnenanzahl umfangreicher evaluiert werden sollte. Auch die Anwendungsoberfläche, welche gezielt für ältere Personen konzipiert wurde, hat bei den Testpersonen Zustimmung gefunden. Dies konnte man vor allem an der steilen Lernkurve sowie der stetigen Verbesserung der Durchlaufzeiten erkennen.

Trotz der überzeugenden Ergebnisse dieser Arbeit in diesem Fachgebiet gibt es noch zahlreiche Themenbereiche, in denen weiterführende Forschungsarbeit betrieben werden sollte:

- **Anforderungsdefinition & Zielgruppen.** Die erste detaillierte Anforderungsliste wurde mittels qualitativen Leitfadeninterviews von sechs ProbandInnen definiert. Obwohl dadurch ein guter Überblick über den benötigten Funktionsumfang in Erfahrung gebracht werden konnte, sollten diese Befragungen, basierend auf den bereits gemachten Erkenntnissen, mit einer größeren TeilnehmerInnenanzahl durchgeführt werden.
- **Evaluierung.** Der endgültige Prototyp wurde von zwei Testpersonen für eine Woche getestet. Obwohl diese Anzahl bzw. der Zeitraum ausreichend für erste, interessante Erkenntnisse ist, sollte das System für einen deutlich längeren Zeitraum (z.B. 1 Jahr) von einer Vielzahl an Testpersonen in unterschiedlichen Lebenssituationen evaluiert werden. Dadurch könnten aufschlussreiche Einblicke gewonnen werden, beispielsweise über die Langzeitmotivation der BenutzerInnen, Detailauswertungen, Einnahmeverhalten, Akzeptanz durch Dritte oder die Herausforderungen bei der Verwendung in einem Mehrpersonenhaushalt.

- **Erweiterung der Zielgruppe.** In dieser Arbeit wurde der Fokus auf ältere Personen gelegt, die ihre Medikamente bzw. Messungen noch selbstständig verwalten. Es gibt jedoch genug Menschen, die von Angehörigen oder einer Pflegeperson dauerhaft betreut werden. Da diese Personen eine essentielle Rolle in der medizinischen Versorgung der Betroffenen spielen, sollte diese Zielgruppe ebenfalls miteinbezogen und deren Anforderungen gesondert betrachtet werden. Hierbei wird es notwendig sein, die graphische Oberfläche anzupassen, um die Anforderung der neuen Zielgruppe zu adressieren. Durch diese Verschiebung kann aber in einem weiteren Schritt die Oberfläche der primären BenutzerInnen stark vereinfacht werden, da in diesem Fall Arbeiten, wie die Verwaltung der Einnahmepläne, von einem Dritten über eine eigene Oberfläche durchgeführt werden.
- **Begleiter.** Das Konzept des Begleiters, der die BenutzerInnen bei ihren durchzuführenden Tätigkeiten unterstützt, sollte genauer evaluiert und weiter ausgebaut werden. In diesem Bereich verbirgt sich vermutlich viel Potential, um die Motivation der BenutzerInnen für einen langen Zeitraum aufrecht zu erhalten, indem eine gewisse Zuneigung zu den Charakteren aufgebaut wird. Um dies zu bewerkstelligen ist jedoch eine weitere, gründliche Analyse der Anforderungen bzw. Wünsche der Zielgruppe, die detaillierte Definition der Persönlichkeiten der Begleiter sowie eine tiefe Integration in die jeweiligen Prozesse notwendig.
- **Erinnerungsmodalitäten.** Mit diesem Prototyp wurde die visuelle und akustische Wahrnehmung der Menschen adressiert. Daher könnten in einem weiteren Schritt noch weitere Erinnerungsmodalitäten hinzugefügt werden, um die BenutzerInnen auf mehreren Kanälen zu erreichen. Hier würde sich vor allem der Einsatz von taktilen Benachrichtigungen anbieten, die etwa durch eine Armbanduhr abgegeben werden. Dadurch können die BenutzerInnen einerseits sehr dezent und andererseits außerhalb der Reichweite der bestehenden audiovisuellen Signale erreicht werden. Hier sollte aber beachtet werden, nicht fortlaufend alle verfügbaren Modalitäten einzusetzen, da andernfalls die Akzeptanz des Gesamtsystems sinken könnte. Daher muss, etwa durch diverse Sensoren oder andere Datenquellen, zur richtigen Zeit der passende Wahrnehmungskanal ausgewählt werden.
- **Einnahmeunterstützung.** Bei der eigentlichen Einnahme der Medikamente sind die BenutzerInnen größtenteils auf sich alleine gestellt. Zwar zeigt das System Namen, Bilder, Dosierung und Hinweise zu der Arznei an, die letztgültige Tätigkeit wird aber von den Betroffenen selbst durchgeführt. In diesem Bereich könnte man weitere Maßnahmen evaluieren, um das Risiko einer Fehlmedikation weiter zu verringern. Dazu könnten beispielsweise spezielle Behältnisse, die visuell die einzunehmenden Medikamente anzeigen, oder automatische Dispenser-Systeme, die die korrekte Tablette zur Einnahme bereitstellen, eingesetzt werden.
- **Messwerterhebung.** Auch bei der eigentlichen Erhebung der Messwerte sind die BenutzerInnen derzeit auf sich alleine gestellt. Erst bei der Eintragung der gemessenen Werte wird textuell und graphisch auf die jeweiligen Ablesestellen hingewiesen, damit die korrekten Werte eingegeben werden. Um die Fehlerquellen in diesem Bereich ebenfalls weiter reduzieren zu können, sollten (kommerziell) verfügbare Messgeräte evaluiert und angebunden werden, um die gemessenen Werte direkt (z.B. kabellos) an das Hauptsystem zu übertragen.
- **Mobile Erinnerungen.** Derzeit werden die BenutzerInnen nur zuhause an die jeweiligen Tätigkeiten erinnert. Sobald sie jedoch unterwegs sind, werden diese Benachrichtigungen nicht mehr wahrgenommen. Da ältere Personen oftmals noch aktiv sind, sollte auch dieser Bereich näher betrachtet und entsprechende Lösungen für dieses Szenario gefunden werden. Eine Möglichkeit wäre hier eine taktile Benachrichtigung über eine Armbanduhr mit gleichzeitiger Freigabe des korrekten Medikamentes in einer mobilen, automatischen Dispenserbox.

Der in dieser Arbeit entwickelte Prototyp ist ein solides Grundsystem, um Personen der Zielgruppe im Alltag, in erster Linie bei der eigenständigen medizinischen Versorgung, zu unterstützen. Darüber hinaus kann dieses System aber auch als Basis betrachtet werden, um weitere Verbesserungen zu entwickeln, damit Menschen im höheren Alter so lange wie möglich ein selbstbestimmtes Leben in ihrer gewohnten Umgebung führen können.

Literatur

Wissenschaftliche Literatur

- [1] AALIANCE2. *Ambient Assisted Living Roadmap*. Zwischenbericht. 2014. URL: http://www.aaliance.eu/sites/default/files/AA2_WP2_D2%207_RM2_rev5.0.pdf.
- [4] M. Akiyama und Y. Sasaki. “Efficacy of the Drug Administration Support System for Improving Drug Compliance in Home-Care”. In: *Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET), 2013 Proceedings of PICMET '13*: 2013, S. 2538–2542.
- [5] S. A. AlGhurair, C. A. Hughes, S. H. Simpson und L. M. Guirguis. “A Systematic Review of Patient Self-Reported Barriers of Adherence to Antihypertensive Medications Using the World Health Organization Multidimensional Adherence Model”. In: *The Journal of Clinical Hypertension* 14.12 (2012), S. 877–886.
- [6] J. Allen. “Photoplethysmography and its Application in Clinical Physiological Measurement”. In: *Physiological Measurement* 28.3 (2007).
- [9] R. Arking. *Biology of Aging: Observations and Principles*. 3. Aufl. Oxford University Press, 2006.
- [10] J. Arnowitz, M. Arent und N. Berger. *Effective Prototyping for Software Makers*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2007. ISBN: 978-0120885688.
- [11] S. Arthanat, J. M. Desmarais und P. Eikelberg. “Consumer Perspectives on the Usability and Value of the iBOT® Wheelchair: Findings from a Case Series”. In: *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* 7.2 (2012), S. 153–167.
- [12] D. Asai, J. Orszulak, R. Myrick, C. Lee, J. F. Coughlin und O. L. de Weck. “Context-Aware Reminder System to Support Medication Compliance”. In: *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2011 IEEE International Conference on*. 2011, S. 3213–3218.
- [14] American Diabetes Association. “Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus”. In: *Diabetes Care* 37.Supplement 1 (2014), S. 81–90.
- [22] B. P. Bailey und J. A. Konstan. “Are Informal Tools Better?: Comparing DEMAIS, Pencil and Paper, and Authorware for Early Multimedia Design”. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '03. New York, NY, USA: ACM, 2003, S. 313–320.
- [23] E. Baldaszti. *Menschen mit Beeinträchtigungen*. Bericht. Wien: Statistik Austria, 2016.
- [25] H. Balzert. *Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering*. 3. Aufl. Springer Spektrum, 2009. ISBN: 978-3827417053.
- [26] R. Baranyi, S. Rainer, S. Schlossarek, N. Lederer und T. Grechenig. “Visual Health Reminder: A Reminder for Medication Intake and Measuring Blood Pressure to Support Elderly People”. In: *2016 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)*. 2016, S. 432–438.
- [27] S. Basu, J. Andrews, S. Kishore, R. Panjabi und D. Stuckler. “Comparative Performance of Private and Public Healthcare Systems in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review”. In: *PLOS Medicine* 9.6 (2012), S. 1–14.

- [28] K. Beard. “Drugs in the Elderly – More Good than Harm?” In: *Expert Opinion on Drug Safety* 6.3 (2007), S. 229–231.
- [29] N. Bevan, J. Carter und S. Harker. “ISO 9241-11 Revised: What Have We Learnt About Usability Since 1998?” In: *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation: 17th International Conference, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings, Part I*. Hrsg. von M. Kurosu. Cham: Springer International Publishing, 2015, S. 143–151.
- [30] H. Beyer und K. Holtzblatt. *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1997. ISBN: 978-1558604117.
- [31] M. Böhm, J. Reil, P. Deedwania, J. B. Kim und J. S. Borer. “Resting Heart Rate: Risk Indicator and Emerging Risk Factor in Cardiovascular Disease”. In: *The American Journal of Medicine* 128.3 (2015), S. 219–228.
- [32] M. M. Blattner, D. A. Sumikawa und R. M. Greenberg. “Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles”. In: *SIGCHI Bull.* 21.1 (1989), S. 123–124.
- [33] K. A. Blocker, T. J. Wright und W. R. Boot. “Gaming Preferences of Aging Generations”. In: *Gerontechnology: International Journal on the Fundamental Aspects of Technology to Serve the Ageing Society* 12.3 (2014), S. 174–184.
- [34] A. Blomquist und M. Arvola. “Personas in Action: Ethnography in an Interaction Design Team”. In: *Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-computer Interaction. NordiCHI '02*. New York, NY, USA: ACM, 2002, S. 197–200.
- [35] R. D. Boehmer. “Continuous, Real-Time, Noninvasive Monitor of Blood Pressure: Peñáz Methodology Applied to the Finger”. In: *Journal of Clinical Monitoring* 3.4 (1987), S. 282–287.
- [36] S. Boll, W. Heuten, E. M. Meyer und M. Meis. “Development of a Multimodal Reminder System for Older Persons in their Residential Home”. In: *Informatics for Health and Social Care* 35.3-4 (2010), S. 104–124.
- [37] P. Bonnafox. “Auscultatory and Oscillometric Methods of Ambulatory Blood Pressure Monitoring, Advantages and Limits: A Technical Point of View.” In: *Blood pressure monitoring* 1.3 (1996), S. 181–185.
- [38] G. Boudet und A. Chamoux. “Heart Rate Monitors And Abnormal Heart Rhythm Detection”. In: *Archives of Physiology and Biochemistry* 108.4 (2000), S. 371–379.
- [39] J. M. Boyce und G. R. Shone. “Effects of Ageing on Smell and Taste”. In: *Postgraduate Medical Journal* 82.966 (2006), S. 239–241.
- [40] M. S. Boyne, D. M. Silver, J. Kaplan und C. D. Saudek. “Timing of Changes in Interstitial and Venous Blood Glucose Measured With a Continuous Subcutaneous Glucose Sensor”. In: *Diabetes* 52.11 (2003), S. 2790–2794.
- [41] S. A. Brewster. “Non-Speech Auditory Output”. In: *The Human-Computer Interaction Handbook*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2002, S. 220–239.
- [42] S. A. Brewster und L. M. Brown. “Tactons: Structured Tactile Messages for Non-visual Information Display”. In: *Proceedings of the Fifth Conference on Australasian User Interface - Volume 28. AUIC '04*. Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society, Inc., 2004, S. 15–23.
- [43] S. A. Brewster, D. McGookin und C. Miller. “Olfoto: Designing a Smell-based Interaction”. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '06*. New York, NY, USA: ACM, 2006, S. 653–662.

- [44] S. A. Brewster, P. Wright und A. Edwards. “Experimentally Derived Guidelines for the Creation of Earcons”. In: Huddersfield, UK, 1995, S. 155–159.
- [47] Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung und Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. “Nationale VersorgungsLeitlinie - Therapie des Typ-2-Diabetes”. In: 1 (2013).
- [50] Y. Chang, Y. Lim und E. Stolterman. “Personas: From Theory to Practices”. In: *Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-computer Interaction: Building Bridges*. NordiCHI '08. New York, NY, USA: ACM, 2008, S. 439–442.
- [51] E. P. Cherniack und A. R. Cherniack. “The Benefit of Pets and Animal-Assisted Therapy to the Health of Older Individuals”. In: *Current Gerontology and Geriatrics Research*. Bd. 2014. 2014, S. 9.
- [52] S. Choi und K. J. Kuchenbecker. “Vibrotactile Display: Perception, Technology, and Applications”. In: *Proceedings of the IEEE* 101.9 (2013), S. 2093–2104.
- [53] M. R. M. Chopade und N. S. Dhavase. “Agile Software Development: Positive and Negative User Stories”. In: *2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*. 2017, S. 297–299.
- [54] M. Cohn. *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Redwood City, CA, USA: Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2004. ISBN: 978-0321205681.
- [55] F. Colombo, A. Llana-Nozal, J. Mercier und F. Tjadens. *Help Wanted?* 2011. ISBN: 978-9264097582.
- [56] J. Conklin und G. Hayhoe. “Focus Group Workshop”. In: *2010 IEEE International Professional Communication Conference*. 2010, S. 273–274.
- [57] D. J. Cook. “How Smart Is Your Home?” In: *Science* 335.6076 (2012), S. 1579–1581.
- [58] A. Cooper. *The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, IN, USA: Macmillan Publishing Co., Inc., 1999. ISBN: 978-0672316494.
- [59] R. A. Cooper, R. Cooper und M. L. Boninger. “Trends and Issues in Wheelchair Technologies”. In: *Assistive Technology* 20.2 (2008), S. 61–72.
- [60] L. G. Dalgaard, E. Gronvall und N. Verdezoto. “MediFrame: A Tablet Application to Plan, Inform, Remind and Sustain Older Adults’ Medication Intake”. In: *Healthcare Informatics (ICHI), 2013 IEEE International Conference on*. 2013, S. 36–45.
- [61] N. K. Denzin und Y. S. Lincoln. *Collecting and Interpreting Qualitative Materials*. Handbook of Qualitative Research. Sage Publications, 2008.
- [62] J. Desrosiers, R. Hébert, G. Bravo und E. Dutil. “Hand Sensibility of Healthy Older People”. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 44.8 (1996), S. 974–978.
- [63] DESTATIS. *Alter im Wandel - Ältere Menschen in Deutschland und der EU*. 2012. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Publikationen/Downloads-Bevoelkerungsstand/alter-im-wandel-0010017129004.html> (besucht am 01.05.2018).
- [65] R. L. Doty, P. Shaman, S. L. Applebaum, R. Giberson, L. Siksorski und L. Rosenberg. “Smell Identification Ability: Changes with Age”. In: *Science* 226.4681 (1984), S. 1441–1443.
- [66] J. Doyle, N. Caprani und R. Bond. “Older Adults’ Attitudes to Self-Management of Health and Wellness through Smart Home Data”. In: *2015 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*. 2015, S. 129–136.

- [67] J. Doyle, B. O'Mullane, S. McGee und R. B. Knapp. "YourWellness: Designing an Application to Support Positive Emotional Wellbeing in Older Adults". In: *Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers*. BCS-HCI '12. Swinton, UK, UK: British Computer Society, 2012, S. 221–226.
- [68] S. Duncan und R. Edwards. *Lone Mothers, Paid Work and Gendered Moral Rationalities*. London: Macmillan, 1999.
- [69] Population Division Department of Economic and Social Affairs. *World Population Ageing: 1950-2050*. 2002. URL: <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/> (besucht am 08. 04. 2018).
- [70] Population Division Department of Economic and Social Affairs. *World Population Ageing: 2017*. 2017. URL: http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Highlights.pdf (besucht am 08. 04. 2018).
- [71] R. Edwards und J. Holland. *What is Qualitative Interviewing? The 'What is?' Research Methods Series*. Bloomsbury Academic, 2013. ISBN: 978-1849668095.
- [72] D. Engelberg und A. Seffa. "A Framework for Rapid Mid-Fidelity Prototyping of Web Sites". In: *Proceedings of the IFIP 17th World Computer Congress - TC13 Stream on Usability: Gaining a Competitive Edge*. Deventer, The Netherlands, The Netherlands: Kluwer, B.V., 2002, S. 203–215.
- [74] A. Faller und M. Schünke. *Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion*. 15. Aufl. Stuttgart. New York: Georg Thieme Verlag, 2008. ISBN: 978-3133297158.
- [76] D. Fischer und J. Breitenbach. *Die Pharmaindustrie: Einblick - Durchblick - Perspektiven*. 4. Aufl. Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN: 978-3827429230.
- [81] K. Fox, I. Ford, P. G. Steg, M. Tendera und R. Ferrari. "Ivabradine for Patients with Stable Coronary Artery Disease and Left-Ventricular Systolic Dysfunction (BEAUTIFUL): A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial". In: *The Lancet* 372.9641 (2008), S. 807–816. (Besucht am 27. 09. 2018).
- [82] Bundesministerium für Gesundheit und Frauen und Gesundheit Österreich GmbH. "Österreichische Diabetes-Strategie". In: (2017), S. 54. URL: <https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/2/7/2/CH1075/CMS1460386129805/diabetesstrategie.pdf>.
- [85] J. P. García-Vázquez und M. D. Rodríguez. "Ambient Information Systems to Support the Elderly in Carrying Out Their Activities of Daily Living". In: *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2009 Workshops*. Hrsg. von R. Meersman, P. Herrero und T. Dillon. Springer Berlin Heidelberg, 2009, S. 779–788.
- [86] Anderson C. Garcia und Silvana M. A. de Lara. "Enabling Aid in Remote Care for Elderly People via Mobile Devices: The MobiCare Case Study". In: *Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*. DSAI 2018. New York, NY, USA: ACM, 2018, S. 270–277.
- [87] N. M. Garcia und J. J. P. C. Rodrigues. *Ambient Assisted Living*. Rehabilitation Science in Practice Series. Taylor & Francis, 2015. ISBN: 978-1439869840.
- [88] J. P. Garcia Vazquez, M. D. Rodriguez und A. G. Andrade. "Design Dimensions of Ambient Information Systems to Assist Elderly with Their Activities of Daily Living". In: *Proceedings of the 12th ACM International Conference Adjunct Papers on Ubiquitous Computing - Adjunct*. UbiComp '10 Adjunct. New York, NY, USA: ACM, 2010, S. 461–464.

- [89] L. Garro. “Narrative Representations of Chronic Illness Experience: Cultural Models of Illness, Mind, and Body in Stories Concerning the Temporomandibular Joint (TMJ)”. In: *Social Science & Medicine* (1982) 38 (1994), S. 775–88.
- [91] N. Genet, W. Boerma, M. Kroneman, A. Hutchinson und R. B. Saltman, Hrsg. *Home Care Across Europe: Current Structure and Future Challenges*. Observatory studies series 27. Copenhagen: World Health Organization, 2012. ISBN: 978-9289002882.
- [93] A. Glasser und M. C. W. Campbell. “Presbyopia and the Optical Changes in the Human Crystalline Lens with Age”. In: *Vision Research* 38.2 (1998), S. 209–229.
- [99] M. Gosch und K. Pils. “Alterstraumatologie – neue Wege, neue Chancen”. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 44.6 (2011), S. 361–362.
- [100] J. D. Gould und C. Lewis. “Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think”. In: *Commun. ACM* 28.3 (1985), S. 300–311.
- [101] B. Graf, C. Parlitz und M. Hägele. “Robotic Home Assistant Care-O-Bot® 3 Product Vision and Innovation Platform”. In: *Human-Computer Interaction. Novel Interaction Methods and Techniques*. Hrsg. von J. A. Jacko. Springer Berlin Heidelberg, 2009, S. 312–320.
- [102] J. Green und N. Thorogood. *Qualitative Methods for Health Research*. Introducing Qualitative Methods series. SAGE Publications, 2004.
- [103] R. Griebler, P. Winkler, S. Gaiswinkler, J. Delcour, B. Juraszovich, M. Nowotny, E. Pocho-bradsky, B. Schleicher und I. Schmutterer. *Österreichischer Gesundheitsbericht 2016*. Jahresbericht. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017. URL: <https://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/6/7/3/CH3961/CMS1515593643220/gesundheitsbericht2016.pdf>.
- [104] J. Grudin und J. Pruitt. “Personas, Participatory Design and Product Development: An Infrastructure for Engagement”. In: *Proceedings of Participation and Design Conference (PDC2002)*, Sweden. 2002, S. 144–161.
- [105] M. Hans und B. Graf. “Robotic Home Assistant Care-O-Bot II”. In: *Advances in Human-Robot Interaction*. Hrsg. von E. Prassler, G. Lawitzky, A. Stopp, G. Grunwald, M. Hägele, R. Dillmann und I. Iossifidis. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005, S. 371–384.
- [106] M. Hans, B. Graf und R. D. Schraft. “Robotic Home Assistant Care-O-Bot: Past-Present-Future”. In: *IEEE*, 2002, S. 380–385.
- [107] N. M. Z. Hashim, N. A. Ali, A. Salleh, A. S. Ja’afar und N. A. Z. Abidin. “Development of Optimal Photosensors Based Heart Pulse Detector”. In: *International Journal of Engineering and Technology (IJET)* 5.4 (2013), S. 3601–3607.
- [108] N. Heaton. “What’s Wrong with the User Interface: How Rapid Prototyping can Help”. In: *IEE Colloquium on Software Prototyping and Evolutionary Development*. 1992, S. 7/1–7/5.
- [109] G. E. Hedman. “Travel Along Stairs by Individuals with Disabilities: A Summary of Devices Used During Routine Travel and Travel During Emergencies”. In: *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. Hrsg. von R. D. Peacock, E. D. Kuligowski und J. D. Averill. Boston, MA: Springer US, 2011, S. 109–119.
- [110] R. Hellman. “Assistive Technologies for Coping at Home and Increased Quality of Life for Persons with Dementia”. In: *eChallenges e-2014 Conference Proceedings*. 2014, S. 1–7.

- [111] G. Hesse, S. Eichhorn und A. Laubert. "Hörfähigkeit und Schwerhörigkeit alter Menschen". In: *HNO* 62.9 (2014), S. 630–639.
- [112] Wilko Heuten und Susanne Boll. "Illumination of Calendar Events in the Household of Older Persons". In: *Constructing Ambient Intelligence*. Hrsg. von R. Wichert, K. Van Laerhoven und J. Gelissen. Springer Berlin Heidelberg, 2012, S. 35–40.
- [113] M. C. Hornbrook, V. J. Stevens, D. J. Wingfield, J. F. Hollis, M. R. Greenlick und M. G. Ory. "Preventing Falls Among Community-Dwelling Older Persons: Results From a Randomized Trial¹". In: *The Gerontologist* 34.1 (1994), S. 16–23.
- [114] M. A. Hossain, A. Alamri, A. S. Almogren, SK. A. Hossain und J. Parra. "A Framework for a Context-Aware Elderly Entertainment Support System". In: *Sensors* 14.6 (2014), S. 10538–10561.
- [115] S. E. Hove und B. Anda. "Experiences from Conducting Semi-Structured Interviews in Empirical Software Engineering Research". In: *11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS'05)*. 2005, 10 pp.–23.
- [116] W. Ijsselsteijn, Henk H. Nap, Y. de Kort und K. Poels. "Digital Game Design for Elderly Users". In: *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play*. Future Play '07. New York, NY, USA: ACM, 2007, S. 17–22.
- [118] H. Jagos und J. Oberzaucher. "Development of a Wearable Measurement System to Identify Characteristics in Human Gait - eSHOE -". In: *Computers Helping People with Special Needs*. Hrsg. von K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler und A. Karshmer. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, S. 1301–1304.
- [119] G. Jehoel-Gijsbers und C. Vrooman. *Social Exclusion of the Elderly: A Comparative Study of EU Member States*. ENEPRI Research Report No. 57. Centre for European Policy Studies, 2008.
- [120] T. Jokela, N. Iivari, J. Matero und M. Karukka. "The Standard of User-centered Design and the Standard Definition of Usability: Analyzing ISO 13407 Against ISO 9241-11". In: *Proceedings of the Latin American Conference on Human-computer Interaction*. CLIHC '03. New York, NY, USA: ACM, 2003, S. 53–60.
- [121] A. Jones und O. Pratt. "Physical Principles of Intra-Arterial Blood Pressure Measurement". In: *Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland Anaesthesia Tutorial of the Week*. 137 (2009), S. 8.
- [122] J. F. Kelley. "An Empirical Methodology for Writing User-friendly Natural Language Computer Applications". In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '83. New York, NY, USA: ACM, 1983, S. 193–196.
- [123] J. F. Kelley. "An Iterative Design Methodology for User-Friendly Natural Language Office Information Applications". In: *ACM Trans. Inf. Syst.* 2.1 (1984), S. 26–41.
- [124] M. Khan und V. Arya. "iBOT, a Wheelchair That Can Climb, May Be Making Comeback". In: *Pharmacy Today* 22.12 (2016), S. 49–49.
- [125] R. Kittmann, T. Fröhlich, J. Schäfer, U. Reiser, F. Weißhardt und A. Haug. "Let Me Introduce Myself: I am Care-O-Bot 4, a Gentleman Robot". In: *Mensch und Computer 2015 – Proceedings*. Hrsg. von S. Diefenbach, N. Henze und M. Pielot. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 2015, S. 223–232.
- [126] J. Kitzinger. "Qualitative Research: Introducing Focus Groups". In: *BMJ* 311.7000 (1995), S. 299–302.

- [127] D. Koper, G. Kamenski, M. Flamm, B. Böhmendorfer und A. Sönnichsen. “Frequency of Medication Errors in Primary Care Patients with Polypharmacy”. In: *Family Practice* 30.3 (2013), S. 313–319.
- [128] S. Kriglstein und G. Wallner. “HOMIE: An Artificial Companion for Elderly People”. In: *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. CHI EA '05. New York, NY, USA: ACM, 2005, S. 2094–2098.
- [129] K. Kurakata, T. Mizunami und K. Matsushita. “Accessible Design in Auditory Ergonomics”. In: Bangkok, 2007.
- [130] K. Kurakata, K. Marsushita, Y. Kuba und Y. Kuchinomachi. “Audio Signals in Electric Home Appliances Evaluated in Terms of the Hearing Ability of Older Adults (Second Report)”. In: *The Japanese journal of ergonomics* 35.4 (1999), S. 277–285.
- [131] G. K. Lang. *Augenheilkunde*. 4. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2008. ISBN: 978-3131515544.
- [132] M. P. Lawton und E. M. Brody. “Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living”. In: *The Gerontologist* 9 (1969), S. 179–186.
- [133] M. R. Leary. “Responses to Social Exclusion: Social Anxiety, Jealousy, Loneliness, Depression, and Low Self-Esteem”. In: *Journal of Social and Clinical Psychology* 9.2 (1990), S. 221–229.
- [134] S. Lewington, R. Clarke, N. Qizilbash, R. Peto und R. Collins. “Age-Specific Relevance of Usual Blood Pressure to Vascular Mortality: A Meta-Analysis of Individual Data for one Million Adults in 61 Prospective Studies”. In: *The Lancet* 360.9349 (2002), S. 1903–1913.
- [135] B. Liu, P. Qiu, H. Chen und O. Li. “Comparison of Simultaneous Invasive and Non-Invasive Measurements of Blood Pressure based upon MIMIC II Database”. In: *Artery Research* 8.4 (2014), S. 209–213.
- [136] H. Lüllmann, K. Mohr, L. Hein und M. Wehling. *Pharmakologie und Toxikologie: Arzneimittelwirkungen verstehen - Medikamente gezielt einsetzen*. 17. Aufl. Georg Thieme Verlag, 2015. ISBN: 978-3131516473.
- [137] J. Lloret, A. Canovas, S. Sendra und L. Parra. “A Smart Communication Architecture for Ambient Assisted Living”. In: *IEEE Communications Magazine* 53.1 (2015), S. 26–33.
- [138] S. R. Lord, C. Sherrington und H. B. Menz. *Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention*. Cambridge University Press, 2001.
- [139] G. Lucassen, F. Dalpiaz, J. M. E. M. van der Werf und S. Brinkkemper. “Forging High-Quality User Stories: Towards a Discipline for Agile Requirements”. In: *2015 IEEE 23rd International Requirements Engineering Conference (RE)*. 2015, S. 126–135.
- [140] K. Luker. *Salsa Dancing into the Social Sciences: Research in an Age of Info-Glut*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2008. ISBN: 978-0674048218.
- [141] Z. Lv, F. Xia, G. Wu, L. Yao und Z. Chen. “iCare: A Mobile Health Monitoring System for the Elderly”. In: *2010 IEEE/ACM Int'l Conference on Green Computing and Communications & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing*. 2010, S. 699–705.
- [142] A. Marengoni, B. Winblad, A. Karp und L. Fratiglioni. “Prevalence of Chronic Diseases and Multimorbidity among the Elderly Population in Sweden”. In: *American journal of public health* 98.7 (2008), S. 1198–1200.

- [143] A. P. Massey und W. A. Wallace. "Focus Groups as a Knowledge Elicitation Technique: An Exploratory Study". In: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 3.2 (1991), S. 193–200.
- [145] M. McCurdy, C. Connors, G. Pyrzak, B. Kanefsky und A. Vera. "Breaking the Fidelity Barrier: An Examination of Our Current Characterization of Prototypes and an Example of a Mixed-Fidelity Success". In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '06. New York, NY, USA: ACM, 2006, S. 1233–1242.
- [146] M. R. McGee-Lennon, M. Wolters und T. McBryan. "Audio Reminders in the Home Environment". In: Montreal, Canada, 2007.
- [147] M. R. McGee-Lennon, M. K. Wolters und S. A. Brewster. "User-Centred Multimodal Reminders for Assistive Living". In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '11. New York, NY, USA: ACM, 2011, S. 2105–2114.
- [148] M. R. McGee-Lennon, M. K. Wolters, R. McLachlan, S. A. Brewster und C. V. Hall. "Name That Tune: Musicians as Reminders in the Home". In: *Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2011, Vancouver, BC, Canada, May 7-12, 2011* (2011), S. 2803–2806.
- [149] M. R. McGee-Lennon. "Reminders That Make Sense: Designing Multisensory Notifications for the Home". In: *Journal of Assistive Technologies* 6.2 (2012), S. 93–104.
- [150] J. J. Mira, S. Lorenzo, M. Guilabert, I. Navarro und V. Pérez-Jover. "A Systematic Review of Patient Medication Error on Self-Administering Medication at Home". In: *Expert Opinion on Drug Safety* 14.6 (2015), S. 815–838.
- [151] M. N. A. Mohammed, A. H. M. Ahmed und T. M. Salih. "Designing Low Cost Digital Dose Reminder System". In: *2013 International Conference on Computing, Electrical and Electronic Engineering (ICCEEE)*. 2013, S. 357–362.
- [152] J. Molenbroek, J. Mantas und R. de Bruin. *Friendly Rest Room: Developing Toilets of the Future for Disabled and Elderly People*. Amsterdam: IOS Press, 2011. ISBN: 978-1607507512.
- [153] D. L. Morgan. "Focus Groups". In: *Annual Review of Sociology* 22.1 (1996), S. 129–152.
- [154] C. Murphy, C. R. Schubert, K. J. Cruickshanks, B. E. K. Klein, R. Klein und D. M. Non-dahl. "Prevalence of Olfactory Impairment in Older Adults". In: *JAMA* 288.18 (2002), S. 2307–2312.
- [155] E. D. Mynatt, I. Essa und W. Rogers. "Increasing the Opportunities for Aging in Place". In: *Proceedings on the 2000 Conference on Universal Usability*. CUU '00. New York, NY, USA: ACM, 2000, S. 65–71.
- [156] National Public Health Partnership. *The Language of Prevention*. Melbourne: National Public Health Partnership, 2006. ISBN: 978-0977514458.
- [157] M. Nauck, A. Petermann, D. Müller-Wieland, W. Kerner, U. Müller, R. Landgraf, G. Freckmann und L. Heinemann. "Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes Mellitus". In: *Diabetologie und Stoffwechsel* 12.2 (2017), S. 94–100.
- [158] C. Nedopil, C. Schaubert und S. Glende. *AAL Stakeholders and their Requirements*. 2013. URL: http://www.aal-europe.eu/wp-content/uploads/2015/02/AALA_Knowledge-Base_YOUSE_online.pdf (besucht am 30.04.2018).
- [159] M. R. Nelson, J. Stepanek, M. Cevette, M. Covalciuc, R. T. Hurst und A. J. Tajik. "Noninvasive Measurement of Central Vascular Pressures With Arterial Tonometry: Clinical Revival of the Pulse Pressure Waveform?" In: *Mayo Clinic Proceedings* 85.5 (2010), S. 460–472.

- [160] J. Nielsen. “The Use and Misuse of Focus Groups”. In: *IEEE Software* 14.1 (1997), S. 94–95.
- [161] D. A. Norman und S. W. Draper. *User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, USA: L. Erlbaum Associates Inc., 1986.
- [162] J. Oberzaucher, K. Werner, H. P. Mairböck, C. Beck, P. Panek, W. Hlauschek und W. L. Zagler. “A Videophone Prototype System Evaluated by Elderly Users in the Living Lab Schwechat”. In: *HCI and Usability for e-Inclusion*. Hrsg. von A. Holzinger und K. Miesenberger. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, S. 345–352.
- [163] OECD. *Long-term Care for Older People*. 2005. ISBN: 978-9264008489.
- [164] G. Ogedegbe und T. Pickering. “Principles and Techniques of Blood Pressure Measurement”. In: *Cardiology Clinics* 28.4 (2010), S. 571–586.
- [165] R. de Oliveira, M. Cherubini und N. Oliver. “MoviPill: Improving Medication Compliance for Elders Using a Mobile Persuasive Social Game”. In: *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing*. UbiComp ’10. New York, NY, USA: ACM, 2010, S. 251–260.
- [166] N. S. Oliver, C. Toumazou, A. E. G. Cass und D. G. Johnston. “Glucose Sensors: A Review of Current and Emerging Technology”. In: *Diabetic Medicine* 26.3 (2009), S. 197–210.
- [170] D. Pal, T. Triyason und S. Funikul. “Smart Homes and Quality of Life for the Elderly: A Systematic Review”. In: *2017 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*. 2017, S. 413–419.
- [171] P. Panek und P. Mayer. “Initial Interaction Concept for a Robotic Toilet System”. In: *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. HRI ’17. New York, NY, USA: ACM, 2017, S. 249–250.
- [172] P. Panek, H. Dangl, D. Krainer, S. Leipold, P. Mayer, J. Oberzaucher, M. Rauhala, D. Thaler, C. Wagner, F. Werner, K. Werner und W. L. Zagler. “Integration komplementärer AAL Systeme zu einem modularen und flexiblen Produkt zur Sturzerkennung und Alltagsunterstützung”. In: Frankfurt, 2015, S. 190–199.
- [173] National Public Health Partnership. *Preventing Chronic Disease: A Strategic Framework*. The Partnership, 2001. URL: <http://www.health.vic.gov.au/archive/archive2014/nphp/publications/strategies/chrondis-bgpaper.pdf>.
- [174] J. N. Petrie und K. A. Schneider. “Mixed-Fidelity Prototyping of User Interfaces”. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Interactive Systems: Design, Specification, and Verification*. DSVIS’06. Dublin, Ireland: Springer-Verlag, 2006, S. 199–212.
- [175] E. A. Phelan, L. A. Anderson, A. Z. Lacroix und E. B. Larson. “Older Adults’ Views of “Successful Aging”—How Do They Compare with Researchers’ Definitions?” In: *Journal of the American Geriatrics Society* 52.2 (2004), S. 211–216.
- [177] T. G. Pickering, J. E. Hall, L. Appel, B. Falkner, J. Graves, M. N. Hill, D. W. Jones, T. Kurtz, S. G. Sheps und E. Roccella. “Recommendations for Blood Pressure Measurement in Humans and Experimental Animals: Part 1: Blood Pressure Measurement in Humans: A Statement for Professionals From the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research”. In: 111 (2005), S. 697–716.
- [178] A. M. Prentice. “Macronutrients as Sources of Food Energy”. In: *Public Health Nutrition* 8.7a (2005), S. 932–939.

- [179] V. Pérez-Jover, J. J. Mira, C. Carratala-Munuera, F. V. Gil-Guillen, J. Basora, A. López-Pineda und D. Orozco-Beltrán. “Inappropriate Use of Medication by Elderly, Polymedicated, or Multipathological Patients with Chronic Diseases”. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15.2 (2018).
- [180] J. Pruitt und J. Grudin. “Personas: Practice and Theory”. In: *Proceedings of the 2003 Conference on Designing for User Experiences*. DUX '03. New York, NY, USA: ACM, 2003, S. 1–15.
- [182] R. Quam, I. Martínez, C. Lorenzo, A. Bonmatí, M. Rosa, P. Jarabo und J. L. Arsuaga. “Studying Audition in Fossil Hominins: A New Approach to the Evolution of Language?”. In: *Psychology of Language*. New York, NY, USA: Nova Science Publishers, 2012, S. 1–37.
- [183] I. Qudah, O. Leijdekkers und V. Gay. “Using Mobile Phones to Improve Medication Compliance and Awareness for Cardiac Patients”. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. PETRA '10. New York, NY, USA: ACM, 2010.
- [184] M. Rauhala, P. Panek, K. Werner und W. Fuchs. “Ethical and Legal Aspects of an AAL System Supporting Night Care in Residential Care”. In: *Ambient Assisted Living: 8. AAL-Kongress 2015, Frankfurt/M, April 29-30. April, 2015*. Hrsg. von R. Wichert und H. Klausning. Cham: Springer International Publishing, 2016, S. 97–108.
- [185] S. C. Reinhard, B. Given, N. H. Petlick und A. Bemis. “Supporting Family Caregivers in Providing Care”. In: (2008).
- [186] M. Roden. “Diabetes Mellitus—Definition, Klassifikation und Diagnose”. In: *Acta Medica Austriaca* 31.5 (2004), S. 156–157.
- [187] S. Ronglong, C. Sookplang, C. Arpnikanondt und V. Vanijja. “Design of a Medication Reminder and Feedback System for Thai Elders”. In: *2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCIS)*. Bd. 1. 2012, S. 44–49.
- [188] J. Rudd, K. Stern und S. Isensee. “Low vs. High-Fidelity Prototyping Debate”. In: *interactions* 3.1 (1996), S. 76–85.
- [189] B. de Ruyter und E. Pelgrim. “Ambient Assisted-living Research in Carelab”. In: *Interactions* 14.4 (2007), S. 30–33.
- [190] M. de Sá, L. Carriço, L. Duarte und T. Reis. “A Mixed-Fidelity Prototyping Tool for Mobile Devices”. In: *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*. AVI '08. New York, NY, USA: ACM, 2008, S. 225–232.
- [191] N. Saquib, M. T. I. Papon, I. Ahmad und A. Rahman. “Measurement of Heart Rate using Photoplethysmography”. In: *2015 International Conference on Networking Systems and Security (NSysS)*. 2015, S. 1–6.
- [193] E. G. Schellenberg, P. Iverson und M. C. Mckinnon. “Name That Tune: Identifying Popular Recordings from Brief Excerpts”. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 6.4 (1999), S. 641–646.
- [194] I. Schmutterer, J. Delcour und R. Griebler. *Österreichischer Diabetesbericht 2017*. Jahresbericht. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017.
- [195] G. Schreier, M. Schwarz, R. Modre-Osprian, P. Kastner, D. Scherr und F. Fruhwald. “Design and Evaluation of a Multimodal mHealth based Medication Management System for Patient Self Administration”. In: *2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. 2013, S. 7270–7273.

- [196] F. Schütze. “Biographieforschung und narratives Interview”. In: *Neue Praxis* 13.3 (1983), S. 283–293.
- [197] K. Seaborn, J. Edey, G. Dolinar, M. Whitfield, P. Gardner, C. Branje und D. I. Fels. “Accessible Play in Everyday Spaces: Mixed Reality Gaming for Adult Powered Chair Users”. In: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 23.2 (2016), 12:1–12:28.
- [198] R. Sefelin, M. Tscheligi und V. Giller. “Paper Prototyping - What is It Good for?: A Comparison of Paper- and Computer-Based Low-Fidelity Prototyping”. In: *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. CHI EA '03. New York, NY, USA: ACM, 2003, S. 778–779.
- [199] B. Shneiderman. “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”. In: *Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Visual Languages*. VL '96. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1996, S. 336–343.
- [200] S. L. Slabaugh, V. Maio, M. Templin und S. Abouzaid. “Prevalence and Risk of Polypharmacy among the Elderly in an Outpatient Setting”. In: *Drugs & Aging* 27.12 (2010), S. 1019–1028.
- [201] W. H. Smart und K. Subramanian. “The Use of Silicon Microfabrication Technology in Painless Blood Glucose Monitoring”. In: *Diabetes Technology & Therapeutics* 2.4 (2000), S. 549–559.
- [202] C. Snyder. *Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2003. ISBN: 978-1558608702.
- [203] Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger. *Die österreichische Sozialversicherung in Zahlen*. Jahresbericht 41. 2018.
- [204] A. Spoor. “Presbycusis Values in Relation to Noise Induced Hearing Loss”. In: *International Audiology* 6.1 (1967), S. 48–57.
- [205] J. P. Spradley. *The Ethnographic Interview*. Holt, Rinehart und Winston, 1979. ISBN: 978-0030444968.
- [206] International Organization for Standardization. *ISO 13407 - Human-Centred Design Processes for Interactive Systems*. Freiburg i.B., 1999.
- [207] International Organization for Standardization. *ISO 9241-11 - Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability*. Freiburg i.B., 1998.
- [208] International Organization for Standardization. *ISO 9241-210 - Human-Centred Design Processes for Interactive Systems*. Freiburg i.B., 2008.
- [210] J. C. Stevens, L. M. Bartoshuk und W. S. Cain. “Chemical Senses and Aging: Taste Versus Smell”. In: *Chemical Senses* 9.2 (1984), S. 167–179.
- [211] B. Still und J. Morris. “The Blank-Page Technique: Reinvigorating Paper Prototyping in Usability Testing”. In: *IEEE Transactions on Professional Communication* 53.2 (2010), S. 144–157.
- [212] H. L. Stuckey. “Three Types of Interviews: Qualitative Research Methods in Social Health”. In: *Journal of Social Health and Diabetes* 1.2 (2013), S. 56–59.
- [213] J. Sunwoo, W. Yuen, C. Lutteroth und B. Wünsche. “Mobile Games for Elderly Healthcare”. In: *Proceedings of the 11th International Conference of the NZ Chapter of the ACM Special Interest Group on Human-Computer Interaction*. CHINZ '10. New York, NY, USA: ACM, 2010, S. 73–76.

- [214] R. Suzman, J. R. Beard, T. Boerma und S. Chatterji. "Health in an Ageing World — What Do We Know?" In: *The Lancet* 385.9967 (2014), S. 484–486.
- [215] T. Suzuki, Y. Jose und Y. Nakauchi. "A Touchscreen-Equipped Medicine Case as a Medical Interface for Assisting an Elderly Person in Medication Management". In: *Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE*. 2011, S. 5335–5338.
- [216] H. Tanaka, K. D. Monahan und D. R. Seals. "Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited". In: *Journal of the American College of Cardiology* 37.1 (2001), S. 153–156.
- [218] S. Teles, A. R. Castro und C. Paúl. *Decision Support Solutions for Independent Living using an Intelligent AAL Product and Service Cloud - Stakeholder and Target Groups Report*. 2015. URL: https://project.activeadvice.eu/wp-content/uploads/ActiveAdvice_D2.2-Stateholder-and-Target-Groups-Report_revision.pdf (besucht am 10. 05. 2018).
- [219] K. Tonyushkina und J. H. Nichols. "Glucose Meters: A Review of Technical Challenges to Obtaining Accurate Results". In: *Journal of Diabetes Science and Technology* 3.4 (2009), S. 971–980.
- [220] European Union. *Commission Staff Working Document on the Union's Participation on the Active and Assisted Living (AAL) Research and Development Programm*. Arbeitsbericht. European Union, 2013. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013SC0252&from=EN>.
- [221] European Union. *Final Evaluation of the Ambient Assisted Living Joint Programme*. Abschlussbericht. European Union, 2013. URL: <http://www.aal-europe.eu/wp-content/uploads/2015/05/Final-report-of-the-AAL-Busquin-2013.pdf>.
- [223] G. Van Den Broek, F. Cavallo und C. Wehrmann. *AALIANCE Ambient Assisted Living Roadmap*. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 2010. ISBN: 978-1607504986.
- [224] S. K. Vashist. "Non-Invasive Glucose Monitoring Technology in Diabetes Management: A Review". In: *750th Anniversary Volume 750* (2012).
- [225] E. R. van Veldhoven, M. H. Vastenburg und D. V. Keyson. "Designing an Interactive Messaging and Reminder Display for Elderly". In: *Ambient Intelligence*. Hrsg. von E. Aarts, J. L. Crowley, B. de Ruyter, H. Gerhäuser, A. Pflaum, J. Schmidt und R. Wichert. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, S. 126–140.
- [226] N. Verdezoto, E. Grönvall, S. Vincentz und S. Rostgaard Thielsen. *Exploring Challenges of Self-Monitoring for Senior Adults*. Workshop on Bridging Clinical and Non-clinical Health Practices: Opportunities and Challenges at CHI 2012, May 5-10, Austin, Texas. 2012.
- [227] N. X. Verdezoto und J. Wolff Olsen. "Personalized Medication Management: Towards a Design of Individualized Support for Elderly Citizens at Home". In: *Proceedings of the 2Nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*. IHI '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, S. 813–818.
- [228] M. Vergara, P. Díaz-Hellín, J. Fontecha, R. Hervás, C. Sánchez-Barba, C. Fuentes und J. Bravo. "Mobile Prescription: An NFC-Based Proposal for AAL". In: *2010 Second International Workshop on Near Field Communication*. 2010, S. 27–32.
- [231] K. Wada und T. Shibata. "Robot Therapy in a Care House - Its Sociopsychological and Physiological Effects on the Residents". In: *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006*. 2006, S. 3966–3971.

- [232] K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Sakamoto und K. Tanie. "Psychological and Social Effects of One Year Robot Assisted Activity on Elderly People at a Health Service Facility for the Aged". In: *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation*. 2005, S. 2785–2790.
- [234] I. Wandless und J. W. Davie. "Can Drug Compliance in the Elderly be Improved?" In: *The British Medical Journal* 1.6057 (1977), S. 359–361.
- [235] M. Wang, P. H. Tsai, J. W. S. Liu und J. K. Zao. "Wedjat: A Mobile Phone Based Medicine In-take Reminder and Monitor". In: *Bioinformatics and BioEngineering, 2009. BIBE '09. Ninth IEEE International Conference on*. 2009, S. 423–430.
- [236] M. Ward und J. A. Langton. "Blood Pressure Measurement". In: *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain* 7.4 (2007), S. 122–126.
- [237] D. Warnock, M. R. McGee-Lennon und S. A. Brewster. "The Role of Modality in Notification Performance". In: *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*. Hrsg. von P. Campos, N. Graham, J. Jorge, N. Nunes, P. Palanque und M. Winckler. Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 572–588.
- [238] F. Werner, J. Diermaier, S. Schmid und P. Panek. "Fall Detection with Distributed Floor-Mounted Accelerometers: An Overview of the Development and Evaluation of a Fall Detection System within the Project eHome". In: *2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*. 2011, S. 354–361.
- [239] C. D. Wickens. "Multiple Resources and Performance Prediction". In: *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 3.2 (2002), S. 159–177.
- [240] M. M. Wickremaratchi und J. G. Llewelyn. "Effects of Ageing on Touch". In: *Postgraduate Medical Journal* 82.967 (2006), S. 301–304.
- [242] J. R. Williamson, M. R. McGee-Lennon und S. A. Brewster. "Designing Multimodal Reminders for the Home: Pairing Content with Presentation". In: *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimodal Interaction*. ICMI '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, S. 445–448.
- [243] L. E. Wood. "Semi-Structured Interviewing for UserCentered Design". In: *Interactions* 4.2 (1997), S. 48–61.
- [244] World Health Organization. *Guidelines on the Provision of Manual Wheelchairs in Less Resourced Settings*. Geneva: World Health Organization (WHO), 2008. URL: <http://www.who.int/disabilities/publications/technology/wheelchairguidelines/en/> (besucht am 28. 05. 2018).
- [245] World Health Organization und International Diabetes Federation. *Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycaemia*. Bericht. 2006. URL: http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2006/en/.
- [246] Y. Yanagida. "A Survey of Olfactory Displays: Making and Delivering Scents". In: *SENSORS, 2012 IEEE*. 2012, S. 1–4.
- [247] K. Yu, C. Lam, M. Chang, W. Mou, S. H. Tseng und L. C. Fu. "An Interactive Robotic Walker for Assisting Elderly Mobility in Senior Care Unit". In: *2010 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts*. 2010, S. 24–29.
- [248] N. Zimmermann und K. Habimana. *Arzneimittelausgaben in Österreich*. Ergebnisbericht. Gesundheit Österreich GmbH, 2017. URL: https://goeg.at/Arzneimittelausgaben_OE.

Online-Referenzen

- [2] AAT. *Beispiele neuartiger Technischer Assistenzsysteme für ältere Menschen*. 2015. URL: https://www.aat.tuwien.ac.at/AAL_TU/poster-AAT-v08.pdf (besucht am 11. 05. 2018).
- [3] ABSV. *Allgemeiner Blinden- und Sehbehindertenverein Berlin gegr. 1874 e. V.* 2019. URL: <https://absv.de/> (besucht am 12. 02. 2019).
- [7] Gesundheit und Konsumentenschutz Bundesministerium für Arbeit Soziales. *Diabetes*. 2018. URL: <https://www.gesundheit.gv.at/krankheiten/stoffwechsel/diabetes/inhalt> (besucht am 25. 09. 2018).
- [8] Gesundheit und Konsumentenschutz Bundesministerium für Arbeit Soziales. *Pflegegeld*. 2018. URL: https://www.sozialministerium.at/site/Pension_Pflege/Pflege_und_Betreuung/Hilfe_Finanzielle_Unterstuetzung/Pflegegeld/ (besucht am 11. 04. 2018).
- [13] AAL Association. *Active and Assisted Living Programme - ICT for ageing well*. 2018. URL: <http://www.aal-europe.eu/> (besucht am 08. 04. 2018).
- [15] American Heart Association. *Understanding Blood Pressure Readings*. 2017. URL: <http://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/understanding-blood-pressure-readings> (besucht am 23. 09. 2018).
- [16] AAL Austria. *AAL Vision Österreich - Positionspapier*. 2015. URL: http://www.aal.at/wp-content/uploads/2016/02/AAL_Vision_%C3%96_Positionspapier_final_online_27042015.pdf (besucht am 10. 05. 2018).
- [17] Statistik Austria. *Betreuungs- und Pflegedienste*. 2016. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/sozialeleistungen_auf_landesebene/betreuungs_und_pflegedienste/index.html (besucht am 11. 04. 2018).
- [18] Statistik Austria. *Bundespflegegeld*. 2017. URL: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/sozialeleistungen_auf_bundesebene/bundespflegegeld/index.html (besucht am 11. 04. 2018).
- [19] Statistik Austria. *Gesundheitsausgaben in Österreich*. 2017. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsausgaben/index.html (besucht am 04. 11. 2018).
- [20] Statistik Austria. *IKT-Einsatz in Haushalten 2017*. 2018. URL: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/informationsgesellschaft/ikt-einsatz_in_haushalten/index.html (besucht am 01. 05. 2018).
- [21] Statistik Austria. *Todesursachen gesamt*. 2017. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/todesursachen/todesursachen_im_ueberblick/index.html (besucht am 23. 09. 2018).
- [24] LLC Balsamiq Studios. *Balsamiq. Rapid, Effective and Fun Wireframing Software*. URL: <https://balsamiq.com/> (besucht am 18. 05. 2019).
- [45] Bundeskanzleramt. *Arbeitsprogramm der österreichischen Bundesregierung 2013 bis 2018*. 2013. URL: <https://www.justiz.gv.at/web2013/home/justiz/aktuelles/aeltere-beitraege/2013/arbeitsprogramm-der-oesterreichischen-bundesregierung-2013-bis-2018~2c94848642ec5e0d0142fa2de.html> (besucht am 11. 04. 2018).
- [46] Bundeskanzleramt. *Arzneimittelgesetz*. 1983. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010441> (besucht am 02. 12. 2018).
- [48] Trust International B.V. *Leto Compact 2.0 Speaker Set*. URL: <https://www.trust.com/de/product/19830-letto-2-0-speaker-set-black> (besucht am 22. 05. 2019).

- [49] Abbott Diabetes Care. *Freestyle Libre System*. URL: <https://www.freestyle-diabetes.at/produkte/freestyle-libre/> (besucht am 03. 11. 2018).
- [64] Medtronic Diabetes. *Minimed 640G Insulinpumpe*. URL: <http://www.medtronic.com/de-de/diabetes/home/produkte/insulinpumpe/minimed-640g-insulinpumpe.html> (besucht am 03. 11. 2018).
- [73] H2 Database Engine. *H2 Database Engine*. URL: <https://www.h2database.com/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [75] Bartosz Firyn. *Webcam Capture in Java*. URL: <http://webcam-capture.sarxos.pl/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [77] Apache Software Foundation. *Apache Log4j 2*. URL: <https://logging.apache.org/log4j/2.x/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [78] Apache Software Foundation. *Apache Maven Project*. URL: <https://maven.apache.org/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [79] Raspberry Pi Foundation. *OMXPlayer: An accelerated command line media player*. URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/raspbian/applications/omxplayer.md> (besucht am 07. 10. 2019).
- [80] Raspberry Pi Foundation. *Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi*. URL: <https://www.raspberrypi.org/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [83] Friends of Fritzing Foundation. *Fritzing Fritzing*. URL: <https://fritzing.org/home/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [84] Sadayuki Furuhashi. *MessagePack: It's like JSON. but fast and small*. URL: <https://msgpack.org/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [90] Hans Braxmeier & Simon Steinberger GbR. *Atemberaubende kostenlose Bilder · Pixabay*. URL: <https://pixabay.com/>.
- [92] Gilles Gigan. *v4l4j*. URL: <https://code.google.com/archive/p/v4l4j/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [94] DFKI GmbH. *PAVOQUE Corpus of Expressive Speech*. URL: <https://github.com/marytts/pavoque-data> (besucht am 07. 10. 2019).
- [95] DFKI GmbH. *The MARY Text-to-Speech System (MaryTTS)*. URL: <http://mary.dfki.de/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [96] ELGA GmbH. *Meine elektronische Gesundheitsakte*. URL: <https://elga.gv.at/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [97] GS1 Austria GmbH. *Pharmazentralnummer PZN*. URL: <https://www.gs1.at/identifikationsnummern/weitere-identifikationsnummern/pharmazentralnummer-pzn.html> (besucht am 07. 10. 2019).
- [98] Olmatic GmbH. *Produkte der Olmatic GmbH*. URL: <https://olmatic.de/produkte/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [117] IKEA. *Hej bei IKEA Österreich*. URL: <https://www.ikea.com/at/de/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [144] Paul BSTÄNDIG Gesellschaft m.b.H. *Medikamentendispenser Medi-7*. URL: <https://www.bstaendig.at/medikamentendispenser-medi-7.html> (besucht am 20. 01. 2019).
- [167] OpenJFX. *JavaFX*. URL: <https://openjfx.io/> (besucht am 22. 05. 2019).
- [168] Oracle. *Java SE*. URL: <https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/index.html> (besucht am 22. 05. 2019).
- [169] World Health Organisation. *Global Health Observatory (GHO) data*. URL: http://www.who.int/gho/urban_health/en/ (besucht am 10. 05. 2018).

- [176] Ludwig-Maximilians-Universität Fakultät für Physik. *Erregungsleitung am Herzen*. URL: <https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/piko/material/medizintechnik/medizintechnik/herz/herz.html> (besucht am 20. 09. 2018).
- [181] QOS.ch. *Simple Logging Facade for Java (SLF4J)*. URL: <https://www.slf4j.org/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [192] Mirjam Schaper. *Mobiler Toilettenstuhl mit Aufstehhilfe macht Alten- und Krankenpflege leichter*. 2013. URL: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20131113_OTS0173/mobiler-toilettenstuhl-mit-aufstehhilfe-macht-alten-und-krankenpflege-leichter-bild (besucht am 11. 05. 2018).
- [209] BMG Österreich, ELGA GmbH, FH Technikum Wien und Bundesrechenzentrum. *Publikationsumgebung Terminologie-Browser*. URL: <https://termpub.gesundheit.gv.at/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [217] ZXing Team. *ZXing ("Zebra Crossing") barcode scanning library for Java, Android*. URL: <https://code.google.com/archive/p/v414j/> (besucht am 07. 10. 2019).
- [222] L. Urbas und J. Ziegler. *Usability Engineering 2: Grundlagen Usability Engineering und Requirements Engineering*. 2014.
- [229] Innovation und Technologie Bundesministerium für Verkehr. *Active and Assisted Living (AAL) Research and Development Programme*. 2018. URL: <https://www.bmvit.gv.at/innovation/ikt/aal.html> (besucht am 08. 04. 2018).
- [230] Kuratorium für Verkehrssicherheit. *Verletzte nach Alter und Lebensbereich (2017)*. 2017. URL: <https://unfallstatistik.kfv.at/index.php/haushalt/verletzte-nach-lebensbereich-2017> (besucht am 03. 08. 2018).
- [233] Bill Wake. *INVEST in Good Stories, and SMART Tasks*. 2013. URL: <https://xp123.com/articles/invest-in-good-stories-and-smart-tasks/> (besucht am 12. 05. 2019).
- [241] Technische Universität Wien. *Intelligent Sanitary Unit for Disabled and Elderly People*. 2017. URL: https://cordis.europa.eu/project/rcn/96663_en.html (besucht am 11. 05. 2018).

A Anhang

A.1 Fragebogen Anforderungsanalyse (Iteration 1)

Kategorie	Frage
Demographische Daten	Geburtsjahr
	Alter
	Geschlecht
	(ehemaliger) Beruf
Persönliches Umfeld	Lebenssituation (allein, mit PartnerIn, Wohngemeinschaft, ...)
	Wohnsituation (Wohnung, Haus, betreutes Wohnen, Bettenstation, ...)
	Bekommen Sie regelmäßig Besuch? Wenn ja, von wem und wie oft?
	Mit wem sprechen Sie über Themen zu Ihrer Gesundheit?
Gesundheitszustand	Welche bekannten Erkrankungen haben Sie (grobe Kategorien wie z.B. Herz, Lunge, Blutdruck, Blutzucker, ...)?
	Haben Sie motorische Einschränkungen? Wenn ja, welche?
	Haben Sie öfters Probleme, sich an Sachen zu erinnern?
Medikamente	Nehmen Sie aktuell Medikamente ein? (falls nein: keine weiteren Fragen dieses Blocks)
	Wie viele Medikamente müssen Sie derzeit regelmäßig einnehmen?
	Welche Medikamente müssen Sie einnehmen? Welche sind Dauermedikamente, welche müssen Sie nur bei Bedarf einnehmen?
	Wie nehmen Sie diese Medikamente normalerweise ein?
	Dokumentieren Sie die Einnahme der Medikamente? Wenn ja, wie?
	Wie organisieren Sie die Einnahme der Medikamente (z.B. Erinnerungshilfen, Medikamentendispenser)

		Wäre es für Sie eine Hilfe, wenn ihre Medikamentenliste sowie Ihre Einnahmen an einer zentralen Stelle dokumentiert wäre?
		Ist es schon einmal vorgekommen, dass Sie eine Einnahme vergessen haben? Wenn ja, wie oft kommt dies vor?
		Haben Sie Probleme mit Ihren Medikamenten oder deren Einnahme? (z.B. Aussehen, Verpackung, Namen, Beschaffenheit)
Vitalparameter		Erheben Sie regelmäßig Ihre Vitalparameter (z.B. Blutdruck, Herzfrequenz, ...)? (falls nein: keine weiteren Fragen dieses Blocks)
		Welche Vitalparameter erheben Sie? Warum messen Sie diese und wie häufig?
		Dokumentieren Sie die gemessenen Werte? Wenn ja, wie?
		Falls Sie ihre Messwerte dokumentieren: Warum dokumentieren Sie ihre Messwerte? Werden diese z.B. von einer Ärztin bzw. einem Arzt ausgewertet?
		Hat ein bestimmter Messwert eine Auswirkung (z.B. andere Medikamentendosis?)
		Haben Sie Probleme bei der Durchführung oder Dokumentation der Messung
Erinnerungen (Allgemein)		Gibt es weitere Ereignisse oder Aktivitäten, an die Sie sich erinnern müssen (z.B. Termine, Geburtstage, ...)?
		Benötigen Sie Unterstützung bei der Erinnerung an diese? Wenn ja, welche Unterstützungen verwenden Sie?
		Welche Benachrichtigungsmodalitäten (visuell, auditiv, taktil, olfaktorisch) sagen Ihnen am meisten zu?
Technische Erfahrungen		Besitzen Sie ein Mobiltelefon / Smartphone / Tablet o.Ä.? Wenn ja, welche?
		Haben Sie bereits Erfahrungen mit Geräten mit Touch-Bedienung gemacht? Wenn ja, welche?

Tabelle A.1: Interviewleitfaden zur Erhebung der ersten Anforderungen in Iteration 1.

A.2 Aufgabenbeschreibung Papier-Prototyp (Iteration 2)

A.2.1 Aufgabe 1

Benutzer anlegen

Im ersten Schritt müssen Sie einen neuen Benutzer anlegen. Dieser Benutzer soll als Begleitbild einen **Hund** haben. Die Farbe des Benutzers soll **gelb** sein. Sie wollen alle Möglichkeiten ausschöpfen, deswegen wählen Sie alle Optionen aus, die Ihnen angeboten werden. Diese sind:

- Einnahme von Medikamente
- Blutdruck-Messungen
- Zucker-Messungen
- Flüssigkeits-Erinnerungen
- Terminerinnerungen

Nachdem Sie den Benutzer erstellt haben, wählen Sie dieses aus und melden sich damit am System an.

Medikament hinzufügen

Sie wollen regelmäßig daran erinnert werden, ein Medikament einzunehmen. Dieses Medikament heißt **Profenid** (Packung). Das Medikament soll mithilfe der Kamera und des **Strichcodes**, der auf der Packung aufgedruckt ist, erkannt werden. Sie wollen **keinen Hinweis** für das Medikament angeben. Sie wollen mit der **Einnahme am <Datum> beginnen**, jedoch noch kein Ende angeben. Das Medikament müssen Sie nur am **Montag, Donnerstag und Samstag einnehmen**. Dafür nehmen Sie an **jedem dieser Wochentage** das Medikament nach **demselben Einnahmeplan** ein. **Morgens** müssen Sie **1 Stück**, am **Abend 2 Stück** einnehmen.

Erinnerung an Blutdruck-/Herzfrequenz-Messung hinzufügen

Sie wollen regelmäßig daran erinnert werden, Ihren **Blutdruck** und Ihre **Herzfrequenz** zu messen. Sie wollen **jeden 2. Tag um 14:00** daran erinnert werden. Sie wollen **morgen zum ersten Mal** daran erinnert werden, aber **kein Ende** festlegen.

Flüssigkeitsziel festlegen & Flüssigkeitsaufnahme protokollieren

Sie wollen einen Überblick darüber behalten, wie viel Flüssigkeit sie täglich zu sich nehmen. Deswegen legen Sie sich ein neues, tägliches **Ziel** fest: **2 Liter pro Tag**. Nachdem sie Ihr neues Ziel eingestellt haben, tragen Sie ein, dass sie **soeben 250 ml** getrunken haben.

Abschluss

Zum Schluss wechseln Sie wieder zurück zur Übersicht und melden sich ab.

A.2.2 Aufgabe 2

Wählen sie wieder Ihren Benutzer aus. Sie erkennen nun, dass Sie **2 offene Erinnerungen** haben. Deswegen wird ihnen sofort die Erinnerungs-Seite angezeigt.

Medikament einnehmen

Sie werden daran erinnert, ein **Medikament einzunehmen**. Dies wollen Sie nun tun. Hierbei nehmen sie Ihre **normale Dosis** ein, die das System vorschlägt. Zum Schluss wechseln sie wieder zurück zur Übersicht.

Blutdruck/Herzfrequenz eingeben

Sie werden daran erinnert, Ihren **Blutdruck** zu messen. Dies machen Sie auch. Ihr Blutdruckmessgerät zeigt einen Blutdruck von **120 / 80** mit einer Herzfrequenz von **98** an. Diese Werte speichern sie nun ab. Zum Schluss wechseln sie wieder zurück zur Übersicht.

Anzeige der Messungen

Sie wollen sich eine **vergangene Blutdruck/Herzfrequenz-Messung** ansehen, die Sie vor einer längeren Zeit getätigt haben. Die Werte wollen Sie sich in Form einer Tabelle anzeigen lassen. Sie interessieren sich für den Wert am

- 1 Juli 2016 um 15:00 und
- 3. Juli 2016 um 12:00

Zum Schluss wechseln Sie wieder zurück in die Übersicht und melden ihren Benutzer ab.

A.3 Aufgabenbeschreibung Prototyp (Iteration 3)

A.3.1 Aufgabe 1

Benutzer anlegen

Bevor Sie anfangen können, Ihre Medikamente einzuspeichern, müssen Sie zuerst einen neuen Benutzer für sich erstellen. Folgen Sie dazu den Schritten, die am Bildschirm angezeigt werden. Sie können Namen, Begleiter und Farbe frei und nach ihren Wünschen bestimmen. Bei der Auswahl, welche Funktionen Sie verwenden möchten, wählen Sie bitte alle vorhandenen aus.

Sobald Sie den Benutzer fertig erstellt haben, melden Sie sich bitte mit diesem an.

Medikamente hinzufügen

Fügen Sie mindestens zwei der Medikamente, die Sie regelmäßig einnehmen müssen, hinzu. Versuchen Sie primär, das Medikament mithilfe des aufgedruckten Strichcodes zu erkennen. Machen Sie dabei sowohl ein Foto von der Verpackung als auch von dem Medikament selbst (Tablette, Tube, etc.). Falls spezielle Einnahmeverfahren gelten, können Sie dies als Hinweis hinzufügen. Versuchen Sie die Dosierung, in welcher Sie das Medikament einnehmen sollen, exakt einzutragen.

Ausweichdaten

- **Voltadol Forte Schmerzgel**, ab dem morgigen Tag bis auf weiteres, immer morgens und abends auf der schmerzhaften Körperregion anwenden
- **Mexalen 500 mg Tabletten**, ab dem heutigen Tag für eine Woche, immer morgens und mittags eine Tablette und abends zwei Tabletten einnehmen

Messerinnerung hinzufügen

Sie wollen regelmäßig an die Durchführung von Blutdruck/Herzfrequenz und/oder Blutzuckermessungen erinnert werden. Fügen Sie dazu mindestens zwei Erinnerungen zu den Zeitpunkten, an denen Sie Ihre Werte messen wollen, hinzu. Dabei können Sie die Erinnerung täglich, wöchentlich oder monatlich wiederholen lassen (z.B. Erinnerung einmal in der Woche am Montag).

Ausweichdaten

- **Blutdruck-/Herzfrequenzmessung**, täglich morgens um 9:00
- **Blutzuckermessung**, täglich morgens um 9:30 und abends um 19:00

Termin hinzufügen

Sie wollen an bestimmte Termine oder Ereignisse, die einmalig (z.B. ärztlicher Termin) oder regelmäßig (z.B. „Müll entsorgen“) stattfinden, erinnert werden. Tragen Sie dazu mindestens zwei Erinnerungen ein. Dabei können Sie auch angeben, ob Sie mit einer bestimmten Vorlaufzeit (z.B. 1 Stunde bevor der Termin stattfindet) daran erinnert werden möchten.

Ausweichdaten

- **Einmaliger Kontrolltermin bei der Lungenfachärztin bzw. dem Lungenfacharzt**, nächste Woche Montag um 10:30 (Erinnerung 2 Stunden vorher starten)
- **Blumengießen**, jeden zweiten Tag um 10:00

Flüssigkeitsziel festlegen

Sie wollen mehr Flüssigkeit zu sich nehmen, da Sie öfter darauf vergessen oder nicht mehr wissen, wieviel sie heute schon getrunken haben. Dazu wollen Sie sich ein tägliches Ziel setzen.

Ausweichdaten

- **Tägliches Ziel**: 2 Liter / Tag

A.3.2 Aufgabe 2

Medikament einnehmen

Die Lampe steht in ihrer Wohnung und beginnt nun zu leuchten bzw. einen Ton abzugeben. Sie werden daran erinnert, das zuvor eingegebene Medikament einzunehmen. Dies wollen Sie nun auch machen und diese Einnahme bestätigen.

Blutdruck/Herzfrequenz- oder Blutzuckermessung eintragen

Sie haben soeben Messwerte zu ihrem Blutdruck/Herzfrequenz bzw. Blutzucker erhoben und wollen diese nun eintragen, obwohl Sie derzeit nicht daran erinnert wurden.

Ausweichdaten

- **Blutdruck/Herzfrequenzmessung**: 125/80 mmHg bei 85 Herzschlägen pro Minute

Messwerte ansehen

Nachdem Sie die aktuelle Messung eingegeben haben, wollen Sie sich ihre bisherigen Werte für Ihren Blutdruck bzw. ihre Herzfrequenz ansehen. Dabei interessieren Sie vor allem die Messungen, die sie vor einer Woche am Montag durchgeführt haben. Wie hoch war Ihr Blutdruck an diesem Tag?

Flüssigkeit trinken

Schlussendlich haben sie zwei Gläser Leitungswasser getrunken und wollen dies sofort eintragen. Nachdem Sie dies erledigt haben, wollen Sie sich ansehen, an welchen Tagen dieser Woche Sie ihr Ziel erreicht haben.

A.3.3 Aufgabe 3**Dosierung anpassen**

Sie waren heute bei Ihrer Hausärztin bzw. Ihrem Hausarzt und sollen ein Medikament, welches Sie in Aufgabe 1 hinzugefügt haben, ab morgen mit einer anderen Dosierung einnehmen. Dazu öffnen Sie die Detailansicht des Medikamentes und sehen sich die Dosierung an. Nun wollen Sie die Änderungen, die ihnen verschrieben wurden, eintragen.

Ausweichdaten

- **Änderung:** Das Medikament soll nur mehr abends eingenommen werden.

Erinnerung beenden

Sie werden aktuell täglich daran erinnert, Ihre Blutdruck/Herzfrequenz-Messungen durchzuführen. Da Sie diese Erinnerung aber nicht mehr benötigen, wollen Sie diese wieder entfernen und die Werte nur mehr manuell eintragen, sobald Sie diese gemessen haben.