

Tinatel mobil - Analyse, Entwicklung und Evaluation eines mobilen Kommunikationsgerätes für eine Anwenderin mit motorischer Behinderung

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medizinische Informatik

eingereicht von

Georg Regal

Matrikelnummer: 0227291

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuer: Prof. Dr. Wolfgang Zagler
Mitwirkung: Dipl.-Ing. Paul Panek

Wien, 13.08.2014

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

Erklärung zur Verfassung der Arbeit

Georg Regal
Hartigstraße 24, 2340 Mödling

„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.“

Mödling, 13.8.2014

Abstract

In this work, a mobile Alternative Augmentative Communication (AAC) device for a dedicated speech impaired user was developed. The device is an off-the-shelf Netbook mounted on the user's wheelchair and is controlled with a stick mounted on the head (headstick).

This work is done as a user centred design process, based on the UserFit-Methodology and a scenario based design approach by Benyon und Macaulay. After a survey about the state of the art and related commercial products a requirement analysis in strong cooperation with the user was conducted. The requirements were translated into scenarios and a prototype was designed and developed.

The resulting system provides communication over text-to-speech technology with persons in the same room and over the telephone using Voice over IP (VoIP) technology. Apart from text-to-speech communication, text based communication via short message service, email and instant messaging is possible as well. Especially, an interface was developed that allows transmission of text-to-speech synthesis over a digital telephone connection with Voice over IP.

The quality of service of text to speech communication is an important factor and thus was analysed in detail. Results show that text to speech over VoIP is possible, but a certain bandwidth is needed. Thus, a limitation of the system is that it cannot be used with mobile internet (3G).

The system has been deployed and evaluated in strong cooperation with the user. A first usability test showed that the system can be used successfully. A six month longterm evaluation revealed that there are problems with communication in a mobile context. In a local context the system is used successfully.

Based on these results ideas for further improvement have been collected. Especially a change of input method to single-switch was recommended by the user. By other students a platform with scan-matrix and single switch was developed as a bachelor-thesis at the Centre for Applied Assistive Technology (AAT), which shall be the base for the system in the future.

The idea for this work has been awarded with an honourable mention award at the "UNIKATE Ideenwettbewerb 2011".

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde ein mobiles Kommunikationsgerät, für eine nicht sprechende Anwenderin mit motorischen Behinderungen entwickelt. Als Gerät wird ein Netbook verwendet, welches am Rollstuhl der Anwenderin montiert ist und mit einem Kopfstab bedient wird.

Die Entwicklung wurde als User Centred Design Prozess mit Verwendung der UserFIT-Methodologie und des „Scenario based Design“ Ansatzes von Benyon und Macaulay durchgeführt. In enger Kooperation mit der Anwenderin wurde erhoben, welche Anforderungen das Kommunikationsgerät abdecken soll. Auf Basis dieser Anforderungen wurden Szenarios entwickelt, ein Prototyp entworfen und implementiert.

Das resultierende System deckt Text to Speech Kommunikation mit anwesenden Personen und über Telefon, sowie textbasierte Kommunikation über SMS, Email und Instant Messaging ab. Insbesondere wurde eine Schnittstelle entwickelt, welche es ermöglicht, aus Text synthetisierte Stimme (Text to Speech) über eine digitale Telefonverbindung (Voice over IP) zu übertragen.

Die Sprechqualität ist dabei ein wichtiger Faktor und wurde im Detail evaluiert. Die Studien zur Sprechqualität zeigen, dass eine ausreichende Sprechqualität mit mobilem Internet (3G) nicht erreicht wird, und daher Text to Speech Kommunikation über Voice over IP noch nicht flächendeckend möglich ist.

Im Rahmen eines ersten Usability Tests mit der Anwenderin konnte gezeigt werden, dass das System erfolgreich verwendet werden kann. Allerdings zeigte sich nach einer Langzeitevaluierung, dass noch Probleme bei der Kommunikation im mobilen Kontext bestehen. Lokal befindet sich das System erfolgreich im Einsatz.

In Zusammenarbeit mit der Anwenderin wurde erarbeitet, wie das System verbessert werden kann. Insbesondere eine Änderung der Eingabemethode auf Einzelschalter wurde von der Anwenderin vorgeschlagen. Als Bachelorarbeit am AAT wurde von Kollegen eine Plattform mit Scan-Matrix und Einzelschalter entwickelt, auf dieser soll das System in Zukunft zum Einsatz kommen.

Die Idee dieser Diplomarbeit wurde mit dem Ehrenpreis des „UNIKATE Ideenwettbewerb 2011“ ausgezeichnet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	8
1 Überblick	11
1.1 Kontext der Arbeit	11
1.2 Gliederung der Arbeit	12
2 Augmentative and Alternative Communication	15
2.1 Welche Formen von Augmentative and Alternative Communication gibt es?	15
2.2 Eingabe-Technologie	17
2.3 Verwandte wissenschaftliche Arbeiten	21
2.4 Überblick über erhältliche AAC-Geräte	22
3 User Centred Design	27
3.1 Grundlagen des User Centred Design	27
3.2 Scenario Based Design	29
3.3 Menschen mit Behinderung im UCD	31
4 Anforderungsanalyse	37
4.1 Methodik	37
4.2 Nutzungskontext	38
4.3 Personas	39
4.4 Conceptual Scenarios	41
5 Entwurf des Prototypen	47
5.1 Beschreibung des Prototypen	47
5.2 Concrete Scenarios	48
5.3 Zusammenfassung	58
6 Implementierung der Schnittstellen	59
6.1 Voice over IP -Schnittstelle	59
6.2 SMS-Schnittstelle	69
6.3 Zusammenfassung	76
7 Design des Tinatel mobil	77
7.1 User Interface	77

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	9
7.2 Geräte- und System-Spezifikationen	86
7.3 Zusammenfassung	90
8 Evaluierung der Sprechqualität	91
8.1 Methode - ITU-T Recommendation P.800	91
8.2 Testaufbau	93
8.3 Analyse der Ergebnisse	96
8.4 Zusammenfassung der Sprechqualität Evaluierung	97
9 User Study zur alltagsnahen Evaluierung	103
9.1 Evaluierungsstrategie	104
9.2 Usability-Tests	104
9.3 Langzeitevaluierung	107
9.4 Zusammenfassung User Study	108
10 Conclusio	111
10.1 Zusammenfassung und Reflexion	111
10.2 Ausblick und mögliche zukünftige Entwicklungen	112
Literaturverzeichnis	115
Abbildungsverzeichnis	119
Tabellenverzeichnis	120
A Abkürzungsverzeichnis	123
B Evaluierungsdaten und Fragebögen	125
B.1 VoIP Sprachqualität Evaluierung - Daten	125
B.2 Fragebögen Userstudy	128
C Sub-Szenarien	129
C.1 Gespräch mit anwesender Person	129
C.2 SMS empfangen	129
C.3 SMS senden	130
C.4 Telefonanruf (abgehend) / eingehender Ruf	131
C.5 Telefonanruf (abgehend) / abgehender Ruf	132
C.6 Internetverbindung herstellen / beenden	132
C.7 Anrufbeantworter abfragen	133
C.8 E-Mail empfangen	134
C.9 E-Mail senden	134
C.10 Instant Messaging	135

Überblick

1.1 Kontext der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines mobilen Kommunikationsgeräts auf Basis eines Netbooks für eine Anwenderin mit motorischen Behinderungen. Die konkrete Anwenderin ist motorisch schwer behindert, kann selbst nicht sprechen, versteht aber, was man zu ihr sagt, und kann mit Hilfe des Computers oder einer Assistentin kommunizieren. Zur Bedienung des Computers verwendet sie einen Kopfstab, der mit einer helmartigen Konstruktion an ihrer Stirn befestigt ist.

Diese Arbeit steht dabei nicht isoliert da, sondern ist im Kontext einer längeren Zusammenarbeit zwischen dem Zentrum für Angewandte Assistierende Technologien der TU-Wien (AAT)¹ und der Anwenderin zu betrachten. Grafik 1.1 zeigt vorangegangene Projekte und an diese Arbeit anknüpfende Projekte.



Abbildung 1.1: Überblick über die Zusammenarbeit zwischen Anwenderin und AAT

Bereits in den 90er Jahren wurde von P. Panek ein Telefonsystem für die Anwenderin entworfen und implementiert (vgl. [Pan92, Pan93, Pan94]). Das System ermöglichte der Anwenderin, durch Sprach-Synthese von Text (Text to Speech) über eine Telefonverbindung zu kommunizieren. Dieses System war noch für AccessDOS geschrieben, d.h. es war rein textbasiert ohne grafisches User Interface. Dieses Telefonsystem wurde von der Anwenderin jahrelang erfolgreich verwendet.

Nachdem DOS und textbasierte Interfaces veraltet waren, entstand der Wunsch der Anwenderin nach einer neuen Version des Tinatel mit grafischer Benutzeroberfläche. Im Rahmen meiner Bachelorarbeit [Reg08, Reg10] wurde aufbauend auf den Arbeiten von P. Panek ein neues Telefonsystem für die Anwenderin entworfen und implementiert. Tinatel für Windows XP ermöglicht es der

¹<http://www.aat.tuwien.ac.at> - letzter Zugriff: 30.3.2014

Anwenderin, Telefonverbindungen über ein Festnetztelefon aufzubauen und mittels Freisprecheinrichtung des Festnetztelefons und Sprach-Synthese von Text (Text to Speech) zu kommunizieren. Dieses System befindet sich bei der Anwenderin seit 2008 erfolgreich in Einsatz.

1.2 Gliederung der Arbeit

Beide bisherigen Systeme waren nur lokal verwendbar. In dieser Arbeit soll nun - aufbauend auf den Vorarbeiten - ein mobiles Kommunikationsgerät entworfen werden (Tinatel - mobil). Die Arbeit ist wie folgt gegliedert:

Anforderungsanalyse Die Entwicklung wird als „User Centered Design“ - Prozess in enger Zusammenarbeit mit der späteren Anwenderin durchgeführt. Die größte Erschwernis dabei ist die Tatsache, dass die Anwenderin nicht sprechen kann und die Kommunikation sowohl über persönliche Assistentinnen als auch mit Hilfe des Computers relativ langsam ist. Daher können nur beschränkt Techniken wie Befragungen oder Interviews verwendet werden.

Als Design Framework wird die UserFIT-Methodologie [PAR96] verwendet. Die Methodologie besteht aus einem Set von Tools die Entwickler / Entwicklerinnen unterstützen sollen, Usability in Assistive Technologie Projekten zu gewährleisten. Als konkretes Design Tool wird der „Scenario based Design“ Ansatz von Benyon und Macaulay [BM04] verwendet.

Entwurf des Prototypen In der Entwurfsphase werden Nutzungskontext und Anforderungen analysiert und eine funktionale Spezifikation erstellt. Auf Basis dieser Spezifikation wird ein Prototyp entworfen und implementiert. Das Netbook sowie die Befestigung des Netbooks am Rollstuhl sind dabei schon vorhanden, der Fokus liegt auf der Anpassung und Implementierung der benötigten Software.

Implementierung Für die Kommunikation über Telefon mit Text-To-Speech (TTS) existiert bereits eine bestehende Telefonsoftware (Tinatel) [Reg08], die speziell für die Anwenderin entwickelt wurde. Allerdings muss diese Software für den mobilen Einsatz angepasst werden. Insbesondere werden neue Kommunikations-Schnittstellen implementiert und das User Interface angepasst.

Schnittstellen In einem mobilen Einsatzbereich ist der bisherige Ansatz nicht zielführend. Daher wird für den mobilen Einsatz eine Voice over IP (VoIP) - Schnittstelle implementiert. Darüber hinaus sind Textnachrichten für die Anwenderin eine wichtige Kommunikationsmöglichkeit, daher wird zusätzlich eine Schnittstelle zum Austausch von Textnachrichten über SMS (Short Message Service) implementiert.

User Interface Durch die Erweiterung des Systems um neue Funktionen, sowie den kleineren Bildschirm des Netbooks ist eine Anpassung des User-Interfaces des Tinatel notwendig.

Evaluierung Die Evaluierung wird in zwei Schritten durchgeführt. Nach der Implementierung der Schnittstellen wird die Sprechqualität der Voice over IP Schnittstelle evaluiert. Anschließend werden die Schnittstellen integriert und das System gemeinsam mit der Anwenderin evaluiert.

Sprechqualität Da die Sprechqualität ein wichtiger Parameter bei der VoIP Telefonie ist, wurde evaluiert, ob mit TTS über VoIP ausreichend gute Ergebnisse erzielt werden können. Die Evaluierung der Sprechqualität wird nach ITU-T Recommendation P.800 „Methods for subjective determination of transmission quality“ [ITU96] durchgeführt.

User Study Nachdem es sich beim User Centered Design Prozess um einen iterativen Prozess handelt, werden während des Prozesses Usability-Tests zur Evaluierung der bisherigen Schritte durchgeführt. Dabei wird mit der Anwenderin das System getestet und betrachtet, ob die implementierten Teile die Anforderungen der Anwenderin erfüllen.

Ausblick Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde von Knees und Schwarz am AAT eine neue Plattform für die Anwenderin entworfen [KMS13]. Die Basis hierfür bildet ein Asus Slate Tablet PC mit Windows 7 als Betriebssystem. Auf Wunsch der Anwenderin wurde der Kopfstab durch eine andere Eingabemethode ersetzt. Es wurde eine Scan-Matrix Methode mit Einfachschalter implementiert, der Einfachschalter wurde als Lichtschranke ausgeführt. Das Tinatel Mobil System wurde auf dem Tablet (Asus Slate Tablet PC) bereits installiert und es konnte gezeigt werden, dass das System auch unter Windows 7 erfolgreich funktioniert.

Augmentative and Alternative Communication

Dieses Kapitel soll die Grundlagen von Augmentative and Alternative Communication (AAC) beleuchten. Es werden verschiedene Formen von AAC sowie Möglichkeiten der Eingabe betrachtet und ein Überblick über kommerzielle Geräte sowie ähnliche wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

2.1 Welche Formen von Augmentative and Alternative Communication gibt es?

„Augmentative communication means any method of communicating that supplements the ordinary methods of speech and handwriting, where these are impaired.“

[MS98, Seite 3]

Augmentative and Alternative Communication (AAC) - im Deutschen wird der Begriff Unterstützte Kommunikation (UK) verwendet - ist ein Sammelbegriff für Methoden, welche Menschen mit Behinderungen der Sprache, des Sprechens oder des Schreibens ermöglichen, mit ihrer Umwelt zu kommunizieren. Dabei werden andere Fähigkeiten der Person verwendet, um die Behinderung auszugleichen. AAC ist für Menschen mit solchen Behinderungen sehr wichtig, da sie ihnen eine stärkere Teilnahme am sozialen Geschehen ermöglichen und ihre Selbstständigkeit und Unabhängigkeit vergrößert, besonders wenn es ihnen mit AAC möglich ist, auch komplexere Sachverhalte wie Gefühle und Ideen auszudrücken.

Unterschieden wird zwischen Unterstützter Kommunikation, welche spezielle Hilfsmittel benötigt, und solcher, welche ohne spezielle Hilfsmittel auskommt. Bei Kommunikation, die auf der Verwendung von Hilfsmitteln beruht, muss zwischen elektronischen und nicht elektronischen Hilfsmitteln unterschieden werden.

In der Realität wird von den meisten auf AAC angewiesenen Menschen nicht nur eine einzige Methode verwendet, sondern es werden je nach Situation verschiedene Techniken angewandt und kombiniert.

Wenn die Person ausreichende Sprachkenntnisse besitzt, um buchstabieren zu können, dann ist es möglich, auf das gesamte Spektrum der Sprache zurückzugreifen. Allerdings kommt es gerade bei AAC-Benutzern und AAC-Benutzerinnen häufig vor, dass keine ausreichenden Lese- und Schreibkenntnisse vorhanden sind. Schätzungen gehen davon aus, dass nur 10% der Personen, die AAC

Techniken benützen, Lese und Schreibkenntnisse besitzen, die über das Niveau der 2. Klasse Volksschule (bzw. 2nd Grade) hinausgehen [Eri03]. In diesem Fall muss ein Vokabular, welches z.B. über Symbole erreicht werden kann definiert werden. Hier ist es besonders wesentlich, dass ein ausreichendes Vokabular zur Verfügung gestellt wird und dieses Vokabular an veränderte Kenntnisse oder Gegebenheiten angepasst wird bzw. werden kann.

2.1.1 Körpereigene Kommunikation

Unterstützte Kommunikation ohne spezielle Hilfsmittel wird als „körpereigen“ bezeichnet. Diese Form der Kommunikation beinhaltet Blickverhalten, Körperbewegungen, Mimik, verbale und vokale Äußerungen, Gestik, Gebärden, Handbewegungen¹. Diese Formen der Kommunikation werden auch von Menschen ohne Behinderung verwendet, zum Teil begleitend zu verbalen Aussagen, zum Teil als alternative Kommunikation, wenn lautsprachliche Kommunikation nicht möglich ist, z.B. um bei einem Konzert dem Menschen hinter der Bar zu signalisieren, dass man noch ein großes Bier haben will. Vorteil der körpereigenen Kommunikationsformen ist, dass kein spezielles Gerät notwendig ist. Man hat diese Form der Kommunikation ständig zu Verfügung, ohne zu befürchten, dass man ein spezielles Gerät vergessen hat oder die Batterien leer sind. Nachteil ist, dass es mit Gesten schwierig ist, komplexe Sachverhalte auszudrücken.

„Gestures can get you a cup of coffee in the morning, but they do a poor job of telling your friend about that delicious piece of cake you had the other night“ (Michael Williams, AAC-user - [MS98, Seite 4])

Dabei darf nicht vergessen werden, dass Gebärdensprachen in diese Form der Kommunikation fallen, und es hier sehr wohl möglich ist, sehr komplexe Sachverhalte auszudrücken. Da es sich hierbei allerdings um eigene Sprachen mit verschiedenen Dialekten und Formen handelt, ist es notwendig, dass alle Kommunikationspartner/-innen die Sprache beherrschen.

2.1.2 Nicht-elektronische Kommunikationshilfen

Darunter werden Kommunikationshilfen verstanden, die ohne elektrische Energie funktionieren. Da eine solche Kommunikationshilfe keine Ausgaben - in Form von Text auf einem Bildschirm oder Tönen über einen Lautsprecher - erzeugen kann, ist es notwendig, dass der Kommunikationspartner / die Kommunikationspartnerin die Kommunikationsabsicht erkennt und sich aktiv beteiligt. Generell „liest“ oder „formuliert“ der/die Kommunikationspartner/-in was die Person, welche auf die Kommunikationshilfe angewiesen ist, mitteilt.

Mögliche Formen der nicht-elektronischen Kommunikation sind Tafeln mit Buchstaben oder Symbolen, auf die entweder gedeutet wird oder die mit Scanning Techniken durchlaufen werden. Bei Scanning Techniken zeigt der/die Kommunikationspartner/-in auf die Buchstaben oder Symbole und die auf AAC angewiesene Person gibt ein Zeichen der Zustimmung, wenn das richtige Zeichen erreicht wurde. Ebenfalls möglich ist, dass die Kommunikationshilfe nicht real existent ist, sondern der/die Kommunikationspartner/-in das Alphabet aufsagt, und bei dem richtigen Buchstaben ein Zeichen der Zustimmung gegeben wird.

Vorteil von nicht-elektronischen Kommunikationshilfen ist, dass sie unabhängig von Energieversorgung funktionieren. Außerdem sind sie in der Regel robuster als elektronische Geräte. Ein weiterer Vorteil ist auch der (meist) viel geringere Anschaffungspreis. Nachteil ist, dass die Person mit Behinderung auf den/die Kommunikationspartner/-in oder eine Assistentin / einen Assistenten

¹<http://www.behinderte-kinder.de/uk/ukkoerpereigene.htm> - letzter Zugriff: 30.3.2014

angewiesen ist, der Erfolg also direkt vom Kommunikationspartner / von der Kommunikationspartnerin abhängt. Außerdem ist es kaum möglich, mit diesen Formen der Kommunikation über andere Kommunikationswege als das direkte Gespräch zu kommunizieren, wobei gerade für Menschen mit motorischen Einschränkungen die Möglichkeit der Kommunikation über Telefon, Email oder Textnachrichten wesentlich ist, da es mit großen Aufwand verbunden sein kann, einen/eine Kommunikationspartner/-in persönlich zu treffen.

2.1.3 Elektronische Kommunikationshilfen

Im Bereich der elektronischen Kommunikationshilfen wird zwischen speziell für den Zweck der AAC entwickelten Geräten und für AAC adaptierten Geräten (Laptops, Netbook, Stand-Computern, PDAs, Smartphone, Tablets) unterschieden. Auch die Form der Eingabe kann wie bei nicht-elektronischen Kommunikationshilfen direkt oder über Scanning Techniken erfolgen.

Die Ausgabe erfolgt für gewöhnlich als Sprachausgabe über Lautsprecher oder wird als Text auf einem Bildschirm ausgegeben. Die Sprachausgabe kann entweder aus vorher aufgenommenen Wörtern oder Sätzen bestehen (digitalisierte Sprache) oder die Sprache wird mit Text to Speech Techniken (TTS) synthetisiert. Dabei wird normaler schriftlicher Text von einem Computer in synthetische Sprache umgewandelt (synthetisierte Sprache). AAC-Geräte, die Sprache ausgeben, werden auch als Speech Generating Devices (SGD) bezeichnet. Das erste SGD Gerät war der Vocoder von Bell-Labs, welcher bereits 1939 von Homer Dudley patentiert wurde (US Patent No.2151019)². Mittlerweile existiert eine Vielzahl von TTS-Lösungen, die Sprachsynthese kann dabei mittels Hard- oder Software erfolgen. Heute stellen die meisten Betriebssysteme eine TTS-Schnittstelle zur Verfügung, z.B. Microsoft Windows die Speech API (SAPI)³.

Nachteil an Text to Speech ist, dass die Stimmen immer noch nicht hundertprozentig wie natürliche Stimmen klingen, auch wenn mittlerweile schon sehr gute Ergebnisse erreicht werden. Großer Vorteil ist aber, dass jeder Text synthetisiert werden kann, es existiert also eine wesentlich größere Bandbreite an möglichen Äußerungen. Auch neue Wortkreationen können mit synthetischer Sprache ausgegeben werden, während man bei aufgenommener Sprache auf die vorhandenen „Bausteine“ beschränkt ist. Zudem verbraucht aufgenommene Sprache (viel) Speicherplatz, was allerdings bei den momentan verfügbaren Größen von Speichermedien kaum noch eine Rolle spielt.

Vorteil von elektronischen Kommunikationshilfen ist, dass sie unabhängig vom Kommunikationspartner / von der Kommunikationspartnerin funktionieren und es auch möglich ist, über Telefonsysteme oder Textnachrichten zu kommunizieren. Dem gegenüber stehen (in Relation) große Anschaffungskosten. Ein weiterer Nachteil ist, dass elektronische Geräte abhängig von Stromversorgung und/oder Akkulaufzeit sind. Außerdem müssen sie transportiert werden, wobei mittlerweile Geräte von der Größe eines Mobil-Telefons problemlos als AAC Geräte eingesetzt werden können.

2.2 Eingabe-Technologie

Es existiert eine Vielzahl an verschiedenen Eingabetechnologien, die bei AAC-Geräten zum Einsatz kommen, da sie sich an den Möglichkeiten, welche ein Benutzer oder eine Benutzerin besitzt, orientieren. Grob wird zwischen direkter Eingabe und Scanning Techniken unterschieden (siehe Kapitel 3 in [GD96]).

Direkte Eingabe Als direkte Eingabe werden alle Techniken bezeichnet, bei der es dem Benutzer / der Benutzerin möglich ist, das gewünschte Zeichen oder Symbol zu jeder Zeit einzugeben. Ein

²<http://www.google.com/patents?id=HM1PAAAAEBAJ> - letzter Zugriff: 30.3.2014

³<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee125663.aspx> - letzter Zugriff: 30.3.2014

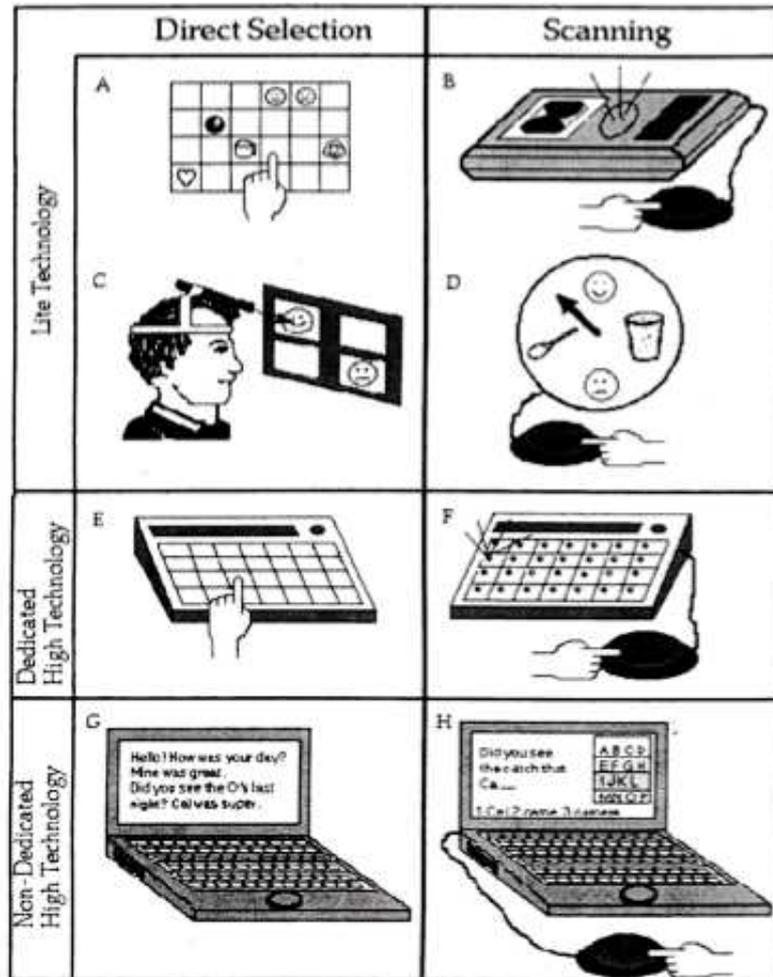


Abbildung 2.1: Überblick über AAC Geräte und Eingabetechiken aus [GD96] Seite 61

- (A) Bildertafel (B) Kassetten Recorder mit Scanning (C) Laser Pointer mit Bildtafel (D) Clock Communicator (E) Direkte Eingabe AAC System (F) Scanning basiertes AAC System (G) Laptop mit Sprach Synthese Software (H) Laptop mit Sprach Synthese Software und Scanning Eingabe

typisches Beispiel für direkte Eingabe ist ein herkömmliches Keyboard. Der Druck auf eine Taste ermöglicht hier die Eingabe des gewünschten Symbols, wobei jede Taste jederzeit gedrückt werden kann.

Scanning Bei Scanning werden die vorhandenen Zeichen oder Symbole nach einem definierten Muster sequentiell durchlaufen, wobei das momentan aktive Symbol hervorgehoben wird und der Benutzer / die Benutzerin die Möglichkeit hat, das Symbol auszuwählen, z.B. durch Druck auf eine Taste. Man unterscheidet zwischen manuellem und automatischem Scanning. Bei manuellem Scanning wird jeder Sprung zu einem neuen Element eigens ausgelöst, bei automatischem Scanning erfolgt der Wechsel automatisch nach einer definierten Zeit. Vorteil von automatischem Scanning ist, dass nicht für jeden Wechsel eine Interaktion stattfinden muss. Nachteil ist, dass unter Umständen das Element zu schnell gewechselt wird und dadurch das richtige Element verpasst wird - und gewartet werden muss, bis die Auswahl wieder bei dem Element angelangt ist. Es ist daher wichtig, einen geeigneten Schwellwert zu finden, welcher den Benutzer / die Benutzerin nicht frustriert, da die Wechsel zu langsam erfolgen, aber auch keinen Stress erzeugt, wenn die Wechsel zu schnell erfolgen.

Es gibt verschiedene Methoden, wie die Symbole durchlaufen werden können: Der Reihe nach oder zeilen bzw. spaltenweise, wobei der Benutzer / die Benutzerin zuerst die Zeile/Spalte auswählt und erst dann die Symbole der Zeile/Spalte durchlaufen werden. Möglich sind auch verschiedene Verschachtelungstiefen, wo z.B. zuerst das Symbol für „Essen“ ausgewählt wird, diese Auswahl aber noch keine Eingabe bewirkt sondern eine Auswahl an Speisen angezeigt wird.

Sofern es dem Benutzer / der Benutzerin möglich ist, können Scanning Techniken beschleunigt werden, indem mehrere Tasten oder ein Joystick verwendet werden, um die Reihenfolge, in der die Symbole durchlaufen werden zu steuern.

Eingabegeschwindigkeit Direkte Eingabe ist zumeist die schnellste und effizienteste Eingabemethode. Durchschnittlich können hier Eingabegeschwindigkeiten von 13 bis 43 Wörtern pro Minute erreicht werden, Scanning Techniken mit Einzeltasten erreichen durchschnittlich 8 bis 24 Wörter pro Minute. Scanning mit zwei Tasten oder Joystick erreicht 18 bis 26 Wörter pro Minute. Beide Techniken sind jedoch langsam verglichen mit der normalen Kommunikationsgeschwindigkeit einer nicht-sprechbehinderten Person, da hier Raten von 126-200 Wörtern pro Minute erreicht werden. (siehe [GD96, Seite 75]).

2.2.1 Eingabekanäle

Physische Eingabe Physische Eingabe beschreibt alle Eingabemethoden, bei denen Körperteile verwendet werden, um Tasten oder Schalter zu aktivieren. Auch an Körperteilen angebrachte Hilfsmittel fallen in diese Kategorie, z.B. ein Kopfstab, der mit einer Art Stirnband am Kopf befestigt ist.

Die gebräuchlichste Art der physischen Eingabe ist eine Tastatur, wobei die Tasten in verschiedensten Größen ausgeführt werden können, um auch die Eingabe mit anderen Körperteilen als den Fingern zu ermöglichen. Auch die Eingabe über Schalter fällt in diese Kategorie. Vorteil ist, dass diese Art der Eingabe dem Benutzer / der Benutzerin direktes Feedback liefert ob eine Taste gedrückt wurde oder nicht. Nachteil ist, dass eine gewisse Kraft aufgewendet werden muss, um eine Taste zu drücken, was bei manchen Formen von Behinderung problematisch sein kann. Abhilfe schaffen hier berührungsempfindliche Oberflächen. Nachteil bei berührungsempfindlichen Flächen ist, dass haptisches Feedback fehlt, daher ist es wichtig, über zusätzliche Kanäle Feedback zu geben - z.B. vibrational, akustisch oder optisch.

Optische Eingabe Optische Eingabe beruht auf dem Erkennen von Bewegungen oder Gesten mit Hilfe einer Kamera oder Lichtschranke. Ebenfalls in den Bereich der optischen Eingabe fallen Systeme, die mit Infrarot-Licht emittierenden Dioden (IR-LEDs) und speziellen Kameras arbeiten, sowie Systeme die mit Laserpointern bedient werden.

Bei optischer Eingabe besteht im Gegensatz zur physischer Eingabe keine direkte Verbindung zwischen dem Gerät und der Art der Eingabe, was zum einen vorteilhaft ist, aber auch bedeutet, dass ursprünglich kein Feedback vorhanden ist und daher auch hier Feedback über zusätzliche Kanäle gegeben werden muss - z.B. vibrational, akustisch oder optisch.

Beispiele für optische Eingabe wäre die Camera Mouse [BGF02], bei der mittels einer Webcam die Bewegung eines Punktes - z.B. die Nasenspitze - verfolgt und verwendet wird, um den Mauszeiger zu steuern. Auch die Erkennung von Augenbewegungen lässt sich auf diese Weise realisieren.

Akustische Eingabe Bei akustischer Eingabe werden Laute zur Eingabe verwendet. Dies kann, sofern es dem Benutzer / der Benutzerin möglich ist zu sprechen, über Spracherkennung erfolgen. Aber auch wenn es dem Benutzer, der Benutzerin nur möglich ist, wenige verschiedene Laute zu modulieren, kann akustische Eingabe verwendet werden, sofern diese Laute verlässlich reproduziert werden können.

Ein Beispiel wäre die Software Simon Listens⁴, eine Spracherkennungssoftware, deren Ziel es ist, auch sprachlich und körperlich beeinträchtigten Personen die Bedienung eines Computers zu ermöglichen.

Biosignale Dieser Bereich umfasst sämtliche Eingabearten, bei denen auf Biosignale zurückgegriffen wird, zumeist auf im Körper entstehende elektrische Ströme, die mit Elektroden gemessen werden. Am häufigsten werden hierbei Elektrookulografie (EOG), Elektromyografie (EMG) und Elektroenzephalografie (EEG) verwendet.

Elektrookulografie EOG: Bei diesem Verfahren werden die Ströme die bei Bewegung der Augen, durch Änderung der Potenzialdifferenz zwischen Retina und Cornea auftreten, mit um die Augenhöhlen (Orbita) angebrachten Elektroden gemessen. Diese Methode wurde schon relativ intensiv erforscht und es gibt eine große Zahl von wissenschaftlichen Artikeln zu dieser Thematik sowie bereits existierende Implementierungen. Exemplarisch sei hier auf zwei interessante Arbeiten verwiesen [BBML02, BRT09].

Elektromyografie (EMG): Dieses Verfahren beruht auf der Änderung der Potenzialdifferenz einer Muskelzelle, welche bei Kontraktion des Muskels entsteht. Sie wird über Oberflächen oder Nadelelektroden gemessen. Mit Hilfe von EMG können Schalter ausgeführt werden, die auf Kontraktion eines Muskels reagieren. So ist es dem Benutzer / der Benutzerin möglich, über willentliche Muskelkontraktion Aktionen zu setzen. Auch hier existieren zahlreiche Publikationen; exemplarisch sei auf die Anwendung von EMG zu Steuerung eines Mauszeigers verwiesen [BSA00].

Elektroenzephalografie (EEG): Dieses Verfahren misst die elektrischen Aktivitäten des Gehirns mit Elektroden an der Kopfoberfläche. Verfahren zu Steuerung des Computers, die auf EEG beruhen, werden auch als Brain Computer Interface (BCI) bezeichnet. Eine gute wissenschaftliche Einführung in die Thematik kann in [WBM⁺02] nachgelesen werden. Als konkrete Anwendungen sei auf das GRAZ-BCI verwiesen [KFG⁺94].

⁴<http://www.simon-listens.org> - letzter Zugriff: 30.3.2014

2.3 Verwandte wissenschaftliche Arbeiten

P. Panek hat in seiner Diplomarbeit [Pan92, Pan93, Pan94] ein Telefonsystem für eine Kopfstab-anwenderin konzipiert. Es handelt sich dabei um die selbe Anwenderin, für die nun im Rahmen dieser Arbeit ein Kommunikationsgerät entwickelt werden soll. Verwendet wurde ein PC mit Access-DOS Betriebssystem, ein speziell auf die Bedürfnisse von Anwendern / Anwenderinnen mit Behinderung angepasstes DOS Betriebssystem. Die Software ermöglichte das Steuern eines modifizierten Telefons sowie die TTS-Synthese (Ausgabe über Multivox-Synthesizer). Die Ausgabe des Synthesizers wurde über einen Lautsprecher an den Hörer des Telefons übertragen. Ebenso wurde die Ausgabe des Telefonhörers mit einem Mikrofon aufgenommen und über einen Lautsprecher ausgegeben. Die Software ermöglichte es, vorbereitete Sätze zu übertragen oder über einen Buchstabiermodus einzelne eingetippte Zeichen zu übertragen. Die Eingabe von Text erfolgte mit einem Kopfstab und einer Tastatur mit Lochmaske. Das System war als stationäres System konzipiert und wurde von der Anwenderin ab ca. 1992 über viele Jahre regelmäßig verwendet. Analyse der Verwendung und insbesondere der erzielten Transferraten finden sich in [Pan94].

„Das implementierte System eröffnet der Anwenderin Zugang zum öffentlichen Telefonnetz und ermöglicht ihr die Abwicklung von Telefongesprächen mit beliebigen Teilnehmern“ [Pan93, Seite 77].

H. Lee et al. [LYWT01] beschreibt den Prototypen eines mobiles AAC-Geräts, welches auf Basis eines Pocket PC realisiert wurde. Zum Einsatz kam ein iPAQ 3630 mit Windows CE als Betriebssystem, welcher mit einem Nokia GSM - Karten Modul (mit einer PCMCIA-Karte) die Möglichkeit zur Telefon-Kommunikation besitzt. Das Eingabesystem ermöglichte touchbasiert aus verschiedenen in einer Datenbank gespeicherten Vokabelbausteinen (Icons) auszuwählen. Um schnellere Eingabegeschwindigkeiten zu erreichen, kommt eine Technik zum Einsatz, die als „dynamic Linkage“ bezeichnet wird. Gewisse Vokabelbausteine werden miteinander verbunden, so wird z.B. bei einer Auswahl des Icons „eat“ eine Seite mit Auswahl an möglichem Essen („Food“) angezeigt. Das Gerät besitzt allerdings keine Möglichkeit einer direkten Texteingabe, die mittels Text-to-Speech synthetisiert wird, es können nur auf in der Datenbank gespeicherte Vokabelbausteine zurückgegriffen werden. Die Datenbank kann auf einem PC an die Benutzer/-innen angepasst werden.

Elder and Greak stellen in einem Paper mit dem interessanten Titel „Pizza the hard and fast way“ [EC02] ein Telefon-System vor, das auf Text-to-Speech basiert und gehörlose Personen als Zielgruppe hat. Das System wurde als „Commercial off the shelf“ (COTS) konzipiert. Der Begriff bedeutet, dass keine neue Software implementiert wird, sondern versucht wird, ein System aus bereits bestehenden Komponenten zu realisieren, und der Arbeitsaufwand primär aus Anpassung und Abstimmung der Komponenten aufeinander besteht. Im konkreten Fall wurde allerdings weniger kommerzielle Software verwendet sondern freie Software aus dem Internet. Wie der Titel schon andeutet, fokussiert das Paper auf ein konkretes Szenario, es soll gehörlosen Menschen ermöglicht werden, telefonisch eine Pizza zu bestellen. Das System besteht aus drei Komponenten. Auf Anwender/-innen Seite gibt es ein User Interface, mit dem Text-Messages an den Server übertragen werden können und die gewünschte Telefonnummer gewählt werden kann. Das User Interface ist in Java geschrieben und erzeugt Socket-Verbindungen zum Server, zum Austausch der Nachrichten. Der Server wartet auf Verbindungen der Clients und aktiviert den „Call-Manager“, welcher die Verbindung zum Telefonnetz herstellt. Der „Call-Manager“ stellt die Verbindungen zum Telefon-Netz her, wählt die gewünschte Nummer und spielt die erste Nachricht so lange ab, bis ein Input von der Gegenseite kommt. Konkret reagiert das System nur auf „Yes“ oder „No“ und spielt die gewünschten Nachrichten der Reihe nach ab. Bei anderen Antworten als „Yes“ oder „No“ wird die Nachricht wiederholt. Ein Transkript einer Konversation kann im Artikel auf den

Seiten 14/15 gelesen werden. Es wurde mit dem System erfolgreich eine Pizza bestellt, allerdings resümierten die Autoren über das von ihnen geschaffene System:

„A great deal of assessment, design, and programming activity produced a system which worked at best passably“ [EC02, Seite 15]

T. Nguyen et al. [NGD⁺08] beschreibt den Prototypen eines mobilen Kommunikationssystems für Speech Generating Device (SGD) Anwender/-innen. Dabei wurde ein Prototyp, bestehend aus einem Mobil Telefon (Nokia 6310i), einer Bluetooth-Freisprech-Einrichtung (BlueAnt Supertooth II) sowie einem SGD (Pathfinder) entwickelt und mit zwei Benutzer/-innen, welche SGD verwenden getestet. Das Telefon wird dabei mit einem seriellen Kabel mit dem Pathfinder verbunden, welcher in der Lage ist, mittels standardisierter AT-Kommandos⁵ das Gerät zu steuern. So wurde den Studien-Teilnehmern/-innen ermöglicht, über das SGD eine Verbindung aufzubauen und mittels der Freisprecheinrichtung Text zu übertragen oder Text (SMS) zu versenden.

„The Trial has shown that even people with severe impairments who can only converse via single word, keyboard, phrases or sentences using single switch scanning methods can also independently and effectively use a mobile phone for voice calls and text messaging“ [NGD⁺08, Seite 236] .

2.4 Überblick über erhältliche AAC-Geräte

Hier soll ein kurzer Überblick über momentan am Markt erhältliche Produkte gegeben werden. Aufgrund der Vielzahl an erhältlichen AAC-Geräten kann nur eine Auswahl an Geräten betrachtet werden. Fokussiert wird auf Produkte, die einen ähnlichen Einsatzbereich wie das im Rahmen dieser Arbeit zu konzipierende Gerät aufweisen. Vorgestellt werden daher Geräte, die Sprache synthetisieren und direkte Eingabe mittels Tastatur ermöglichen. Interessant ist ob und wie diese Geräte für Kommunikation über Telefon oder Textnachrichten geeignet sind.

2.4.1 SpeakOut von permobil

Der SpeakOut von permobil⁶ ist ein SGD, das mit einer männlichen und weiblichen Stimme erhältlich ist. Die Eingabe von Text erfolgt über eine herkömmliche QWERTY-Tastatur, es ist auch ein Modell mit Scanning Technologie erhältlich. Er besitzt zwei Displays, wobei ein großes Display den Text für den Benutzer / die Benutzerin anzeigt und ein weiteres kleineres Display, das an den/die Kommunikationspartner/-in gerichtet ist, es ermöglicht, Text mitzulesen, wenn man der Person gegenüber sitzt. Der SpeakOut besitzt eine Wortvorhersage mit ca. 10.000 Wörtern, es ist darüber hinaus auch möglich, Sätze oder Phrasen zu speichern. Der SpeakOut verfügt auch über ein Telefonbuch und ermöglicht eine Ankopplung an ein Telefon über einen Line-in / Line-out Stecker und eine IR Schnittstelle.

Technische Daten laut Datenblatt ⁷ des Herstellers:

- Ein LCD-Display mit 40 x 2 Buchstaben
- Ein LCD-Display mit 240 x 64 Pixel
- 2 USB-Anschlüsse, 1 Infrarotanschluss

⁵<http://de.wikipedia.org/wiki/AT-Befehlssatz> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁶<http://www.permobil.com> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁷<http://linkassistive.com/pdf/Manual.pdf> - letzter Zugriff: 30.3.2014

- Größe: 245 x 195 x 52 mm
- Gewicht: 1.000 g
- Akku: Li-Ionen, Akkulaufzeit: 8 Std.



Abbildung 2.2: SpeakOut von permobil

2.4.2 Optimist MMX-2 von ZYGO Industries, Inc.

Der Optimist MMX-2⁸ von ZYGO ist ein speziell für den Einsatz als SGD angepasster Laptop, der über ein drehbares Touch-Screen Display verfügt und in ein Tablet umgewandelt werden kann. Das Gerät ist spritzwasserfest und besitzt als Eingabemöglichkeit eine QWERTY-Tastatur, genauso ist eine Eingabe über den kapazitiven Touch-Screen möglich. Auf dem Gerät läuft ein Microsoft Windows 7 Betriebssystem, es können verschieden AAC Software Pakete ausgewählt werden.

Optional ist ein 3G Modem erhältlich, mit dem es möglich ist, unterwegs mit dem Internet zu verbinden. Das Gerät kann mit einem Infrarot Sender erweitert und als Umgebungssteuerung eingesetzt werden. Es findet sich auf der Homepage der Hersteller kein Hinweis, ob es möglich ist, mit dem Gerät zu telefonieren, allerdings ist es mit der richtigen Software grundsätzlich möglich, da das Gerät alle Hardware-Anforderungen erfüllen würde.

Technische Daten laut Homepage des Herstellers:

- MS-Windows 7 Home
- 10.1" kapazitiver Touch-Screen
- Mikrofon Anschluss 3,5 mm, 2 Kopfhörer Anschlüsse 3,5 mm, internes Mikrofon
- 2 USB Anschlüsse, 3-in-1 Kartenleser, RJ-45 Ethernetport, VGA out
- Größe: 267 x 193 x 31 mm
- Gewicht: 1.700 g
- Akku: Li-Ionen, Akkulaufzeit: 6 Std.

⁸https://www.zygo-usa.com/usa/index.php?page=shop.browse&category_id=67&option=com_virtuemart&Itemid=11
- letzter Zugriff: 30.3.2014



Abbildung 2.3: Optimist MMX-2 von Zygo

2.4.3 Persona Mobile von ZYGO Industries, Inc.

Persona Mobile⁹ von Zygo ist laut Hersteller ein Handheld, ein Smartphone, ein Personal Digital Assistent und ein SGD. Es verfügt über ein GSM-Modul und ermöglicht die Verwendung von Telefon, SMS und Email. Im Falle eines Telefon-Gesprächs wird die TTS-Synthese direkt zum Kommunikationspartner übertragen. Darüber hinaus besitzt es ein GPS-Modul sowie W-LAN, Bluetooth und eine eingebaute Kamera.

Die Eingabe erfolgt mittels Touchscreen QWERTY-Tastatur, es ist auch möglich, eine externe Tastatur zu verwenden. Zielgruppe sind Benutzer / Benutzerinnen, die direkte Texteingabe und die Synthese mittels TTS verwenden. Unterstützt wird die Eingabe durch Wortvervollständigung und die Möglichkeit, Phrasen auszuwählen.

Technische Daten laut Hersteller:

- MS-Windows Mobile 6 Professional
- 5" transmissive TFT-LCD touch sensitive screen, 480x640 VGA .
- Mikrofon Anschluss 3,5 mm, 2 Kopfhörer Anschlüsse 3,5 mm, internes Mikrofon
- Bluetooth, 2 USB Anschlüsse, VGA and TV out.
- 16GB flash Speicher, mini-SD card slot.
- Größe: 98 x 133.5 x 16 mm
- Gewicht: 395 g
- Akku: Li-Ionen, Akkulaufzeit: 8 Std.

⁹https://www.zygo-usa.com/usa/images/chatter/Manual_Persona-Mobile.pdf - letzter Zugriff: 30.3.2014



Abbildung 2.4: Persona Mobile von Zygo

2.4.4 Lightwriter SL40 von Toby Churchill

Der Lightwriter SL40¹⁰ ist ein SGD, das ein GSM-Modul besitzt und daher über die Möglichkeit verfügt, SMS zu verschicken und zu telefonieren. Er kann mit verschiedene Stimmen in verschiedenen Sprachen, u.a. Deutsch betrieben werden. Der Lightwriter besitzt zwei Displays, eines für den Benutzer / die Benutzerin und ein zweites, welches dem/der Kommunikationspartner/-in ermöglicht, den Text mitzulesen.

Die Eingabe erfolgt über eine herkömmliche QUERTY-Tastatur, wobei drei auswechselbare Lochmasken mitgeliefert werden. Eine Wortvorhersage ist ebenfalls integriert. Umgebungs-Steuerung mittels IR ist möglich.

Technische Daten laut Homepage der Hersteller:

- Siemens GSM Modem
- Größe: 240 x 140 x 55 mm
- Gewicht: 870 g
- Akku: NiMH



Abbildung 2.5: Lightwriter SL40 von Toby Churchill

¹⁰<http://www.toby-churchill.com/products/lightwriter-s140-connect> - letzter Zugriff: 30.3.2014

2.4.5 Control Omni von Abilia

Der Abilia Control Omni¹¹ ist ein Gerät zur Umgebungssteuerung, welches auch die Möglichkeit besitzt, SMS zu versenden und Telefonanrufe zu tätigen.

Es befindet sich bei der konkreten Anwenderin dieser Arbeit seit Mitte 2010 in Verwendung. Das System besitzt einen Touchscreen, für die Anwenderin wurde es allerdings mit einem Einzelschalter ergänzt. Die Anwenderin verwendet das Gerät zum Versand und Empfang von SMS. Allerdings ist dies nur lokal - bei ihr zuhause - möglich, da Gerät und Einzelschalter fix montiert sind.



Abbildung 2.6: Control Omni von Abilia

¹¹<http://www.abilia.org.uk/produkter/produkt.aspx?productgroup=113160&product=261461> - letzter Zugriff : 30.3.2014

User Centred Design

Diese Master Thesis wird als User Centred Design (UCD) Prozess durchgeführt. Dies bedeutet, dass der gesamte Entwicklungsprozess in starker Zusammenarbeit mit der späteren Anwenderin erfolgt. Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen des User Centred Designs sowie ethische Standards und Guidelines präsentiert. Besonderer Fokus wird auf die Methode des Scenario based Designs gelegt, da sich Szenarios gut eignen¹, um Anforderungen im Rahmen des UCD abzubilden und zu kommunizieren.

3.1 Grundlagen des User Centred Design

„User Centred Design (UCD) is an approach to design where the end user is placed at the heart of the design and development process“ [fro11].

User Centred Design (UCD) ist ein Design Paradigma, das versucht, durch möglichst frühe und starke Einbindung der späteren Benutzer/-innen ein System für die tatsächlichen Bedürfnisse zu gestalten. UCD geht zurück auf D. Norman, der in „The Psychology of Everyday Things“ (Original Titel - spätere Auflagen „The Design of Everyday Things“)[Nor88], den Begriff verwendet, um Design zu beschreiben, das sich an den Anforderungen der Benutzer/-innen orientiert.

Nach Gould & Lewis[GL85] gibt es drei Grundprinzipien für User Centred Design.

Frühe Fokussierung auf Benutzer und ihre Tasks Der UCD Prozess beginnt mit einer Analyse und Festlegung der Zielgruppe. Danach werden die Anforderungen der späteren Benutzer/-innen erhoben. Gould & Lewis empfehlen, potenzielle Benutzer/-innen zu verstehen anstatt sie zu „identifizieren, beschreiben und ermitteln“ [GL85, Seite 301]. Designer/-innen sollten in direkten Kontakt mit den Benutzern/-innen treten und mit Methoden wie z.B. Interviews, Beobachtung oder Diskussionen die Aufgaben, die Benutzer/-innen mit dem System erledigen wollen, verstehen.

Empirische Messungen Während der Entwicklung werden Prototypen mit Benutzern/-innen getestet. Dabei werden Testpersonen in Usability Tests gebeten, typische Tasks zu bewältigen, um mögliche Usability Probleme zu identifizieren. Wichtig ist dabei, dass definierte Tasks getestet werden und nicht das gesamte System auf einmal - im Sinne von „Benutzen Sie das System und sagen Sie was sie darüber denken“. Diese Tasks müssen tatsächlich von der Testperson selbst durchgeführt und ihr nicht nur demonstriert werden.

¹<http://www.uiaccess.com/accessucd/scenarios.html> - letzter Zugriff: 30.3.2014

Iteratives Design Iteratives Design bedeutet, dass das System kontinuierlich designed, entwickelt, getestet und modifiziert wird. Kontinuierlich bedeutet, dass der Prozess mehrmals durchlaufen wird, bis das System die Anforderungen vollständig erfüllt.

Eine gut geschriebene Einführung in den UCD Prozess und die drei Grundprinzipien ist „The Fable of the User-Centred Designer“ von David Travis [Tra10] .

“I’m a User-Centred Designer.” The young man’s face showed surprise. He had never heard of a User-Centred Designer. “You’re a what?” The designer laughed. “A User-Centred Designer. I call myself that because I focus on the people who use products and web sites — not visual design or the latest technology” [Tra10, Seite 12].

3.1.1 ISO 13407 „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme“

Seit 2000 existiert eine Norm für den UCD Prozess - ISO Norm 13407 „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme“ [ISO00]. Nach dieser Norm sind vier Benutzer-orientierte Gestaltungsaktivitäten während eines Projekts zur Systementwicklung auszuführen.

Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts „Das Ergebnis dieser Aktivität sollte eine Beschreibung relevanter Benutzermerkmale, der Arbeitsaufgaben und der Umgebung sein, die feststellt, welche Aspekte einen wichtigen Einfluss auf die Systemgestaltung haben“ [ISO00, Seite 12]. Zu dokumentieren sind dabei Merkmale der vorgesehenen Benutzer/-innen (Kenntnisse, Erfahrung, Fähigkeiten...), Arbeitsaufgaben, die von den Benutzern/-innen durchgeführt werden sowie die Umgebung, in der das System benutzt werden soll (Hardware, Software und zu verwendende Materialien).

Festlegen von Benutzeranforderungen und organisatorischen Anforderungen „Benutzeranforderungen und organisatorische Anforderungen sollten abgeleitet und Ziele mit geeigneten Kompromissen zwischen den verschiedenen Anforderungen gesetzt werden. [...] Diese Anforderungen sollten so formuliert werden, dass ein abschließendes Testen möglich ist, und sind von den Betroffenen zu bestätigen oder im Laufe des Projektes zu aktualisieren“ [ISO00, Seite 13].

Entwerfen von Gestaltungslösungen „Mögliche Gestaltungslösungen werden unter Berücksichtigung des entsprechenden Stands der Technik, der Erfahrung und Kenntnisse der Teilnehmer und der Berücksichtigung der Nutzungskontext-Analyse entwickelt“ [ISO00, Seite 14]. Es werden Gestaltungslösungen entwickelt und mit Hilfe von Simulationen, Modellen und Prototypen konkretisiert. Mit Hilfe von Prototypen ist es möglich, mit den Benutzern/-innen Informationen effektiv auszutauschen. Prototypen sind dabei nicht nur Darstellungen, die eine Vorstellung von der Gestaltung geben sollen, sondern dienen auch dazu, Benutzerrückmeldungen zu sammeln. Aufgrund dieser Benutzerrückmeldungen werden Gestaltungsänderungen durchgeführt und dieser Prozess solange iteriert, bis die Gestaltungsziele erfüllt werden.

Beurteilen von Gestaltungslösungen gegenüber Anforderungen „Eine Beurteilung stellt einen bedeutenden Schritt bei der benutzerorientierten Gestaltung dar und sollte in jedem Stadium des Lebenszyklus des Systems stattfinden.“ [ISO00, Seite 15] Die Beurteilung sollte Rückmeldung geben, die zur Verbesserung der Gestaltungslösung verwendet werden kann und ob Benutzer- und Organisationsziele erreicht wurden.

3.2 Scenario Based Design

„Scenarios are stories - Stories about people and their activities“ [Car00b, Seite 46]

Szenarios sind Beschreibungen von Situationen, in denen Akteure handeln, um ihre Ziele zu erreichen, und den Reaktionen der Umgebung (z.B. des Systems) auf diese Aktionen. Wie Carroll in [Car00b](Seite 46ff) anführt, sollten Szenarien zumindest folgende Elemente besitzen: ein Setting, in dem das Szenario spielt, Akteure, die Ziele besitzen und Aktionen setzen, um diese Ziele zu erreichen. Jedes Szenario fokussiert auf ein Hauptziel („main goal“): „Warum ist diese Geschichte passiert?“.

Szenarios können verschiedene Detaillierungsgrade aufweisen, die Bandbreite reicht von einfachen User Stories, die aus nur einem Satz bestehen, bis hin zu sehr detaillierten Szenarios, in denen jeder Schritt, den ein Benutzer / eine Benutzerin tut, um ein Ziel zu erreichen genau, festgehalten wird. Sie können als Text, Storyboard, Script, Video-Mockup usw. existieren und sie können verschieden strikt formalisiert sein, von einfachen natürlichsprachigen Geschichten bis hin zu detaillierten Ablaufdiagrammen.

Carroll führt in [Car00a] fünf Gründe an, warum Szenarios im Entwicklungsprozess verwendet werden sollten²:

- Szenarios helfen, Wissen über Design-Fragen für verschiedene Problemfelder anzuwenden.
- Szenarios können in verschiedener Graduierung, aus vielen Perspektiven und für viele Zwecke geschrieben werden.
- Szenarios sind konkrete Situationen mit konkreten Lösungen, haben aber ein offenes Ende und können sehr leicht überarbeitet werden.
- Durch den Versuch, das Verhalten des Systems für den Endbenutzer / die Endbenutzerin möglichst anschaulich zu beschreiben, wird ein Nachdenken über Design-Fragen notwendig.
- Szenarios begünstigen die Teilnahme von allen beteiligten Personen an Design-Diskussionen und führen zu Design-Entscheidungen.

Scenario Based Design stellt eine besondere Form des UCD dar. Manche Modelle verwenden Szenarios nur für einen Teil der Anforderungsanalyse, andere bauen den ganzen Entwicklungsprozess auf Szenarios auf.

Cooper definiert in „the inmates are running the asylum“ [Coo99] den Begriff Interaktions Design. Interface Design vermittelt - seiner Meinung nach - zu stark den Eindruck, dass es um eine zwischen dem Code und dem Benutzer / der Benutzerin zwischengeschaltete Ebene geht. Dieser Ansatz greift laut Cooper zu kurz, da gutes Design Rückwirkungen auf den Code und die implementierte Funktionalität hat. Wichtigstes Instrument dafür ist die Erstellung von Personas und die Konzentration des Entwicklungsprozess auf Personas. Personas sind keine realen Benutzer/-innen aber repräsentieren typische Benutzer/-innen für den Entwicklungsprozesses. Szenarios bilden bei Cooper den Rahmen, in dem Personas versuchen ihre Ziele zu erreichen.

„A scenario is a concise description of a persona using a software-based product to achieve a goal“ [Coo99, Seite 179].

²Anm.: Um eine bessere Lesbarkeit zu erreichen, wurde aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt

Szenarios werden verwendet, um die konkreten Design-Entscheidungen zu überprüfen, indem man die Personas in Szenarios handeln lässt - ähnlich Schauspieler/-innen, die ein Skript lesen. Er unterscheidet drei Typen von Szenarios: Daily Use Szenarios, Necessary Use Szenarios und Edge Cases.

- Bei Daily Use Szenarios handelt es sich um Tätigkeiten, welche häufig ausgeführt werden, z.B. Schreiben eines Textes.
- Necessary Use Szenarios sind Tätigkeiten die auch ausgeführt werden müssen, aber wesentlich seltener, z.B. Ändern der Dokument Einstellungen.
- Edge Case Szenarios behandeln Ausnahmefälle.

Fokussieren sollte man beim Design vor allem auf Daily Use Szenarios, da sich gutes Design in diesem Bereich am stärksten auswirkt, Edge Cases können für den Design Prozess weitgehend ignoriert werden.

Von J. Nielsen stammt der Ansatz, Szenarios für „Discount Usability Engineering“ [Nie95] zu verwenden. Bei diesem Ansatz ist das Ziel, mit möglichst geringen Kosten die Usability von Systemen zu untersuchen. Mit Discount Usability Engineering erhält man zwar keine perfekte Analyse aber ein hinreichend gutes Abschätzen der Usability.

Interessant erscheint im Kontext dieser Arbeit der Ansatz Szenarios für User Testing zu verwenden. Szenarios können als einfache Prototypen eingesetzt werden, dadurch ist es möglich, Einsatzmöglichkeiten mit Benutzern/-innen zu besprechen, noch bevor ein realer Prototyp vorliegt. Darüber hinaus können Szenarios den Hintergrund für Tasks im User Testing darstellen. Die Test-Tasks werden mit einer konkreten Anwendungsgeschichte verknüpft, dies sollte dem Designer / der Designerin helfen, stringente und realistische Tests zu erstellen und dem Anwender / der Anwenderin ermöglichen, die Tasks in einem Kontext zu sehen und dadurch den Sinn der einzelnen Tasks besser zu verstehen.

Benyon & Macaulay [BM04] beschreiben eine „scenario-based design method for human-Centred interaction design“. Szenarios spielen hier in beinahe dem gesamten Entwicklungsprozess eine Rolle. Der Prozess zeichnet sich dadurch aus, dass mit sehr einfachen Szenarien (user stories) begonnen wird und dann im Laufe des Prozesses diese Szenarios feiner und detaillierter ausgearbeitet werden bis zu einer formalen Spezifikationen des Systems (use cases, data-model, design-language). Dieser Prozess ist gut geeignet, um neue Systeme von Grund auf zu entwerfen, und eignet sich gut für multidisziplinäre Teams, da die Szenarios eine gemeinsame „lingua franca“ für alle involvierten Personen sein können.

In ihrem Prozess werden vier verschiedene Formen von Szenarios verwendet:

„User Stories“ Können in verschiedenster Form vorliegen (Videos, Tagebuch Einträge, Ergebnisse aus Interviews oder Beobachtungen usw.), generell versuchen sie das Wissen und die Ziele der späteren Anwender/-innen abzubilden. Dabei werden auch möglicherweise triviale und unwichtige Details festgehalten, da sie im Entwicklungs-Prozess wichtige Denkanstöße geben könnten.

- z.B. Die Anwenderin / der Anwender möchte eine SMS schreiben.

„Conceptual Scenarios“ Als nächster Schritt werden „Conceptual Scenarios“ entwickelt. Diese sind abstrakter und stärker strukturiert als User Stories. Ähnliche Geschichten werden zusammengefasst und es wird versucht, zu einer generellen Beschreibung zu kommen. Sie treffen allerdings noch keine Festlegung über konkrete Interface Entscheidungen, ihr Fokus liegt darauf festzuhalten,

was der Benutzer / die Benutzerin tut und nicht wie sie / er es tut. Sie sollen Denkanstöße liefern und Fokussierungen auf Problemfelder erleichtern. Vorgeschlagen wird, für jedes Conceptual Szenario eine PACT-Analyse (people, activities, context, technologies) durchzuführen. Diese bedeutet festzuhalten, welche Personen, Aktivitäten, Technologien involviert sind und in welchem Kontext dies stattfindet.

- z.B.: Die Anwenderin / der Anwender gibt einen Text ein, wählt die Empfängerin / den Empfänger aus und sendet die Nachricht.

„Concrete Scenarios“ Bei „Concrete Scenarios“ werden konkrete Design Entscheidungen getroffen, welche in die Szenarios einfließen. Es werden spezifische Interaktion-Muster festgelegt und beschrieben. Dieser Szenario Typus hilft dabei, konkrete Design Entscheidungen zu treffen und evaluieren zu können.

- z.B.: Anna gibt den Text in das dafür vorgesehene Textfeld ein. Danach drückt sie auf den Telefonbuch Button. Ein Dialog-Fenster öffnet sich, sie wählt aus der Liste „Barbara“ aus. Der Name der Empfängerin („Barbara“) wird im Hauptfenster oberhalb des zu sendenden Text angezeigt. Anna drückt den Senden Button, ein Informationsfeld erscheint, welches den Fortschritt der Datenübertragung anzeigt. Sobald die Nachricht übertragen wurde schließt sich das Fenster automatisch.

„Use Cases“ „Use Cases“ oder Anwendungsfälle beschreiben die Interaktion zwischen Menschen und Maschinen, sie sind die formalste und konkreteste Form in diesem Prozess. Jeder Anwendungsfall kann in mehreren Szenarios Verwendung finden.

- z.B.: Die Anwendungsfälle Telefonbuch öffnen und Kontakt auswählen spielen sowohl in den Szenarios „SMS-schreiben“ als auch „Person anrufen“ eine Rolle.

ID	Name	Beschreibung
1	Telefonbuch öffnen	Durch Drücken des Buttons „Telefonbuch“ öffnet sich ein neues Dialog-Fenster.
2	Kontakt auswählen	Ein Kontakt wird in der Liste markiert. Der Kontakt wird mittels „OK-Taste“ bestätigt und im Objekt „selectedContact“ gespeichert

3.3 Menschen mit Behinderung im UCD

Bei jeder Forschung in der Endbenutzer/-innen in den Prozess einbezogen werden, ist es wichtig, ethische Grundlagen zu betrachten und Guidelines zu befolgen. Daher werden zuerst Arbeiten zu ethischen Fragen in User Centred Design Fragen betrachtet, danach soll speziell auf die Situation der Entwicklung und Forschung mit und für Menschen mit Behinderung eingegangen werden. Ziel ist es, ethische Richtlinien zu identifizieren, an denen sich die weitere Vorgehensweise orientiert.

Courage und Baxter [CB04] präsentieren in ihrem Lehrbuch ethische Grundlagen bei der Anforderungsanalyse. Wenn spätere oder potenzielle Endbenutzer/-innen in den Design Prozess einbezogen werden, müssen folgende Grundsätze beachtet werden³:

³Anm.: Um eine bessere Lesbarkeit zu Erreichen wurde aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt

- Das Recht auf Information. Jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin hat das Recht, den Zweck der Aktivität zu kennen
- Jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin muss ausdrücklich einer Aufzeichnung seiner / ihrer Daten, insbesondere Foto, Video oder Gesprächsaufnahmen zustimmen.
- Eine angenehme Atmosphäre ist notwendig, der Teilnehmer / die Teilnehmerin soll sich nie unwohl fühlen.
- Eine angemessene Sprache ist notwendig, sowohl während der Tests, bei Gesprächen mit den Teilnehmern / Teilnehmerinnen als auch in der Niederschrift der Erkenntnisse.
- Das Recht auf Anonymität. Dies gilt nicht nur für das End-Dokument sondern auch für Notizen, die Beschriftung von Video-Bändern usw.
- Das Recht abzubrechen. Teilnehmer / Teilnehmerinnen müssen jederzeit ohne Nachteile zu erleiden abbrechen können oder auch vor Aktivitäten ihre Teilnahme widerrufen können.
- Das Recht auf angemessene Entschädigung für den Aufwand.
- Daten müssen richtig, verlässlich und nachprüfbar sein. Daten dürfen niemals gefälscht werden.
- Forschung darf nur im Kompetenzbereich des Forschers / der Forscherin durchgeführt werden.
- Original Daten sollten nur so lange wie notwendig aufbewahrt werden.
- Recht auf Nachbearbeitung. Jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin hat die Möglichkeit, nach Teilnahme an Aktivitäten diese zu besprechen.

Newell und Gregor beschreiben in ihrem Artikel „User sensitive inclusive Design“ [NG00] die Unterschiede zwischen UCD mit Menschen mit Behinderung und UCD mit Menschen ohne Behinderung.

- Es existiert eine viel größere Vielfalt an Benutzer/-innen-Eigenschaften.
- Es kann möglicherweise Schwierigkeiten bereiten, repräsentative Benutzer / Benutzerinnen zu finden.
- Es gibt möglicherweise Interessens-Konflikte zwischen verschiedenen Formen von Behinderung.
- In manchen Situationen ist Design for All unangebracht (z.B. Autos, die für blinde Personen benutzbar sind).
- Die Charakteristiken der Benutzer/-innen-Gruppen müssen sehr genau spezifiziert werden.

Es existieren daher Design-Paradigmen, die sich an UCD orientieren, deren Grundgedanke ist, dass ältere Menschen und Menschen mit verschiedenen Formen von Behinderungen im Designprozess bedacht bzw. eingebunden werden, um eine Benutzbarkeit durch eine möglichst große Gruppe von Menschen sicherzustellen. Beispiel für solche Designparadigmen sind Design for All, Universal Design und Inclusive Design, wobei diese Begriffe teilweise synonym verwendet werden.

Die North Carolina - State University betreibt das „Center for Universal Design“ und stellt die Grundprinzipien für Universal Design [BRC10] bereit. Das „European Design for All e-Accessibility Network EDeAN“ stellt auf seiner Website Ressourcen für Design for All bereit [ede10].

Im Falle der Arbeit mit Menschen mit Behinderung gibt es darüber hinaus noch weitere Kriterien die bedacht werden sollten. M. Rauhala [RT03] beschreibt Analogien zwischen medizinischer Forschung und der Forschung & Entwicklung an Ambient Assisted Living Technologie. „Ambient Assisted Living (AAL) umfasst Methoden, Konzepte, (elektronische) Systeme, Produkte sowie Dienstleistungen, welche das alltägliche Leben älterer Menschen situationsabhängig und unaufdringlich unterstützen.“⁴

- Es ist zu vermeiden unbegründete und überhöhte Erwartungen bei Teilnehmern / Teilnehmerinnen zu erzeugen.
- Die Teilnahme an einer Untersuchung muss nicht zu einer Verbesserung der tatsächlichen persönlichen Lage eines Teilnehmers / einer Teilnehmerin führen. Dies ist insofern problematisch, da dies für die meisten Teilnehmer / Teilnehmerinnen sowohl an medizinischen als auch an AAL-Untersuchungen die primäre Motivation für die Teilnahme darstellt.
- Es ist notwendig eine Einverständniserklärung der Teilnehmer / Teilnehmerinnen zu erhalten, die auf einer vernünftigen Informationsbasis beruht. Bei der Arbeit mit Menschen mit Behinderung kann zusätzlich die Schwierigkeit entstehen, wie die Einverständniserklärung zu erreichen ist (wenn die Teilnehmerin / der Teilnehmer z.B. Sprechbehinderungen und motorische Behinderungen besitzt) oder noch gravierender bei intellektuellen Behinderungen (z.B. Demenz).
- Eine Teilnahme ist mit Risiken verbunden. Auch wenn diese nicht so gravierend sein können wie bei medizinischen Experimenten, so ist doch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass auch Tests von AAL-Technologie Stress, Angstzustände usw. hervorrufen können.
- Was passiert nach dem Experiment? Problematisch ist - insbesondere bei Langzeitexperimenten - wenn ein funktionierender Prototyp, welcher möglicherweise zu einer Verbesserung der Lebensumstände der Teilnehmer/-innen geführt hat, zurückgegeben werden muss.

Der größte Unterschied ist sicher, dass bei medizinischen Experimenten versucht wird, Forschung an und mit Menschen soweit wie möglich zu reduzieren (z.B. Medikamentenstudien), während Organisationen für Menschen mit Behinderung die möglichst starke Teilnahme und Involvierung am Forschungs & Entwicklungsprozess fordern.

3.3.1 FORTUNE - Projekt

Im Rahmen des FORTUNE - Projekts wurden Standards und Richtlinien speziell für Forschungs- & Entwicklungsprojekte entwickelt. „Das FORTUNE-Projekt ist ein EU-gefördertes Projekt mit der Zielsetzung, ein Konzept zur Nutzereinbindung in Forschung & Entwicklung zu entwickeln, basierend auf der Idee einer echten Partnerschaft. FORTUNE beabsichtigt die Lücke zwischen Endnutzer/-innen mit Behinderungen, ihren Organisationen und dem Forschungs- und Entwicklungsbereich zu schließen“ [For10]. FORTUNE stellt ein Dokumente-Framework bereit und hat 7 Prinzipien veröffentlicht, nach denen Forschung & Entwicklung erfolgen sollte⁵.

- **Partnerschaft:** Kooperation auf Grundlage einer Partnerschaft.
- **Nutzerorganisations basiert:** Nutzer/-innen sind Mitglieder oder Repräsentant einer Organisation von Endnutzern / Endbenutzerinnen.

⁴http://de.wikipedia.org/wiki/Ambient_Assisted_Living - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁵ <http://www.fortune-net.de/deutsch/prinzip.htm> - letzter Zugriff: 30.3.2014

- **Gleiche Bezahlung:** Nutzer/-innen erhalten Zahlungen auf der gleichen Grundlage wie alle Partner.
- **Zugänglichkeit:** Alle Projektmaterialien, Kommunikationsmedien und Räumlichkeiten sind für die Nutzer/-innen zugänglich.
- **Qualifizierte Mitarbeiter:** Jeder Partner stellt qualifizierte Mitarbeiter/-innen für das Projekt zur Verfügung.
- **Gründliche Projektplanung:** Der Projektplan beinhaltet geeignete Arbeitspakete und Aufgaben für Nutzerbeteiligung.
- **Frühe Beteiligung:** Nutzer/-innen sind Partner vom frühesten Beginn des Projekts.

3.3.2 RESNA - Code of Ethics

Die „Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America“ (RESNA) bietet ethische Richtlinien, Standardisierungen und Zertifizierungen für Arbeit im Bereich der Assistiven Technologie. Von RESNA wurde ein „Code of Ethics“ [RES10] veröffentlicht.

„RESNA is an interdisciplinary association for the advancement of rehabilitation and assistive technology. It adheres to and promotes the highest standards of ethical conduct.

Its members and credentialed service providers:

- Hold paramount the welfare of persons served professionally.
- Practice only in their area(s) of competence and maintain high standards.
- Maintain the confidentiality of privileged information.
- Engage in no conduct that constitutes a conflict of interest or that adversely reflects on the association and, more broadly, on professional practice.
- Seek deserved and reasonable remuneration for services.
- Inform and educate the public on rehabilitation/assistive technology and its applications.
- Issue public statements in an objective and truthful manner.
- Comply with the laws and policies that guide professional practice.

Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America (RESNA)“ [RES10].

3.3.3 NJC - Communication Bill of Rights

Vom „National Joint Committee for the Communication Needs of Persons with Severe Disabilities“ (NJC) wurde die „Communication Bill of Rights“ [SDN11] herausgegeben. Hier wird ausdrücklich festgehalten, dass jeder Mensch mit Behinderung das Recht hat, durch Kommunikation seine Lebensumstände und seine Situation zu beeinflussen.

Each person has the right to

- request desired objects, actions, events and people

- refuse undesired objects, actions, or events
- express personal preferences and feelings
- be offered choices and alternatives
- reject offered choices
- request and receive another person's attention and interaction
- ask for and receive information about changes in routine and environment
- receive intervention to improve communication skills
- receive a response to any communication, whether or not the responder can fulfill the request
- have access to AAC (augmentative and alternative communication) and other AT (assistive technology) services and devices at all times
- have AAC and other AT devices that function properly at all times
- be in environments that promote one's communication as a full partner with other people, including peers
- be spoken to with respect and courtesy
- be spoken to directly and not be spoken for or talked about in the third person while present
- have clear, meaningful and culturally and linguistically appropriate communications

National Joint Committee for the Communication Needs of Persons with Severe Disabilities (NJC) [SDN11].

3.3.4 USERfit - Methodologie

Die USERfit Methodologie wurde im Rahmen des EU-Programmes TIDE für den Einsatz von UCD im Bereich der Assistive Technology (AT) entwickelt. Die USERfit-Methodologie besteht aus einem Set von Tools, die Entwickler/-innen unterstützen sollen, Usability in AT-Projekten zu gewährleisten. Die Methodologie ist kein Design-tool, sondern ein Meta-Toolkit der dazu dient, Information zusammenzufassen und die richtigen Fragen zu untersuchen. Die USERfit-Methodologie untersucht Produkt-Spezifikation und Evaluation aus der Sicht der Bedürfnisse der Benutzer/-innen, und liefert keine technische Spezifikation, diese muss mit anderen Methoden erstellt werden.

Sie ist modular aufgebaut, je nach Fokus des Projekts können nur Teile oder einzelne Tools verwendet werden und mit anderen Methoden kombiniert werden. Es werden vier Phasen unterschieden, wobei diese Phasen (da es sich um UCD handelt) mit den Phasen nach ISO 13407 übereinstimmen. Abbildung 1.1 zeigt einen Überblick über die Phasen und Tools der Methodologie. Jedes Tool besteht aus einer oder mehreren Tabellen, welche ausgearbeitet werden sollten, wobei es den Entwicklern / Entwicklerinnen frei steht, je nach gewünschten Detaillierungsgrad zu entscheiden ob und wie genau diese Tabellen bearbeitet werden. Jedes Tool beinhaltet zudem einen Verweis auf Methodiken, die sich für die Erhebung der Daten eignen.

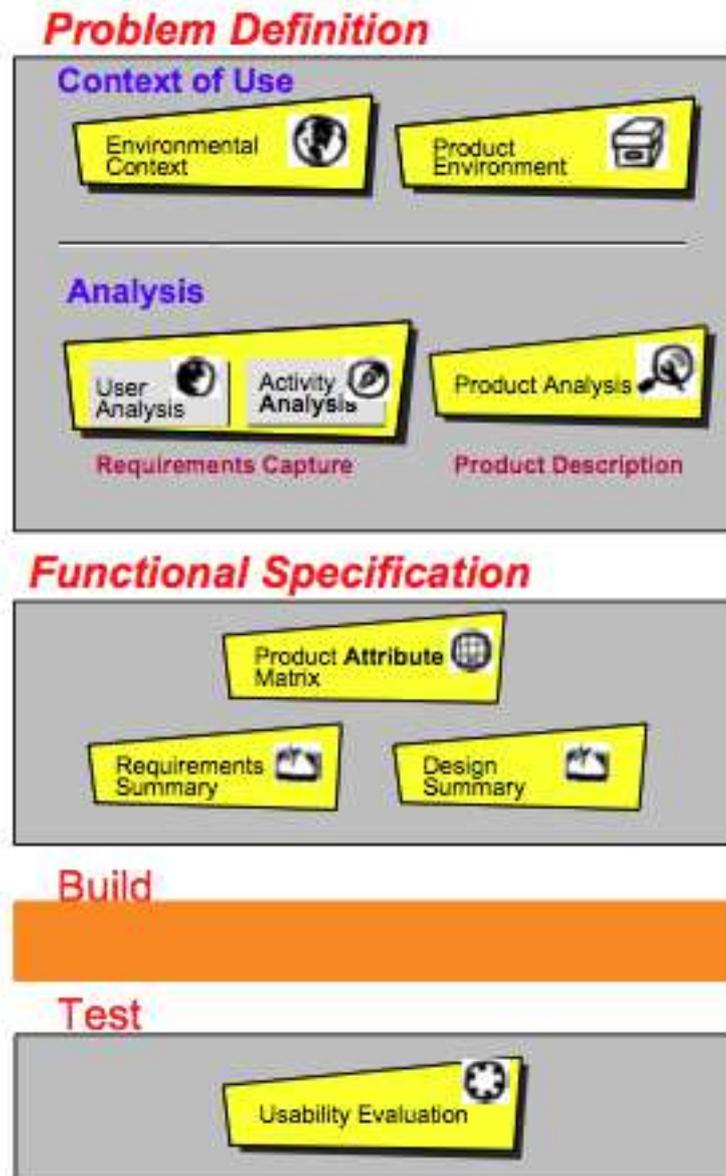


Abbildung 3.1: Überblick über die USERfit Methodologie [PAR96, Seite 3]

Anforderungsanalyse

Das Projekt Tina-Mobil wird als User Centred Design Prozess durchgeführt. Da es sich um die Entwicklung eines Assistive Technologie Gerätes handelt, wird die USERfit Methodologie [PAR96] herangezogen. In der Entwurfsphase werden Nutzungskontext und Anforderungen analysiert und aus diesen eine funktionale Spezifikation erstellt. Auf Basis dieser funktionalen Spezifikation wird ein Prototyp entworfen. Dieser Prototyp wird implementiert und abschließend mit einer Usability Untersuchung evaluiert.

4.1 Methodik

Die größte Erschwernis bei der Anforderungsanalyse ist die Tatsache, dass die Anwenderin nicht sprechen kann und die Kommunikation sowohl über Dolmetscherinnen als auch mit Hilfe des Computers relativ langsam ist. Daher konnte bei der Anforderungsanalyse nur beschränkt auf Techniken wie Befragungen oder Interviews zurückgegriffen werden. Für die Anforderungsanalyse wurde die USERfit Methodologie um den „Scenario based Design“ Ansatz von Benyon und Macaulay “[BM04] - Kapitel 11, erweitert. Wie von Benyon und Macaulay gefordert, wurde auf verschiedene Typen von Szenarios aufgebaut. Benyon und Macaulay verwenden in ihrem Prozessmodell User Stories, Conceptual Scenarios, Concrete Scenarios und Use Cases, wobei von User Stories zu Use Cases der Detaillierungsgrad immer größer wird.

Um die Mini-User Stories zu erheben und eine Möglichkeit für Beobachtung zu bieten, wurde als erster Schritt das Netbook so eingerichtet, dass es der Anwenderin ermöglichte, alles zu tun, was auf dem von ihr bisher verwendeten Stand-PC möglich war. Dies hatte den Vorteil, dass die Anwenderin sehr schnell mit dem Gerät arbeiten konnte und es ihr so möglich war, verschiedene Einsatzorte und Szenarien zu testen und ihre Erfahrungen und Anforderungen, die sie erkannt hat, zu beschreiben. Zusätzlich mussten in der ersten Phase keine neuen Konzepte erlernt werden, die Anwenderin konnte sich primär auf die veränderten Rahmenbedingungen und Eingabesituation konzentrieren.

In zehn Treffen (im Zeitraum von April 2010 - Juli 2010) wurden Erfahrungen der Anwenderin mit dem Gerät sowie Wünsche an Anforderungen an das Gerät dokumentiert. Jedes Treffen dauerte ca. zwei Stunden. Diese „Mini-User-Stories“ wurden danach in drei Kategorien eingeteilt: Infos, Anforderungen, Bugs. Thematisch verwandte Inhalte wurden zusammengefasst.

Auf Basis dieser Mini-User Stories wurden Conceptual Scenarios erstellt und der Anwenderin präsentiert, um zu erheben, ob diese Szenarios so für die Anwenderin vorstellbar sind. Diese

Conceptual Scenarios beschreiben noch keine konkreten Design Ideen sondern mögliche Situationen, in denen das Gerät zum Einsatz kommt.

„Scenarios can become messy, so in order to control the scenarios a structure is needed. We use a framework known as PACT (People, Activities, Contexts, Technologies) [...]“ [BM04, Seite 215]

In einem Treffen wurden die Conceptual Scenarios der Anwenderin präsentiert. Am Beginn des Treffens wurde das Konzept des Scenario Based Design erklärt, danach wurden die Personas und die Szenarios präsentiert. Die Szenarios wurden einzeln vorgelesen und danach der Anwenderin zu jedem Szenario drei Fragen gestellt.

1. Können Sie sich dieses Szenario vorstellen?
2. Ist etwas falsch in diesem Szenario?
3. Was fehlt Ihnen in diesem Szenario?

Die Antwort auf die Fragen wurde dokumentiert und die Szenarios angepasst. Am Ende wurde das Einverständnis der Anwenderin eingeholt, diese Szenarios im Rahmen der Diplomarbeit zu veröffentlichen.

Als nächster Schritt wurde das USERfit Tool (AA2) zur Aktivitäten-Analyse verwendet, um Concrete Scenarios zu erstellen. Dabei wurde jedes der Conceptual Scenarios in Sub-Szenarien aufgespalten, diese kleineren Szenarien dienen als Concrete Scenarios. Für jedes Concrete Scenario wurde eine Abfolge von Aktivitäten dokumentiert, die notwendig sind, um dieses Szenario erfolgreich umzusetzen. Diese Aktivitäten werden in gewünschte Produktfunktionalität übergeführt und diese Produkt Charakteristiken dokumentiert (AA3). Die gewünschte Produktcharakteristik wurde mit Hilfe der Produkt-Attribut-Matrix analysiert und zusammengefasst.

Zur Analyse der Stakeholder wurden Personas [Coo99] verwendet. Personas sind keine realen Benutzer / Benutzerinnen aber repräsentieren typische Benutzer / Benutzerinnen für den Entwicklungsprozess. Szenarien bilden bei Cooper den Rahmen, in dem Personas versuchen, ihre Ziele zu erreichen. Bei der Entwicklung der Personas konnte auf die Arbeiten von [Pan93, Reg10] zurückgegriffen werden. Der Nutzungskontext wurde unter Verwendung der USERfit Tools (PE, CE) dokumentiert.

4.2 Nutzungskontext

Auf Basis eines Netbooks soll ein mobiles Kommunikationsgerät für eine Kopfstabanwenderin gestaltet und evaluiert werden. Das Ergebnis dieser Arbeit wird benötigt, da die Anwenderin nicht sprechen kann und nur mittels eines Kopfstabes mit dem Gerät interagieren kann, und daher die Verwendung von herkömmlichen bestehenden Technologien (wie z.B. Mobiltelefon) nicht möglich ist. Die Idee des Produkts entstand, da die Anwenderin schon lange so ein Gerät wünscht und eine nicht-mobile Version der Kommunikationssoftware „Tinatel“ [Reg08] für die Anwenderin bereits auf einem Stand-PC im Einsatz ist. Durch die technologische Entwicklung stehen Geräte zur Verfügung, die klein und trotzdem leistungsstark genug sind, um solch ein Projekt zu realisieren. Die Anwenderin verfügt bereits über ein Netbook, das an ihrem Rollstuhl befestigt ist. Trotzdem sollte das Produkt möglichst unabhängig vom Typ eines konkreten Netbooks sein, um es auch auf anderen Geräten zum Einsatz bringen zu können.

Auch wenn es sich hierbei um eine spezielle Entwicklung für eine konkrete Anwenderin handelt, sollte immer bedacht werden, dass diese Technologie auch für andere Menschen mit motorischen

Behinderungen und Sprechbehinderung interessant sein könnte. Daher sollte im Sinne des Design for All ein möglichst zugängliches Produkt entstehen. Das Produkt sollte überall zum Einsatz kommen können, wo es möglich ist, das Gerät auf den Rollstuhl aufzubauen. Dies kann sowohl indoor als auch outdoor (bei nicht regnerischen Verhältnissen) geschehen. Wichtig ist eine Möglichkeit der Verbindung mit dem Internet, was aber durch mobiles Internet an vielen Orten gewährleistet sein sollte, sowie eine ausreichend lange Akkulaufzeit.

Dokumentation, Training und Installation werden im konkreten Fall im Rahmen des Entwicklungsprozesses durchgeführt. Bei möglichen anderen Anwender/-innen sollte ein Tutorial kombiniert mit einem Installationsprogramm das Einrichten ermöglichen.

4.3 Personas

„Personas are not real people, but they represent them throughout the design process“
([Coo99] Seite 159).

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden verschieden Personengruppen identifiziert, welche zwar keine Anwender/-innen des Systems im eigentlichen Sinn sind, aber als potentielle Kommunikationspartner / Kommunikationspartnerinnen in den Szenarios eine Rolle spielen werden. Diese Personengruppen werden durch Personas repräsentiert, welche von Alan Cooper in seinem Buch „The Inmates Are Running the Asylum“ [Coo99] eingeführt wurden.

4.3.1 Martina (Benutzerin des Systems)

Martina ist die zukünftige Benutzerin, für welche das System entwickelt wird. Es wird versucht die spezielle Situation, die den Einsatz eines solchen Gerätes bzw. die notwendigen Adaptionen notwendig macht, kurz zu beschreiben (vgl. P. Panek Tinatel - Kapitel 2 [Pan93]).

Die Anwenderin (geb. 1971) studiert Biologie in Wien. Bei ihrer Geburt erlitt sie einen Sauerstoffmangel (Hypoxie), der zum Absterben der für die feinmotorische Steuerung zuständigen Gehirnteile führte. Ihr Intellekt ist aber unversehrt geblieben. Zur Fortbewegung verwendet die Anwenderin einen elektrischen Rollstuhl, den sie mit einem Joystick, mit der rechten Hand, steuert. Da sie nicht sprechen kann, ist sie bei der sprachgebundenen zwischenmenschlichen Kommunikation auf die Aufmerksamkeit, Kooperationsbereitschaft und Informiertheit der Menschen, mit denen sie in Kontakt treten will, angewiesen. Die Kommunikation erfolgt - sofern kein Computer als Hilfsmittel verwendet wird - zeichenweise über das Aufsagen des Alphabets. Normalerweise übernimmt eine persönliche Assistentin diese Aufgabe, d.h. Kommunikation erfolgt über eine dritte Person.

Am Anfang wird durch die Frage „A-M“ der Suchraum eingegrenzt. Danach wird entweder bei A oder bei N beginnend das Alphabet solange aufgesagt, bis die Anwenderin ein zustimmendes Zeichen (z.B. Nicken) gibt. Da dies leider nicht eindeutig ist, kann es vorkommen, dass öfters nachgefragt werden muss, welches Zeichen konkret gemeint war. Aus den einzelnen Zeichen werden dann Wörter und Sätze gebildet. Dieser Vorgang dauert, wie man sich wahrscheinlich vorstellen kann, einige Zeit, es wird relativ langsam Information übertragen. Ohne technische Hilfsmittel ist die Anwenderin daher bei sprachlicher Kommunikation sowohl mit anwesenden Personen als auch über Telefon immer auf die Hilfe einer Assistentin angewiesen, was in manchen Situationen unangenehm sein kann, da kein Gespräch unter vier Augen möglich ist. Zudem ist die persönliche Assistentin auch nicht immer anwesend, da sie auch andere Tätigkeiten (z.B. Einkaufen) für die Anwenderin erledigt. In der Zeit, in der keine Assistentin anwesend ist, ist es daher ohne technische Hilfsmittel nicht möglich, zu kommunizieren.

Grundsätzlich ist es für die Anwenderin möglich, mit Hilfe einer speziellen Eingabetechnik einen herkömmlichen PC zu bedienen. Sie verwendet dabei einen Kopfstab, der mit einer Art Stirnband an ihrer Stirn befestigt ist. Damit kann sie die Tasten des Computers bedienen. Einzige notwendige Adaption der Hardware ist eine über der Tastatur angebrachte Lochmaske, welche das Treffen der Tasten erleichtert und ein Abrutschen verhindert. Softwareseitig müssen einige Accessibility Einstellungen gesetzt werden, wie z.B. Einrasten der Strg- und Alt-Taste sowie die Verwendung einer Tastaturmaus. Sie verwendet diese Art der Eingabe seitdem sie 17 Jahre alt ist und hat daher schon viel Übung in der Bedienung von Computern mit dieser Technik. 1993 wurde ein Wert von 23,1 Tastenanschlägen pro Minute erhoben [Pan93, Pan94]. Bei der Bedienung des momentan vorhandenen Desktop-Computers wurden 2009 Werte von 23,4 bzw. 25,8 Tastenanschlägen pro Minute festgestellt [Reg10].

Es existiert bereits eine Kommunikationssoftware, welche der Anwenderin die Kommunikation mit anwesenden Personen und über Telefon ermöglicht. Diese Kommunikationssoftware (Tinatel) wurde von mir im Rahmen meiner Bachelorarbeit in enger Zusammenarbeit mit der Anwenderin entwickelt. Dabei wird von der Anwenderin verfasster Text mittels „Text to Speech“ Synthese in Sprache umgewandelt und über Lautsprecher ausgegeben. Zudem besitzt die Software Funktionen, welche die Steuerung eines speziellen Telefons ermöglichen. Die Anwenderin kann damit Anrufe annehmen und ablehnen sowie selbst Personen anrufen. Diese Lösung wird seit Oktober 2007 von der Anwenderin erfolgreich verwendet. Die momentan vorhandene Lösung ist allerdings nicht transportabel, daher ist es der Anwenderin mit dieser Software zwar möglich, zu kommunizieren, allerdings nur solange sie sich zuhause befindet und selbst dort nur in dem Raum, in dem sich der Computer befindet. Daher ist es ein dringender Wunsch der Anwenderin, das System so zu adaptieren, dass es auch mobil verwendet werden kann.

4.3.2 Markus (Familienangehöriger)

Markus ist gerade 18 Jahre alt geworden. Er geht in die 5. Klasse HTL - Elektrotechnik und ist knapp vor seiner Matura. Markus ist ein begeisterter Computerbenutzer, er verbringt viel Zeit vor dem Computer, meistens spielt er dann mit Freunden „Call of Duty“.

Markus ist Martinas Cousin. Sie treffen sich regelmäßig auf Familienfesten und da er Martina seit frühesten Kindheit kennt, ist er geübt in der Kommunikation mit ihr. Hin und wieder hilft er Martina auch neue Computerprogramme zu installieren oder richtet Software für sie ein.

4.3.3 Julia (Assistentin)

Julia ist 23 Jahre alt und studiert seit 5 Semestern Internationale Entwicklung an der Uni Wien. Geboren und aufgewachsen in Innsbruck, sie zog aber wegen des Studiums nach Wien. In ihrer Freizeit geht sie gerne in Konzerte und spielt Saxophon in einer Jazz Band.

Über eine Stellenanzeige ist sie auf den Job als persönliche Assistentin aufmerksam geworden und da sie durch ihre Schulzeit, sie war in einer Integrationsklasse, schon Erfahrung mit Menschen mit Behinderung hat, traute sie sich, den Job anzunehmen. Sie arbeitet seit einem Jahr für Martina, in Normalfall 2 Tage die Woche. Da sie oft für Martina „dolmetschen“ muss, hat sie viel Erfahrung, mit Martina zu kommunizieren. Allerdings ist das nicht immer einfach und gerade am Anfang ihrer Tätigkeit kam es zu Missverständnissen.

4.3.4 Jörg (Studienkollege)

Jörg ist 26 Jahre alt und studiert Biologie in Wien, momentan schreibt er seine Diplomarbeit über die „konvergierte Evolution bei Annelida“. Jörg reist sehr gerne, er hat schon alle Länder Europas

bereist und nach seinem Studium würde er gerne zu einer Weltreise aufbrechen.

Jörg lernte Martina vor 2 Semestern bei einer Prüfung kennen. Sie textchatten über Skype und manchmal gehen sie auf einen Kaffee. Mit Martina kommuniziert er vor allem über die Assistentin.

4.3.5 Dr. Anneliese Dotir (Uni Professorin)

Dr. Anneliese Dotir ist 45 Jahre alt und hält unter anderem die Vorlesung molekulare Zellgenetik an der Uni Wien.

Martina kennt sie „vom Sehen“, da Martina ihre Vorlesung besucht. Sie hat mit Martina bisher zweimal über E-Mail kommuniziert.

4.4 Conceptual Scenarios

4.4.1 Szenario 1 - Treffen im Kaffeehaus

Conceptual Scenario #S1

Titel	Treffen im Kaffeehaus
Fokus	Dieses Szenario soll möglichst viele Kommunikationsarten abdecken, die außerhalb der Wohnung ausgeführt werden können.
Personen	Martina, Jörg, Julia, Prof. Dotir
Aktivitäten	Das Netbook wird verwendet um ein Treffen auszumachen und während des Treffens zu kommunizieren
Kontext	Universität Wien, Kaffeehaus
Technologie	Netbook, WLAN, Internetverbindung, Software zum Telefonieren, Video-Player

Martina befindet sich, zusammen mit Julia, auf der Uni Wien, da sie für einen Test in molekularer Zellgenetik Unterlagen aus der Bibliothek holen will. Martina fällt ein, dass Jörg die Prüfung schon letztes Jahr gemacht hat und noch eine Mitschrift hat, die er ihr borgen wollte. Sie beschließt, Jörg anzurufen, um ihn zu fragen, ob er Zeit hat, sich mit ihr zu treffen. Martina startet ihre Telefonsoftware. Da es an der Uni Wien ein WLAN gibt, muss sie keine Internetverbindung über UMTS aktivieren. Sie schreibt einen kurzen Text, in dem sie fragt, ob Jörg gerade in der Nähe der Uni ist und Zeit hat, sich mit ihr auf einen Kaffee zu treffen. Sie ruft ihn an, er hebt ab und sie lässt den Text vorlesen. Jörg überlegt kurz und sagt dann, dass er in ca. einer halben Stunde Zeit hat sich mit ihr im Kaffee Motiv zu treffen. Nachdem das Gespräch beendet ist, baut Julia das Netbooks ab und sie fahren gemeinsam ins Kaffee Motiv.

Dort baut Julia das Netbook wieder auf, danach schickt Martina sie weg. Da im Motiv leider kein WLAN vorhanden ist, baut Martina eine Internetverbindung mit ihrem mobilen Internet auf. Martina sieht, dass sie einen Anruf in Abwesenheit von Jörg hat und er ihr einen Text auf den Anrufbeantworter gesprochen hat (1). Martina hört die Nachricht ab, Jörg teilt ihr darin mit, dass er sich leider um eine halbe Stunde verspätet. Martina nutzt die Wartezeit, um einen Text zu schreiben.

Nachdem Jörg im Kaffee Motiv angekommen ist, lässt Martina den Text, den sie bisher geschrieben hat, vorlesen. Leider ist es im Kaffeehaus relativ laut (2). Jörg versucht sich an die Zellgenetik

Vorlesung zu erinnern und erklärt Martina, was er noch darüber weiß. Martina benutzt das Netbook, um Zwischenfragen zu stellen. Nach ca. einer Stunde Gespräch muss Martina leider weiter, da sie noch zu Prof. Dotir in die Sprechstunde möchte. Sie ruft Julia an und sagt ihr, dass sie wieder ins Motiv kommen soll. Nachdem Julia wieder da ist, wird das Netbook abgebaut und am Rollstuhl verstaut. Jörg, Martina und Julia verabschieden sich und verlassen das Kaffeehaus.

Gleich um die Ecke im neuen Institutsgebäude ist das Büro von Prof. Dotir. Für Martina wird wieder das Netbook aufgebaut. Da Prof. Dotir noch nie mit Martina gesprochen hat, spielt Martina am Anfang ein Video ab, in dem sie erklärt, wie man am besten mit ihr kommunizieren kann. Danach unterhalten Sie sich über den Prüfungsmodus für die Prüfung in molekularer Zellgenetik. Nach einer halben Stunde ist alles geklärt (3), das Netbook wird von Julia wieder abgebaut und sie verabschieden sich.

Anmerkungen:

1. Wie Anruf in Abwesenheit erkennen wenn keine Internetverbindung da ist?
2. Mögliche Probleme mit Lautstärke in öffentlichen Räumen
3. Möglichkeit Gespräche zu speichern.

Resultierende Concrete Scenarios

- Telefonanruf (anrufen) - siehe Abschnitt 5.9 auf Seite 53
- Anrufbeantworter abfragen - siehe Abschnitt 5.11 auf Seite 54
- Gespräch mit anwesender Person - siehe Abschnitt 5.1 auf Seite 49

Können Sie sich dieses Szenario vorstellen?

Anwenderin: „Nein.“

Ist etwas falsch in diesem Szenario?

Anwenderin: „Grundsätzlich möchte ich das Netbook verwenden, um mich mit meinen Freunden zu unterhalten. Natürlich ist Unterhaltung mit Prof. Dotir auch eine Möglichkeit und die könnte ich mir sehr gut vorstellen.“

Anwenderin: „Dass ich das Netbook zum Lernen benütze, kann ich mir überhaupt nicht vorstellen.“

Anwenderin: „Den Rest kann ich mir aber schon vorstellen.“

Was fehlt Ihnen in diesem Szenario? (Anm. teilweise im Anschluss in das Szenario eingearbeitet)

Anwenderin: „Die Assistentin anrufen, wann sie wieder kommen soll.“ (Assistentin wird vorher weg geschickt)

Anwenderin: „In der Wartezeit Musik hören und gleichzeitig arbeiten.“

Anwenderin: „Ich sitze oft alleine im Kaffee - und schick die Assistentin weg und es kann sein, dass mich Menschen ansprechen oder dass ich jemand ansprechen möchte.“

4.4.2 Szenario 2 - Markus kommt vorbei

Conceptual Scenario #S2	
Titel	Markus kommt vorbei
Fokus	Dieses Szenario soll Kommunikationsmöglichkeiten innerhalb der Wohnung betrachten
Personen	Martina, Markus, Julia, diensthabende Assistentin
Aktivitäten	Das Netbook wird verwendet, um mit einer Person ein Gespräch zu führen
Kontext	Bei Martina zuhause
Technologie	Netbook, WLAN, Software zum Kommunizieren, Software zum Telefonieren

Martina befindet sich zuhause und sieht fern, Markus wollte in einer Stunde vorbeikommen, um ihr eine neue Software zu zeigen. Ungefähr 10 Minuten vorher bittet Martina die diensthabende Assistentin, das Netbook aufzubauen und ihr den Kopfstab aufzusetzen. Martina startet die Kommunikationssoftware.

Als Markus kommt, begrüßt Martina ihn und sie beginnen ein Gespräch. Während des Gesprächs schaltet Markus den Stand-PC an, um ihr die neue Software zu zeigen. Nach einer Stunde ruft Julia an (1). Martina ignoriert den Anruf, sie will später zurückrufen. Sie redet noch eine Stunde mit Markus über die Software.

Nachdem Markus gegangen ist, will Martina Julia zurückrufen. Sie bereitet keinen Text vor sondern ruft Julia direkt an (2). Julia hebt ab und sagt, dass sie besprechen wollte, wann sie nächsten Monat Dienst hat, nun ist sie aber unterwegs und hat nicht viel Zeit zum Telefonieren. Julia sagt, dass sie Martina alle möglichen Termin per SMS schickt. Martina legt auf und bittet die diensthabende Assistentin den Laptop abzubauen, denn sie hast schon etwas Hunger. Der Stand-PC läuft noch und zeigt an, dass Julia eine SMS geschickt hat. Martina beschließt die Nachricht erst morgen zu beantworten und schaltet selbständig den Stand-PC ab(3). Die diensthabende Assistentin nimmt ihr danach den Kopfstab ab,

Anmerkungen:

1. Was passiert, wenn Telefonsoftware 2x geöffnet ist?
2. Was passiert mit einem Text, der noch vorhanden ist?
3. Wie werden Nachrichten synchronisiert?

Resultierende Concrete Scenarios

- Gespräch mit anwesender Personen - siehe Abschnitt 5.1 auf Seite 49
- Telefonanruf (angerufen) - siehe Abschnitt 5.7 auf Seite 52
- SMS empfangen - siehe Abschnitt 5.3 auf Seite 50
- SMS senden - siehe Abschnitt 5.5 auf Seite 51

Können Sie sich dieses Szenario vorstellen?

Anwenderin: „Ja, das kann ich mir sehr gut vorstellen, das mit dem Anruf ist sehr realistisch.“

Ist etwas falsch in diesem Szenario?

Anwenderin: „Ich stelle mich seitlich zum Fernsehen - Laptop kein Problem“

Was fehlt Ihnen in diesem Szenario?

-

4.4.3 Szenario 3 - Lets Party

Conceptual Scenario #S3

Titel	Lets Party
Fokus	Kommunikation mit mehreren Personen, langer Zeitraum, in dem „ununterbrochen“ Kommunikation stattfindet
Personen	Viele
Aktivitäten	Das Netbook wird verwendet, um mit mehreren Personen Gespräche zu führen
Kontext	Bei Martina zuhause, Party
Technologie	Netbook, WLAN, Instant Messaging, Software zum Kommunizieren, Video-Player

Martina schreibt mit Jörg Instant Messaging Nachrichten. Jörg gratuliert ihr zur bestandenen Zellgenetik Prüfung. Da hat Martina eine Idee. Sie möchte ein Sommerfest feiern. Martina sieht am Kalender nach und erzählt Jörg die Idee und sagt ihm einen möglichen Termin. Jörg findet die Idee super und sagt, dass er sicher kommt.

Martina beginnt eine Einladung vorzubereiten und speichert sie ab. Sie verschickt die Einladung als SMS an einige Freunde und Freundinnen. Schon nach wenigen Minuten kommen die ersten Antworten. Da es meistens Zusagen sind, freut sich Martina schon auf die Party. Einige Eingeladene antworten auch per E-Mail oder geben ihr persönlich Bescheid. Julia fragt per Mail, ob sie eine Bowle mitbringen soll - Martina antwortet ihr per Mail, dass sie das unbedingt machen soll, denn Julia ist für ihre exzellenten Bowlen bekannt.

Am Tag des Sommerfests ist gutes Wetter und viele Leute sind gekommen. Martina hat ein Video aufgenommen, in dem sie die Leute begrüßt.

Die Party ist ein voller Erfolg und Martina unterhält sich mit allen Gästen (2)(3). Wie Martina zum ersten Mal auf die Uhr blickt, ist die Party schon einige Stunden in Gange (1).

Irgendwann verabschieden sich auch die letzten Gäste und eine nettes Fest in einer lauen Sommernacht geht zu Ende.

Anmerkungen:

1. Akku muss vielleicht geladen werden, wenn Gespräche sehr lange dauern.
2. Texte von vorherigen Gesprächen werden wie verwaltet?

3. Wie funktioniert die Kommunikation mit mehreren Personen gleichzeitig?

Resultierende Concrete Scenarios

- Instant Messaging - siehe Abschnitt 5.17 auf Seite 57
- SMS empfangen - siehe Abschnitt 5.3 auf Seite 50
- SMS senden - siehe Abschnitt 5.5 auf Seite 51
- Gespräch mit anwesender Person- siehe Abschnitt 5.1 auf Seite 49
- E-Mail empfangen - siehe Abschnitt 5.13 auf Seite 55
- E-Mail senden - siehe Abschnitt 5.15 auf Seite 56

Können Sie sich dieses Szenario vorstellen?

Anwenderin: „Ja, ich denke die Möglichkeit SMS an viele abzuschicken würde ich schon nutzen.“

Ist etwas falsch in diesem Szenario?

-

Was fehlt Ihnen in diesem Szenario?

-

Entwurf des Prototypen

Auf den Conceptual Scenarios aufbauend, soll nun beschrieben werden, welche Eigenschaften das Kommunikationssystem besitzen sollte. Manche Eigenschaften erfordern Neuentwicklungen, manche können mit bereits bestehender (adaptierter) Software abgedeckt werden. Soweit als möglich werden bestehende Softwarelösungen verwendet.

5.1 Beschreibung des Prototypen

Hauptzweck des Gerätes ist, wie aus den Gesprächen mit der späteren Anwenderin hervorging, die Kommunikation. Dabei wird zwischen reiner Text Kommunikation und Text to Speech Kommunikation unterschieden. Reine Text-Kommunikation beinhaltet Textnachrichten, E-Mail und Instant Messaging, Text to Speech (TTS) umfasst Telefonieren sowie Gespräche mit real anwesenden Personen.

5.1.1 Text to Speech - Kommunikation

Telefonieren

Für die Kommunikation über Telefon mit TTS existiert bereits eine bestehende Telefonsoftware (Tinatel) [Reg08], die speziell für die Anwenderin entwickelt wurde. Die Software befindet sich bereits auf einem Desktop PC mit Lochmaske in Verwendung. Diese Software muss allerdings noch für die mobile Verwendung angepasst werden. Stationär wird ein spezielles Festnetz-Telefon verwendet, welches über eine Infrarotschnittstelle angesteuert wird. Da dieses Telefon mobil nicht zu Verfügung steht, wird stattdessen eine Voice over IP (VoIP)- Lösung zum Einsatz kommen. Vorteil dabei ist, dass es unabhängig von einem konkreten Gerät funktioniert, es muss nur eine Internetverbindung vorliegen, was durch WLAN sowie UMTS Netzwerke kein Problem mehr darstellt. Da ein Abspielen und Aufnehmen des synthetisierten Textes mit einem Mikrophon einen unnötigen Umweg darstellt und eher potenzielle Störgeräusche mit übertragen werden, ist das Ziel, den synthetisierten Text direkt zu übertragen. Es sollte trotzdem möglich sein, den Input des Mikrophons zu übertragen, da es der Anwenderin ermöglicht Zustimmung oder Ablehnung zu signalisieren. Zudem besteht die Möglichkeit, dass eine Assistentin dolmetscht.

Kommunikation mit einer anwesenden Person

Kommunikation mit anwesenden Personen kann ebenfalls über die Software Tinatel erfolgen. Der Ablauf ist grundsätzlich derselbe, der synthetisierte Text wird nicht übertragen, sondern über die

Lautsprecher ausgegeben.

Zusätzlich sollte die Möglichkeit bestehen, Videos abzuspielen, welche vorher aufgenommen wurden. So ist es möglich, schnell öfters benötigte Inhalte zu kommunizieren, z.B. ein kurzes Video, in dem die Grundzüge der Kommunikation mit der Anwenderin erklärt werden.

5.1.2 Text - Kommunikation

Textnachricht

Für Textnachrichten existiert zwar ebenfalls bereits Software, wobei hier leider eine Verwendung von bestehender Software nicht ausreichend ist.

Zum einen hat eine kurze Analyse bestehender Software ergeben, dass die Zugänglichkeit und Tatstatursteuerung nicht ideal funktioniert. Darüber hinaus sollte es möglich sein, in der Telefonsoftware geschriebenen Text auch als SMS zu versenden (z.B. wenn der angerufenen Kontakt nicht abhebt) und die Kontakte aus der bereits bestehenden Telefonsoftware zu verwenden. Daher wird das Tinatel System um eine Schnittstelle zum Versenden und Empfangen von Textnachrichten erweitert und das User-Interface für diesen Zweck adaptiert.

E-Mail und Instant Messaging

Kommunikation mittels E-Mail und Instant Messaging kann durch bestehende Software abgedeckt werden, hier ist keine Neuentwicklung notwendig.

5.1.3 Synchronisation

Nachdem die Anwenderin momentan zwei Geräte verwendet - ein Netbook und einen Desktop PC - ist es wichtig, eine Synchronisation der Daten zwischen den beiden Geräten, bzw. zwischen beliebig vielen Geräten zu ermöglichen. Synchronisiert sollen dabei Dateien, Kontakte und Nachrichten werden.

5.1.4 Eingabeschnittstelle

Die Anwenderin ist gut an die Eingabe per Kopfstab gewöhnt und erreicht Eingabegeschwindigkeiten von rund 1 Zeichen in 2 Sekunden (siehe [Reg10, Pan93, Pan94]). Wichtig ist für die Anwenderin akustisches Feedback, da es schwierig ist, gleichzeitig zu tippen und auf den Bildschirm zu blicken. Das Gerät sollte also die Möglichkeit besitzen, Tastenanschläge akustisch auszugeben. Eines der wichtigsten Kriterien um mit dem Gerät in Echtzeit kommunizieren zu können, ist die ausreichende Texteingabegeschwindigkeit. Um notwendige Tastenanschläge zu minimieren, sollte eine Textvorhersagesoftware zum Einsatz kommen, wobei hier bereits existierende Software verwendet werden kann.

Es existiert also bereits eine bewährte Eingabemethode, auf die zurückgegriffen werden kann, eine Neukonzeption ist daher grundsätzlich nicht notwendig. Großer Nachteil der Kopfstabverwendung ist allerdings die Tastache, dass die Anwenderin diesen nicht selbständig aufsetzen kann. Daher sollten auch neue Wege der Eingabe versucht werden, allerdings besitzt dies eine geringere Priorität und wird daher erst gegen Ende des Projekts durchgeführt werden.

5.2 Concrete Scenarios

Für jeden Anwendungsbereich werden nun Concrete Scenarios erstellt, wobei jedes Szenario eine Abfolge von Aktivitäten besitzt, die notwendig sind, um dieses Szenario erfolgreich umzusetzen.

Für die Erstellung der Concrete Scenarios wurde das Tool AA2 aus dem UserFIT-Prozess verwendet.

5.2.1 Gespräch mit anwesender Person

Concrete Scenario	#C1: Gespräch mit anwesender Person	
Fokus	Kommunikation mit real anwesender Person	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren.	
Beschreibung	Die Anwenderin möchte mit einer anwesenden Person kommunizieren. Unter Umständen will die Anwenderin zuerst ein Video abspielen, um dem / der Kommunikationspartner/-in eine kleine Einführung zu geben, wie Kommunikation mit ihr am besten funktioniert. Sie startet die Kommunikationssoftware. Sie gibt Text ein, der vom System zu Sprache synthetisiert wird.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Video abspielen	Video kann ausgewählt und abgespielt werden.	Video muss vorher aufgenommen werden
Text synthetisieren	Der geschriebene Text wird in Sprache umgewandelt und über die Lautsprecher ausgegeben. Gute Sprechqualität und eine klar zu verstehende synthetische Stimme sind wünschenswert.	

5.2.2 Textnachricht empfangen

Concrete Scenario	#C2: Textnachricht empfangen	
Fokus	Kommunikation mit Textnachrichten	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Textnachricht wurde an die Anwenderin gesendet und befindet sich auf den Servern des Mobilfunkanbieters. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Das Netbook signalisiert über ein Informationsfenster, dass eine Textnachricht angekommen ist. Die Anwenderin startet die Software für Textnachrichten-Kommunikation. Die Nachricht wird auf dem Netbook gespeichert und automatisch der Anwenderin angezeigt. Wenn mehrere Nachrichten angekommen sind dann wird die aktuellste zuerst angezeigt.	
Mögliche Reaktionen	Die Anwenderin löscht die Nachricht. Die Anwenderin antwortet auf die Nachricht indem sie eine Nachricht zurücksendet. Die Anwenderin ruft die Person mit der Telefonsoftware an.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Textnachricht empfangen	Nachricht vom Server des Anbieters zur Anwenderin übertragen.	Internetverbindung vorhanden
Anzeige des Textnachricht Empfangs	Es wird angezeigt, dass eine neue Nachricht vorhanden ist - dies sollte leicht erkennbar sein.	
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Textnachrichten lesen	Es existiert eine klare Struktur mit der die bereits vorhandenen Nachrichten angezeigt werden. In vorhanden Nachrichten kann schnell und einfach navigiert werden.	

5.2.3 Textnachricht senden

Concrete Scenario	#C3: Textnachricht senden	
Fokus	Kommunikation mit Textnachrichten	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die Software für Textnachrichten-Kommunikation. Sie verfasst einen Text und wählt eine oder mehrere Personen aus einer Liste mit gespeicherten Kontakten aus. Wenn eine Antwort auf eine empfangene Textnachricht geschrieben wurde, dann ist der Empfänger / die Empfängerin bereits automatisch ausgewählt.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Text schreiben	Mit dem Kopfstab wird eine hohe Eingabegeschwindigkeit erreicht, ev. Möglichkeit der Eingabe ohne Kopfstab.	Kopfstab notwendig
Kontakt auswählen	Der Kontakt ist einfach auszuwählen. Es existiert die Möglichkeit, mehrere Kontakte auszuwählen.	
SMS senden	Die Nachricht wird an einen oder mehrere Empfänger übertragen.	Internetverbindung vorhanden

5.2.4 Telefonanruf (ankommend)

Concrete Scenario	#C4 - Telefonanruf (ankommend)	
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv. Die Telefonsoftware ist geöffnet.	
Beschreibung	Die Telefonsoftware zeigt an, dass ein Anruf ankommt. Die Anwenderin entscheidet, ob sie den Anruf akzeptieren will oder nicht. Wenn sie den Anruf akzeptiert, dann wird die Stimme des Kommunikationspartners / der Kommunikationspartnerin vom Netbook über Lautsprecher ausgegeben, der Text der Anwenderin wird synthetisiert und per Voice over IP (VoIP) übertragen. Am Ende des Gesprächs wird die VoIP-Verbindung beendet.	
Mögliche Reaktionen	Die Anwenderin speichert den Text nach dem Telefonat ab.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Anruf anzeigen	Die Software muss akustisch und über ein Informationsfenster anzeigen, dass ein Anruf ankommt und wer anruft.	Internetverbindung vorhanden
Anruf akzeptieren	Der Anruf wird akzeptiert, die Funktion, den Anruf zu akzeptieren, muss sehr schnell zu erreichen sein.	
Anruf abweisen	Der Anruf wird abgewiesen, die Funktion den Anruf abzuweisen muss sehr schnell zu erreichen sein. Es wird gespeichert, wer angerufen hat.	
Text schreiben	Hohe Eingabegeschwindigkeit mit Kopfstab, ev. Möglichkeit der Eingabe ohne Kopfstab.	Kopfstab notwendig
Text synthetisieren	Der geschriebene Text wird in Sprache umgewandelt und über die Lautsprecher ausgegeben. Gute Sprechqualität und eine klar zu verstehende synthetische Stimme sind wünschenswert.	
Synthetisierten Text übertragen	Der synthetisierte Text wird zum / zur Kommunikationspartner/-in übertragen.	Umgebungsgeräusche gering
Verbindung beenden	Die Verbindung wird beendet.	

5.2.5 Telefonanruf (abgehend)

Concrete Scenario	#C5: Telefonanruf (abgehend)	
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die Software für Telefon-Kommunikation. Sie verfasst einen Text und wählt eine Person aus einer Liste mit gespeicherten Kontakten aus, oder gibt eine Telefonnummer ein. Eine Verbindung zum Kommunikationspartner / zur Kommunikationspartnerin wird aufgebaut. Wenn die Person den Anruf akzeptiert, dann wird die Stimme des Kommunikationspartners / der Kommunikationspartnerin vom Netbook über Lautsprecher ausgegeben. Der Text der Anwenderin wird synthetisiert und per Voice over IP (VoIP) übertragen. Am Ende des Gesprächs wird die VoIP-Verbindung beendet.	
Mögliche Reaktionen	Anwenderin speichert den Text nach dem Telefonat ab. Der Kommunikationspartner / die Kommunikationspartnerin akzeptiert den Anruf nicht.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Text schreiben	Hohe Eingabegeschwindigkeit mit Kopfstab, ev. Möglichkeit der Eingabe ohne Kopfstab.	Kopfstab notwendig
Kontakt auswählen	Der Kontakt ist einfach auszuwählen	
Verbindung aufbauen	Eine VoIP -Verbindung wird aufgebaut.	Internetverbindung vorhanden
Text synthetisieren	Der geschriebene Text wird in Sprache umgewandelt und über die Lautsprecher ausgegeben. Gute Sprechqualität und eine klar zu verstehende synthetische Stimme sind wünschenswert.	
Synthetisierten Text übertragen	Mittels einem Mikrophon wird der synthetisierte Text aufgenommen und übertragen.	Umgebungsgeräusche gering
Verbindung beenden	Die Verbindung wird beendet.	

5.2.6 Anrufbeantworter abfragen

Concrete Scenario	#C6: Anrufbeantworter abfragen	
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die Software für Telefon-Kommunikation. Sie baut eine Verbindung zum Anrufbeantworter der Anbieters auf. Die gespeicherten Nachrichten werden über Lautsprecher ausgegeben. Am Ende wird die VoIP-Verbindung beendet.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Anruf in Abwesenheit anzeigen	Ein Anruf in Abwesenheit wird angezeigt.	Internetverbindung vorhanden
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Kontakt auswählen	Der Kontakt ist einfach auszuwählen.	
Verbindung aufbauen	Eine VoIP -Verbindung wird aufgebaut.	Internetverbindung vorhanden
Nachrichten abrufen	Die Nachrichten werden vom Anbieter abgerufen. Navigation innerhalb der gespeicherten Nachrichten sollte einfach möglich sein, genauso das Löschen von vorhanden Nachrichten.	
Verbindung beenden	Die Verbindung wird beendet.	

5.2.7 E-Mail empfangen

Concrete Scenario	#C7: E-Mail empfangen	
Fokus	Kommunikation mittels E-Mail	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv. Auf dem E-Mail Server befinden sich Nachrichten, die noch nicht gelesen wurden.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die E-Mail-Software. Neue E-Mails werden vom Server auf das Netbook übertragen. Die Anwenderin navigiert durch die E-Mails und öffnet gewünschte E-Mails um sie zu lesen.	
Mögliche Reaktionen	Die Anwenderin antwortet auf das E-Mail, indem sie ein E-Mail zurück schickt.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
E-Mail empfangen	E-Mails werden vom Server auf das Netbook übertragen, der Empfang neuer E-Mails wird angezeigt.	Internetverbindung vorhanden
E-Mails lesen	Die Anwenderin kann einfach durch die vorhandenen E-Mails navigieren und ein gewünschtes E-Mail lesen.	

5.2.8 E-Mail senden

Concrete Scenario	#C8: E-Mail senden	
Fokus	Kommunikation mittels E-Mail	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die E-Mail-Software. Sie öffnet ein neues E-Mail. Sie gibt einen Text ein und wählt einen Empfänger aus, wenn auf ein E-Mail geantwortet wird dann ist der Empfänger schon automatisch ausgewählt. Abschließend wird das E-Mail übertragen.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Neues E-Mail verfassen	Die Anwenderin kann mit wenig Interaktion eine neue E-Mail anlegen.	
Text schreiben	Hohe Eingabegeschwindigkeit mit Kopfstab, ev. Möglichkeit der Eingabe ohne Kopfstab.	Kopfstab notwendig
Empfänger auswählen	Es kann einfach ein Empfänger aus einer Liste ausgewählt werden. Alternativ kann auch eine neue E-Mail Adresse eingegeben werden.	
E-Mail senden	Das E-Mail wird zum Server übertragen.	Internetverbindung vorhanden

5.2.9 Instant Messaging

Concrete Scenario	#C9: Instant Messaging	
Fokus	Kommunikation über Instant Messaging (IM)	
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.	
Beschreibung	Die Anwenderin startet die IM-Software. Sie öffnet eine Verbindung zu einem Kontakt, der online, ist und sendet/empfängt Nachrichten.	
Aktivitäten im Szenario	gewünschte Produkt-Charakteristik	Voraussetzungen
Software öffnen	Software kann schnell und mit wenig Nutzerinteraktion gestartet werden.	
Text schreiben	Hohe Eingabegeschwindigkeit mit Kopfstab. Möglichkeit der Eingabe ohne Kopfstab.	Kopfstab notwendig
IM-Nachricht senden	Eine Nachricht wird an den Kontakt übertragen.	Internetverbindung vorhanden
IM-Nachricht empfangen	Der Erhalt einer Nachricht und die Nachricht werden angezeigt.	Internetverbindung vorhanden

5.3 Zusammenfassung

Aufbauend auf den Conceptual Scenarios wurden Concrete Scenarios erarbeitet, und in diesem Kapitel detailliert dargestellt. Ein Überblick über die erstellten Szenarios wird in Tabelle 5.19 dargestellt. Für die Szenarios Textnachricht (empfangen und senden) sowie Telefonanruf (ankommend / abgehend und Anrufbeantworter) müssen Schnittstellen implementiert werden. Die Implementierung der Schnittstellen wird im folgenden Kapitel beschrieben - Kapitel 6 auf der nächsten Seite. Die verbleibenden Concrete Scenarios können mit bestehender Software abgedeckt werden. Allerdings müssen auch hier Anpassungen und spezielle Einstellungen vorgenommen werden - siehe Kapitel 7 auf Seite 77ff.

Szenario	Titel	implementierte Schnittstellen
C1	Gespräch mir anwesender Person	-
C2	Textnachricht empfangen	SMS Schnittstelle - Sektion 6.2 auf Seite 69
C3	Textnachricht senden	SMS Schnittstelle - Sektion 6.2 auf Seite 69
C4	Telefonanruf (ankommend)	Voice over IP Schnittstelle - Sektion 6.1 auf der nächsten Seite
C5	Telefonanruf (abgehend)	Voice over IP Schnittstelle - Sektion 6.1 auf der nächsten Seite
C6	Anrufbeantworter abfragen	Voice over IP Schnittstelle - Sektion 6.1 auf der nächsten Seite
C7	E-Mail empfangen	-
C8	E-Mail senden	-
C9	Instant Messaging	-

Tabelle 5.19: Überblick über Concrete Scenarios

Implementierung der Schnittstellen

Für die Kommunikation über Telefon mit Text to Speech (TTS) existiert bereits eine bestehende Telefonsoftware (Tinatel) [Reg08], die speziell für die Anwenderin entwickelt wurde. Die Software befindet sich bereits auf einem Desktop PC mit Lochmaske in Verwendung. Das momentane stationär verwendete System überträgt synthetisierte Sprache, indem es diese über die Lautsprecher ausgibt. Die Ausgabe wird dann über die Freisprecheinrichtung des Telefons übertragen. In einem mobilen Einsatzbereich ist dieser Ansatz nicht zielführend. Zum einen haben erste Tests gezeigt, dass dies mit dem verwendeten Gerät zu einer sehr schlechten Sprechqualität führt. Zum anderen sind laute Umgebungsgeräusche bei diesem Ansatz problematisch, da die TTS-Stimme dann von Umgebungsgeräuschen überlagert wird. Daher wird für die Szenarios Telefonieren (abgehend) und Telefonieren (ankommend) eine Voice over IP (VoIP) - Lösung realisiert.

Darüber hinaus sind Textnachrichten für die Anwenderin eine wichtige Kommunikationsmöglichkeit. Textnachrichten haben in diesem Kontext den großen Vorteil, dass Inhalte ohne Sprachsynthese und ohne eventuelle Störungen übertragen werden können. Daher wird zusätzlich eine Schnittstelle zum Austausch von Textnachrichten mittels SMS (Short Message Service) implementiert. Durch die Implementierung der Schnittstelle werden die aus den Szenarien „Textnachricht senden“ und „Textnachricht empfangen“ resultierenden Anforderungen abgedeckt.

6.1 Voice over IP -Schnittstelle

Voice over IP (VoIP) bezeichnet die Übertragung von Sprache (Voice) über ein Netzwerk, welches das Internetprotokoll (IP) verwendet. In vielen Fällen, so wie auch im Anwendungsbereich dieser Arbeit, handelt es sich bei dem Netzwerk um das Internet (World Wide Web), VoIP kann aber auch in anderen z.B. lokalen Netzwerken eingesetzt werden, sofern sie das IP Protokoll verwenden. Bei VoIP wird die Sprache digitalisiert - sofern sie nicht schon digitalisiert vorliegt - und in Echtzeit mit IP - Paketen übertragen. IP - Pakete besitzen keine Mechanismen, um sicherzustellen, dass ein Paket tatsächlich beim Empfänger eingetroffen ist. Dies kann erst in höheren Abstraktionsschichten erreicht werden.

Synthetisierte Sprache (Text to Speech, TTS) kann mit VoIP direkt übertragen werden. Im weiteren wird diese Funktionalität als TTS to VoIP bezeichnet. Da der „Umweg“ über Ausgabe durch die Lautsprecher nicht notwendig ist, kann mit dieser Methode eine höhere Sprechqualität erreicht werden. Zusätzlich wird Unabhängigkeit vom konkreten Gerät erreicht, da ausschließlich eine Verbindung zum Internet erforderlich ist, was durch drahtlose Netzwerke (WLAN) und mobiles Internet (UMTS / HSDPA) annähernd flächendeckend verfügbar ist.

6.1.1 Anforderungen an die VoIP Schnittstelle:

Folgenden Anforderungen - erhoben in der Anforderungsanalyse - existieren für die VoIP-Schnittstelle:

- Herstellen einer Verbindung zum VoIP-Server
- Eine Nummer wählen
- Einen Anruf annehmen
- Einen Anruf ablehnen
- Die Verbindung zum VoIP-Server trennen
- Übertragung eines Audiodatei (wav) zum Gesprächsteilnehmer
- Übertragen eines TTS Audiosignals zum Gesprächsteilnehmer.

6.1.2 Technische Grundlagen

Für eine VoIP Verbindung wird ein Signalisierungsprotokoll benötigt, mit dem es den Clients möglich ist, Verbindungen zu Kommunikationspartnern aufzubauen, zu beenden, zu unterbrechen usw. Da es sich bei VoIP um Echtzeitkommunikation handelt, ist zusätzlich zum Signalisierungsprotokoll ein Protokoll für die Abwicklung der Echtzeitkommunikation notwendig.

Für Signalisierungsprotokolle existieren zwei offene Standards¹:

H.323 ist ein ITU-Standard und stellt ein Rahmenwerk (Framework) dar, in dem festgelegt wird, wie die weiteren Standards H.225.0 und H.245 sowie spezielle Protokolle der TCP/IP-Protokollfamilie wie RTP und RTCP für die Übermittlung von Echtzeitmedien (Audio, Video) in IP-Netzen einzusetzen sind. Um Echtzeitmedien in IP-Netzen zu übermitteln, sind unterschiedliche Arten von virtuellen Verbindungen nötig. H.225.0 und H.245 als H232 Signalisierung beschreiben die Regeln, nach denen diese Verbindungen eingerichtet werden können [Bad10, Seite 223]. Da in dieser Arbeit SIP als Protokoll eingesetzt wird, wird nicht näher auf das H.323 Protokoll eingegangen. Weitere Information in [Bad10, Kapitel 6].

Session Initiation Protokoll (SIP) ist ein einfach strukturiertes Signalisierungs- und Steuerungsprotokoll für die Realisierung multimedialer und mobiler Kommunikation über das IP-Netz. [...] Prinzipiell ist es SIP egal, welche Dienste damit signalisiert und gesteuert werden. SIP kann Sprachdienste und Videoapplikationen steuern [Fis08, Seite 190].

Session Initiation Protokoll (SIP)

Wie der Name Session Initiation Protokoll (SIP) bereits vermuten lässt, ist es mit SIP möglich, Sessions zwischen zwei Teilnehmern aufzubauen. SIP wurde erstmals 1999 als RFC 2543 veröffentlicht, die aktuelle Version stammt aus dem Jahr 2002 (RFC 3261)². Da SIP nach dem Schichtenmodell ein reines Anwendungsprotokoll ist, wird für die tatsächliche Übertragung ein Transportprotokoll benötigt. Hier können verschiedene Transportprotokolle zum Einsatz kommen: UDP³, TCP⁴ und TLS⁵.

¹Darüber hinaus gibt es mit **Skype** ein proprietäre Anwendung, welche allerdings weder offene Standards verwendet noch mit anderen Standards kompatibel ist

²<http://tools.ietf.org/html/rfc3261> - letzter Zugriff: 30.3.2014

³<http://tools.ietf.org/html/rfc768> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁴<http://tools.ietf.org/html/rfc793> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁵<http://tools.ietf.org/html/rfc4346> - letzter Zugriff: 30.3.2014

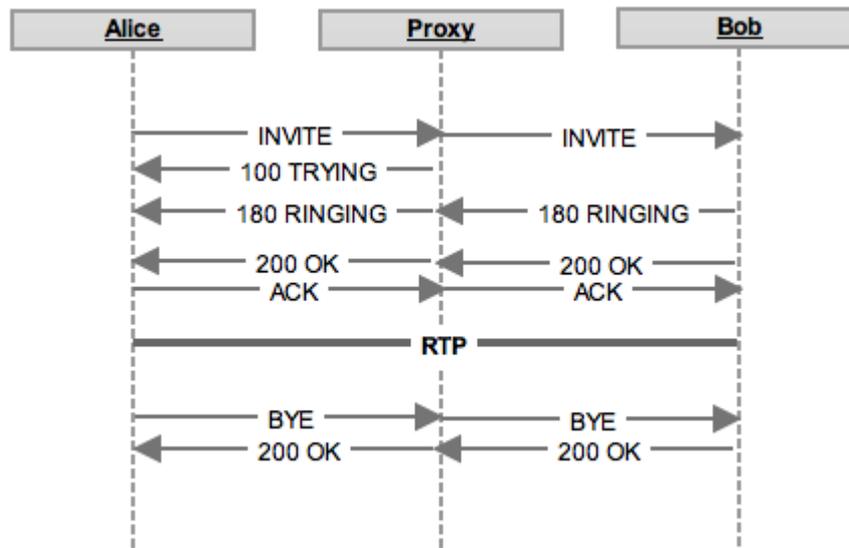


Abbildung 6.1: Schema einer SIP - Session

Es können sowohl zuverlässige - verbindungsorientierte (UDP) als auch unzuverlässige - verbindungslose (TCP) Protokolle verwendet werden, da SIP Mechanismen bereitstellt um Nachrichten zuverlässig zu übermitteln. Um Abhörsicherheit und Authentizität zu ermöglichen, ist es auch möglich SIP, über sichere Protokolle (TLS) zu transportieren. In diesem Fall spricht man von Secure SIP (SIPS). Für die Verwendung von UDP und TCP wurde Port 5060 als „well known port“ bei der Internet Assigned Numbers Authority (IANA) ⁶ registriert, für TLS ist der „well known port“ 5061 (allerdings - noch - nicht bei der IANA registriert).

Der Aufbau einer Session funktioniert bei SIP nach dem Request/Response Prinzip. Dabei sendet der Teilnehmer / die Teilnehmerin, welche/-r eine Verbindung aufbauen will, einen Request an den/die gewünschten anderen Teilnehmer / Teilnehmerin, dieser/diese antwortet (sofern verfügbar) mit einem Response. Die Teilnehmer / Teilnehmerinnen werden dabei über einen SIP-Uniform Resource Identifier (URI) identifiziert. Ein SIP-URI ist ähnlich wie eine E-Mail Adresse aufgebaut, die tatsächliche IP Adresse wird über einen Domain Name Server (DNS) ermittelt. Damit die zur SIP-URI gehörige momentane IP-Adresse bekannt ist muss sich der Teilnehmer / die Teilnehmerin bei einem speziellen Server - einem Registrar - registrieren. Großer Vorteil an diesem Konzept ist, dass jeder beliebige Computer bzw. jedes IP-Telefon mit einer SIP-URI verwendet werden kann, es ist lediglich als erster Schritt eine Registrierung notwendig. Vgl. [Bad10, Kapitel 7.1]

Schema einer SIP - Session Das Schema eines Verbindungsaufbaus über SIP wird in Abbildung 6.1 dargestellt.

In der Beschreibung von Kommunikation hat es sich eingebürgert, die Teilnehmer /-innen Alice und Bob zu nennen. (sofern ein/e bössartiger Angreifer/-in dazwischen ist, wird diese als Eve bezeichnet)

⁶<http://www.iana.org> - letzter Zugriff: 30.3.2014

Im Normalfall erfolgt die Verbindung zwischen zwei Teilnehmern / Teilnehmerinnen über einen bzw. mehrere SIP-Proxys, welcher die Nachrichten weiterleitet und Informationen über den Status an die Teilnehmer / Teilnehmerinnen sendet.

Initiiert wird eine Session durch das Senden der SIP-Nachricht „**INVITE**“. Der Proxy Server übernimmt die „**INVITE**“ Nachricht und sendet als Antwort ein „**100 Trying**“ zurück, was signalisiert, dass der Proxy versucht die Verbindung aufzubauen.

Eine „**INVITE**“ Nachricht besteht aus einem Header und einem Body, welcher Informationen über die Teilnehmer/-innen (SIP-URI's), Routing Information (via), sowie Informationen zur Identifikation des Calls (Call-ID) enthält. Im Body wird die Session beschrieben, dies erfolgt nach dem Session Description Protocol (SDP)⁷. Die Session Beschreibung ist insofern nötig, da sich die beiden Teilnehmer / Teilnehmerinnen auf einen Modus für den Ablauf der Echtzeitkommunikation einigen müssen. Dies erfolgt nach dem Offer-Answer-Model. Alice bzw. ihr SIP-Client (Client A) schickt ein Offer (Body Teil des Invite), in dem sie Bobs SIP-Client (Client B) mitteilt, welche Art von Echtzeitdatenübertragung sie anbieten kann. Wichtig sind hierbei insbesondere RTP-Port und Media-Typ (Art des Mediums und Kodierung / Codec). Client B sendet eine Antwort zurück, in der er mitteilt, ob und welche Anforderungen er erfüllt.

Sofern die beiden Teilnehmer / Teilnehmerinnen sich auf einen Session Modus einigen können, sendet Client B „**180 Ringing**“. Bei Empfang von „**180 Ringing**“ durch Client A kann dieser signalisieren, dass Bob grundsätzlich erreichbar ist - z.B. durch ein akustisches Signal / Freizeichen. Sobald Bob die Verbindung annimmt, sendet sein Client „**200 OK**“ um Client A mitzuteilen, dass erfolgreich eine Session initiiert wurde. Client A antwortet mit „**ACK**“ und die Echtzeitkommunikation über RTP kann beginnen.

Beendet wird die Verbindung durch das Senden von „**BYE**“, was ebenfalls mit „**200 OK**“ vom anderen Teilnehmer bzw. von der anderen Teilnehmerin bestätigt wird. Vgl. [Bad10, Kapitel 7.1.9 und Kapitel 7.4.1].

Real Time Transport Protocol (RTP) und RTP Control Protocol (RTCP)

„Die Übermittlung von Sprache, Audio und Video - also Echtzeitmedien - über ein IP-Netz verläuft in Echtzeit. In diesem Fall ist der Einsatz der Protokolle für die Datenkommunikation, bei denen man Quittungen verwendet, um eventuell eine wiederholte Übermittlung von fehlerhaften Daten zu veranlassen, nicht möglich. Deshalb wurde das RTP (Real-time Transport Protocol entwickelt [...]“[Bad10, Seite 164].

Real Time Transport Protocol⁸ wird für die Übermittlung von Echtzeitmedien - Daten verwendet. Dafür ist es aus folgenden Gründen gut geeignet ([Bad10, Seite 171/172]):

- „Ein Echtzeitmedium wird mit Hilfe von RTP als eine zusammenhängende Folge von RTP-Paketen über einen Medien-Kanal - quasi wie ein virtuelle Verbindung - übermittelt“
- „RTP nummeriert die mit Echtzeitmedien übertragenen Pakete, sodass die richtige Reihenfolge - sollte sie durch den Transport über das IP-Netz verändert werden - am Ziel wiederhergestellt werden kann.“
- „RTP vergibt den übertragenen RTP-Paketen mit dem Echtzeitmedien einen Zeitstempel (Timestamp), sodass die gleichen Zeitabstände am Ziel wiederhergestellt werden können, wie

⁷<http://tools.ietf.org/html/rfc4566> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁸<http://tools.ietf.org/html/rfc3550> - letzter Zugriff: 30.3.2014

sie zwischen den RTP-Paketen mit den Echtzeitmedien beim Absenden waren. Damit wird die Isochronität bei der Echtzeitkommunikation garantiert.“

- RTP ermöglicht den Transport unterschiedlicher Formate von Echtzeitmedien - Audio, Sprache und Video. „Die RTP-Anwendungen sind u.a. VoIP, Videokonferenzen und multimediale Kommunikation“.

Zusätzlich zu RTP wird noch ein Kontrollkanal benötigt, über den die beteiligten Clients Zusatzinformationen übertragen können. Dies wird unter Verwendung des RTCP realisiert. Eine Verbindung besteht aus zwei Kanälen, dem RTP Kanal zur Übertragung der (Audio-) Daten und dem RTCP-Kanal als Steuerkanal.

6.1.3 PortSip-SDK

Als VoIP - Backend wird die PortSip SDK verwendet. Diese SDK - wurde bereits erfolgreich im eHome Projekt⁹ des Instituts (AAT¹⁰) verwendet. Es existiert eine von Dipl. Ing. Christian Beck implementierte Schnittstelle, welche die Verwendung der SDK unter Delphi vereinfacht.

„PortSIP VoIP SDK enables flexible, rapid application development options for creating desktop softphone clients, Rich Internet Applications (RIA) and telephony extensions into existing enterprise and web applications, It complies with IETF and 3GPP standards, delivers high performance, and provides advanced API layers for full user control and flexibility.

PortSIP VoIP SDK built on open standards, leveraging SIP (Session Initiation Protocol) to create, run and terminate multi- media sessions. They are built on popular codecs for voice and video (include G.711, G.722.1, G.723.1, G.729(b), GSM, iLBC, SPEEX(WB), AMR-WB, H.263, H.263-1998 and H.264), and the SIP SIMPLE standard for Instant Messaging and Presence“¹¹.

6.1.4 Implementierung TTS to VoIP-Schnittstelle

Architektur der TTS to VoIP-Schnittstelle Die Architektur der TTS wird in Abbildung 6.2 auf Seite 65 dargestellt.

MainGUI ist das Hauptfenster der Anwendung. Es ermöglicht der Anwenderin, Text zu synthetisieren und Anrufe auszuführen, bzw. ankommende Anrufe anzunehmen. Die Methode `msgProcessing` ermöglicht Kommunikation zwischen dem MainGUI, der `SIPCtrl` Klasse und der `SAPICtrl` Klasse.

SAPICtrl ermöglicht die Umwandlung von Text zu Audio (TTS) durch Verwendung der Microsoft Speech API (SAPI). Der vom MainGUI übergebene Text wird dabei entweder lokal ausgegeben, oder in einen Pulse-Code-Modulation-Stream (PCM) umgewandelt. Der PCM-Stream kann von der `SIPCtrl` Klasse mittels VoIP übertragen werden.

PcmMemoryStream dient der Kapselung des PCM Streams. Er beinhaltet den PCM-Stream, sowie Informationen über diesen Stream, welche zur weiteren Verarbeitung benötigt werden (Samplerate, Position, Incrementvalue, transmitted (true/false)).

⁹<http://www.aat.tuwien.ac.at/ehome> - letzter Zugriff: 30.3.2014

¹⁰<http://www.aat.tuwien.ac.at/> - letzter Zugriff: 30.3.2014

¹¹<http://www.portsip.com/voipsdk.html> - letzter Zugriff: 30.3.2014

SIPCtrl ist die Schnittstelle zur PortSIP SDK. Sie ermöglicht es Anrufe zu tätigen bzw. anzunehmen, sowie die Übertragung des pcmMemoryStreams. Darüber hinaus stellt sie Funktionalität für akustisches Feedback über den Status der Verbindung zur Verfügung.

MemSounds dient der Kapselung der Sound-Files, welche von SIPCtrl für akustisches Feedback benötigt werden.

Übertragung des TTS-Signals Um eine ausreichende Sprechqualität zu erreichen, ist es notwendig, die Ausgabe der Text to Speech-Engine direkt über die SIP-Schnittstelle zu übertragen. Die Microsoft SAPI Schnittstelle bietet die Möglichkeit, einen Pulse Code Modulation (PCM) - Stream zu erzeugen. Dabei wird die Ausgabe der TTS-SAPI Schnittstelle als digitales Audiosignal ausgegeben. Die SIP-Schnittstelle kann entweder 8khz oder 16khz 16bit Mono kodierte PCM-Streams übertragen.

Im Folgenden eine kurze Beschreibung wie die Übertragung eines Wortes erfolgt:

1. Die Anwenderin schreibt ein Wort. Nehmen wir an, dass „automatisch lesen“ aktiviert ist. Sobald sie ein Leerzeichen eingibt, wird der Text zwischen dem soeben eingegebenen und dem letzten Leerzeichen ausgelesen.
2. Dieser Text wird an die Methode `speak(text: string)` der Klasse `SAPICtrl` übergeben. Die `SAPICtrl` Klasse besitzt mehrere Möglichkeiten, den Text zu verarbeiten. Wenn ein Anruf aktiv ist, wird das Signal als PCMStream gesprochen - `speakToMemoryStream(text: string)`. Da es für die Anwenderin wichtig ist, akustisches Feedback zu erhalten, wird zusätzlich zur Übertragung mittels VoIP das Signal auch lokal ausgegeben. Wenn kein Anruf aktiv ist, wird das Signal ausschließlich lokal wiedergegeben - `speakLocal(text: string)`.

```

procedure synthieCtrl.speakLocal(text: string);
var
    puffer: WideString;
begin
    puffer := text;
    cpVoice.speak(pchar(puffer), SVSFlagsAsync);
end;

procedure synthieCtrl.speakToMemoryStream(text: string);
var
    pcmMemory, headerstream: TMemoryStream;
begin
    audioMemoryStream.format.type := format;
    cpVoice.AudioOutputStream := audioMemoryStream.DefaultInterface;
    speakVoice(text);
    IstreamToTMemoryStream(audioMemoryStream, pcmMemory);
    AddHeader(pcmMemory);
    AudioMemoryStream.CleanupInstance;
    pcmMemory.Position := 0;
end;

procedure synthieCtrl.speakVoice(text: string);
var
    puffer: WideString;
begin
    puffer := text;
    cpVoice.speak(pchar(puffer), SVSFlagsAsync);
    cpVoice.WaitUntilDone(MAXWORD);
end;

```

3. Die Methode `SpeakToMemoryStream(text: string)` erzeugt ein `pcmMemoryStream` Objekt und sendet dieses als Nachricht (`postData`) an das Hauptfenster.

```

procedure synthieCtrl.postData(sendStream: TMemoryStream);
var
    data: pcmMemoryStream;
begin

```

Tinatel - TTS to VoIP

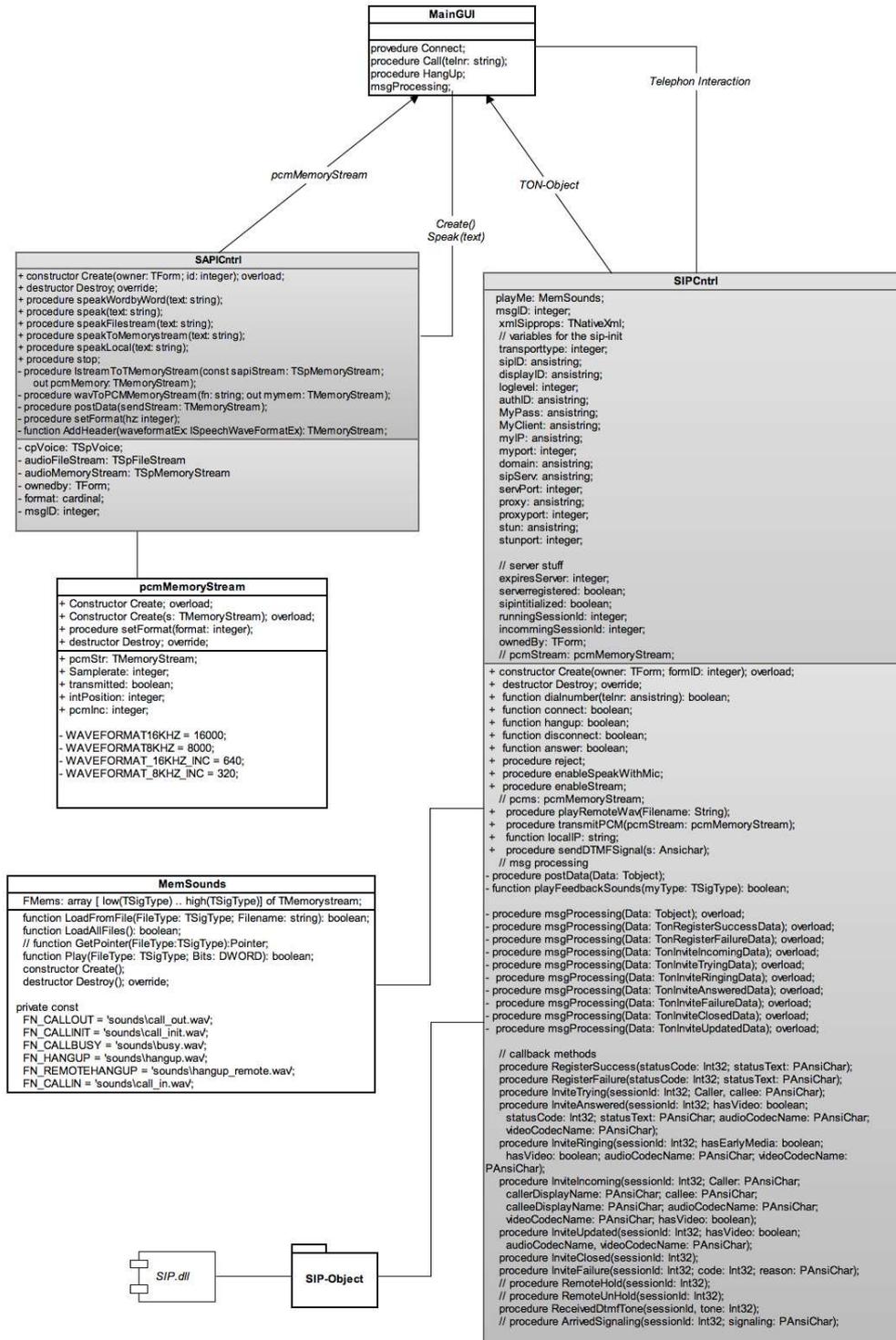


Abbildung 6.2: Architektur der TTS to VoIP Schnittstelle

```

data := pcmMemoryStream.Create;
data.pcmStr := sendStream;
data.PPosition := sendStream.Memory;
if cpVoice.AudioOutputStream.format.type = SAFT8kHz16BitMono then data.setFormat(
    SAFT8kHz16BitMono)
else if cpVoice.AudioOutputStream.format.type = SAFT16kHz16BitMono then data.setFormat(
    SAFT16kHz16BitMono);
PostMessage(ownedby.Handle, msgID, 0, integer(data));
end;

```

4. Wenn die Nachricht das Hauptfenster erreicht, wird das pcmMemoryStream Objekt in einer Queue abgelegt. Es wird ein Timer gestartet, welcher alle 20ms feuert. Beim ersten Aufruf des Timers wird ein Objekt aus der Queue gepollt und an die SIPCntrl Klasse übergeben.

```

procedure TFormMain.MsgProcessing(var Message: TMessage);
var
    pcmStreamObject: pcmMemoryStream;
begin
    [...]
    else if data is pcmMemoryStream then
        begin
            pcmStreamObject := data as pcmMemoryStream;
            pcmStreamQueue.Enqueue(pcmStreamObject);
        end
    [...]
end;

```

5. Das Hauptfenster reagiert auf das Feuern des Timers. Zuerst wird die Methode enableStream() der SIPCntrl Klasse ausgeführt, danach wird alle 20ms die Methode transmitPCM() der SIPCntrl Klasse aufgerufen.

```

procedure SIPControl.enableStream;
begin
    sip.enableSendPcmStreamToRemote(runningSessionId, true, 8000);
    sip.muteMicrophone(true);
end;

procedure TimeCallBack(timerID, Msg: UInt; dwUser, dw1, dw2: DWORD); stdcall;
begin
    try
        if assigned(runningStream) then
            begin
                if runningStream.transmitted then
                    begin
                        FreeAndNil(runningStream);
                        sip.enableSpeakWithMic;
                        if pcmStreamQueue.Count > 0 then
                            begin
                                runningStream := pcmStreamQueue.Extract;
                                PlaySound(runningStream.pcmStr.Memory, 0, SND_ASYNC or SND_MEMORY);
                                runningStream.pcmStr.Position := 44; //wav header is 44 byte
                                sip.enableStream;
                            end;
                        end
                    else sip.transmitPCM(runningStream);
                end
            else if pcmStreamQueue.Count > 0 then
                begin
                    runningStream := pcmStreamQueue.Extract;
                    PlaySound(runningStream.pcmStr.Memory, 0, SND_ASYNC or SND_MEMORY);
                    runningStream.pcmStr.Position := 44; //wav header is 44 byte
                    sip.enableStream;
                end;
            Except
                showmessage('ERROR');
            end;
        end;
    end;
end;

```

6. In transmitPCM() wird ein 320 (8kHz-Stream) oder 640 Byte (16kHz-Stream) großes Stück des Streams ausgelesen und zum Kommunikationspartner übertragen.

```

procedure SIPControl.transmitPCM(pcmStream: pcmMemoryStream);
var
    theverylastbits: Integer;
begin

```

```

try
  if pcmStream.IntPosition + pcmStream.pcmInc < pcmStream.pcmStr.Size then
    begin
      if not (sip.sendpcmStreamToRemote(runningSessionId, pcmStream.PPosition,
        pcmStream.pcmInc) = 0) then
        begin
          pcmStream.transmitted := true;
          exit;
        end;
        pcmStream.PPosition := pointer(integer(pcmStream.PPosition)+pcmStream.pcmInc);
        pcmStream.IntPosition := pcmStream.IntPosition + pcmStream.pcmInc;
      end
    else
      begin
        theverylastbits := pcmStream.pcmStr.Size - pcmStream.IntPosition;
        if not (sip.sendpcmStreamToRemote(runningSessionId, pcmStream.PPosition,
          theverylastbits) = 0) then
          begin
            pcmStream.transmitted := true;
            exit;
          end;
          pcmStream.transmitted := true;
        end;
      end;
    except showmessage(ERRORMSG_PCM);
    end;
end;

```

7. Dies wird solange durchgeführt, solange sich pcmStream Objekte in der Queue befinden.

6.1.5 SIP-Qualität Test-Tool

Vor der Integration der VoIP-Schnittstelle in das Tinatel System wurde ein Testtool für die Schnittstelle geschrieben. Da die Sprechqualität ein wichtiger Parameter bei der VoIP Telefonie ist, wird mit diesem Tool getestet, ob eine ausreichende Sprechqualität bei der direkten Übertragung von TTS gewährleistet werden kann. Durch dieses Tool kann die Funktionalität der TTS to VoIP Schnittstelle schon überprüft werden, bevor die Schnittstelle in das bestehende Tinatel System integriert wird. Die Evaluation der Sprechqualität wird in Kapitel 8 auf Seite 91 beschrieben.

Das SIP-Qualität Test Tool deckt die Anforderungen an die SIP-Schnittstelle ab. Zusätzlich besitzt das Tool die Möglichkeit, dass Testpersonen die Sprechqualität bewerten können. Nachdem ein Satz vorgelesen wurde, kann die Testperson durch Drücken der Tasten 1-5 auf ihrem Telefon die Qualität bewerten. Diese Ziffer wird in ein log-file gespeichert. Die Übertragung der Ziffer basiert auf Dual-tone multi-frequency signalling (DTFM). Dieses Tool kann in Zukunft auch unabhängig vom Tinatel System zur Evaluierung der Text to Speech to Voice over IP Qualität verwendet werden.

(1) ID der Testperson

Um die gespeicherten Bewertungen einer Testperson zuordnen zu können, kann in diesem Feld die ID der Testperson eingetragen werden.

(2) Auswahl der Gruppe

Diese Option ermöglicht den Wechsel zwischen verschiedenen Gruppen an Testsamples.

(3) Auswahl der Samplerate

Die verwendete Port SIP Schnittstelle unterstützt 2 verschiedene Sampleraten: 8kHz und 16 kHz. Die verwendete Samplerate kann hier ausgewählt werden.



Abbildung 6.3: SIP - Qualität Test Tool

(4) Auswahl des Stream Modus

Es stehen 3 Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung:

- Speaker aktiviert die TTS-Ausgabe über den Lautsprecher
- Bei Memory wird der PCM Stream im Memory erzeugt und anschließend übertragen
- Bei File wird der PCM Stream zuerst als Datei gespeichert und anschließend wird der Inhalt dieser Datei übertragen

(5) Steuerung der Telefonverbindung

In diesem Bereich werden Funktionen bereitgestellt, welche notwendig sind um, eine Telefonverbindung herzustellen - Zum SIP-Server verbinden, Anrufen, Auflegen etc.

(6) Testsamples

Jede Gruppe besteht aus 5 Test-Samples. Diese Samples werden hier angezeigt, der Button rechts daneben (Test 1-5) startet die Übertragung des Testsamples.

(7) Freitext

Alternativ zur verwendeten Gruppe kann Freitext übertragen werden. Dies ist hier möglich.

(8) Auswahl einer WAV Datei

Alternativ können auch vorher erstellte WAV Dateien übertragen werden.

6.2 SMS-Schnittstelle

Textnachrichten sind für die Anwenderin eine wichtige Kommunikationsmöglichkeit. Textnachrichten haben in diesem Kontext den großen Vorteil, dass Inhalte ohne Sprachsynthese und ohne eventuelle Störungen übertragen werden können. Daher wird eine Schnittstelle zum Austausch von Textnachrichten mittels SMS (Short Message Service) implementiert. Durch die Implementierung der Schnittstelle werden die aus den Szenarien „Textnachricht senden“ und „Textnachricht empfangen“ resultierenden Anforderungen abgedeckt.

6.2.1 technische Grundlagen

“SMS bedeutet "Short Message Service" und ist ein Kommunikationsdienst für den Austausch von Textnachrichten via Mobiltelefon/Handy. Der Empfang funktioniert asynchron ähnlich einer Email: Der Netzbetreiber speichert eine Nachricht einige (2 bis 7) Tage lang und sendet diese sobald das Handy eingeschaltet wird. Die Nachrichten werden über den Steuerkanal des GSM-Netzes übertragen und können daher auch während eines Telefonats empfangen werden. [...] Die Länge der Nachricht ist begrenzt auf 120 bis 180 Zeichen - je Dienstleister verschieden.”¹² (Anm. Bei dem im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Provider „bob“ sind es 160 Zeichen.)

Versand und Empfang einer SMS werden über das Short Message Service Center (SMSC) des Netzbetreibers abgewickelt.

Senden einer Nachricht

“Der Sender erstellt eine SMS und überträgt diese zum Mobile Switching Center (MSC) über einen Signalisierungskanal [...]. Inhalt der SMS ist der Nachrichtentext selbst, sowie die Telefonnummer (MSISDN) des Zielteilnehmers. Das MSC leitet die SMS ohne weitere Bearbeitung direkt an das Short Message Service Center (SMSC) weiter. Das SMSC (Anm. Short Message Center) bestätigt daraufhin den korrekten

¹²http://www.vienna.cc/d/artikel/gratis_report_sms.htm - letzter Zugriff: 30.3.2014

Empfang der SMS. Dies wird dann auch auf dem Display des Teilnehmers angezeigt.” ([Sau08] - Seite 27)

Zustellen einer SMS

“Für die Zustellung einer SMS analysiert das SMSC die MSISDN des Empfängers und befragt das entsprechende HLR (Anm. Home Location Register) nach dessen Aufenthaltsort (MSC) (Anm. Mobile Switching Center). Danach wird die SMS an diese SMC geschickt. Ist der Teilnehmer in diesem MSC als aktiv angemeldet (attached), versucht das MSC Kontakt mit ihm aufzunehmen und die SMS zuzustellen. Die korrekte Zustellung wird dem SMSC quittiert, und die SMS kann daraufhin im SMSC gelöscht werden.” ([Sau08] - Seite 27)

Nicht erreichbarer Teilnehmer

“Ist der Teilnehmer nicht erreichbar (z.B. Akku leer, keine Netzabdeckung, Endgerät ausgeschaltet, etc.) kann die SMS nicht sofort zugestellt werden. Daraufhin wird im VLR Eintrag (Anm. Im VLR (Visitor-Location-Register) ist der Standort des Empfangsgerät gespeichert) des Empfängers das Message Waiting Flag gesetzt, und die SMS wird im SMSC zwischengespeichert. Sobald sich der Empfänger wieder meldet, sieht die MSC dieses Flag und kann das SMSC davon unterrichten. Daraufhin versucht das SMSC erneut, die SMS zuzustellen. [...] Die in GSM spezifizierten Mechanismen zur SMS Zustellung enthalten leider keine Ende zu Ende Empfangsbestätigung für den Sender der SMS. Dieser bekommt nur signalisiert, dass die SMS korrekt beim SMSC eingetroffen ist.“ ([Sau08] - Seite 27-28)

6.2.2 Gammu SMS Daemon

„Gammu SMS Daemon is a program that periodically scans GSM modem for received messages, stores them in defined storage and also sends messages enqueued in this storage.“ [Cih11]

Zum Senden und Empfangen von Textnachrichten (SMS) wird der Gammu SMSD Daemon verwendet. Dieses Programm ermöglicht Textnachrichten (SMS) über ein mit dem Computer verbundenes Telefon oder Modem zu senden und zu empfangen. Der Daemon läuft permanent und besitzt eine „Run on Receive“ Schnittstelle, die es ermöglicht, Programme beim Eintreffen neuer SMS zu starten. So können auch ankommende SMS angezeigt werden, wenn das Tinatel-System nicht läuft. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die Speicherung der SMS als Textdateien keine Beschränkung der Menge an gespeicherten SMS besteht - im Gegensatz zum internen Speicher des Modems bzw. der SIM-Karte. Durch die Möglichkeit der Speicherung der SMS als Textdateien können auch andere Programme als das Tinatel System für die Verarbeitung von SMS verwendet werden. Zudem können Text-Dateien leicht zwischen verschiedenen Rechnern synchronisiert werden.

Der Gammu SMS Daemon (SMSD) ist unter der "GNU General Public License, Version 2 (GPL2)"¹³ veröffentlicht. Es handelt sich um „Open Source“ Software und kann daher im Rahmen dieses Projekts verwendet werden. Das im Netbook integrierte Huawei EM770 kann laut Gammu Telefondatenbank ¹⁴ verwendet werden, da die benötigte Funktion „SMS erhalten, speichern und senden“ unterstützt wird.

¹³<http://creativecommons.org/licenses/GPL/2.0/> - letzter Zugriff: 30.3.2014

¹⁴<http://de.wammu.eu/phones/huawei/3453/> - letzter Zugriff: 30.3.2014

SMS-Datenstruktur

Die SMS werden als Textfiles gespeichert. Die Speicherung der SMS in Text-Files hat folgende Gründe:

- Das SMS System ist unabhängiger von Tinatel-System. Es ist möglich, SMS auch in anderen Programmen zu schreiben, es muss nur ein Textfile erzeugt werden und in den richtigen Ordner gespeichert werden. Eine Möglichkeit wäre ein launchy Plugin bereitzustellen, mit dem SMS verfasst werden können.
- Das Versenden von SMS ist grundsätzlich unabhängig von einem vorhandenen Modem. - Es ist leichter möglich - z.B. in anderen Hardwaresettings - die SMS an andere Geräte oder Server zu übertragen, welche das Senden übernehmen.
- Die stärkere Einbindung der Gammu-Library hätte unter Umständen zu lizenzrechtlichen Problemen geführt, da sie unter GPL2 released ist und das ganze Programm aufgrund der SIP-Schnittstelle nicht als GPL2 veröffentlicht werden kann.

Vom SMSD empfangene Nachrichten werden im Folder „Inbox“ gespeichert. Die Nachrichten verbleiben solange im Order bis das Programm Tinatel gestartet wird. Das Programm Tinatel verschiebt die Textdatei in den Ordner „SavedMessages“, wobei alle Nachrichten von oder an die gleiche Telefonnummer im selben Ordner gespeichert werden. Der Name des Ordners ist die Telefonnummer mit vorangestellter Landeskennung.

Zu sendende Nachrichten werden vom Tinatel im Ordner „Outbox“ gespeichert. Sobald die Nachricht vom SMSD versandt wurde, wird sie vom SMS-Daemon in den Ordner „Sent“ (erfolgreich) oder „Error“ (bei Auftreten eines Fehlers) verschoben. Die SMS-Schnittstelle überprüft regelmäßig, ob sich die Nachricht noch im Ordner „Outbox“ befindet oder in den Ordner „Sent“ verschoben wurde. Sobald sich die Nachricht in „Sent“ oder „Error“ befindet, wird sie in den Ordner „Saved-Messages“ - bzw. in den zur Telefonnummer gehörenden Unterordner - verschoben. Dadurch kann erkannt werden, ob eine Nachricht versendet wurde (gespeichert in „savedMessages“) oder ob sie noch auf das Senden wartet (gespeichert in „Outbox“).

Gammu SMS Daemon - Konfiguration

Folgende Einstellungen wurden dabei verwendet - nähere Infos finden sich im Gammu SMS Daemon Manual¹⁵:

```
[gammu]
device = com9;
connection = at115200

[smsmd]
service = files
LogFile = syslog
InboxPath = C:\sms\inbox
OutboxPath = C:\sms\outbox
SentSMSPath = C:\sms\outbox\sent
ErrosSMSPath = C:\sms\outbox\error
DebugLevel = 4
DeliveryRepot = log
```

6.2.3 Implementierung SMS-Schnittstelle

Architektur der SMS-Schnittstelle

Die Architektur der SMS-Schnittstelle wird in Abbildung 6.4 auf Seite 73 dargestellt.

¹⁵<http://de.wammu.eu/docs/manual/smsd/config.html> - letzter Zugriff: 30.3.2014

MainGUI ist das Hauptfenster der Anwendung. Es ermöglicht der Anwenderin SMS, zu versenden, sowie die Anzeige der SMS Konversation mit dem ausgewählten Kontakt.

SMSCheck besitzt die Methode „Check“, welche überprüft, ob neue Textnachrichten vom Gammu SMS-Daemon in den Ordner Inbox gespeichert wurden bzw. ob Nachrichten gesendet wurden und sich daher im Ordner „Sent“ befinden. Sind neue Nachrichten vorhanden, wird eine Nachricht an das MainGUI gesendet.

LoadSMS dient dem Laden der gespeicherten SMS eines ausgewählten Kontaktes. Die gespeicherten Nachrichten werden ausgelesen und als SMS -Object in einer Liste gespeichert. Die Liste wird an das MainGUI übergeben und dort angezeigt.

SMSObject kapselt eine SMS und beinhaltet den Text sowie Information über den Status der SMS (Datum, Zeit, Empfangen/Gesendet, Ungelesen, Ungesendet/Fehler)

SMS Senden

Um eine SMS zu versenden, muss der gewünschte Text an den Gammu SMS Daemon übertragen werden. Dazu wird der Text aus dem Eingabefeld als txt-Datei in den Ordner „Outbox“ gespeichert. Der Dateiname muss dabei das Kürzel OUT sowie Datum, Uhrzeit und die Telefonnummer des Kontakts enthalten, an den die SMS gesendet werden soll.

```

procedure TFormMain.btnSMSsendClick(Sender: TObject);
var
    filenameout: string;
    formatDate: string;
    formatTime: string;
    number: string;
begin
    number := choosenKontakt.strTelnr;
    FormatSettings.DateSeparator := #0;
    FormatSettings.TimeSeparator := #0;
    DateTimeToString(formatDate, 'yyyy/mm/dd', Date);
    DateTimeToString(formatTime, 'hh/nn/ss', Time);
    filenameout := 'OUT'+ formatDate + '_' + formatTime + '_00_' + number + '_00.txt';
    memSpeek.Lines.SaveToFile(outboxDir+ filenameout);
    filenameout := formatDate + '_' + formatTime + '_00_' + number + '_00_OUT.txt';
    if not SysUtils.DirectoryExists(saveDir+ '\'+number) then
        CreateDir(saveDir+ '\'+number); memSpeek.Lines.SaveToFile(saveDir+ '\'+number+'\'+
            filenameout);
    memSpeek.Lines.Clear;
    showContactSMS;
    Inc(logSMSOut);
end;

```

SMS Empfangen

Der Gammu SMS Daemon speichert empfangene Nachrichten in den Ordner „Inbox“. Ein Timer überprüft regelmäßig (einmal pro Minute), ob sich eine neue Datei im Ordner „Inbox“ befindet.

```

procedure TimeCallBack2(timerIDtimerIDSMS, Msg: UInt; dwUser, dw1, dw2: DWORD); stdcall;
begin
    checkForNewSMS.check;
end;

procedure SMScheck.Check;
begin
    if FindFirst(inboxDir+'*.txt', faAnyFile, searchResult) = 0 then renameAndMoveSMS(inboxDir);
    if FindFirst(sentDir+'*.txt', faAnyFile, searchResult) = 0 then renameAndMoveSMS(sentDir);
    if FindFirst(errorDir+'*.txt', faAnyFile, searchResult) = 0 then renameAndMoveSMS(errorDir);
end;

```

Wenn sich eine neue Datei im Ordner „Inbox“ befindet, verschiebt die Methode renameAnd MoveSMS die Datei in den Ordner „SavedMessages“ und benennt die Datei um.

Tinatel - SMS Schnittstelle

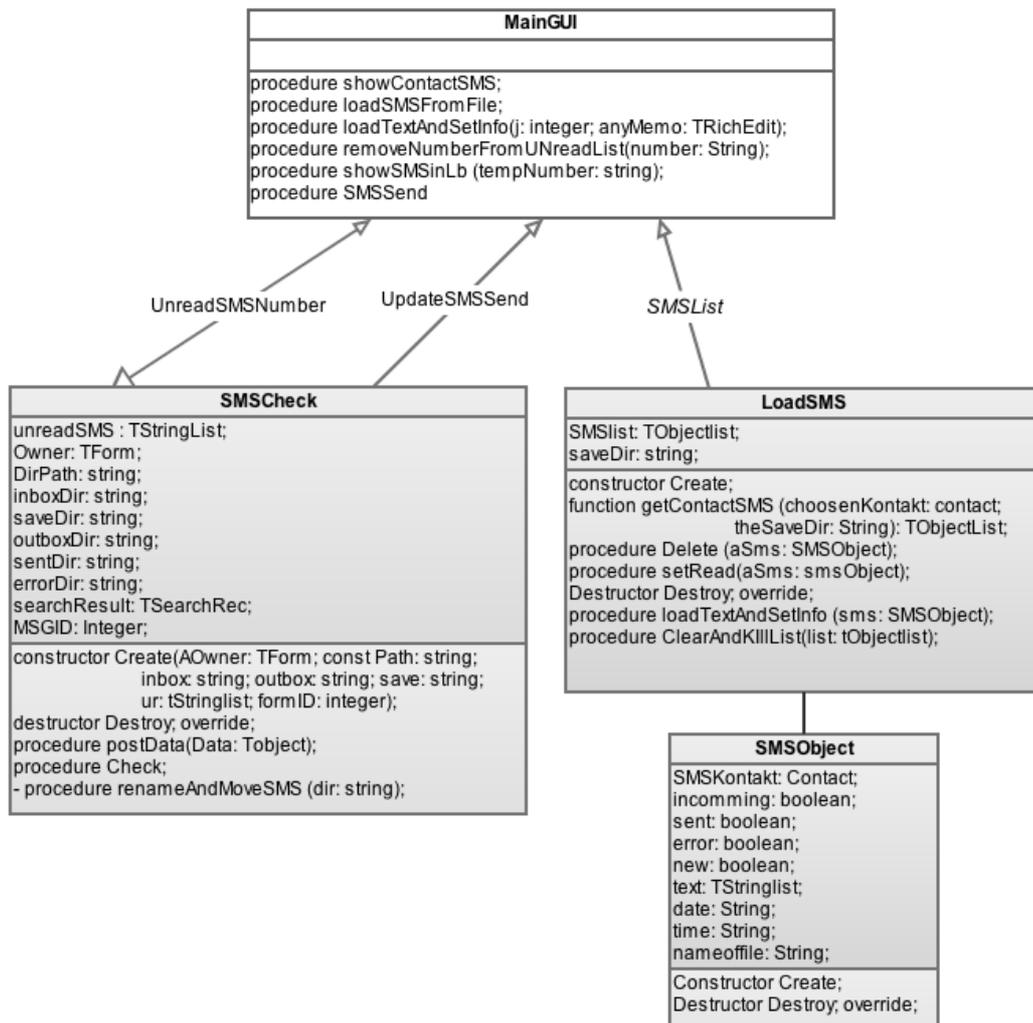


Abbildung 6.4: Architektur der SMS-Schnittstelle

```

procedure SMScheck.renameAndMoveSMS (dir: string);
var
  oldName: string;
  newName: string;
  sentName: string;
  tempRest: string;
  tempInOut: string;
  tempNumber: string;
  numdir: string;
  j, f: Integer;
  tmp: string;
  count: integer;
begin
  repeat
    oldName := searchResult.Name;
    tempNumber := '';
    if Copy(oldName,1,2)='IN' then
      begin
        for j:= 22 to Length(oldname) - 1 do
          begin
            if (oldname[j]='_' or (oldname[j] = '.')) then break
            else tempNumber := tempNumber+oldname[j];
          end;
        end;
      else if Copy(oldName,1,3)='OUT' then
        begin
          for j:= 23 to Length(oldname) - 1 do
            begin
              if (oldname[j]='_' or (oldname[j] = '.')) then break
              else tempNumber := tempNumber+oldname[j];
            end;
          end;
          numdir := tempNumber+'\'';
          if not DirectoryExists(savedir+numdir) then CreateDir(savedir+numdir);
          if Copy(oldName,1,2)='IN' then
            begin
              if unreadSMS.Count = 0 then unreadSMS.Add('1'+tempNumber)
              else for f := 0 to unreadSMS.Count - 1 do
                begin
                  if AnsiContainsStr(unreadSMS[f], tempnumber) then
                    begin
                      count := StrtoInt(Copy(unreadSMS[f],1,1));
                      count := count + 1;
                      tmp := inttostr(count)+Copy(unreadSMS[f],2,Length(unreadSMS[f])-1);
                      unreadSMS.Delete(f);
                      unreadSMS.Add(tmp);
                      break;
                    end;
                  if f=unreadSMS.Count - 1 then unreadSMS.Add('1'+tempNumber);
                end;
              postData(UnreadSMSNumber.Create(tempnumber));
              tempInOut := Copy(oldName,1,2);
              tempRest := Copy(oldName,3,Length(oldName)-6); //: txt (-4) IN (-2)
              newName := tempRest+' '+tempInOut+'_NEW'+'.txt';
              MoveFile(Pchar(dir+oldname),Pchar(savedir+numdir+newname));
            end
          else if Copy(oldName,0,3)='OUT' then
            begin
              tempInOut := Copy(oldName,1,3);
              tempRest := Copy(oldName,4,Length(oldName)-7); //: txt (-4) OUT (-3)
              newName := tempRest+' '+tempInOut+'.txt';
              if (dir = sentDir) then sentName := tempRest+' SENT.txt'
              else if (dir = errorDir) then sentName := tempRest+' ERROR.txt';
              RenameFile(savedir+numdir+newname, savedir+numdir+sentName);
              SysUtils.DeleteFile(dir+oldName);
              postData(UpdateSMSSend.Create(tempnumber));
            end;
          end;
        until FindNext(searchResult) <> 0; SysUtils.FindClose(searchResult);
      end;

```

Abschließend wird eine Message gesendet, welche bewirkt, dass ein definierter Sound abgespielt wird und der Empfang einer neuen Nachricht der Anwenderin angezeigt wird.

```

procedure TFormMain.MsgProcessing(var Message: TMessage);
var
  unreadNum: UnreadSMSNumber;
  updateNum: UpdateSMSSend;
begin
  [...]
  else if data is UnreadSMSNumber then

```

```

begin
  PlaySound(smsTune.Memory, 0, SND_ASYNC or SND_MEMORY);
  unreadNum := data as UnreadSMSNumber;
  showSMSInLb(unreadNum.unreadNumber);
  Inc(logSMSIn);
  if blSmsModus and (unreadNum.unreadNumber = choosenKontakt.strTelnr) then
    showContactSMS;
    unreadNum.Free;
  end
  else if data is UpdateSMSSend then
    begin
      updateNum := data as UpdateSMSSend;
      if blSmsModus and (updateNum.unreadNumber = choosenKontakt.strTelnr) then
        showContactSMS;
        updateNum.Free;
      end;
    end;
  end;
[... ]
end;

```

Anzeige der SMS eines Kontakt

Wenn der SMS Modus aktiv ist, werden die zum ausgewählten Kontakt gehörenden SMS aus dem Ordner „SavedMessages“ ausgelesen und angezeigt.

```

procedure TFormMain.showContactSMS;
begin
  smsListFromKontakt := smsUtils.getContactSMS(choosenKontakt, saveDir);
  smslistposition := smslistfromKontakt.Count - 1;
  loadSMSFromFile;
end;

procedure TFormMain.loadSMSFromFile;
begin
  loadTextAndSetInfo(smslistposition, sms1);
  loadTextAndSetInfo(smslistposition - 1, sms2);
  loadTextAndSetInfo(smslistposition - 2, sms3);
  loadTextAndSetInfo(smslistposition - 3, sms4);
end;

procedure TFormMain.loadTextAndSetInfo(j: integer; anyMemo: TRichEdit);
var
  sms: smsObject;
  firstrow: string;
  name: string;
  number: string;
  new: string;
begin
  anyMemo.Lines.clear; //remove old stuff
  if (j <= smsListFromKontakt.Count - 1) and (j >= 0) then
    begin
      sms := smsListfromKontakt[j] as SMSObject;
      number := sms.SMSKontakt.strTelnr;
      new := '';
      if not sms.incomming then
        begin
          anyMemo.SelAttributes.Color := clred;
          name := OWNERNAME;
          if not sms.sent then
            begin
              if sms.error then new := 'Fehler bei Übertragung'
              else new := 'Warten auf Senden';
            end;
        end
      else if sms.incomming then
        begin
          anyMemo.SelAttributes.Color := clgreen;
          if sms.SMSKontakt.strNname = '' then name := sms.SMSKontakt.strTelnr
          else name := sms.SMSKontakt.strVname + ' ' + sms.SMSKontakt.strNname;
          if sms.new then begin anyMemo.SelAttributes.Style := [fsBold];
            new := 'NEW';
            smsUtils.setRead(sms);
          end
          else new := '';
        end;
      firstrow := new + name + ' ' + sms.date + ' ' + sms.time;
    end;

```

```
anyMemo.Lines.Add(firstrow);
anyMemo.SelAttributes.Color := clBlack;
anyMemo.SelAttributes.Style := [];
anyMemo.Lines.AddStrings(sms.text);
end
else anyMemo.Lines.clear;
end;
```

6.3 Zusammenfassung

Um die Anforderungen der Szenarios Textnachricht (empfangen und senden) sowie Telefonanruf (abgehend, ankommend und Anrufbeantworter) abdecken zu können, wurden eine VoIP- und eine SMS-Schnittstelle implementiert. Da bei der VoIP Schnittstelle die Sprechqualität ein wesentlicher Faktor ist, wurde die Schnittstelle zuerst in ein Testtool (siehe 6.1.5 auf Seite 67) integriert und in einer Studie evaluiert. Die Evaluation wird in Kapitel 8 auf Seite 91ff beschrieben.

Im Rahmen der Evaluierung konnte gezeigt werden, dass (zumindest) mit WLAN eine ordentliche Sprechqualität erreicht werden kann. In Folge wurden daher die Schnittstellen in das bestehende Tinatel Programm integriert.

Design des Tinatel mobil

Es existiert bereits ein, speziell für die Anwenderin entwickeltes, System - Tinatel [Reg08], das auf dem ortsfesten Desktop PC der Anwenderin im Einsatz ist. Das System befindet sich seit 2008 in Einsatz. Da die Anwenderin gut an das System gewöhnt ist, sollen möglichst große Teile der Anforderungen aus den Szenarien mithilfe des Tinatel-Systems abgedeckt werden.

Das bestehende Tinatel System ermöglicht der Anwenderin durch Synthese von Text (Text to Speech) zu kommunizieren. Das Tinatel System synthetisiert eingegeben Text mittels der Windows SAPI Schnittstelle und gibt diesen Text über einen Lautsprecher aus. Es ermöglicht der Anwenderin, Telefonverbindungen über ein Festnetztelefon aufzubauen. Das momentan bestehende System steuert das Festnetztelefon über Infrarotsignale. Die synthetisierte Sprache wird über Lautsprecher ausgegeben und mittels Freisprecheinrichtung des Festnetztelefons übertragen.

Da ein Infrarot gesteuertes Festnetztelefon in einer mobilen Version keine Möglichkeit darstellt, muss eine andere Lösung gefunden werden. Darüber hinaus soll der Anwenderin die Möglichkeit gegeben werden, Textnachrichten zu versenden. Textnachrichten haben in diesem Kontext, den großen Vorteil, dass Inhalte ohne Sprachsynthese und ohne eventuelle Störungen übertragen werden können.

Die aus den Szenarien resultierende Anforderungen Telefonieren, Textnachrichten versenden und empfangen, Kommunikation über TTS mit anwesenden Personen sollen durch das Tinatel-System ermöglicht werden. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sind folgende Adaptionen notwendig:

- Anpassung des User Interfaces
- Integration der Text to Speech über Voice over IP Schnittstelle
- Integration der SMS Schnittstelle

7.1 User Interface

Durch die Erweiterung des Systems, sowie den kleineren Bildschirm des Netbooks ist eine Anpassung des User-Interfaces notwendig. Das bisherige User-Interface war für einen wesentlich größeren Bildschirm (19" Seitenverhältnis 4:3) konzipiert. Das nun verwendete Netbook besitzt einen 10" Bildschirm, im Verhältnis 16:9. Durch die Integration der VoIP- und SMS-Schnittstelle ist es nun auch möglich „ankommende Anrufe“ und „empfangene SMS“ anzuzeigen, was bei der bisherigen Version nicht möglich war, da in der bisherigen Version keine Informationen vom Telefon zum PC übertragen werden konnten.

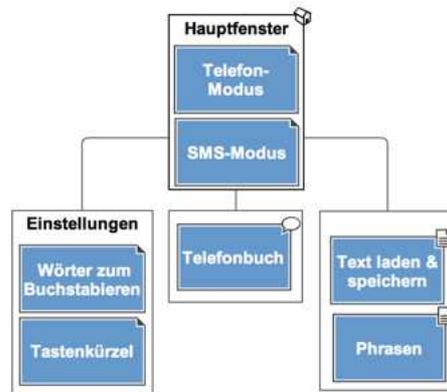


Abbildung 7.1: Aufbau des User Interface

7.1.1 Aufbau

Das Tinatel - System besteht aus einem Hauptfenster und mehreren modalen Dialogen. Die modalen Dialoge dienen zum Verwalten und Auswählen der Einstellmöglichkeiten, des Telefonbuchs, der Phrasen und der gespeicherten Texte. Grundüberlegung bei Gestaltung des Hauptfenster war, sämtliche Funktionen durch maximal drei Tastatureingaben erreichbar zu machen.

Besonderer Fokus des User-Interface liegt auf der Bedienung mit Tastatur, da die Anwenderin zur Eingabe ausschließlich die Tastatur verwendet. Die Bedienung des Interfaces mit einer Maus ist zwar möglich, im konkreten Fall allerdings nicht wünschenswert. Die Anwenderin verwendete eine Tastatur-Maus, was bedeutet, dass der Mauscursor über die Pfeiltasten gesteuert wird. Diese Form der Bedienung ist langsamer und fehleranfälliger als Bedienung über Tastenkürzel und Navigieren durch die Elemente mittels Tasten. Daher wurde das Interface so gestaltet, dass die Verwendung der Tastatur-Maus nicht notwendig ist, da reine Tastaturnavigation besser funktioniert.

Mit der Tabulatortaste kann durch die Elemente des Interfaces navigiert werden, wobei die Elemente bewusst so angeordnet wurden, dass sie den logischen Fluss eines Tasks repräsentieren. Beispiel: Für gewöhnlich bereitet die Anwenderin zuerst einen Text vor, wählt dann einen Kontakt aus und initiiert dann die Aktion „Wählen“, um eine Telefonverbindung zum gewählten Kontakt aufzubauen. Dies spiegelt sich auch in der Anordnung und Tabulator Reihenfolge der Interface Elemente wieder: Texteingabefeld -> Telefonbuch -> Wählen.

Um das optische Feedback bei der Bedienung mit Tastatur zu verbessern, wird das momentan aktive Element mit einem schwarzen Rahmen hervorgehoben. Für Aktionen wurden zudem Tastaturkürzel definiert. Das ermöglicht Aktionen mit zwei Tastatureingaben auszuführen. So kann z.B. die Aktion „Wählen“ auch durch die Tastenkombination „Alt+W“ aufgerufen werden.

7.1.2 User Interface - Hauptfenster

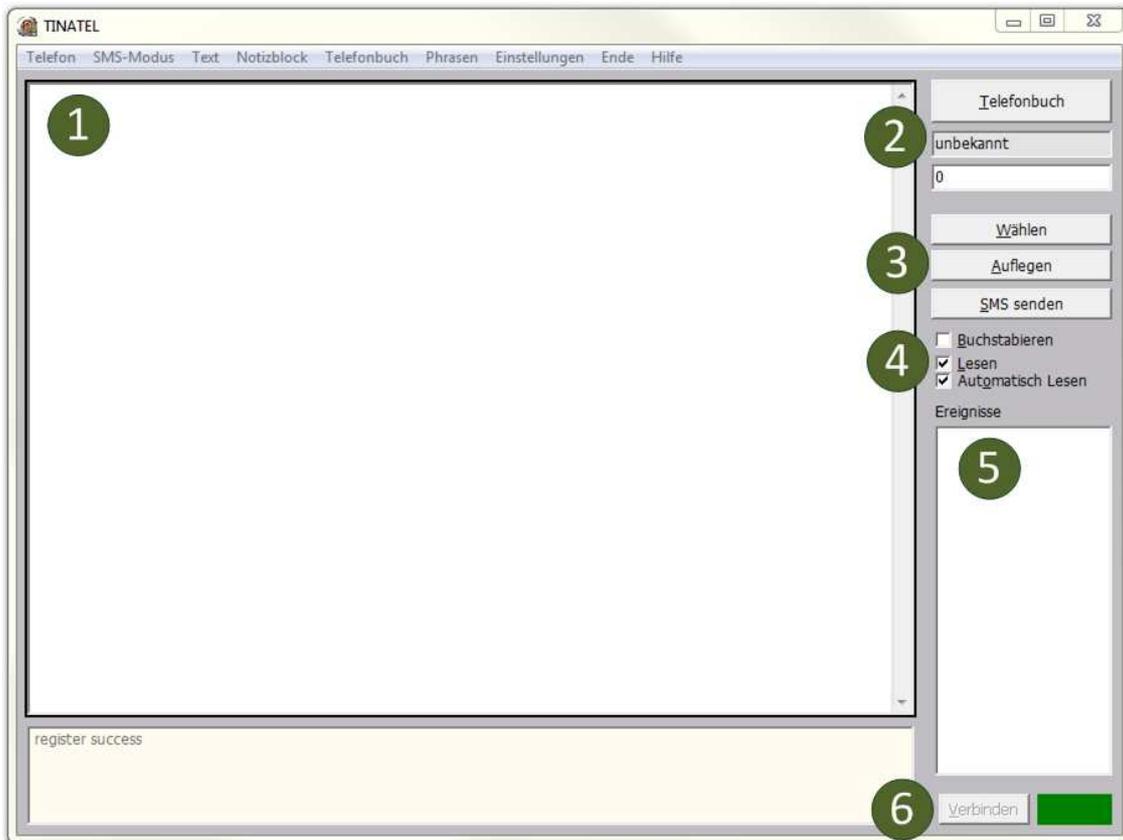


Abbildung 7.2: User-Interface: Hauptfenster im Telefon Modus

(1) Eingabebereich

Wichtigstes Element des Hauptfensters ist der Eingabebereich. Hier kann die Anwenderin Texte eingeben. Außerdem ist es möglich, Texte zu laden/speichern/drucken, diese Funktionen können sowohl über die Menüleiste oben als auch über das Kontextmenü aufgerufen werden.

Folgende Aktionen sind mit den in diesem Bereich eingegebenen Texten möglich:

- Text vorlesen
- Text vorlesen und das Audiosignal per VoIP zu übertragen
- Text als SMS versenden

(2) Text vorlesen

Ob im Sprechen-Feld die Eingabe tatsächlich mittels TTS ausgegeben wird, hängt davon ab, ob bzw. welche Funktionen ausgewählt wurden. Als Aktionen stehen „Lesen“, „Automatisch Lesen“ und „Buchstabieren“ zur Verfügung.

Lesen Wenn „Lesen“ aktiviert ist, wird Text gesprochen, wenn über definierbare Tasten die Aktionen Wort vor/zurück bzw. Satz vor/zurück aufgerufen werden. Als Trennzeichen dient hierbei das Leerzeichen bzw. der Punkt.

Automatisch Lesen führt dazu, dass Text automatisch gelesen wird, sobald er entweder aus dem Phrasenkatalog eingefügt wird oder sobald ein Wort fertig geschrieben wurde (Leerzeichen oder Punkt).

Buchstabieren bewirkt, dass jeder eingegebene Buchstabe gesprochen wird. Die zum Buchstabieren benutzten Wörter sind einstellbar. Besonders die Buchstabierfunktion ist für die Anwenderin wichtig, da sie bei der Eingabe akustisches Feedback erhält, weil durch die Eingabe per Kopfstab der Blick während der Eingabe nicht auf den Bildschirm gerichtet sein kann.

(3) Ereignisse

In dieser ListBox werden ankommende Anrufe angezeigt. Es ist über das Kontextmenü möglich, die Telefonnummer des Anrufs ins Telefonbuch einzufügen.

(4) Kontakt

Über das Telefonbuch wird ein Kontakt ausgewählt, der angerufen werden soll. Die Auswahl im Dialog Telefonbuch bewirkt, dass der Name und die Nummer des Kontakts angezeigt werden. Alternativ kann die Nummer auch händisch eingetragen werden.

(5) Aktionen

Über diese Buttons können folgende Aktionen aufgerufen werden:

Anrufen Der ausgewählte Kontakt wird angerufen.

Abheben/Auflegen Hier kann ein ankommender Anruf angenommen werden. Wenn ein Gespräch aktiv ist, wird der aktive Anruf beendet. Bei einem aktiven Anruf ändert sich die Beschriftung des Buttons in „Auflegen“

SMS-Senden Der Text im Eingabefeld wird als SMS an den ausgewählten Kontakt gesendet.

(6) Verbunden

Grundsätzlich wird die Verbindung zum SIP-Anbieter automatisch beim Start hergestellt. Alternativ kann über diesen Button händisch die Verbindung getrennt bzw. verbunden werden. Die farbige Fläche zeigt an, ob eine Verbindung zu SIP-Anbieter besteht (Grün) oder nicht (Rot).

7.1.3 Hauptfenster - SMS Modus

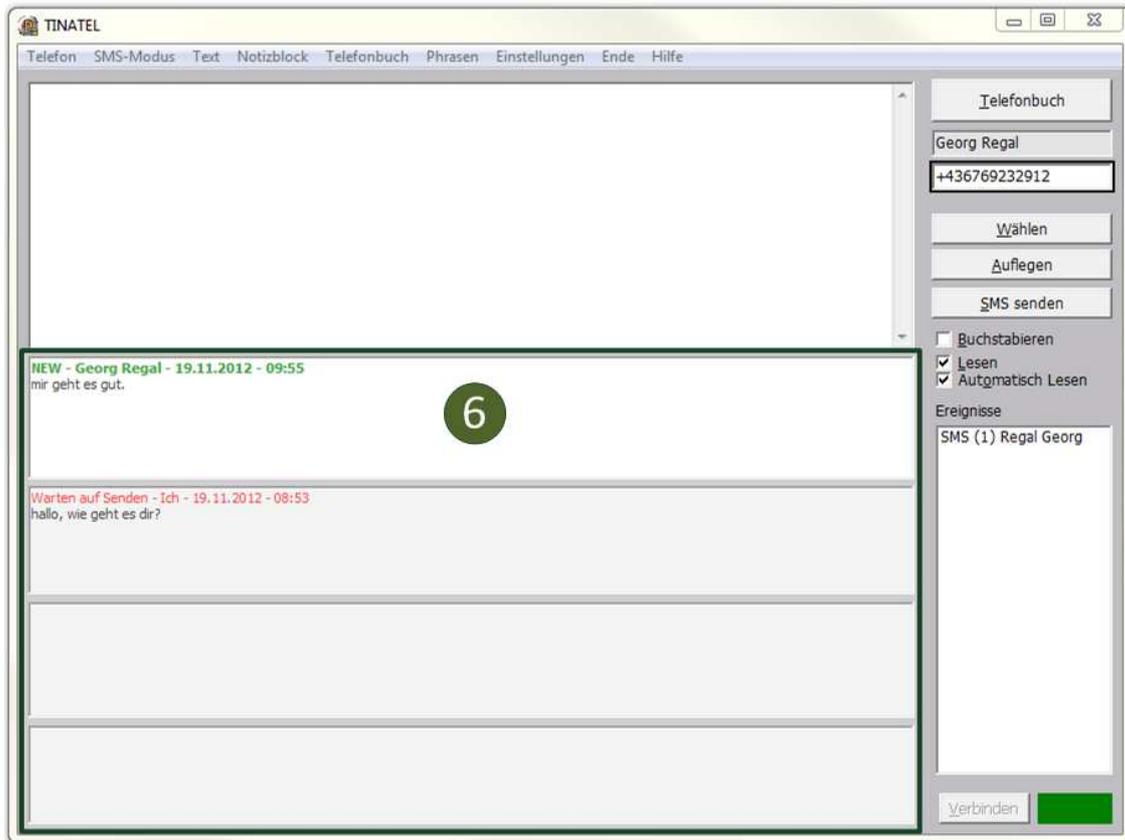


Abbildung 7.3: User-Interface: Hauptfenster im SMS Modus

(6) Anzeige der SMS Konversation

Im SMS-Modus wird hier die Konversation mit dem ausgewählten Kontakt angezeigt.

7.1.4 Telefonbuch

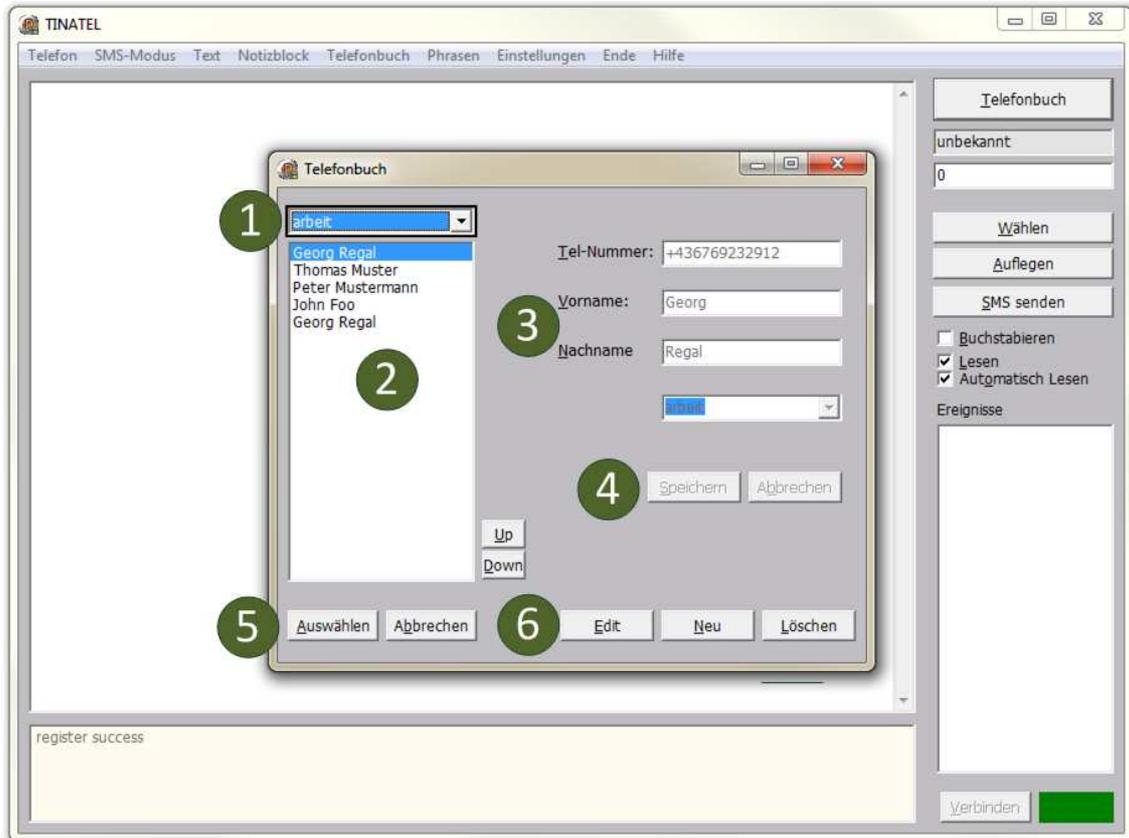


Abbildung 7.4: User-Interface: Telefonbuch

(1) Telefonbücher

Es existieren verschiedene Telefonbücher, welche über die ComboBox ausgewählt werden können. Grund hierfür ist, dass dies die Tastaturbedienung erleichtert, da die angezeigte Liste an Kontakten dadurch weniger Elemente enthält.

(2) Kontakte eines Telefonbuchs

Alle Kontakte des ausgewählten Telefonbuchs werden als Liste angezeigt. Mit den Pfeiltasten ist es möglich, durch die Liste zu navigieren.

(3) Auswahl des Kontakts

Der in der Liste aktive Kontakt (blau) wird durch Betätigen des Buttons ausgewählt und im Hauptfenster angezeigt.

(4) Bearbeiten der Kontakte

Im Dialog Telefonbuch ist es auch möglich, die Kontakte zu bearbeiten. Zur Verfügung stehen drei Optionen. „Edit“ ermöglicht das Bearbeiten des ausgewählten Kontakts (blau), „Neu“ legt einen neuen Kontakt an und „Löschen“ löscht den ausgewählten Kontakt (blau). Nachdem ein Kontakt angelegt oder bearbeitet, wurde kann mit den Pfeiltasten oder den Buttons „Up“ und „Down“ die Position des Kontakts in der Liste verändert werden. Dadurch ist es der Anwenderin möglich, oft benötigte Kontakte weiter oben anzuordnen.

7.1.5 Phrasen

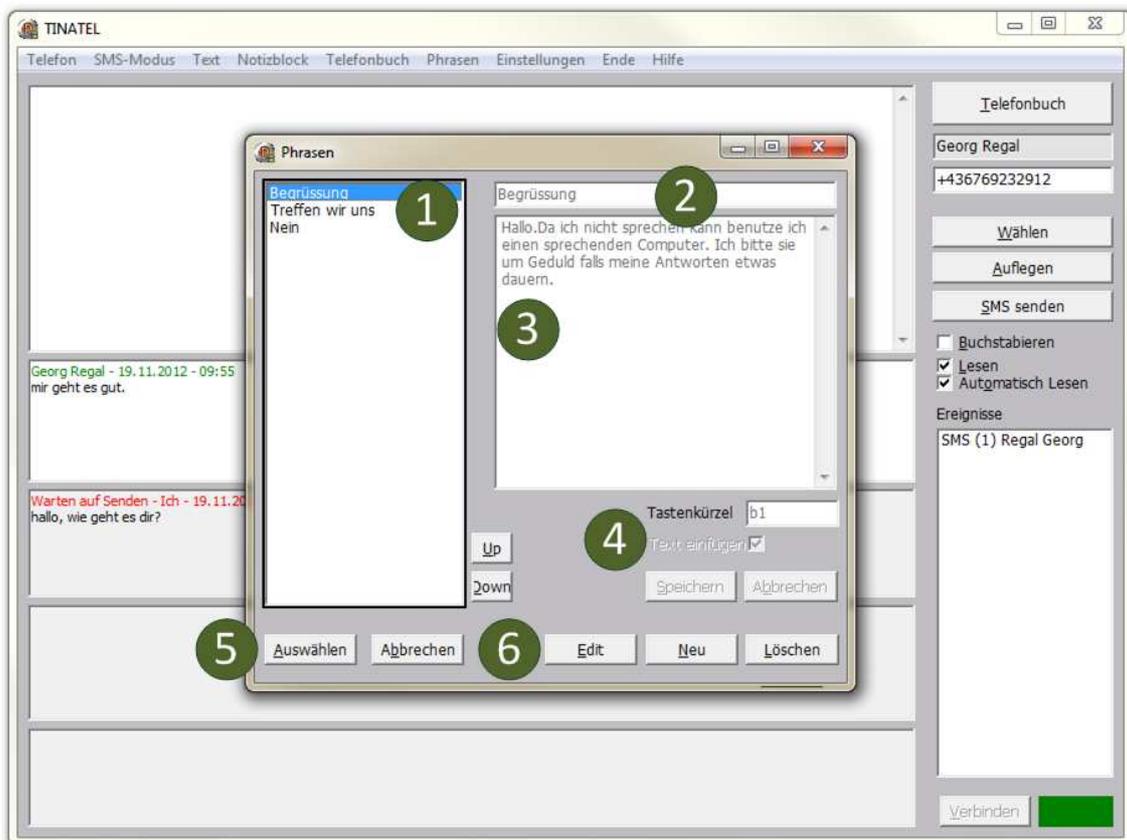


Abbildung 7.5: User-Interface: Phrase

(1) Verfügbare Phrasen

Alle verfügbaren Phrasen werden in der Liste angezeigt. Angezeigt wird dabei der Titel der Phrase, welcher entweder automatisch aus den ersten drei Wörtern der Phrase besteht oder selbst definiert werden kann.

(2) Auswahl einer Phrase

Die aktive Phrase (blau) wird durch Betätigen des Buttons „Auswählen“ im Hauptfenster ins Eingabefeld eingefügt.

(3) Bearbeiten einer Phrase

Im Dialog Phrasen ist es ebenfalls möglich Phrasen zu bearbeiten. Zur Verfügung stehen wieder drei Optionen „Edit“, „Neu“ und „Löschen“. Dies funktioniert nach demselben Prinzip wie im Dialog Telefonbuch.

(4) Tastenkürzel

Zu jeder Phrase kann ein Tastenkürzel definiert werden, welches Schnellzugriff auf die Phrase ermöglicht. Wird das Tastenkürzel im Eingabefeld des Hauptfenster eingegeben, dann wird die Phrase eingefügt und vorgelesen.

(5) Nur Vorlesen

Ist für eine Phrase die Checkbox „Nur Vorlesen“ aktiviert, wird die Phrase durch das Tastenkürzel zwar vorgelesen aber nicht eingefügt.

7.1.6 Texte laden / speichern

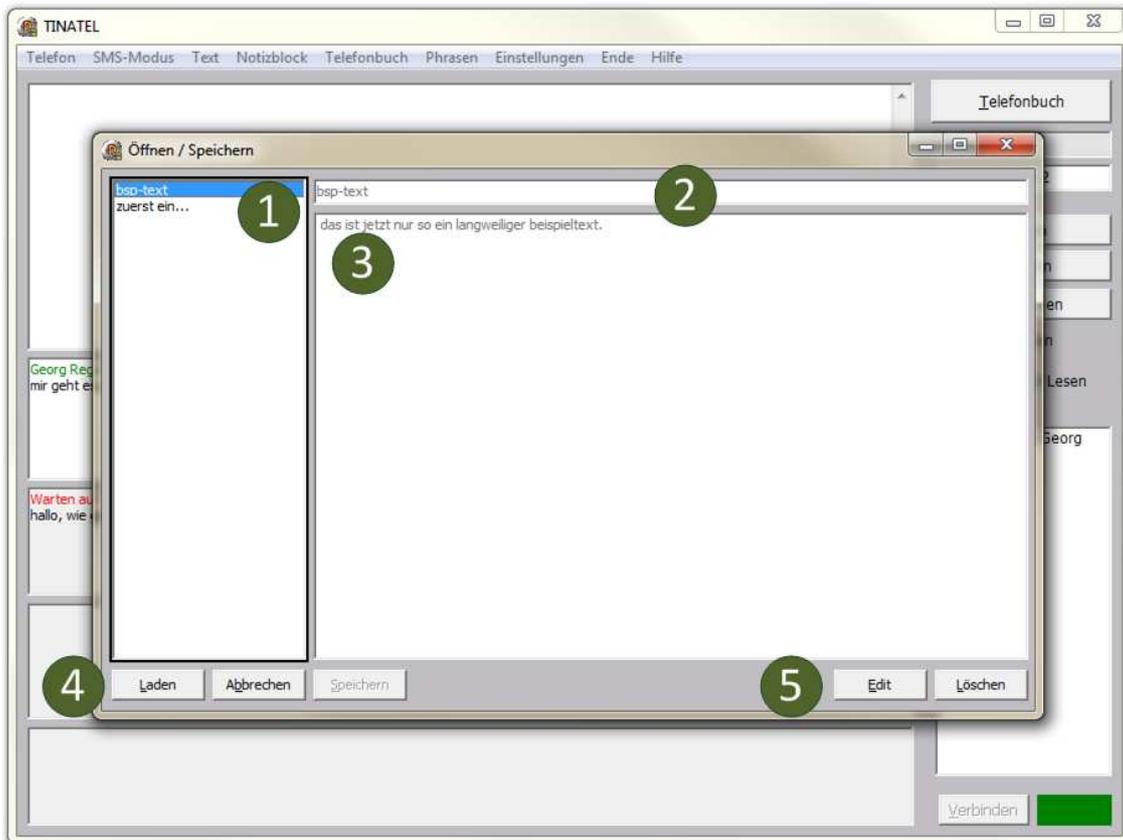


Abbildung 7.6: User-Interface: Texte Laden/Speichern

Texte im Eingabefeld können durch das Menü (Text - Speichern), sowie durch das Kontextmenü des Eingabefelds für spätere Verwendung gespeichert werden. Natürlich ist auch ein Laden der Texte ins Eingabefeld - ebenfalls durch Menü oder Kontextmenü - möglich.

(1) verfügbare Texte

Alle gespeicherten Texte werden in der Liste angezeigt. Angezeigt wird dabei der Titel der Phrase. Der Titel wird entweder automatisch aus den ersten drei Wörtern der Phrase erzeugt oder von der Anwenderin definiert.

(2) Bearbeiten eine Textes

Gespeicherte Texte können bearbeitet und gelöscht werden.

7.2 Geräte- und System-Spezifikationen

Um der Anwenderin die Möglichkeit zu geben, sich schon während der Anforderungsanalyse mit dem Gerät auseinanderzusetzen, wurde das momentan auf einem Standrechner verwendete System möglichst identisch auf das Netbook zu übertragen. Das hat mehrere Gründe:

- Es war der ausdrückliche Wunsch der Anwenderin.
- Da keine neuen Software-Konzepte erlernt werden müssen, wird es der Anwenderin ermöglicht, sich in der Anfangsphase vor allem auf die Eingabe zu konzentrieren.
- Auf dem Standrechner erhobene Werte wie Fehlerraten, Eingabegeschwindigkeit, gedrückte Tasten usw. lassen sich mit dem Netbook vergleichen und es ist möglich, zu dokumentieren, welchen Anteil an Veränderungen von Eingabegeschwindigkeit und Fehlerrate das neue Gerät hat.
- Die Anwenderin erhält dadurch die Möglichkeit, verschiedene Einsatzorte und Szenarien zu testen und ihre Erfahrungen und Anforderungen in diesen Szenarien zu beschreiben.

7.2.1 Spezifikation Netbook

Bei dem verwendeten Netbook handelt es sich um einen Asus Eee PC 1000H. Spezifikation siehe Tabelle 7.1

Betriebssystem	Windows® XP Home
Bildschirmgröße	10.1"
max. Auflösung	1024 x 600
CPU	Intel® Atom N270
Grafik	Intel Graphics Media Accelerator (GMA) 950
Speicher	2 GB DDR2
WLAN	802.11n
Bluetooth	Ja
3G-Modem	(integriertes) Huawei EM770
Festplatte	160GB
integrierte Kamera	1.3M Pixel
Lautsprecher	Stereo speaker
Mikrofon	Digital Array Mic
Akku	6600mAh 48Wh
Dimensionen	225 x 164 x 35 mm
Gewicht	1,45kg
Touchpad	35 x 65 mm
Tastatur	250 x 95 mm
„Buchstaben-Taste“	15 x 15 mm

Tabelle 7.1: Spezifikation Netbook - Eee PC 1000H

Befestigung am Rollstuhl

Die Befestigung am Rollstuhl ist so aufgebaut, dass das Netbook abgenommen werden kann, wenn es nicht benötigt wird. Solange das Netbook nicht benötigt wird, befindet sich die Halterung -

bestehend aus zwei gebogenen mit einander verbundenen Röhren - rechts am Rollstuhl und ist mit einem Schieber gesichert. Zum Aufbau wird die Halterung in zwei Löcher gesteckt, welche sich rechts am Rollstuhl befinden. Danach wird eine Box, auf welcher sich auch die Lochmaske befindet, auf die Röhren gesteckt. In diese Box wird das Netbook geschoben und mit zwei Schiebern an der Rückseite gesichert. Siehe Abbildung 7.7 auf der nächsten Seite.

7.2.2 Installierte Programme

Folgende Programme wurden auf dem Netbook installiert, um die Anforderungen abzudecken. Siehe Tabelle 7.2

Verwendungszweck	Programm
Programme starten	Launchy
Browser	Microsoft Internet Explorer
E-Mail	Mozilla Thunderbird
Textvorhersage	Aurora Predictor
Virenschanner	Avira
Instant Messaging	Skype
Kommunikation	Tinatel

Tabelle 7.2: Am Netbook installierte Programme

Launchy

Wie im Rahmen der Seminararbeit [Reg10] festgestellt, ist das Programm launchy sehr gut geeignet, um Funktionalität für die Anwenderin leicht zugänglich bereitzustellen. Daher wurde während der Grundinstallation darauf geachtet, dass alle Programme sowie wichtige Dateien und Funktionen über launchy erreichbar sind. Funktionen sind z.B. das Herunterfahren des Netbooks, das Starten von Programmen, das Zugreifen auf persönliche Dokumente und Dateien usw.

7.2.3 Einstellungen

Accessibility Einstellungen

Das Betriebssystem Microsoft Windows XP bietet die Möglichkeit, in den Systemeinstellungen unter dem Punkt „Barrierefreiheit“¹ das System für Menschen mit Behinderung anzupassen.

Für die Anwenderin wurde eine Verzögerung der Tastenanschläge aktiviert. Grund ist, dass die Anwenderin mit dem Kopfstab meist länger auf eine Taste drückt und ohne Verzögerung der entsprechende Buchstabe mehrmals geschrieben wird. Zudem wurde die Tastaturmaus aktiviert. Die Funktion ermöglicht es den Maus-Cursor über die Pfeiltasten der Tastatur zu steuern.

Dabei wurden folgende Einstellungen gesetzt:

- Einrastfunktion aktiviert
 - Drücken der Zusatz Taste akustisch signalisieren
 - Staus der Einrastfunktion auf dem Bildschirm anzeigen

¹<http://www.microsoft.com/enable/products/windowsxp/> - letzter Zugriff: 30.3.2014

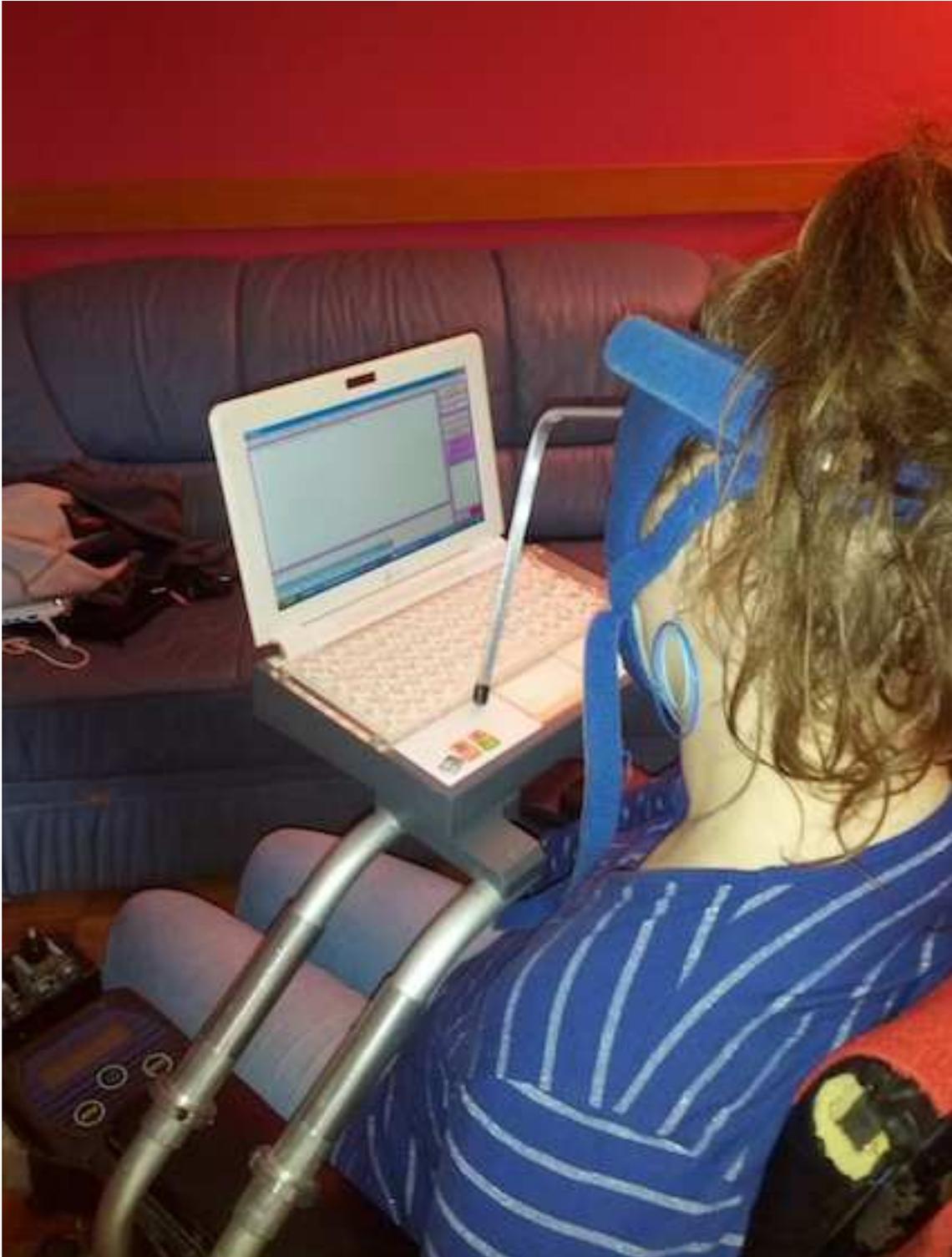


Abbildung 7.7: Befestigung am Rollstuhl

- Anschlagverzögerung aktiviert
 - schnelle Tastenanschläge ignorieren und Wiederholung verlangsamen
 - * Wiederholungsrate verlangsamen
 - * Verzögerung: 1.0 Sekunden
 - * Wiederholungsrate: 0,5 Sekunden
 - * Anschlaggeschwindigkeit: 0.0 Sekunden
 - registrierte Tastenanschläge akustisch signalisieren
 - Status der Anschlagverzögerung auf dem Bildschirm anzeigen
 - Statusanzeige aktivieren
 - beim Drücken der Feststell-, Num-, ... Taste ein akustisches Signal ausgeben
- Tastaturmaus aktivieren
 - Beschleunigung - (9/9)
 - Höchstgeschwindigkeit - (7/9)
 - Tastaturmaus aktivieren, wenn die Num-Taste aktiv ist
 - Status der Tastaturmaus auf dem Bildschirm anzeigen
- Warnsignal beim Aktivieren einer Funktion
- Ein und Ausschalten akustisch signalisieren

Text to Speech-Einstellungen

Für Sprachsynthese von geschriebenem Text (Text to Speech - TTS) wurde die Microsoft SAPI Schnittstelle verwendet. Als Stimme kommt Klara von ATT ² zum Einsatz. Die Sprechgeschwindigkeit wurde in den Windows Systemeinstellungen auf Stufe 9 einer 21 Punkt Skala zwischen Langsam (0) und Schnell (21) gesetzt.

Tastaturmaus

Da der Laptop keinen eigenen Numblock besitzt, musste eine Möglichkeit geschaffen werden, die Tastaturmaus von Windows XP zu verwenden. Da die Num-Lock Taste auf dem Netbook nur mittels Fn-Key erreichbar ist und der Fn-Key von der „Sticky Key“ Funktion von Windows XP nicht erfasst wird, wurde mittels des Programms KeyTweak³ die Belegung der „Einf“-Taste auf NumLock geändert.

7.2.4 Internetverbindung

Für die Verbindung mit dem Internet wird auf WLAN zugegriffen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit ein UMTS-Modem zu verwenden. Momentan wird eine Datenkarte der Telekom Austria (Bob) verwendet. Da diese Datenkarte pro GB abgerechnet wird, war es der Wunsch der Anwenderin, die Verbindung selbst herzustellen. Daher wurde das Programm Rasdial⁴ von Microsoft

²http://www.research.att.com/projects/Natural_Voices/index.html - letzter Zugriff: 30.3.2014

³<http://www.heise.de/download/keytweak-1160085.html> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁴<http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb490979.aspx> - letzter Zugriff: 30.3.2014

benutzt, welches Teil der Windows XP Installation ist und es ermöglicht, DFÜ Verbindungen über das Terminal aufzubauen und zu beenden. Die SMS-Schnittstelle und die Datenverbindung über das Modem können nicht gleichzeitig funktionieren, da das Modem von beiden Programmen exklusiv beansprucht wird. Daher wird beim Starten der DFÜ Verbindung der Gammu SMS-Daemon pausiert und beim Beenden der Verbindung wieder aktiviert.

Es wurden Skripte erstellt und über das Programm Launchy sowie über Verknüpfungen am Desktop zugänglich gemacht.

```

Mobiles Internet – Verbinden
//Stop Gammu SMS Daemon
gammu -smsd -k
//10 Sekunden warten um dem SMS Dameon Zeit zu geben den COM Port freizugeben.
ping -n 10 localhost>nul
//Die DFÜ Verbindung mit Bob Datenkarte starten
rasdial bob

Mobile Internet – Trennen
//Die DFÜ Verbindung mit Bob Datenkarte trennen
rasdial bob /d
//10 Sekunden warten um der DFÜ Verbdindung Zeit zu geben den COM Port freizugeben.
ping -n 5 localhost>nul
//den Gammus SMS Daemon starten
gammu -smsd -sc gammu-smsdrc

```

7.3 Zusammenfassung

Auf Basis eines Netbooks wurde ein mobiles Kommunikationssystem implementiert. Einige Anforderungen erforderten Neuentwicklungen bzw. Adaptionen, andere konnten mit bestehender Software abgedeckt werden. Das Kommunikationssystem wurde in enger Zusammenarbeit mit der Anwenderin evaluiert. Die Evaluierung wird in Kapitel 9 auf Seite 103ff dargestellt.

Szenario	Titel	Software
C1	Gespräch mit anwesender Person	Tinatel
C2	Textnachricht empfangen	Tinatel
C3	Textnachricht senden	Tinatel
C4	Telefonanruf (angerufen)	Tinatel
C5	Telefonanruf (anrufen)	Tinatel
C6	Anrufbeantworter abfragen	Tinatel
C7	E-Mail empfangen	Mozilla Thunderbird
C8	E-Mail senden	Mozilla Thunderbird
C9	Instant Messaging	Skype

Tabelle 7.3: Überblick über Concrete Scenarios

Evaluierung der Sprechqualität

Da die Sprechqualität ein wichtiger Parameter bei der VoIP Telefonie ist, wurde evaluiert ob mit TTS über VoIP ausreichend gute Ergebnisse erzielt werden können. Zu diesem Zweck wurde das SIP-Testtool entwickelt, siehe 6.1.5 auf Seite 67. Da die Sprechqualität u.a. von der zur Verfügung stehenden Bandbreite abhängig ist, wurde überprüft, ob und mit welcher zur Verfügung stehenden Bandbreite / Verbindungsvariante ordentliche Ergebnisse erzielt werden können. Die Evaluierung der Sprechqualität wurde nach ITU-T Recommendation P.800 „Methods for subjective determination of transmission quality“ [ITU96] durchgeführt. In dieser Recommendation werden verschiedene Methoden zur subjektiven Sprechqualität-Ermittlung empfohlen.

8.1 Methode - ITU-T Recommendation P.800

Die Evaluierung der SIP-Sprechqualität der TTS Stimme wurde auf Basis der „ITU-T Recommendation P.800 - Listening Tests Absolute Category Rating (ACR)“ durchgeführt. Die Recommendation wurde dabei adaptiert. Ziel dabei war: „Qualität und Verständlichkeit einer über das SIP Protokoll übertragenen Text to Speech synthetisierten Stimme“ zu evaluieren.

Für den Test der TTS-Sprechqualität wurde die Methode „6.2 Listening opinion test“ verwendet. Beim „Listening opinion test“ werden den Testpersonen kurze Samples vorgespielt und die Testpersonen müssen die Qualität dieser Samples bewerten. P.800 empfiehlt, die Samples aufzunehmen, um ungewollte Variabilität auszuschließen. Als Sprachmaterial werden simple, leicht zu verstehende, kurze Sätze empfohlen. Empfohlen werden Sätze von 2-3 Sekunden Abspiellänge. Die Sätze werden in Gruppen arrangiert, pro Gruppe wird eine Anzahl von 2-5 Sätzen empfohlen.

„The speech material should consist of simple, meaningful, short sentences, chosen at random as being easy to understand [...]. These sentences should be made up into lists in random order in such a way that there is no obvious connection of meaning between one sentence and the next. Very short and very long sentences should be avoided, the aim being that each sentence when spoken should fit into a time-slot of 2- 3 seconds. [...] The experimenter must decide how many sentences are required in each group to constitute a speech sample. A minimum of two and a maximum of five are recommended“ [ITU96, Seite 14].

Diese Testmethode erreicht zwar nicht den Realismus eines Konversationstests, allerdings erscheint es für den konkreten Fall sinnvoller, um die Beurteilung der Sprechqualität nicht durch die ungewohnte Situation der Konversation mit einer TTS-Stimme zu verfälschen.

Testpersonen sollen zufällig aus der „normal telephone using population“ ausgewählt werden; wobei folgenden Kriterien für die Auswahl der Testpersonen gelten (vgl. [ITU96, Seite 18]):

- Sie waren nicht in Arbeiten im Zusammenhang mit der Performance von Telefonsystemen involviert.
- Sie haben im letzten halben Jahr nicht an irgendwelchen Tests teilgenommen und während des letzten Jahres nicht an „listening opinion tests“.
- Sie haben die Testsamples noch nie gehört.

Vor dem Test werden die Testpersonen instruiert und können Fragen zum Ablauf oder bei Unklarheiten in der Instruktion stellen, Fragen zu technischen Details sollten erst nach dem Test beantwortet werden.

Opinion Scales by the ITU-T P.800 empfiehlt folgende Skalen zur Bewertung der Qualität („Listening-quality scale“), des Aufwands der aufgewendet werden muss um die Sprache zu verstehen („Listening-effort scale“) und der bevorzugten Lautstärke („Loudness-preference scale“). Jeder Skalen-Kategorie werden Punkte von 1-5 zugeordnet.

Die vergebenen Punkte werden statistisch ausgewertet wobei P.800 folgende Vorgehensweise empfiehlt:

„The numerical mean (over subjects) should be calculated for each condition at each listening level, and these means listed for initial inspection (so that effects such as those due to male and female speech can be seen). Calculation of separate standard deviations for each condition is not recommended. Confidence limits should be evaluated and significance tests performed by conventional analysis-of-variance techniques“ [ITU96, Seite 20].

Die Original-Kategorien können unter [ITU96, Seite 18/19] nachgelesen werden, im Rahmen dieser Arbeit wurde die auf Wikipedia verfügbare Übersetzung¹ verwendet.

Listening-quality-scale Siehe Tabelle 8.2 auf der nächsten Seite. Die Größe, welche als Mittelwert der vergebenen Punkte errechnet wird, wird als „Mean listening-quality opinion score (MOS)“ bezeichnet.

Listening-effort-scale Siehe Tabelle 8.2 auf der nächsten Seite. Die Größe, welche als Mittelwert der vergebenen Punkte berechnet wird, wird als „Mean listening-effort opinion score (MOS_{LE})“ bezeichnet.

Loudness-preference-scale Siehe Tabelle 8.2 auf der nächsten Seite. Die Größe, welche als Mittelwert der vergebenen Punkte berechnet wird, wird als „Mean loudness-preference opinion score (MOS_{LP})“ bezeichnet.

¹http://de.wikipedia.org/wiki/Mean_Opinion_Score - letzter Zugriff: 30.3.2014

Sprech-Qualität	Aufwand um die Sprache zu verstehen	bevorzugte Lautstärke	Punkte
Ausgezeichnet	Es ist keine Anstrengung nötig, um die Sprache zu verstehen	viel lauter als bevorzugt	5
Gut	Durch aufmerksames Hören kann die Sprache ohne Anstrengung wahrgenommen werden.	lauter als bevorzugt	4
Ordentlich	Die Sprache kann mit leichter Anstrengung wahrgenommen werden.	bevorzugte Lautstärke	3
Mäßig	Es bedarf großer Konzentration und Anstrengung, um die übermittelte Sprache zu verstehen	leiser als bevorzugt	2
Mangelhaft	Trotz großer Anstrengung kann man sich nicht verständigen	viel leiser als bevorzugt	1

Tabelle 8.2: Listening-quality scale / Listening-effort scale / Loudness-preference scale

8.2 Testaufbau

P.800 empfiehlt diese Test in schalldichten Kabinen in einem Labor durchzuführen. Da der Hauptfokus hier aber nicht auf der Qualität eines Codecs oder Mikrofons sondern der konkreten Benutzbarkeit liegt, wurden die Test in realer Umgebung durchgeführt, der Ort wurde konstant gehalten. Die erste Testserie fand im Wohnzimmer des Autors statt, die zweite Testserie wurde in einem Büro - dem Arbeitsplatz des Autors - durchgeführt.

Da die Sprechqualität von der Übertragungsrate der Internet-Verbindung abhängig ist, wurde vor jedem Test die Geschwindigkeit der Internetverbindung dokumentiert. Dafür wurde „speedtest“² von der Firma Ookla verwendet. Die Seite liefert Ping-Zeit in Millisekunden sowie Upload und Download Geschwindigkeit in Kilobyte/Sekunde.

Als Testgerät wurde ein baugleiches Modell, siehe 7.2.1 auf Seite 86, verwendet. Die SAPI Stimme liefert konstant dieselbe Qualität und wird nicht von Umgebungsgeräuschen, Mikrofonqualität usw. beeinflusst. Daher ist es nicht notwendig - wie in P.800 empfohlen - die Sätze zuerst mit einem Mikrofon aufzunehmen. Während der Tests wurde das Mikrofon deaktiviert, um Beeinflussung durch zwischen den Sätzen übertragene Umgebungsgeräusche zu vermeiden. Auf dem Gerät wurde das SIP-Testtool installiert (siehe 6.1.5 auf Seite 67) sowie die SAPI-Stimme, welche sich momentan bei der Anwenderin im Einsatz befindet. Konkret handelt es sich dabei um Klara von ATT³.

8.2.1 Sätze

Als Sprachmaterial wurden simple, leicht zu verstehende, kurze Sätze verwendet, wie in [ITU96, Seite 14] empfohlen. Jeweils 5 Sätze wurden zu einer Gruppe zusammengefasst. Die übertragenen Sätze werden in Tabelle 8.3 auf der nächsten Seite dargestellt.

²www.speedtest.net - letzter Zugriff: 30.3.2014

³http://www.research.att.com/projects/Natural_Voices/index.html - letzter Zugriff: 30.3.2014

ID	Satz-Gruppe 1	Satz-Gruppe 2
Sample 1	„Hallo, wie geht es dir?“	„Hier gibt es nichts zu sehen?“
Sample 2	„Es sieht besser aus, als wir dachten.“	„Früher Vogel fängt den Wurm.“
Sample 3	„Der Sturm wird schwächer.“	„Auf der Mauer sitzt eine Wanze.“
Sample 4	„Heute gehen wir ein Eis essen.“	„Gestern war es sehr kalt.“
Sample 5	„Jakob und Anna treffen sich am Freitag.“	„Sätze wie diese sind keine Seltenheit“

ID	Satz-Gruppe 3	Satz-Gruppe 4
Sample 1	„Erleben sie diese Vorteile!“	„Die Katze ist fort.“
Sample 2	„Tausende von ihnen sind unterwegs.“	„Das ist keine Pfeife.“
Sample 3	„Immer mehr tun das Richtige.“	„Gestern hat es geregnet.“
Sample 4	„Der Tropfen höhlt den Stein.“	„Ich gehe gerne wandern.“
Sample 5	„Die Kinder müssen in die Schule.“	„Im Sommer fahren wir nach Italien!“

Tabelle 8.3: Übertragene Sätze

8.2.2 Einleitungsskript

„Dieser Test zielt darauf ab, die Sprechqualität einer Text to Speech Telefon Anwendung zu testen. Text to Speech bedeutet, dass geschriebener Text von einer künstlichen Computerstimme gesprochen wird. Dieser Text wird über die Telefonverbindung zu ihnen übertragen.

Ihnen werden dreimal fünf Sätze vorgelesen. Diese Sätze sind korrekte deutsche Sätze, stehen aber zueinander in keinem Zusammenhang. Nachdem sie den Satz gehört haben, bewerten sie bitte die Sprechqualität dieses Satzes. Dafür werden drei Skalen verwendet, die von 1-5 reichen. Diese Skalen sind: „Sprechqualität“, „Aufwand um die Sprache zu verstehen“, sowie „bevorzugte Lautstärke“. Bei „Sprechqualität“ und „Aufwand um die Sprache zu verstehen“ ist 1 der schlechteste und 5 der beste Wert. Bei „bevorzugte Lautstärke“ ist 3 die bevorzugte Lautstärke, 4, 5 lauter als bevorzugt und 1, 2 leiser als bevorzugt.

Ich werde ihnen nun die Skalen präsentieren: siehe 8.2 auf der vorherigen Seite. Sie erhalten einen Fragebogen, auf dem die Skalen nochmal beschrieben sind. Bitte tragen sie in diesen Fragebogen nach jedem Satz ihre Einschätzung der Qualität ein.“

8.2.3 „Labor“ - Studie

Als „Labor“ wurde das Wohnzimmer des Autors verwendet. Die Tests fanden an vier Terminen statt. Jede Testsession dauerte ca. 30 Minuten.

ID	Reihenfolge Internet Verbindung und Satz-Gruppen			Lautsprecher
P1	LAN - Gruppe 1	WLAN - Gruppe 2	3G - Gruppe 3	Gruppe 4
P2	WLAN - Gruppe 2	LAN - Gruppe 3	3G - Gruppe 4	Gruppe 1
P3	3G - Gruppe 3	LAN - Gruppe 4	WLAN - Gruppe 1	Gruppe 2
P4	WLAN - Gruppe 4	3G - Gruppe 1	LAN - Gruppe 2	Gruppe 3

Tabelle 8.4: Reihenfolge der Verbindungen und Satz-Gruppen - Latin Square verteilt

Die Testpersonen werden zu Beginn des Gesprächs über die Art des Aufbaus und die Bewertungs-Skalen instruiert, siehe Einleitung-Skript auf der vorherigen Seite. Anschließend werden dreimal fünf Sätze mit Text to Speech (TTS) übertragen: fünf Sätze über eine Kabel-Verbindung, fünf Sätze über WLAN und fünf Sätze über mobiles Internet (3G). Am Ende wurden fünf Sätze über den Lautsprecher des Testgerätes vorgespielt. Die, über Lautsprecher vorgespielte, Gruppe dient hierbei als Baseline. Dadurch ist es möglich die Qualität der Text to Speech Synthese unabhängig von (möglicher) Verschlechterung der Qualität durch die Internetverbindung zu erfassen. Die Testpersonen wurden gebeten, die Sprechqualität jedes Satzes auf der MOS und der MOS_{LE} Skala zu bewerten. Die Lautstärke wurde auf der MOS_{LP} Skala bewertet.

Für die Labor-Studie wurde ein „Within Subject“ Design verwendet. Das bedeutet, dass jede Testperson alle drei Verbindungsvarianten bewerten durfte. Abhängige Variablen sind in diesem Versuchsaufbau die Verbindungsart (LAN, WLAN, 3G), die übertragenen Sätze sowie die Reihenfolge der Gruppen. Um Gewöhnungseffekte auszuschließen, wurden die Abfolge der verschiedenen Verbindungen (LAN, WLAN, 3G), sowie die für eine Verbindung verwendeten Satz-Gruppen über die Testpersonen verteilt - siehe Tabelle 8.4.

Testpersonen

Der Test in kontrollierter Umgebung wurde mit vier Testpersonen durchgeführt. Die Testpersonen wurden aus dem Freundeskreis des Autors ausgewählt. Alle Testpersonen erfüllen die Bedingungen welche in [ITU96, Seite 18] definiert sind. Die demografischen Daten der Testpersonen werden in Tabelle B.1 auf Seite 125 dargestellt.

8.2.4 „Remote“-Studie

Um die Ergebnisse des ersten Tests mit einer größeren Anzahl an Testpersonen zu überprüfen und detaillierter zu betrachten, wurde eine zweite Testserie durchgeführt. Für die Remote-Studie wurde ein „Between Subject“ Design verwendet. Dies bedeutet, dass jede Testperson nur eine Verbindungsvariante bewertet hat. Dies hat zum einen praktische Gründe, die Testperson muss nicht 3x angerufen werden, zum anderen kann dadurch pro Verbindungsvariante eine größere Anzahl an Sätzen bewertet werden. In dieser Studie wurde auf die Verbindungsvarianten WLAN fokussiert, um die Ergebnisse der ersten „Labor“-Studie für WLAN im Detail zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

Grund hierfür ist, dass die Ergebnisse der ersten „Labor“-Studie zeigen, dass WLAN eine akzeptable Sprechqualität bietet und mobilen Einsatz ermöglicht. 3G bietet keine ausreichende Sprechqualität und LAN ist für den mobilen Einsatz keine Option.

Die Tests wurden in einem Büro - dem Arbeitsplatz des Autors - durchgeführt. Bei diesem Test wurden die Personen an ihrem Festnetztelefon angerufen, im Gegensatz zur ersten Testserie befanden sich die Testpersonen nicht im selben Raum wie der Testleiter. Die Testpersonen wurden

ID	Reihenfolge der Satz-Gruppen		
P1	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
P2	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
P3	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 1

Tabelle 8.5: Reihenfolge der Satz-Gruppen bei Remote Test - Latin Square verteilt

daher über eine WLAN Verbindung angerufen. Die Reihenfolge der Gruppen wurde ebenfalls mit Latin-Square verteilt - siehe Tabelle 8.5.

Die Testpersonen wurden vor Beginn des Tests über Zweck und Ablauf des Tests instruiert. Zu Beginn wird das Einleitungsskript vorgelesen, sowie die Skalen präsentiert. Da es tendenziell problematisch ist, sich die genauen Skalen zur Bewertung zu merken, wurde den Testpersonen vor dem Test ein Ausdruck mit Erklärung der der Skalen gegeben - siehe 8.2 auf Seite 93. Anschließend wurden dreimal fünf Sätze vorgelesen, und die Testpersonen gebeten, diese auf der MOS , MOS_{LE} und MOS_{LP} Skala zu bewerten.

Testpersonen

Die Remote-Tests wurden mit vier Testpersonen durchgeführt. Als Testpersonen bei diesem Test wurden Arbeitskollegen des Autors ausgewählt. Alle Testpersonen erfüllten die Bedingungen, welche in [ITU96, Seite 18] definiert sind und haben nicht am ersten Test teilgenommen. Die demografischen Daten der Testpersonen werden in Tabelle B.2 auf Seite 125 dargestellt.

8.3 Analyse der Ergebnisse

Die Daten der Studien wurden mit der Statistik Software R⁴ ausgewertet. Dabei wurden alle Datensätze pro Verbindungsvariante (Mittelwert, Standardabweichung, Median, 1st Quantil und 3rd Quantil) ausgewertet und tabellarisch und grafisch (Box Plot) dargestellt. Zusätzlich wurden die Daten für jede Testperson einzeln ausgewertet (Mittelwert und Standardabweichung) und tabellarisch dargestellt. Um festzustellen, ob die Verbindungsvariante (LAN / WLAN / 3G) einen signifikanten Einfluss hat, wurden die Datensätze mittels „Wilcoxon rank sum test with continuity correction“⁵ verglichen.

8.3.1 Labor-Studie

In Summe konnten Daten von 4 Testpersonen erhoben werden. Es wurden 5 Datensätze pro Verbindungsvariante erhoben, in Summe stehen damit für jede Verbindungsvariante 20 Datensätze (4 TP x 5 Sätze) zur Verfügung. Die Bildung von Mittelwerten ergibt folgende Werte für „Mean listening-quality opinion score (MOS)“, „Mean listening-effort opinion score (MOS_{LE})“ und „Mean loudness-preference opinion score (MOS_{LP})“:

- Die Qualität wurde in der Variante LAN als „ordentlich“ ($MOS = 3,4$) bewertet. Der Aufwand, um die Sprache (MOS_{LE}) zu verstehen als „Die Sprache kann mit leichter Anstrengung wahrgenommen werden.“ ($MOS_{LE} = 3,5$) bewertet.

⁴<http://cran.r-project.org/> - letzter Zugriff: 30.3.2014

⁵<http://www.r-tutor.com/elementary-statistics/non-parametric-methods/mann-whitney-wilcoxon-test> - letzter Zugriff: 30.3.2014

Verbindungsvarianten	MOS	MOS_{LE}	MOS_{LP}
LAN vs. WLAN	W = 253 p = 0.1439	W = 230 p = 0.4096	W = 261 p = 0.0691
LAN vs. 3G	W = 315.5 p = 0.001327	W = 334, p = 0.000214	W = 261 p = 0.0691
WLAN vs. 3G	W = 281.5 p = 0.02271	W = 292 p = 0.01039	W = 200 p = 1

Tabelle 8.6: Wilcoxon rank sum test with continuity correction

- Die Qualität wurde in der Variante WLAN als „ordentlich“ (MOS = 2,75) bewertet. Der Aufwand, um die Sprache (MOS_{LE}) zu verstehen, als „Die Sprache kann mit leichter Anstrengung wahrgenommen werden.“ ($MOS_{LE} = 3,1$) bewertet.
- Die Qualität bei 3G Verbindung wurde als „mangelhaft“ (MOS = 1,85) bewertet. Der Aufwand, die Sprache zu verstehen, wurde als „Es bedarf großer Konzentration und Anstrengung, um die übermittelte Sprache zu verstehen“ ($MOS_{LE} = 1,9$) wahrgenommen.
- Die Lautstärke wurde im Schnitt in allen Verbindungsvarianten als „bevorzugte Lautstärke“ bewertet. $MOS_{LE} = 3.15$ (LAN) 2.75 (WLAN) 2.75 (3G)

Eine detaillierte Darstellung findet sich in Tabelle 8.7 (MOS) und 8.8 (MOS_{LE}).

Eine Vergleich der Ergebnisse mittels „Wilcoxon rank sum test with continuity correction“ zeigt, dass 3G, sowohl bei MOS als auch bei MOS_{LE} , signifikant schlechter abschneidet als WLAN und LAN. Zwischen LAN und WLAN besteht in diesem Fall kein signifikanter Unterschied (siehe 8.6).

8.3.2 Remote-Studie

In Summe konnten Daten von 3 Testpersonen erhoben werden. Es wurden 3x5 Datensätze für die Variante WLAN erhoben, in Summe stehen damit 15 Datensätze pro Testperson, bzw. 45 Datensätze insgesamt zur Verfügung. Die Bildung von Mittelwerten ergibt folgende Werte für „Mean listening-quality opinion score (MOS)“, „Mean listening-effort opinion score (MOS_{LE})“ und „Mean loudness-preference opinion score (MOS_{LP})“:

Die Qualität wurde bei den Remote Tests (Variante WLAN) als „ordentlich“ (MOS = 3,42) bewertet. Der Aufwand um die Sprache (MOS_{LE}) zu verstehen als „Die Sprache kann mit leichter Anstrengung wahrgenommen werden.“ ($MOS_{LE} = 3,77$) bewertet. Eine detaillierte Darstellung findet sich in Tabelle 8.10 (MOS, MOS_{LE} und MOS_{LP}) bzw. Abbildung 8.4

8.4 Zusammenfassung der Sprechqualität Evaluierung

Die Evaluierung der Sprechqualität zeigt, dass mit LAN und WLAN eine „ordentliche“ Sprechqualität erreicht werden kann. Durch die Tests wurde allerdings auch gezeigt, dass die Verbindungsqualität bei 3G nicht ausreicht, um eine brauchbare Sprechqualität zu erreichen.

Allerdings stehen auch unterwegs mittlerweile eine große Anzahl an offenen WLAN - Hotspots zur Verfügung, welche potenziell eine ausreichende Verbindungsgeschwindigkeit gewährleisten. Es wäre interessant, in zukünftigen Arbeiten detailliertere Studien in realen Kontexten durchzuführen, um zu überprüfen, welche frei zugänglichen WLAN Hotspots eine ausreichende Qualität zur Verfügung

stellen. Darüber hinaus besteht durch die SMS - Funktion auch die Möglichkeit zu kommunizieren, wenn keine ausreichende Sprechqualität gewährleistet werden kann. Zudem können durch den Ausbau von LTE Netzwerken in Zukunft auch mobil wesentlich höhere Übertragungsraten gewährleistet werden.

LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
Min. : 1.00	Min. : 1.00	Min. : 1.00	Min. : 1.0
1st Qu.: 2.75	1st Qu.: 2.00	1st Qu.: 1.00	1st Qu.: 3.0
Median : 3.00	Median : 3.00	Median : 1.00	Median : 5.0
Mean : 3.40	Mean : 2.75	Mean : 1.85	Mean : 3.8
SD : 1.46	SD : 1.25	SD : 1.13	
3rd Qu.: 5.00	3rd Qu.: 3.25	3rd Qu.: 2.25	3rd Qu.: 5.0
Max. : 5.00	Max. : 5.00	Max. : 4.00	Max. : 5.0

Tabelle 8.7: Kennzahlen MOS (Labor - Studie)

LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
Min. :2.00	Min. :1.0	Min. :1.00	Min. : 1.00
1st Qu.:2.75	1st Qu.:2.0	1st Qu.:1.00	1st Qu.: 4.25
Median :3.00	Median :3.0	Median :1.50	Median : 5.00
Mean :3.50	Mean :3.1	Mean :1.90	Mean : 4.10
SD: 1.19	SD : 1.51	SD : 1.16	
3rd Qu.:5.00	3rd Qu.:5.0	3rd Qu.:2.25	3rd Qu.: 5.00
Max. :5.00	Max. :5.0	Max. :5.00	Max. : 5.00

Tabelle 8.8: Kennzahlen MOS_{LE} (Labor - Studie)

LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
Min. : 2.00	Min. : 2.00	Min. : 2.00	Min. : 2.0
1st Qu.: 3.00	1st Qu.: 2.00	1st Qu.: 2.00	1st Qu.: 3.0
Median : 3.00	Median : 3.00	Median : 3.00	Median : 3.0
Mean : 3.15	Mean : 2.75	Mean : 2.75	Mean : 3.1
SD : 0.74	SD: 0.55	SD: 0.55	
3rd Qu.: 4.00	3rd Qu.: 3.00	3rd Qu.: 3.00	3rd Qu.: 3.0
Max. : 4.00	Max. : 4.00	Max. : 4.00	Max. : 4.0

Tabelle 8.9: Kennzahlen MOS_{LP} (Labor - Studie)

MOS	MOS_{LE}	MOS_{LP}
Min. : 1.00	Min. : 1.00	Min. : 2.00
1st Qu.: 3.00	1st Qu.: 3.00	1st Qu.: 3.00
Median : 3.00	Median : 4.00	Median : 3.00
Mean : 3.42	Mean : 3.77	Mean : 3.00
SD : 0.916	SD : 1.04	SD : 0.21
3rd Qu.: 4.00	3rd Qu.: 5.00	3rd Qu.: 3.00
Max. : 5.00	Max. : 5.00	Max. : 4.00

Tabelle 8.10: Kennzahlen MOS , MOS_{LE} und MOS_{LP} (WLAN - Remote-Studie)

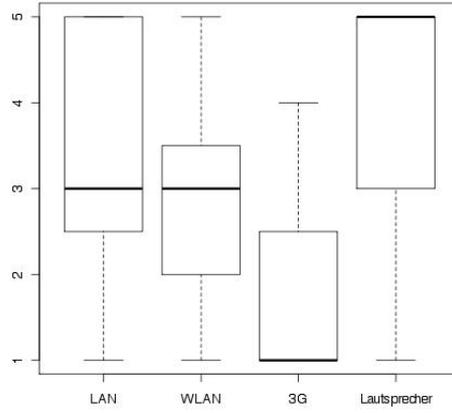


Abbildung 8.1: Box Plot MOS (Labor Studie)

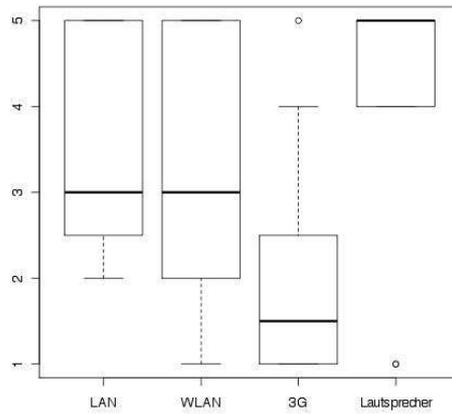


Abbildung 8.2: Box Plot MOS_{LE} (Labor Studie)

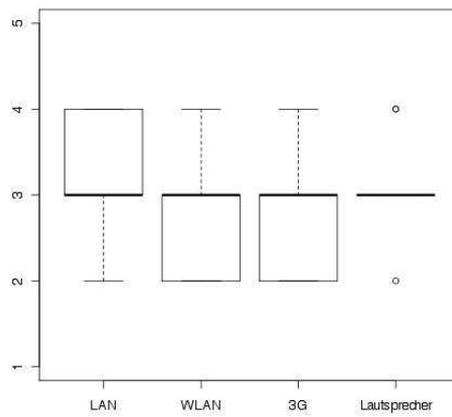
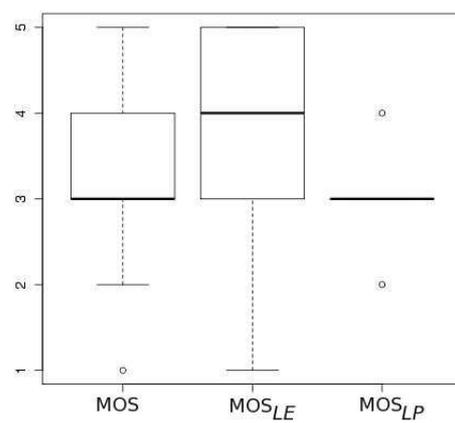


Abbildung 8.3: Box Plot MOS_{LP} (Labor Studie)

Abbildung 8.4: Box Plot MOS , MOS_{LE} und MOS_{LP} (WLAN - Remote-Studie)

User Study zur alltagsnahen Evaluierung

Ein wichtiger Bestandteil in UCD-Prozessen ist die „Beurteilung von Gestaltungslösungen gegenüber Anforderungen“ [ISO00]. Dabei wird mit der Anwenderin das System getestet und betrachtet, ob das implementierte System die Anforderungen der Anwenderin erfüllt.

„User Testing with real users is the most fundamental usability method and is in some sense irreplaceable since it provides direct information about how people use computer and what their exact problems are with the interface being tested.“ ([Nie93, Seite 165])

Bei Usability Tests werden reale Systeme oder Prototypen von Endbenutzern / Endbenutzerinnen benutzt, welche aus der Zielgruppe des Projekts kommen sollten. Während der Benutzung werden sie beobachtet. Auf Basis dieser Beobachtungen können mögliche Usability Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert werden. Ergänzend werden oft auch Fragebögen (vor/nach dem Test) verwendet. Wichtig ist, dass im Vorfeld klar definiert wird, was und wie getestet wird. Ein Usability Test braucht eine klare Struktur, was meistens dadurch erreicht wird, dass der Testperson definierte Aufgaben (Task) gestellt werden, welche erledigt werden sollten.

„The basic rule for a test task is that they should be chosen to be as representative as possible of the user to which the system will eventually be put in the field. Also the tasks should provide reasonable coverage of the most important parts of the user interface“ [Nie93, Seite 185].

Wichtig für die Messbarkeit ist, dass vorher Akzeptanzkriterien definiert wurden, welche erfüllt werden müssen. So kann jeder Test klar als erfüllt/nicht erfüllt kategorisiert werden. Durch Usability Tests wird das im UCD geforderte Prinzip der „empirischen Messung“ (vgl. [GL85]) erfüllt.

Selbstverständlich müssen während der Evaluierung die ethischen Grundsätze eingehalten werden, welche in Kapitel 3 betrachtet wurden. Wichtig ist hierbei, dass jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin am Test vorab ausreichend informiert wird, insbesondere der Zweck der Aktivität muss klar erkennbar sein. Auf Basis dieser Information muss jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin sein Einverständnis zur Teilnahme geben, sowie der Aufzeichnung von Daten (Fotos, Videos, Gesprächsaufnahmen,...) ausdrücklich zustimmen. Jeder Teilnehmer / jede Teilnehmerin besitzt das Recht Tests jederzeit abzubrechen bzw. seine / ihre Teilnahme zu widerrufen. Im Rahmen der Tests wird auch ausreichend Zeit für eine Nachbesprechung der Tests eingeplant. Vgl. [CB04].

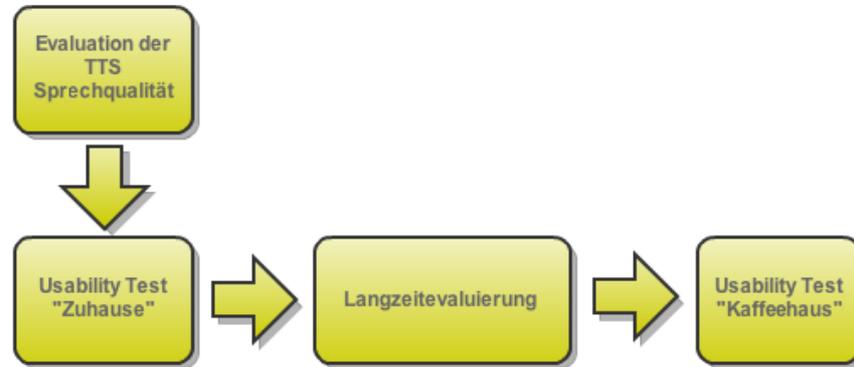


Abbildung 9.1: Überblick Evaluationsstrategie

9.1 Evaluierungsstrategie

Wie im USERfit - Prozess [PAR96] vorgeschlagen wurde zu Beginn eine Evaluierungsstrategie erstellt (UE1). Siehe Abbildung 9.1.

Der erste Schritt der Evaluierung, die Evaluierung der Sprechqualität wurde im vorherigen Kapitel - auf Seite 91ff. - betrachtet. Die weitere Evaluierung soll unter starker Einbindung der Anwenderin erfolgen und wird aus drei aufeinander aufbauenden Evaluierungen bestehen. Geplant sind zwei Usability Tests in verschiedenen Umgebungen sowie eine Langzeitevaluierung. Zur Erhebung der Usability und Akzeptanz werden standardisierte Fragebögen [SD09, Bro96] verwendet.

Die Usability Tests sollen bei der Anwenderin zuhause (Wohnung) sowie in einem Kaffeehaus stattfinden. Grund hierfür ist, dass dies in der Anforderungsanalyse als die zwei Haupteinsatzorte identifiziert wurden. Der erste Usability Test (Zuhause) soll Einblick geben, ob das System von der Anwenderin bedient werden kann und akzeptiert wird.

Die Langzeitevaluierung soll der Anwenderin die Möglichkeit geben, nach einer längeren Verwendung, Feedback zu geben. Am Ende der Evaluierung wird die Akzeptanz des Gesamtsystems erhoben.

Der zweite Usability Test (Kaffeehaus) soll aufzeigen, wie gut das System an einem öffentlichen Ort funktioniert, wo im Gegensatz zum Wohnzimmer möglicherweise Probleme mit Umgebungsgeräuschen, Internetverbindung etc. auftreten könnten.

9.2 Usability-Tests

9.2.1 Methode

Von J. Nielsen stammt der Ansatz, Szenarios für „Discount Usability Engineering“ [Nie95] zu verwenden. Szenarios können den Rahmen für Tasks im User Testing darstellen. Die Test-Tasks werden mit einer konkreten Anwendungsgeschichte verknüpft, dies sollte dem Designer helfen, stringente und realistische Test zu erstellen, und dem Anwender / der Anwenderin ermöglichen, die Tasks in einem Kontext zu sehen und dadurch den Sinn der einzelnen Tasks besser zu verstehen. Daher werden die in der Anforderungsanalyse definierten Szenarios weiterentwickelt und zur Evaluation herangezogen.

Den Rahmen der beiden Usability Tests bilden Test-Szenarios, die aus den Conceptual Scenarios entwickelt wurden. Die verwendeten Szenarios sind „Treffen im Kaffeehaus“ (siehe Seite 41) und „Markus kommt vorbei“ (siehe Seite 43). Jedes Testszenario besteht aus Sub-Szenarios, welche sich an den Concrete Scenarios (siehe Seite 48 ff.) orientieren. Jedes Sub-Szenario besteht aus mehreren Test-Tasks. Diese Test-Tasks wurden von der Anwenderin unter Beobachtung absolviert, wobei für jeden Test-Task klare Akzeptanzkriterien definiert wurden (siehe auch [Nie93, Seite 194]). Im Anhang findet sich eine detaillierte Darstellung der Sub-Szenarios (siehe Seite 129).

Es wurde darauf geachtet, dass der Durchführungsteil des Usability-Tests die Zeitdauer von 1 Stunde nicht überschreitet um die Ergebnisse nicht durch Ermüdung zu verfälschen. Es wird ein Test-Szenario pro Testsession getestet.

Bei den meisten Usability-Test Methoden greift der Testleiter soweit als möglich nicht in das Geschehen ein. Da im konkreten Fall weniger die intuitive Benutzbarkeit, sondern die generelle Benutzbarkeit für eine spezielle Form der Computerinteraktion getestet wird, kann in diesem Fall der Experimentleiter auf Wunsch der Anwenderin eingreifen bzw. Hilfestellungen geben. Dies wird als Coaching Methode bezeichnet - siehe auch [Nie93, Seite 199].

Nach Nielsen [Nie93] besteht ein Usability-Test aus vier Phasen: Vorbereitung, Einführung, Durchführung und Nachbearbeitung.

Vorbereitung

Die Anwenderin wird über den Zweck des Usability Tests informiert und ihr Einverständnis zur Teilnahme eingeholt. Die Anwenderin wird ausdrücklich darüber informiert, dass sie den Usability-Test jederzeit abbrechen kann.

Anschließend wird die für den Test benötigte Software auf dem Netbook der Anwenderin installiert und das Netbook am Rollstuhl befestigt

Einführung

Der Anwenderin wird das für die Testsession geplanten Szenario präsentiert. Allfällige Fragen oder Unklarheiten über den allgemeinen Ablauf werden beantwortet.

Durchführung

Die Test-Tasks werden der Anwenderin präsentiert, wobei immer ein Task nach dem anderen präsentiert wird. Dabei wird eine klare Anweisung gegeben, z.B.: Die Anwenderin wird gebeten eine bestimmte SMS auszuwählen und auf diese zu antworten.

Für gewöhnlich wird bei Usability-Tests „thinking aloud“ verwendet, was bedeutet, dass die Anwenderin während des Tasks ihre Gedanken, Annahmen, etc. laut ausspricht. Dies ermöglicht, Rückschlüsse über die Annahmen der Anwenderin zu ziehen. Auf diese Methode kann im konkreten Fall nicht zurückgegriffen werden. Daher wird jeder Test-Task mit einer Frage abgeschlossen, um die Schwierigkeit der Task-Durchführung zu ermitteln. Dabei wird die von Jeff Sauro entwickelte „Single Ease Question (SEQ)“ verwendet [SD09]. Die SEQ besteht aus einer einzigen Frage - „Wie schwer oder leicht war es insgesamt den Task auszuführen?“¹. Die Anwenderin wertet ihre Antwort auf einer 7-Punkt Likert Skala von „Sehr Schwer“ (1) - „Sehr Leicht“ (7).

¹Original: „Overall, how difficult or easy was the task to complete?“

Nachbearbeitung

Die Anwenderin wird gebeten, einen kurzen Fragebogen zu jedem Szenario zu beantworten, der versucht, die Akzeptanz für die Lösung des gesamten Szenarios zu bewerten.

Dabei wird auf den bewährten Fragebogen „System Usability Scale (SUS)“ [Bro96] von J. Brooke zurückgegriffen, bzw. auf eine deutsche Übersetzung des Fragebogens (siehe Anhang Seite 128). Der Fragebogen besteht aus zehn Fragen, welche auf einer 5-Punkt Likert Skala von „Starke Ablehnung“ (1) zu „Starke Zustimmung“ (5) bewertet werden.

Danach besteht für die Anwenderin die Möglichkeit, Fragen zu stellen und/oder Änderungswünsche zu bekunden.

9.2.2 Usability Test - „Zuhause“

Conceptual Scenario	#TS1
Titel	Test-Szenario 1 - Wohnzimmer
Fokus	Auf Basis des Concrete Scenarios 3.5 „Markus kommt vorbei“ wurden Aktivitäten identifiziert, welche bei der Anwenderin zuhause stattfinden. Tendenziell sollten in diesem Setting weniger durch die Umbegung bedingte Probleme (Hintergrundgeräusche, Qualität der Internetverbindung) etc. auftreten. Daher liegt der Fokus in diesem Testszenario auf Überprüfung der Funktionalität des implementierten Systems.
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Gespräch mit anwesender Person - C.1 auf Seite 129 • Telefonanruf angerufen - C.4 auf Seite 131 • Telefonanruf anrufen - C.5 auf Seite 132 • SMS empfangen - C.2 auf Seite 129 • SMS senden - C.3 auf Seite 130
Kontext	Wohnzimmer
Technologie	Netbook, WLAN, Software zum Kommunizieren, Software zum Telefonieren

Tabelle 9.1: Test-Szenario 1 - Zuhause

Durchführung

Am 21.11.2012 wurde der erste Usability Test, aufbauend auf dem Szenario „Zuhause“ (siehe Tabelle 9.1) durchgeführt. Eine detaillierte Darstellung der Aktivitäten findet sich im Anhang - siehe C auf Seite 129. Der Test fand in der Wohnung der Anwenderin statt und dauerte in Summe 2 Stunden. Dabei dauerten Vorbereitung und Einführung in Summe eine halbe Stunde, die Durchführung eine Stunde und die Nachbearbeitung wiederum eine halbe Stunde. Der Durchführungsteil

wurde mit einer Kamera aufgezeichnet um ev. Unklarheiten später noch einmal analysieren zu können. Die Anwenderin wurde vor dem Test um ihre Zustimmung gebeten und hat diese erteilt.

Zu Beginn wurde eine kurze Einführung in das System gegeben und Fragen der Anwenderin beantwortet. Der gesamte Test wurde nach der Coaching Methode durchgeführt - siehe auch [Nie93, Seite 199]. Danach wurden der Anwenderin die im Szenario enthaltenen Aufgaben präsentiert, welche die Anwenderin durchführte und anschließend nach der „Single Ease Question (SEQ)“ [SD09] bewertete. Abschließend wurde das gesamte System unter Verwendung des „System Usability Scale“ (SUS) evaluiert. Dabei wurden die Elemente des Fragenbogens laut vorgelesen. Anschließend wurden die Möglichkeiten von (1) „Ich stimme sehr zu“ bis (5) „Ich stimme nicht zu“ vorgelesen. Bei dem gewünschten Wert gab die Anwenderin ein Zeichen der Zustimmung. Anschließend wurde dieser Wert vom Testleiter wiederholt, um sicherzustellen, dass der Wert richtig verstanden wurde. Wenn die Anwenderin noch einmal ein Zeichen der Zustimmung gab, wurde der Wert protokolliert. Wenn die Anwenderin ablehnte, wurden die Skalen nochmal vorgelesen.

Ergebnisse

Ziel des ersten Test war, die Anwenderin mit dem System vertraut zu machen und einen grundsätzlichen ersten Eindruck zu gewinnen. Dies wurde definitiv erfüllt. Die Anwenderin hat das System sehr positiv aufgenommen und grundsätzlich gut bewertet.

Alle Aufgaben konnten erfolgreich abgeschlossen werden, die Erfolgs-Rate liegt damit bei 100%. Zwei Fehler wurden im Zusammenhang mit der Ereignisanzeige festgestellt. Nach jeder Aktivität wurde der Anwenderin die Single Ease Question (SEQ) [SD09] - „Wie schwer oder leicht war es insgesamt diese Aufgabe zu bewältigen?“ - gestellt.

Die Ergebnisse der **Single Ease Question** werden in Tabelle 9.2 dargestellt. Es konnte gezeigt werden, dass Interaktion mit der Telefonfunktion gut funktioniert, bei der SMS Funktion kam es zu Problemen, welche primär durch Implementierungsfehler im Zusammenhang mit der Ereignisanzeige ausgelöst wurden.

Aktivität	SEQ
Gespräch mit anwesender Person	7 (sehr leicht)
Telefonanruf (angerufen)	7 (sehr leicht)
Telefonanruf (anrufen)	7 (sehr leicht)
SMS (empfangen)	6 (leicht)
SMS (senden)	6 (leicht)

Tabelle 9.2: Ergebnisse der SEQ - Szenario „Zuhause“

Die Ergebnisse des **System Usability Scale (SUS)** werden in Tabelle 9.3 auf der nächsten Seite dargestellt. Die Bewertung verlief äußerst positiv. Meistens wurde die Höchstwertung (Starke Zustimmung oder Ablehnung) vergeben. Allerdings sei besonders darauf verwiesen, dass die Anwenderin die Frage „Ich fand das System einfach zu benutzen.“ nur mit mittel bewertet.

9.3 Langzeitevaluierung

Um die Akzeptanz des Systems bewerten zu können, wird das System in einer Langzeit-Studie evaluiert. Die Langzeitevaluierung soll der Anwenderin ermöglichen, nach einer längeren Verwendung Feedback zu geben.

Nr.	Frage	Zustimmung
1	Ich denke, dass ich dieses System gerne häufig benutzen würde.	1 (sehr)
2	Ich fand das System unnötig komplex.	5 (nicht)
3	Ich fand das System einfach zu benutzen.	3 (mittel)
4	Ich denke, dass ich für die Benutzung dieses Systems die Unterstützung einer technisch versierten Person benötigen würde.	5 (nicht)
5	Ich fand, dass die verschiedenen Funktionen des Systems sehr gut integriert waren.	1 (sehr)
6	Ich fand, dass in diesem System zu viel Inkonsistenz (Uneinheitlichkeit, Unstimmigkeit) herrscht.	5 (nicht)
7	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell lernen würden, mit dem System umzugehen.	1 (sehr)
8	Ich fand die Bedienung des Systems sehr schwerfällig.	5 (nicht)
9	Ich fühlte mich in der Bedienung des Systems sicher.	2 (ziemlich)
10	Ich würde sehr viel lernen müssen, bevor ich mit diesem System umgehen könnte.	5 (nicht)

Tabelle 9.3: Ergebnisse des SUS - Fragebogen - Szenario „Zuhause“

Im Rahmen des ersten Usability Tests - „Wohnzimmer“ - siehe 9.2.2 auf Seite 106 wurde die Anwenderin mit dem Gerät vertraut gemacht. Es wurde evaluiert, ob es vertretbar ist, der Anwenderin das Gerät für einen längeren Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen, ohne sie dadurch zu frustrieren. Die Anwenderin wurde darauf hingewiesen, dass es sich beim System um einen Prototypen handelt und daher auf keinen Fall mögliche Fehler ausgeschlossen werden können. Sie wurde gebeten, mögliche Probleme per E-Mail, Skype, Facebook oder SMS zu berichten. Die Ergebnisse des TTS-to-VoIP Qualitätstest wurden der Anwenderin mitgeteilt und darauf hingewiesen, dass die Qualität bei 3G Verbindungen tendenziell problematisch ist.

Die Langzeitevaluierung dauerte 6 Monate, bedingt durch Probleme einen gemeinsamen Termin zu finden. Ursprünglich war eine Zeitdauer von 2 Monaten geplant. Leider zeigte sich am Ende der Langzeitevaluierung, dass das Tinatel zur Kommunikation über Telefon und SMS im mobilen Kontext kaum verwendet wird. Gründe dafür dürften in den Problemen rund um die nicht ausreichende Sprechqualität liegen, sowie Probleme beim SMS Versand und Empfang mit aktiviertem mobilen Internet. Die lokale Version des Systems befindet sich allerdings immer noch in Verwendung. Trotzdem muss leider festgestellt werden, dass ein Teil der Ziele nicht erreicht werden konnte. Als weiterer Grund wurde von der Anwenderin angegeben, dass sie mittlerweile Scanning Systeme mit Einfach-Schalter, welche sie mit dem Kopf auslöst, gegenüber dem Kopfstab bevorzugt. Zuhause verwendet sie für den SMS Versand und Empfang ein stationäres SMS Gerät, welches über einen Kopfschalter gesteuert wird.

9.4 Zusammenfassung User Study

In der ersten User Study bei der Anwenderin konnte gezeigt werden, dass das System funktioniert und von ihr verwendet werden kann. Allerdings zeigte sich nach einer sechsmonatigen Langzeitevaluierung, dass Telefon und SMS Kommunikation im mobilen Kontext kaum verwendet werden. Aufgrund von terminlichen Problemen wurde daher die Evaluation im Kaffeehaus nicht mehr durchgeführt. Von der Anwenderin wurde allerdings explizit festgehalten, dass sie „das Tinatel nicht missen möchte“. Ihr Vorschlag war eine Adaption des Interfaces für Einfachschalter und Matrix

Bedienung mit Fokus auf der SMS Funktionalität.

Eine weitere Adaption und Neuentwicklung würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Im Rahmen einer Bachelorarbeit am AAT wurde ein Einfachschalter-System für den stationären Kontext entwickelt [KMS13]. Der Einfachschalter wird bei diesem System als Lichtschranke ausgeführt, welche von der Anwenderin mit dem Kopf unterbrochen wird, um eine Aktion auszulösen.

Es wäre wünschenswert diese Methode auch mobil verfügbar zu machen. Erste Vorschläge wurden in Zusammenarbeit mit der Anwenderin erstellt und können die Grundlage für zukünftige Arbeiten bilden.

Conclusio

10.1 Zusammenfassung und Reflexion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein mobiles Kommunikationsgerät auf Basis eines Netbooks für eine nicht sprechende Anwenderin mit motorischen Behinderungen entwickelt. Die Arbeit wurde als User Centred Design Prozess, mit Verwendung der UserFIT-Methodologie [PAR96] und des „Scenario based Design“ Ansatz von Benyon und Macaulay [BM04] durchgeführt.

Nach einer Recherche über bestehende Systeme wurde in enger Kooperation mit der Anwenderin erhoben, welche Anforderungen das Kommunikationsgerät abdecken soll. Auf Basis dieser Anforderungen wurden Szenarien entwickelt. Diese Szenarien wurden mit der Anwenderin besprochen und teilweise auf Wunsch der Anwenderin abgeändert. Insgesamt erwies sich diese Methode als sehr praktisch, da es möglich war, in kurzer Zeit sicherzustellen, dass der geplante Anwendungsbereich des Kommunikationsgeräts sich mit den Wünschen der Anwenderin deckt.

Manche Teile der Anforderungen konnten mit bestehender Software abgedeckt werden. Dazu gehört vor allem E-Mail und Instant Messaging. Für die Kommunikation über Voice over IP mit einer Text to Speech Stimme musste das im Rahmen meiner Bachelorarbeit [Reg08] entwickelte System adaptiert werden. Auch die SMS Schnittstelle wurde zusätzlich implementiert.

Durch die Implementierung des SIP-Qualität Test-Tools wurde eine Basis geschaffen, um weitere Sprechqualitätstests durchzuführen. Die Adaptierung der ITU-T Recommendation P.800 - Listening Tests Absolute Category Rating (ACR) [ITU96] zur Evaluierung der Sprechqualität hat sich als gute Möglichkeit erwiesen, einfach und schnell die grundlegende Qualität und Verständlichkeit zu bewerten. Insbesondere die Variante „Remote Testing“ ermöglicht es, schnell und ohne großen Aufwand die Sprechqualität zu dokumentieren.

Eine Limitation der Sprachqualitätsstests im Rahmen dieser Arbeit ist, dass sie nur mit einer Stimme und einem relativ kleinen Sample an Testpersonen durchgeführt wurden. Dieses Sample war zwar für die Bewertung der grundsätzlichen Verständlichkeit der Text to Speech über Voice over IP Lösung ausreichend, jedoch wäre es interessant, die Tests mit einem größeren Sample durchzuführen, um eine stärkere externe Validität zu erreichen. Interessant wäre es auch den Ort zu variieren um Rückschlüsse über die Abhängigkeit der Sprechqualität von der verfügbaren Bandbreite zu erhalten. Auf Basis dieser Tests könnte detaillierter beleuchtet werden, wie gut Text to Speech über Voice over IP mit der momentanen Netzinfrastruktur funktioniert und welche Probleme auftreten. Auch eine Variation der Stimme und Sprechgeschwindigkeit wäre möglich, um Rückschlüsse über die Wahl der optimalen Stimme und Sprechgeschwindigkeit für die Übertragung von synthetischer Sprache über eine Voice over IP Verbindung zu ziehen.

Leider ist es aufgrund der momentanen Datenübertragungsraten bei mobilen Internet-Verbindungen noch nicht möglich, die im Rahmen dieser Arbeit entworfene Text to Speech über Voice over IP Lösung flächendeckend zu verwenden, da über mobiles Internet momentan noch keine ausreichende Sprechqualität gewährleistet werden kann. Allerdings ist die Entwicklung im Bereich des mobilen Internets momentan extrem stark, es ist also absehbar, dass in naher Zukunft wesentlich größere Datenraten zur Verfügung stehen werden, z.B. durch die flächendeckende Implementierung von LTE Netzwerken.

In Usability Test mit der Anwenderin konnte gezeigt werden, dass die Anwenderin das System verwenden kann und damit auch zufrieden ist. O-Ton der Anwenderin: „Ich finde den Laptop super!“ Leider zeigte sich am Ende des Projekts, dass Kommunikation mit Telefon und SMS im mobilen Kontext kaum verwendet wird. Gründe dafür dürften in den Problemen rund um die nicht ausreichende Sprechqualität liegen, sowie an Problemen beim SMS Versand und Empfang mit aktiviertem mobilen Internet. Als weiterer Grund wurde von der Anwenderin angegeben, dass sie mittlerweile Scan-Matrix Systeme mit Einfach-Schalter, welche sie mit dem Kopf auslöst, gegenüber dem Kopfstab bevorzugt. Die lokale Version des Tinatel-Systems befindet sich allerdings immer noch in Verwendung. Von der Anwenderin wurde allerdings auch explizit festgehalten, dass sie „das Tinatel nicht missen möchte“. Ihr Vorschlag für weitere Entwicklungen ist eine Adaption des Interfaces für Einfachschalter und Scan-Matrix Bedienung.

Abschließend sollte auch der gesamte Entwicklungsprozess des Tinatel-Systems kritisch betrachtet werden. Positiv ist auf jeden Fall, dass durch die enge Kooperation mit der Anwenderin ein für sie maßgeschneidertes System entworfen werden konnte. Da manche Komponenten von Grund auf implementiert wurden, war teilweise wesentlich mehr Entwicklungsaufwand nötig als geplant. Dies betraf insbesondere die Entwicklung der TTS über VoIP Schnittstelle, wo es wesentlich aufwändiger als angenommen war, die Ausgabe der TTS Schnittstelle (Microsoft SAPI) über das VoIP Framework (PortSIP) zu übertragen. Andere Komponenten konnten dagegen sehr schnell realisiert werden. Als positives Beispiel soll in diesem Zusammenhang die Integration der SMS Schnittstelle in das Tinatel Mobil System erwähnt werden, wo ein bestehendes Framework (Gammu Wammu) mit relativ wenig Aufwand integriert werden konnte. Für zukünftige Entwicklungen sollte daher ein Ansatz gewählt werden, welcher noch stärker auf die Integration und Kombination von bestehende Frameworks und „Off the Shelf“ Software setzt.

10.2 Ausblick und mögliche zukünftige Entwicklungen

Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde von Studenten am AAT der TU Wien ein neues System für die Anwenderin entworfen [KMS13]. Dabei wurden keine neuen Programme entwickelt, sondern die Anforderungen mit bestehender Technologie („Off the Shelf“ Methode) abgedeckt. Die Basis hierfür bildet ein Asus Slate Tablet PC mit Windows 7 als Betriebssystem. Auf Wunsch der Anwenderin wurde der Kopfstab durch eine andere Eingabemethode ersetzt. Es wurde eine Scan-Matrix Methode mit Einfachschalter implementiert - mehr Information über Scanning als Eingabemethode findet sich auf Seite 19. Dabei durchläuft ein Programm zeilen- und spaltenweise den Bildschirminhalt, und die Anwenderin kann mit einem Einfachschalter zuerst die Zeile und danach das gewünschte Element auswählen. Der Einfachschalter wurde bei diesem System als Lichtschranke ausgeführt, welche von der Anwenderin mit dem Kopf unterbrochen wird, um eine Aktion auszulösen. Vorteil ist dabei, dass kein Kopfstab benötigt wird. Angesichts der Tatsache, dass die Anwenderin diesen nicht selbständig aufsetzen kann, bedeutet dies einen Autonomie-Gewinn.

Das Tinatel Mobil System wurde auf dem Tablet (Asus Slate Tablet PC) bereits installiert und es konnte gezeigt werden, dass das System auch unter Windows 7 erfolgreich funktioniert. Auch die

SMS Funktionalität konnte zur Verfügung gestellt werden, dafür wurde ein externes UMTS Modem an das stationäre System angeschlossen. Erste Tests zeigen, dass es durch die Gestaltung des User Interfaces möglich ist, das System auch mit einem Einzelschalter und Scanning erfolgreich zu bedienen. Allerdings sind noch einige Adaptionen geplant, welche die Bedienung mit Einzelschalter noch verbessern sollen. So ist z.B. die Bedienung der Listenstrukturen des Telefonbuchs mit dem Einzelschalter zwar möglich, könnte aber noch optimiert werden.

Abgesehen vom neuen stationären System wäre auch ein neuer mobiler Laptop oder ein Tablet wünschenswert, da das momentan verwendete Gerät technisch nicht mehr auf dem neuesten Stand ist. Insbesondere bessere Lautsprecher für Telefonie als auch für die Kommunikation mit anwesenden Personen wären wünschenswert. Zudem wird das verwendete Betriebssystem Windows XP ab 8.4.2014 nicht mehr mit Updates versorgt¹. Allerdings müsste für ein neues Gerät die Halterung des Laptops angepasst werden. Zudem bevorzugt die Anwenderin mittlerweile Scanmatrix und Einzelschalter-System, welche mit dem Kopf bedient werden. Daher sollte für einen neuen mobilen Laptop auch eine derartige Bedienung mittels Einzelschalter zur Verfügung gestellt werden.

Am Ende der Langzeitevaluierung wurde von der Anwenderin eine Adaption des Interfaces für Einzelschalterbedienung mit Fokus auf der SMS Funktionalität vorgeschlagen. Eine weitere Adaption und Neuentwicklung hätte allerdings den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Erste Vorschläge wurden in Zusammenarbeit mit der Anwenderin erstellt und könnten die Grundlage für mögliche zukünftige Arbeiten bilden.

¹<http://www.microsoft.com/de-de/news/pressemitteilung.aspx?id=533735> - letzter Zugriff: 30.3.2014

Literaturverzeichnis

- [Bad10] BADACH, A.: *Voice over IP- Die Technik: Grundlagen, Protokolle, Anwendungen, Migration, Sicherheit*. Hanser Fachbuchverlag, 2010. – ISBN 9783446417724
- [BBML02] BAREA, R. ; BOQUETE, L. ; MAZO, M. ; LOPEZ, E.: System for assisted mobility using eye movements based on electrooculography. In: *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 10 (2002), Dezember, Nr. 4, S. 209–218. <http://dx.doi.org/10.1109/TNSRE.2002.806829>. – DOI 10.1109/TNSRE.2002.806829. – ISSN 1534–4320
- [BGF02] BETKE, M. ; GIPS, J. ; FLEMING, P.: The Camera Mouse: visual tracking of body features to provide computer access for people with severe disabilities. In: *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 10 (2002), März, Nr. 1, S. 1–10. <http://dx.doi.org/10.1109/TNSRE.2002.1021581>. – DOI 10.1109/TNSRE.2002.1021581. – ISSN 1534–4320
- [BM04] BENYON, D. ; MACAULAY, C.: A scenario-based design method for human-centred interaction design. In: MAIDEN, N (Hrsg.) ; ALEXANDER, I (Hrsg.): *Scenarios, Stories, Use Cases: Through the Systems Development Life-Cycle*. John Wiley & Sons, 2004. – ISBN 0470861940, Kapitel 11, S. 211–234
- [BRC10] BETTYE ROSE CONNELL, et. a.: The Principles of Universal Design. (2010). http://www.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/about_ud/udprinciplestext.htm
- [Bro96] BROOKE, John: SUS-A quick and dirty usability scale. In: *Usability evaluation in industry* 189 (1996), S. 194
- [BRT09] BULLING, Andreas ; ROGGEN, Daniel ; TRÖSTER, Gerhard: Wearable EOG goggles: eye-based interaction in everyday environments. In: *CHI EA '09: Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2009. – ISBN 978–1–60558–247–4, S. 3259–3264
- [BSA00] BARRETO, A. B. ; SCARGLE, S.D. ; ADJOUADI, M.: A practical EMG-based human-computer interface for users with motor disabilities. In: *Journal of rehabilitation research and development* 37 (2000), Nr. 1, S. 53–63. – ISSN 0748–7711
- [Car00a] CARROLL, John: Five reasons for scenario-based design. In: *Interacting with Computers* 13 (2000), Nr. 1, S. 43–60. [http://dx.doi.org/10.1016/S0953-5438\(00\)00023-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0953-5438(00)00023-0). – DOI 10.1016/S0953–5438(00)00023–0. – ISSN 0953–5438

- [Car00b] CARROLL, John: *Making Use: Scenario-Based Design of Human-Computer Interactions*. 1st. The MIT Press, 2000. – ISBN 0262032791
- [CB04] COURAGE, Catherine ; BAXTER, Kathy: *Understanding Your Users: A Practical Guide to User Requirements Methods, Tools, and Techniques*. San Francisco, CA, USA : Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004. – ISBN 1558609350
- [Cih11] CIHAR, Michael: *Gammu SMSD Daemon Manual - Release 1.29.92*. 2011 <http://wammu.eu/docs/pdf/smsd.pdf>
- [Coo99] COOPER, Alan: *The Inmates Are Running the Asylum*. Macmillan Publishing Co., Inc., 1999. – ISBN 0672316498. – Foreword By-Saffo, Paul
- [EC02] ELDER, Anthony J. ; CREAK, G. A.: Pizza the hard and fast way. In: *SIGCAPH Comput. Phys. Handicap*. (2002), January, S. 9–16. <http://dx.doi.org/10.1145/882058.882059>. – DOI 10.1145/882058.882059. – ISSN 0163–5727
- [ede10] *European Design for All e-Accessibility Network*. <http://www.edean.org/>. Version: 2010, Abruf: 15.12.2010
- [Eri03] ERICKSON, K.: Reading comprehension in AAC. In: *The ASHA Leader* 8 (2003), June, Nr. 12, S. 6–9. – ISSN 1085–9586
- [Fis08] FISCHER, J.: *VoIP-Praxisleitfaden: IP-kommunikation für Sprache, Daten und Video planen, implementieren und betreiben*. Hanser Fachbuchverlag, 2008. – ISBN 9783446411883
- [For10] *Forum of User Organisations training and networking in Europe*. <http://www.fortune-net.de/>. Version: 2010, Abruf: 22.11.10
- [fro11] *Introduction to User Centred Design Process*. <http://www.frontend.com/design/introduction-to-user-centred-design-process.html>. Version: 2011
- [GD96] GLENNEN, Sharon ; DECOSTE, Denise: *Handbook Of Augmentative And Alternative Communication*. 1. Singular, 1996. – ISBN 1565936841
- [GL85] GOULD, John ; LEWIS, Clayton: Designing for usability: key principles and what designers think. In: *Communications of the ACM* 28 (1985), Nr. 3, S. 300–311. <http://dx.doi.org/10.1145/3166.3170>. – DOI 10.1145/3166.3170. – ISSN 0001–0782
- [ISO00] *ISO13407, Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme*. 11 2000
- [ITU96] ITU-T RECOMMENDATION P.800: *Methods for Subjective Determination of Transmission Quality*. ITU-T SG12. <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800-199608-I/en>. Version: August 1996 (Series P: Telephone Transmission Quality)
- [KFG⁺94] KALCHER, J. ; FLOTZINGER, D. ; GÖLLY, S. ; NEUPER, Ch. ; PFURTSCHELLER, G.: Graz Brain-Computer Interface (BCI) II. Version: 1994. http://dx.doi.org/10.1007/3-540-58476-5_121. In: ZAGLER, Wolfgang (Hrsg.) ; BUSBY, Geoffrey (Hrsg.) ; WAGNER, Roland (Hrsg.): *Computers for Handicapped Persons* Bd. 860. Springer Berlin / Heidelberg, 1994. – DOI 10.1007/3-540-58476-5_121, S. 170–176

- [KMS13] KNEES MARTIN; SCHWARZ, Christopher: *Einfachscanning für motorisch beeinträchtigte Anwender/-innen auf mobilen Plattformen*. 2013. – Bachelorprojekt am Zentrum für Angewandte Assistierende Technologien - Vienna University of Technology
- [LYWT01] LEE, Hsiao-Yu ; YEH, Chih-Kuo ; WU, Chao-Min ; TSUANG, Mai-Feng: Wireless communication for speech impaired subjects via portable augmentative and alternative system. In: *Engineering in Medicine and Biology Society, 2001. Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE* Bd. 4, 2001. – ISBN 0-7803-7211-5, S. 3777 – 3779
- [MS98] MILLAR, Sally ; SCOTT, Janet: *What is Augmentative and Alternative Communication? An Introduction*. <http://www.callscotland.org.uk/Common-Assets/spaw2/uploads/files/Augmentative-Communication-in-Practice-An-Introduction.pdf>. Version: 1998, Abruf: 6.3.2011
- [NG00] NEWELL, Alan F. ; GREGOR, Peter: User sensitive inclusive design - in search of a new paradigm. In: *Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability*. New York, NY, USA : ACM, 2000 (CUU '00). – ISBN 1-58113-314-6, 39-44
- [NGD⁺08] NGUYEN, Toan ; GARRETT, Rob ; DOWNING, Andrew ; WALKER, Lloyd ; HOBBS, David: An interfacing system that enables speech generating device users to independently access and use a mobile phone. In: *Technology and Disability* 20 (2008), 01, Nr. 3, 225-239. <http://iospress.metapress.com/content/061L4638717615UG>
- [Nie93] NIELSEN, Jakob: *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 1993. – ISBN 0-12-518406-9
- [Nie95] NIELSEN, Jakob: Scenarios in Discount Usability Engineering. In: CARROLL, J (Hrsg.): *Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development*. John Wiley & Sons, 1995. – ISBN 0471076597, Kapitel 3, S. 59-84
- [Nor88] NORMAN, Donald: *The psychology of everyday things*. Basic Books, 1988. – ISBN 0465067107
- [Pan92] PANEK, Paul: Tinatel - A Talking Text-Editor with Telephone Interface for Speech Impaired Persons. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Computers for Handicapped Persons*, 1992, S. 397-402
- [Pan93] PANEK, Paul: *TINATEL, ein System zur telefonischen Kommunikation für motorisch und sprechbehinderte Anwender*, Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektronik - Vienna University of Technology, Diplomarbeit, 1993
- [Pan94] PANEK, Paul: Protocolling the Tinatel System: A Contribution for Long term Evaluation of an AAC-System for Speech Impaired Persons to Access the Public Telephone Network. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Computers for Handicapped Persons*, 1994, S. 437-446
- [PAR96] POULSON, D. (Hrsg.) ; ASHBY, M. (Hrsg.) ; RICHARDSON, S. (Hrsg.): *USERfit: A practical handbook on user centred design for assistive technology*. ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 1996
- [Reg08] REGAL, Georg: *Projektpraktikum Tinatel*. 2008. – Projektpraktikum am Institut Integriert Studieren - Vienna University of Technology

- [Reg10] REGAL, Georg: *Analyse der Benutzerschnittstelle einer Kopfstabanwenderin*. 2010. – Bachelorarbeit am Institut Integriert Studieren - Vienna University of Technology
- [RES10] *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America*. <http://www.resna.org>. Version: 2010, Abruf: 22.11.10
- [RT03] RAUHALA, Marjo ; TOPO, Päivi: Independent living, technology and ethics. In: *Technology and Disability* 15 (2003), 01, Nr. 3, 205-214. <http://iospress.metapress.com/content/A7UJ1JNLUDQTX06B>. – ISSN 1055-4181
- [Sau08] SAUTER, Martin: *Grundkurs mobile Kommunikationssysteme*. Vieweg, 2008. – ISBN 978-3-8348-0397-9
- [SD09] SAURO, Jeff ; DUMAS, Joseph S.: Comparison of Three One-question, Post-task Usability Questionnaires. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (CHI '09). – ISBN 978-1-60558-246-7, 1599-1608
- [SDN11] SEVERE DISABILITIES (NJC), National Joint C. w.: *Communication Bill of Right*. 2011 http://www.asha.org/NJC/bill_of_rights.htm
- [Tra10] TRAVIS, David: *The Fable of the USER-CENTRED DESIGNER*. <http://www.userfocus.co.uk/pdf/fable.pdf>. Version: 2010
- [WBM⁺02] WOLPAW, J. ; BIRBAUMER, N. ; MCFARLAND, D. J. ; PFURTSCHELLER, G. ; VAUGHAN, T. M.: Brain-computer interfaces for communication and control. In: *Clinical Neurophysiology* 113 (2002), Nr. 6, S. 767-791. [http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00057-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00057-3). – DOI 10.1016/S1388-2457(02)00057-3. – ISSN 13882457

Abbildungsverzeichnis

1.1	Überblick über die Zusammenarbeit zwischen Anwenderin und AAT	11
2.1	Überblick über AAC Geräte und Eingabetechniken aus [GD96] Seite 61	18
2.2	SpeakOut von permobil	23
2.3	Optimist MMX-2 von Zygo	24
2.4	Persona Mobile von Zygo	25
2.5	Lightwriter SL40 von Toby Churchill	25
2.6	Control Omni von Abilia	26
3.1	Überblick über die USERfit Methodologie [PAR96, Seite 3]	36
6.1	Schema einer SIP - Session	61
6.2	Architektur der TTS to VoIP Schnittstelle	65
6.3	SIP - Qualität Test Tool	68
6.4	Architektur der SMS-Schnittstelle	73
7.1	Aufbau des User Interface	78
7.2	User-Interface: Hauptfenster im Telefon Modus	79
7.3	User-Interface: Hauptfenster im SMS Modus	81
7.4	User-Interface: Telefonbuch	82
7.5	User-Interface: Phrase	83
7.6	User-Interface: Texte Laden/Speichern	85
7.7	Befestigung am Rollstuhl	88
8.1	Box Plot MOS (Labor Studie)	100
8.2	Box Plot MOS_{LE} (Labor Studie)	100
8.3	Box Plot MOS_{LP} (Labor Studie)	100
8.4	Box Plot MOS , MOS_{LE} und MOS_{LP} (WLAN - Remote-Studie)	101
9.1	Überblick Evaluationsstrategie	104

Tabellenverzeichnis

5.19	Überblick über Concrete Scenarios	58
7.1	Spezifikation Netbook - Eee PC 1000H	86
7.2	Am Netbook installierte Programme	87
7.3	Überblick über Concrete Scenarios	90
8.2	Listening-quality scale / Listening-effort scale / Loudness-preference scale	93
8.3	Übertragene Sätze	94
8.4	Reihenfolge der Verbindungen und Satz-Gruppen - Latin Square verteilt	95
8.5	Reihenfolge der Satz-Gruppen bei Remote Test - Latin Square verteilt	96
8.6	Wilcoxon rank sum test with continuity correction	97
8.7	Kennzahlen MOS (Labor - Studie)	99
8.8	Kennzahlen MOS_{LE} (Labor - Studie)	99
8.9	Kennzahlen MOS_{LP} (Labor - Studie)	99
8.10	Kennzahlen MOS , MOS_{LE} und MOS_{LP} (WLAN - Remote-Studie)	99
9.1	Test-Szenario 1 - Zuhause	106
9.2	Ergebnisse der SEQ - Szenario „Zuhause“	107
9.3	Ergebnisse des SUS - Fragebogen - Szenario „Zuhause“	108
A.2	Abkürzungen	124
B.1	Demografische Daten - „Labor-Studie“	125
B.2	Demografische Daten - „Remote - Studie“	125
B.3	„LaborStudie“ MOS für jede Testperson und Verbindungsvariante	126
B.4	„LaborStudie“ MOS_{LE} für jede Testperson und Verbindungsvariante	126
B.5	„LaborStudie“ MOS_{LP} für jede Testperson und Verbindungsvariante	126
B.6	„RemoteStudie“ MOS für jede Testperson und Satzgruppe	126
B.7	„RemoteStudie“ MOS_{LE} für jede Testperson und Satzgruppe	126
B.8	„RemoteStudie“ MOS_{LP} für jede Testperson und Satzgruppe	126
B.9	Verbindungsdaten - „LaborStudie - LAN“	127
B.10	Verbindungsdaten - „LaborStudie - WLAN“	127
B.11	Verbindungsdaten - „LaborStudie - 3G“	127
B.12	Verbindungsdaten - „Remote Studie - WLAN“	127

Danksagung

Abschließend möchte ich mich bei Paul Panek, Christian Beck und Wolfgang Zagler für die Betreuung dieser Arbeit bedanken.

Spezieller Dank gilt Martina, ohne die enge Zusammenarbeit wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen!

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AAC	Alternative and Augmentative Communication
AAL	Ambient Assisted Living
AT	Assitive Technology
DNS	Domain Name Server
DTFM	Dual-tone multi-frequency signaling
GPL2	GNU General Public License, Version 2
GSM	Global System for Mobile Communications bzw. Groupe Spécial Mobile
HLR	Home Location Register
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
LTE	Long Term Evolution
MOS	Mean listening-quality opinion score
MOSLE	Mean listening-effort opinion score
MOSLP	Mean loudness-preference opinion score
MSC	Mobile Switching Center
PCM	Pulse Code Modulation
QoS	Quality of Service
RFC	Request for Comments (Standard)
RTP	Real-time Transport Protocol
SAPI	(Microsoft) Speech Application Programmable Interface
SDP	Session Transcription Protocol
SGD	Speech generating Devices
SIP	Session Initiation Protocol
SIPS	Secure SIP
SMC	Short Message Center
SMS	Short Message Service
SMSC	Short Message Service Center
SMSD	Gammu SMS Daemon
TCP	Transport Control Protocol
TTS	Text to Speech
UCD	User Centered Design
UDP	User Datagram Protocol
UK	Unterstützte Kommunikation
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URI	Uniform Resource Identifier
VoIP	Voice over Internet Protocol

Tabelle A.2: Abkürzungen

Evaluierungsdaten und Fragebögen

B.1 VoIP Sprachqualität Evaluierung - Daten

ID	P1	P2	P3	P4
Alter	27	60	29	26
Geschlecht	W	W	M	M
AAC-Erfahrung	N	N	N	N

Tabelle B.1: Demografische Daten - „Labor-Studie“

ID	P1	P2	P3
Alter	24	24	30
Geschlecht	W	W	M
AAC-Erfahrung	J	J	N

Tabelle B.2: Demografische Daten - „Remote - Studie“

TP	LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
1	3.2	3.2	1.3	3.5
2	5.0	2.8	2.4	5.0
3	1.6	2.2	2.6	3.8
4	3.8	2.8	1.2	3.8

Tabelle B.3: „LaborStudie“ MOS für jede Testperson und Verbindungsvariante

TP	LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
1	2.8	2.4	1.0	4.0
2	5.0	3.0	1.8	5.0
3	2.6	2.8	2.2	4.0
4	3.6	4.2	2.6	4.2

Tabelle B.4: „LaborStudie“ MOS_{LE} für jede Testperson und Verbindungsvariante

TP	LAN	WLAN	3G	Lautsprecher
1	3.4	3.0	3.0	3.0
2	4.0	2.6	2.4	3.1
3	2.4	2.4	3.0	2.8
4	2.8	3.0	2.6	3.4

Tabelle B.5: „LaborStudie“ MOS_{LP} für jede Testperson und Verbindungsvariante

TP	G1	G2	G3	G4
1	2,8	3,8	4	-
2	-	3,2	3,8	3,6
3	3,2	-	2,8	3,2

Tabelle B.6: „RemoteStudie“ MOS für jede Testperson und Satzgruppe

TP	G1	G2	G3	G4
1	3,6	4	4,4	-
2	-	4	4	3,2
3	3,2	-	2,4	3,4

Tabelle B.7: „RemoteStudie“ MOS_{LE} für jede Testperson und Satzgruppe

TP	G1	G2	G3	G4
1	3	3	3,2	-
2	-	2,8	3	3
3	4	-	3	3

Tabelle B.8: „RemoteStudie“ MOS_{LP} für jede Testperson und Satzgruppe

ID	P1	P2	P3	P4
Ping	42 ms	27 ms	72 ms	N/A
Download	16,4 mbps	12,32 mbps	14,33 mbps	N/A
Upload	1,01 mbps	1,02 mbps	1,02 mbps	N/A
Jitter	4 ms	14 ms	32 ms	N/A

Tabelle B.9: Verbindungsdaten - „LaborStudie - LAN“

ID	P1	P2	P3	P4
Ping	42 ms	42 ms	28 ms	N/A
Download	14,92 mbps	16,10 mbps	11,28 mbps	N/A
Upload	1,01 mbps	1,02 mbps	1,02 mbps	N/A
Jitter	4 ms	11 ms	19 ms	N/A

Tabelle B.10: Verbindungsdaten - „LaborStudie - WLAN“

ID	P1	P2	P3	P4
Ping	354 ms	323 ms	330 ms	N/A
Download	2,92 mbps	2,45 mbps	2,66 mbps	N/A
Upload	0,31 mbps	0,31 mbps	0,30 mbps	N/A
Jitter	71 ms	86 ms	75 ms	N/A

Tabelle B.11: Verbindungsdaten - „LaborStudie - 3G“

ID	P1	P2	P3
Ping	11 ms	200 ms	8 ms
Download	3,35 mbps	1,47 mbps	3,41 mbps
Upload	3,19 mbps	1,54 mbps	3,41 mbps

Tabelle B.12: Verbindungsdaten - „Remote Studie - WLAN“

B.2 Fragebögen Userstudy

B.2.1 Single Ease Question

Single Ease Question (SEQ) [SD09]

„Overall, how difficult or easy was the task to complete?“

„Wie schwer oder leicht war es insgesamt den Task auszuführen?“

B.2.2 System Usability Scale (SUS)

siehe [Bro96]

1. I think that I would like to use this system frequently.
2. I found the system unnecessarily complex.
3. I thought the system was easy to use.
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.
5. I found the various functions in this system were well integrated.
6. I thought there was too much inconsistency in this system.
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.
8. I found the system very cumbersome to use.
9. I felt very confident using the system.
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.

1. Ich denke, dass ich dieses System gerne häufig benutzen würde.
2. Ich fand das System unnötig komplex.
3. Ich fand das System einfach zu benutzen.
4. Ich denke, dass ich für die Benutzung dieses Systems die Unterstützung einer technisch versierten Person benötigen würde.
5. Ich fand, dass die verschiedenen Funktionen des Systems sehr gut integriert waren.
6. Ich fand, dass in diesem System zu viel Inkonsistenz (Uneinheitlichkeit, Unstimmigkeit) herrscht.
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell lernen würden, mit dem System umzugehen.
8. Ich fand die Bedienung des Systems sehr schwerfällig.
9. Ich fühlte mich in der Bedienung des Systems sicher.
10. Ich würde sehr viel lernen müssen, bevor ich mit diesem System umgehen könnte.

Sub-Szenarien

C.1 Gespräch mit anwesender Person

Szenario	
Titel	Gespräch mit anwesender Person
Typ	Test Szenario
Fokus	Kommunikation mit real anwesender Person
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren.
Ablauf	Die Anwenderin möchte mit einer anwesenden Person, welche sich in der Nähe befindet kommunizieren. Unter Umständen will die Anwenderin zuerst ein Video abspielen, um dem Kommunikationspartner / Kommunikationspartnerin eine kleine Einführung zu geben, wie Kommunikation mit ihr am besten funktioniert. Sie startet die Kommunikationssoftware. Sie gibt Text ein, der vom System zu Sprache synthetisiert wird.
ID	Aktivitäten im Szenario
T1	Software öffnen
T2	Video abspielen
T3	Text schreiben
T4	Text synthetisieren

C.2 SMS empfangen

Szenario	
Titel	SMS empfangen
Typ	Test Szenario
Fokus	Kommunikation mit Textnachrichten
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine SMS wurde an die Anwenderin gesendet und befindet sich auf den Servern des Mobilfunkanbieters. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Das Netbook signalisiert über ein Informationsfenster, dass eine SMS angekommen ist. Die Anwenderin startet die Software für SMS-Kommunikation. Die Nachricht wird auf dem Netbook gespeichert und automatisch der Anwenderin angezeigt. Wenn mehrere Nachrichten angekommen sind dann wird die aktuellste zuerst angezeigt.
ID	Aktivitäten im Szenario
T5	SMS empfangen
T6	Anzeige des SMS Empfangs
T1	Software öffnen
T7	SMS lesen

C.3 SMS senden

Szenario	
Titel	SMS senden
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation mit Textnachrichten
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Die Anwenderin startet die Software für SMS-Kommunikation. Sie verfasst einen Text und wählt eine oder mehrere Person aus eine Liste mit gespeicherten Kontakten aus. Wenn eine Antwort auf eine empfangene SMS geschrieben wurde, dann ist der Empfänger / die Empfängerin bereits automatisch ausgewählt.

ID	Aktivitäten im Szenario
T1	Software öffnen
T3	Text schreiben
T8	Kontakt auswählen
T9	SMS senden

C.4 Telefonanruf (abgehend) / eingehender Ruf

Szenario	
Titel	Telefonanruf (abgehend)
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv. Die Telefonsoftware ist geöffnet.
Ablauf	Die Telefonsoftware zeigt an, dass ein Anruf ankommt. Die Anwenderin entscheidet, ob sie den Anruf akzeptieren will oder nicht. Wenn sie den Anruf akzeptiert, dann wird die Stimme des Kommunikationspartners / der Kommunikationspartnerin vom Netbook über Lautsprecher ausgegeben, der Text der Anwenderin wird synthetisiert und über Lautsprecher ausgegeben und mittels Voice over Ip übertragen. Am Ende des Gesprächs wird die VoIP-Verbindung beendet.

ID	Aktivitäten im Szenario
T10	Anruf anzeigen
T11	Anruf akzeptieren
T12	Anruf abweisen
T3	Text schreiben
T4	Text synthetisieren
T13	Synthetisierten Text übertragen
T14	Verbindung beenden

C.5 Telefonanruf (abgehend) / abgehender Ruf

Szenario	
Titel	Telefonanruf (abgehend)
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Die Anwenderin startet die Software für Telefon-Kommunikation. Sie verfasst einen Text und wählt eine Person aus einer Liste mit gespeicherten Kontakten aus, oder gibt eine Telefonnummer ein. Eine Verbindung zum Kommunikationspartner/-in wird aufgebaut. Wenn der/die Kommunikationspartner/-in den Anruf akzeptiert, dann wird die Stimme des/der Kommunikationspartners/-in vom Netbook über Lautsprecher ausgegeben, der Text der Anwenderin wird synthetisiert und über Lautsprecher ausgegeben und mittels Voice over IP übertragen. Am Ende des Gesprächs wird die VoIP-Verbindung beendet.
ID	Aktivitäten im Szenario
T1	Software öffnen
T3	Text schreiben
T8	Kontakt auswählen
T15	Verbindung aufbauen
T4	Text synthetisieren
T13	Synthetisierten Text übertragen
T14	Verbindung beenden

C.6 Internetverbindung herstellen / beenden

Szenario	
Titel	Internetverbindung herstellen
Typ	Concrete Scenario

Fokus	Mobiles Internet über eine Telefonverbindung
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren.
Ablauf	Die Anwenderin startet ein Skript, welches die mobile Internetverbindung (3G) startet oder beendet. Sofern WLAN verfügbar ist, wird dieses aktiviert.
ID	Aktivitäten im Szenario
T?	WLAN Verbindung wird aktiviert.
T?	Mobiles Internet starten
T?	Mobiles Internet beenden

C.7 Anrufbeantworter abfragen

Szenario	
Titel	Anrufbeantworter abfragen
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation über eine Telefonverbindung
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Die Anwenderin startet die Software für Telefon-Kommunikation. Sie baut eine Verbindung zum Anrufbeantworter der Anbieters auf. Die gespeicherten Nachrichten werden über Lautsprecher ausgegeben. Am Ende wird die VoIP-Verbindung beendet.
ID	Aktivitäten im Szenario
T16	Anruf in Abwesenheit anzeigen
T1	Software öffnen
T8	Kontakt auswählen
T15	Verbindung aufbauen
T17	Nachrichten abrufen
T14	Verbindung beenden

C.8 E-Mail empfangen

Szenario	
Titel	E-Mail Kommunikation
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation mittels E-Mail
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv. Auf dem E-Mail Server befinden sich Nachrichten, die noch nicht gelesen wurden.
Ablauf	Die Anwenderin startet die E-Mail-Software. Neue E-Mails werden vom Server auf das Netbook übertragen. Die Anwenderin navigiert durch die E-Mails und öffnet gewünschte E-Mails um sie zu lesen.
ID	Aktivitäten im Szenario
T1	Software öffnen
T22	E-Mail empfangen
T23	In E-Mails navigieren

C.9 E-Mail senden

Szenario	
Titel	E-Mail Kommunikation
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation mittels E-Mail
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Die Anwenderin startet die E-Mail-Software. Sie öffnet ein neues E-Mail. Sie gibt einen Text ein und wählt einen Empfänger aus, wenn auf ein E-Mail geantwortet wird dann ist der Empfänger / die Empfängerin schon automatisch ausgewählt. Abschließend wird das E-Mail übertragen.

ID	Aktivitäten im Szenario
T1	Software öffnen
T24	Neues E-Mail verfassen
T3	Text schreiben
T25	E-Mail Empfänger auswählen
T26	E-Mail senden

C.10 Instant Messaging

Szenario	
Titel	Instant Messaging
Typ	Concrete Scenario
Fokus	Kommunikation über Instant Messaging (IM)
Vorbedingung	Das Netbook ist aufgebaut und befindet sich im Zustand nach dem Hochfahren. Eine Internetverbindung ist aktiv.
Ablauf	Die Anwenderin startet die IM-Software. Sie öffnet eine Verbindung zu einem Kontakt, der online ist und sendet/empfängt Nachrichten.
Aktivitäten im Szenario	
T1	Software öffnen
T3	Text schreiben
T27	IM-Nachricht senden
T28	IM-Nachricht empfangen