



FAKULTÄT FÜR **INFORMATIK**

## **Gemeinsam statt einsam:**

### **BenutzerInnenzentriertes Design von intuitiven Technologien mit Tangible User Interface für ältere Menschen**

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

**Diplom-Ingenieur**

im Rahmen des Studiums

**Medieninformatik**

ausgeführt von

**Wolfgang Spreicer**

Matrikelnummer 0026058

an der

Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung:

Betreuerin: Assoc. Prof. Dipl. Ingen. Drin. Hilda Tellioglu

Mitwirkung: Univ. Ass. Mag.a Lisa Ehrenstrasser

Wien, 30.12.2009

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Verfasser)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Betreuerin)

---

Technische Universität Wien

A-1040 Wien

Karlsplatz 13

Tel. +43/(0)1/58801-0

<http://www.tuwien.ac.at>



## **Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Wolfgang Spreicer, Wien, 30.12.2009

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern und meiner Lebensgefährtin Teresa, die mich während meiner gesamten Studienzzeit ausdauernd unterstützt haben.

Frau Prof. Hilda Tellioglu und vor allem Frau Mag.a Lisa Ehrenstrasser möchte ich für die ausgezeichnete Betreuung großen Dank aussprechen. Weiters möchte ich mich bei den TeilnehmerInnen der Workshops herzlich bedanken, die für mich und meine Forschung ihre Zeit geopfert haben. Vielen Dank auch an Marjo Rauhala und Jörn Hurtienne, die mir durch ihr ExpertInnenwissen eine große Hilfe beim Verfassen dieser Arbeit waren. Meinen Kollegen Andreas Regner, Clemens Czermak, Helmut Chlebecsek und Patrick Kastner sei dafür gedankt, dass sie mit mir die Ursprungsversion des Prototypen, und dadurch die Grundlage meiner Diplomarbeit, gebaut haben. Und für viele lustige Stunden.

Es gibt noch viele andere, die mich während meines Studiums begleitet, unterstützt und unterhalten haben bzw. einfach da waren. Ihnen allen ein Dankeschön.

Gewidmet Dr. Franz Haslinger

## **Zusammenfassung**

Diese Diplomarbeit befasst sich mit dem benutzerInnenzentrierten Designprozess von intuitiven Technologien mit Tangible User Interfaces (TUIs), die die Alltagskommunikation von älteren Menschen unterstützen bzw. diese erleichtern. In den letzten Jahren ging die technische Entwicklung von Computersystemen bzw. Mobilfunkgeräten zwar rasch voran, das Interface jedoch, mit dem die Geräte bedient werden, blieb meist unverändert. Vor allem ältere Menschen stellt die klassische Bedienung von Computern mittels Maus und Tastatur oder der Umgang mit kleinen Handytasten immer wieder vor große Herausforderungen. In dieser Arbeit wird untersucht, wie die Verwendung von TUIs dazu beitragen kann, die Vorteile der neuen Kommunikationsmittel auch für ältere NutzerInnen zugänglich zu machen. Neben einer theoretischen Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden Konzepten von TUIs beschäftigt sich diese Arbeit mit den Voraussetzungen, die ein intuitives Interface bzw. das Design eines intuitiven Interfaces für ältere Menschen erfüllen muss. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der praktischen Analyse von Userinteraktion mit einem TUI Prototypen (TanCu) mittels Videobeobachtung. Abschließend werden die Ergebnisse der Untersuchung ausgewertet und Empfehlungen für die benutzerInnenzentrierte Entwicklung von intuitiven Technologien mit Tangible User Interfaces für ältere Menschen gegeben.

## **Abstract**

This thesis deals with user-centred design of intuitive technologies with Tangible user interface (TUIs) to support communication in the everyday life of older people. In recent years the technical development of computer systems and mobile devices went on quickly, but the interface with which these devices are operated, mostly remained unchanged. The classical operation of computers using mouse and keyboard or the use of small mobile phone keyboards turns out to be a great challenge for the elderly. This thesis investigates the possibilities of TUIs to make the benefits of new communication technologies for older users available. Besides a theoretical discussion with the underlying concepts of TUIs this work deals with the conditions which an intuitive interface or the design of an intuitive interface must fulfil to be suitable for the elderly. The main focus of this thesis lies on the practical analysis of user interaction with a prototype TUI (TanCu) by means of video observation. Finally the results of the investigation are evaluated and presented in the form of design implications for the user-centred development of intuitive technologies with TUIs for older people.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1	Begriffsklärung . . . . .	12
1.1.1	Tangible User Interface . . . . .	12
1.1.2	Alter . . . . .	14
1.1.3	Intuitivität . . . . .	16
1.2	Prototyp TanCu . . . . .	17
1.2.1	Hardware . . . . .	19
1.2.2	Software . . . . .	20
<b>2</b>	<b>Tangible User Interfaces</b>	<b>21</b>
2.1	Geschichte . . . . .	21
2.2	Definition . . . . .	23
2.2.1	Ishii und Ullmer . . . . .	23
2.2.2	Das TAC-Paradigma . . . . .	25
2.2.3	Klassifikation nach Fishkin . . . . .	26
2.3	Intuitive Bedienbarkeit . . . . .	30
2.3.1	Affordance . . . . .	32
2.3.2	Design-Richtlinien nach Blackler . . . . .	34
<b>3</b>	<b>SeniorInnengerechte Technologien</b>	<b>37</b>
3.1	Ältere Menschen als Zielgruppe . . . . .	37
3.2	Akzeptanz und Nutzung von neuen Technologien . . . . .	38
3.3	Design . . . . .	42
<b>4</b>	<b>Referenzprojekte</b>	<b>47</b>
4.1	Nostalgia . . . . .	47
4.2	Jive/Bettie . . . . .	48
4.3	reacTable . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Methoden</b>	<b>51</b>



## Inhaltsverzeichnis

<b>6</b>	<b>TanCu</b>	<b>57</b>
6.1	Ausgangslage . . . . .	57
6.1.1	Hardware . . . . .	57
6.1.2	Software . . . . .	60
6.2	Entwicklung . . . . .	62
6.2.1	Betriebssystem, Kamera . . . . .	62
6.2.2	Programmstruktur . . . . .	66
6.2.3	Optimus-Mini-Three . . . . .	67
6.2.4	Basisstation . . . . .	67
6.2.5	Würfel . . . . .	69
6.3	Istzustand . . . . .	69
6.3.1	Workshop-TanCu . . . . .	69
6.3.2	Klassenbeschreibung . . . . .	72
6.3.3	Anwendungsfall . . . . .	74
6.3.4	Klassifikation . . . . .	76
<b>7</b>	<b>Workshops</b>	<b>78</b>
7.1	Vorbereitung . . . . .	79
7.1.1	Kontaktaufnahme . . . . .	79
7.1.2	Erstgespräch . . . . .	79
7.1.3	TeilnehmerInnen . . . . .	81
7.1.4	Vorbereitung der Workshops . . . . .	82
7.2	Videobeobachtung . . . . .	88
7.3	Nachbereitung . . . . .	99
7.4	Videoanalyse . . . . .	102
7.4.1	Positionierung . . . . .	102
7.4.2	Würfelinteraktion . . . . .	103
7.4.3	Würfelplatzierung . . . . .	104
7.4.4	Sendebestätigung . . . . .	104
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>106</b>
8.1	Weiterentwicklung von TanCu . . . . .	107
8.1.1	Würfel . . . . .	107
8.1.2	Abstellflächen . . . . .	108
8.1.3	Senden-Button . . . . .	109
8.1.4	Feedback . . . . .	109

## *Inhaltsverzeichnis*

8.2	Empfehlungen für das Design von intuitiven Technologien für ältere Menschen . . . . .	110
8.3	Persönliches Resümee . . . . .	112
<b>A</b>	<b>Einverständniserklärung</b>	<b>114</b>
<b>B</b>	<b>Programmcode</b>	<b>119</b>
B.1	Main.java . . . . .	119
B.2	MyTuiioListener.java . . . . .	123
B.3	DBConnection.java . . . . .	125
B.4	Serial.java . . . . .	128
B.5	Auth.java . . . . .	132
B.6	AePlayWave.java . . . . .	132
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>136</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>

# 1 Einleitung

Die demografischen Prognosen sowohl für Österreich (siehe Abbildung 1.1) als auch für den gesamten EU – Raum [MK05] zeigen für die nächsten Jahre bzw. Jahrzehnte einen eindeutigen Trend: Die Bevölkerung wird älter. Die Anzahl der Personen über 60 Jahre wird zunehmen, der Anteil der bis 14-Jährigen nimmt dagegen ab.

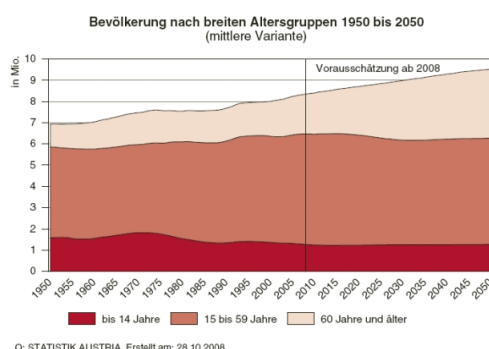


Abbildung 1.1: Bevölkerungsentwicklung 1950 bis 2050

In Österreich zeigen sich erste Auswirkungen dieser Bevölkerungsentwicklung vor allem im Bereich der Politik. Diskussionen über die zukünftige Finanzierung des Pensionssystems und der Betreuung von Pflegebedürftigen stehen auf der Tagesordnung. Ein weiteres Themengebiet, dem in diesem Zusammenhang immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist die Erhaltung der Lebensqualität im Alter.<sup>1</sup> Altersbedingt auftretende physische oder psychische Beeinträchtigungen etwa führen häufig zu Einschränkungen des sozialen Umfeldes und der Mobilität [1]. Dies kann zur Reduktion sozialer Interaktion, im Extremfall auch zur Vereinsamung der betroffenen Personen führen.

Technologische Entwicklungen im Bereich der neuen Kommunikationstechnologien wie E-Mail oder Mobilfunk können dabei helfen, Kommunikation bzw. soziale Interaktion älterer Menschen (auch mit körperlichen oder kognitiven Beeinträchtigungen) aufrecht zu

<sup>1</sup>vgl. <http://www.bmsk.gv.at/cms/site/liste.html?channel=CH0169>;  
<http://www.magwien.gv.at/stadtentwicklung/forschung/lebensqualitaet/index.htm>

## 1 Einleitung

erhalten bzw. zu unterstützen. Hierfür ist es aber besonderes wichtig, bei der Entwicklung von technischen Hilfsmitteln auf die besonderen Bedürfnisse der älteren BenutzerInnen einzugehen. Klassische Bedienelemente wie Maus und Tastatur bei Computersystemen oder Eingabetastaturen bei Mobilfunkgeräten können von älteren Menschen, wenn überhaupt, nur schwer bedient werden. Der nonlineare Interaktionsablauf dieser Kommunikationstechnologien erschwert die Bedienung zusätzlich.

Diese Arbeit geht nun der Frage nach, inwieweit Kommunikationssysteme mit Tangible User Interfaces (TUIs) für ältere Menschen intuitiv bedienbar sind und dadurch für diese eine Verbesserung in der Verwendung von neuen Kommunikationstechnologien darstellen. Dazu wird, neben einer theoretischen Auseinandersetzung mit bestehenden Lösungen und Ansätzen, die praktische Anwendbarkeit eines TUIs im Rahmen von Workshops untersucht. Als Prototyp wird die weiterentwickelte Version eines Tools verwendet, das im Rahmen der Projekt-Lehrveranstaltung “Experimentelle Gestaltung von MM-Anwendungen + Präsentationsstrategien” des Instituts für Gestaltungs- und Wirkungsforschung der TU Wien entwickelt und “TanCu” getauft wurde.

### 1.1 Begriffsklärung

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Begrifflichkeiten der Fragestellung geklärt und ganz allgemein in das Thema eingeführt.

#### 1.1.1 Tangible User Interface

Im populärwissenschaftlichen Sprachgebrauch wird der Begriff Benutzerschnittstelle (im Englischen: “User Interface”)<sup>2</sup> folgendermaßen definiert:

*“Mit Benutzerschnittstelle wird das Untersystem in einem Mensch-Maschine-System bezeichnet, mit dem Menschen interagieren. Sie muss, um vom Menschen bedienbar zu sein, speziell auf die Bedürfnisse des Menschen angepasst sein.”*<sup>3</sup>

Am User Interface eines gewöhnlichen Arbeitsplatzrechners hat sich seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts nichts Grundlegendes geändert. Mit dem Xerox Alto wurde das so genannte WIMP Konzept (“windows, icons, menus, and a pointing device” [vanDam 97])

---

<sup>2</sup>Da in der einschlägigen Fachliteratur der englische Begriff im überwiegenden Ausmaß angegeben wird, wird ab hier auch “User Interface” verwendet.

<sup>3</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Benutzerschnittstelle>

## 1 Einleitung

eingeführt, bei dem mittels “pointing device”, zumeist eine Maus, eine grafische Benutzeroberfläche bedient wird (im Folgenden “WIMP GUI”). Dieses Konzept wurde in der Folge auch von Apple Macintosh und Microsoft Windows übernommen. Mit dem kommerziellen Erfolg dieser Betriebssysteme entwickelte sich dieses User Interface zum allgemeinen Standard für die Bedienung von Arbeitsplatzrechnern [Ishii 08b].

Für viele BenutzerInnen von Arbeitsplatzrechnern, vor allem für jüngere BenutzerInnen, stellt diese Art der Benutzerinteraktion eine zufriedenstellende Lösung dar, um ein Computersystem schnell und effizient bedienen zu können. Bei älteren BenutzerInnen ist dies jedoch keineswegs immer der Fall. Durch altersbedingte physische oder kognitive Beeinträchtigungen fällt es älteren Menschen oft ungleich schwerer, Computersysteme mittels klassischer User Interfaces zu bedienen. Beispielsweise müssen viele Elemente einer grafischen Benutzeroberfläche sehr genau mit der Maus angesteuert werden, was für Menschen mit feinmotorischen Beeinträchtigungen ein schwieriges Unterfangen sein kann. Bedingt durch die Schwierigkeiten mit der Bedienung von Computersystemen ist auch die Anzahl von älteren InternetbenutzerInnen eher gering [Pastel et al. 07].

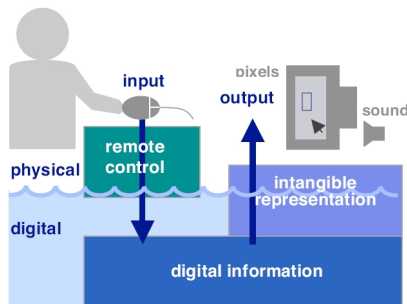


Figure 3. Graphical User Interface. GUI represents information with intangible pixels on a bit-mapped display and sound. General-purpose input devices allow users to control those representations.

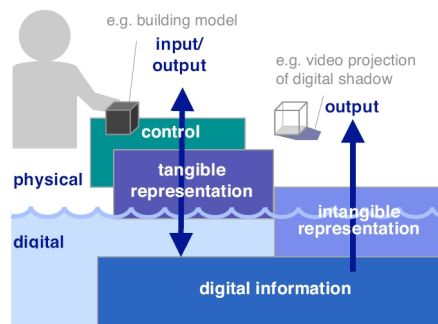


Figure 4. Tangible User Interface. By giving tangible (physical) representation to the digital information, TUI makes information directly graspable and manipulable with haptic feedback. Intangible representation (e.g. video projection) may complement tangible representation by synchronizing with it.

Abbildung 1.2: Vergleich GUI - TUI [Ishii 08b]

Eine Möglichkeit, um besser auf die Bedürfnisse von älteren Menschen bei der Bedienung von Computersystemen eingehen zu können, ist die Verwendung von alternativen User Interfaces wie zum Beispiel Tangible User Interfaces (im Folgenden “TUI”). Im Gegensatz zu klassischen grafischen Benutzeroberflächen, wo Input stets mittels Maus und Tastatur und Output über einen Bildschirm erfolgt, verschmelzen bei TUIs physische

## 1 Einleitung

Objekte mit digitaler Information [Ishii 08a]. Durch Einwirkung auf ein Objekt des TUIs kann die mit dem Objekt verbundene digitale Information abgerufen oder verändert werden.

Während die Steuerung eines Computersystems mittels WIMP GUI eine sehr abstrakte Interaktionsform ist und erst erlernt werden muss, sind die physikalischen Interaktionsobjekte eines TUI direkt greifbar: sie können angefasst und manipuliert werden. Das Hantieren mit Gegenständen stellt ein seit der Kindheit bekanntes Interaktionsmuster dar. Durch die Vertrautheit der Interaktionsvorgänge sinkt die Hemmschwelle bei der Benutzung von Computersystemen [Hornecker 04].

### 1.1.2 Alter

Wenn hier die Rede von “älteren Menschen” oder “älteren BenutzerInnen” ist, muss erst definiert werden, was nun eigentlich unter “alt” verstanden bzw. wie “alt” in diesem Zusammenhang überhaupt definiert wird. Auf die Frage “Wie alt bist du?” würden wohl die meisten Menschen als Antwort eine Zahl angeben, die die Anzahl der seit ihrer Geburt vergangenen Jahre darstellt, das sogenannte kalendarische Alter. Allein für das kalendarische Alter gibt es aber schon mehrere Definitionen, ab wann ein Mensch als “alt” betrachtet wird. Eine mögliche kalendarische Altersdefinition stellt folgende Einteilung der World Health Organization (WHO) dar [Walter et.al. 06]:

- 50 - 59 Jahre: alternder Mensch
- 60 - 64 Jahre: älterer Mensch
- 65 - 74 Jahre: wesentlicher Einschnitt in der Regressionsphase
- 75 - 89 Jahre: alter Mensch
- 90 - 99 Jahre: sehr alter Mensch
- 100 - 115 Jahre: Langlebiger.

Das kalendarische Alter alleine kann den Prozess des Älterwerdens jedoch keinesfalls zufriedenstellend beschreiben. Nicht zuletzt im Bereich der User Interface Designs ist es wichtig, weitere Faktoren heranzuziehen, um eine bessere Fokussierung von BenutzerInnengruppen zu erreichen. So kann es beispielsweise einem 70 jährigen Benutzer mit nur geringen audiovisuellen Beeinträchtigungen viel leichter fallen, ein Computersystem zu bedienen, als einem anderen 70 jährigen Benutzer mit stärkeren audiovisuellen

## 1 Einleitung

Beeinträchtigungen. Für diese Arbeit werden daher physiologische, psychologische oder soziale Faktoren bei der Definition des Altersbegriffs eine große Rolle spielen. Dementsprechend lassen sich auch in der Literatur drei zusätzliche Dimensionen bei der Definition von Alter bzw. des Alterns finden: Biologisches, kognitives und soziales Altern [Walter et.al. 06, Fisk et al. 09].

1. Das biologische Alter definiert sich durch physiologische Veränderungen wie Abnahme der Muskelmasse, Linsentrübung oder erhöhten Blutdruck [Walter et.al. 06]. Auswirkungen wie ein verringertes Sehvermögen oder feinmotorische Beeinträchtigungen erschweren den Umgang mit klassischen grafischen User Interfaces. Beispielsweise kann die Ausgabe am Bildschirm, die in den meisten Fällen für Menschen mit normaler Sehkraft konzipiert wird, nur schwer entziffert werden oder die Bedienung durch Maus und Tastatur ist nur schwer oder gar nicht möglich [Pastel et al. 07].
2. Kognitives Altern wird durch Veränderungen der menschlichen Erkenntnis- und Informationsverarbeitung beschrieben, wobei hier nicht nur Beeinträchtigungen miteinbezogen werden, sondern auch Stärken wie ein erweiterter Erfahrungsschatz oder auch die Fähigkeit, sich in der Zukunftsplanung auf die nahe Zukunft zu konzentrieren. Ein großes Problem im Umgang mit Technologien wie Computersystemen, zumindest für die jetzige Generation älterer BenutzerInnen, ist in dieser Hinsicht die altersbedingte Abnahme der sogenannten "fluid intelligence". Diese *"spiegelt die Fähigkeit wider, sich neuen Problemen und Situationen anzupassen, ohne dass es dazu umfangreicher früherer Lernerfahrungen bedarf"*.<sup>4</sup> Dies hat zur Folge, dass es älteren BenutzerInnen schwerer fällt, neue Technologien zu akzeptieren bzw. deren Anwendung zu erlernen als jüngeren BenutzerInnen [Czaja et al. 06].
3. Beim sozialen Alter bestimmen soziale Beziehungen bzw. gesellschaftliche Normen und Rollen den Altersbegriff [Walter et.al. 06]. Hier sei vor allem das Pensionsantrittsalter, in Österreich 65 Jahre (Männer) bzw. 60 Jahre (Frauen)<sup>5</sup>, als Gradmesser erwähnt, ab wann ein Mensch als alt gilt. Die Pensionierung gilt auch neben Veränderungen im privaten Bereich als Hauptgrund dafür, dass es bei älteren Menschen zu einer Reduktion von täglichen Sozialkontakten kommt [Schulze 98]. Die Verwendung von neuen Kommunikationstechnologien, die die Bedürfnisse älterer Menschen berücksichtigen, könnte hier ein Hilfsmittel sein, um soziale Kontakte

---

<sup>4</sup><http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2005/502/html/www.uni-wuerzburg.de/sopaed1/breitenbach/intelligenz/cattell.htm> (10.05.2009)

<sup>5</sup><http://www.help.gv.at/Content.Node/27/Seite.270100.html> (10.05.2009)

## 1 Einleitung

leichter aufrecht zu erhalten.

All diese Einteilungen kategorisieren das Alter von einer Außensicht her und stellen damit die gesellschaftliche Ebene bzw. nach Burkart 2008 die Makro-Ebene bei der Betrachtung des Alterns dar. Demgegenüber steht die individuelle Ebene oder auch Mikro-Ebene, die die subjektive Sicht jedes/jeder Einzelnen auf die Entwicklung des Lebens bzw. des Lebenslaufs darstellt [Burkart 08].

Die Kategorisierung und Auswahl der Test-BenutzerInnen für den empirischen Teil dieser Arbeit müssen sowohl nach Kriterien der Makro-Ebene als auch der Mikro-Ebene erfolgen. Einerseits ist es relevant, die BenutzerInnen so auszuwählen, dass die Ergebnisse der Untersuchungen Rückschlüsse auf eine größere BenutzerInnengruppe erlauben. Andererseits ist es für das Design der BenutzerInnentests unablässig, individuelle Erfahrungen und Lebensumstände der Test-BenutzerInnen zu berücksichtigen.

### 1.1.3 Intuitivität

An dieser Stelle soll nun der Intuitivitätsbegriff der Fragestellung dieser Arbeit näher diskutiert werden. Dazu folgt an dieser Stelle eine formale, psychologische Definition von Intuition:

*“Aus dem Lat. intueri, anschauen. Unmittelbare Anschauung, Einsicht, Gewißheit. Meist verwendet zur Hervorhebung des Gegensatzes zwischen unmittelbaren Erfahrungen oder Einfällen und jenen Gewißheiten, Urteilen, Schlußfolgerungen, die aus systematischen Beobachtungen induktiv und abstrahierend hergeleitet sind.” [Fröhlich 05], S. 265*

Intuition ist also laut dieser Definition eine unmittelbare Einsicht. Im Umgang mit technischen Systemen könnte daraus gefolgert werden, dass ein intuitives Gerät von den BenutzerInnen unmittelbar einsichtig ist, d.h. die BenutzerInnen das Gerät unmittelbar ohne vorherige Anleitung oder Vorkenntnisse bedienen können. Der Arbeitskreis “Intuitive Use of User Interfaces” (IUUI) definiert Intuition im Zusammenhang mit User Interfaces analog:

*Ein technisches System ist intuitiv benutzbar, wenn es durch nicht bewusste Anwendung von Vorwissen durch den Benutzer zu effektiver Interaktion führt. [Mohs et al. 06], S. 130*

Der von der Arbeitsgruppe eingebrachte Begriff der Effektivität orientiert sich an der ISO-Normenserie 9241 [EN ISO 9241-11 1999]. Im Zusammenhang mit intuitiver Inter-



## 1 Einleitung

aktion kann damit Effektivität erreicht werden, *“wenn diese für den betreffenden Benutzer zu hinreichend genauen und vollständigen Interaktionen führt”* [Mohs et al. 06], S. 132. Weiters wird im Zusammenhang mit der Effektivität argumentiert, dass vor allem TUIs einen hohen Grad an Intuitivität haben können, da diese verglichen mit grafischen User Interfaces geringere kognitive Ressourcen benötigen [Mohs et al. 06, Naumann et al. 08].

Die Frage nach der intuitiven Bedienung stellt sich aber nicht immer erst bei der direkten Interaktion mit den Geräten, sondern spielt schon vorher in den Köpfen der BenutzerInnen eine große Rolle. Viele Modelle zur Untersuchung der Akzeptanz von Technologien, wie das Technology Acceptance Model (TAM) von Davis, Bagozzi und Warshaw oder das aktuellere Mobile Phone Technology Acceptance Model (MOPTAM) von Biljon und Kotzé kommen zu dem Schluss, dass *“perceived ease of use”*, also die Einschätzung der BenutzerInnen, wie schnell und einfach ein System in der Bedienung zu erlernen ist, einen wesentlichen, wenn nicht den wichtigsten Faktor für die Akzeptanz einer Technologie darstellt [Renaud et al. 08].

### 1.2 Prototyp TanCu

Wie bereits erwähnt wurde im Rahmen der Projekt-Lehrveranstaltung *“Experimentelle Gestaltung von MM-Anwendungen + Präsentationsstrategien”* des Instituts für Gestaltungs- und Wirkungsforschung der TU Wien ein Prototyp eines Kommunikationssystems mit TUI entwickelt und *“TanCu”* getauft. Konzipiert wurde TanCu als Kommunikationsgerät für ältere Menschen bzw. Menschen mit feinmotorischen Einschränkungen. TanCu war Anstoß und Inspiration für diese Diplomarbeit und wird in einer weiterentwickelten Form für den empirischen Teil der Arbeit verwendet.

Die grundlegende Idee von TanCu ist die Kommunikation bzw. soziale Interaktion von älteren oder feinmotorisch beeinträchtigten Personen mittels neuartiger Kommunikationskanäle wie SMS oder E-Mail zu erleichtern bzw. überhaupt zu ermöglichen. Aus diesem Grund wird TanCu nicht mittels eines klassischen User Interfaces wie Maus und Tastatur bedient, sondern über zwei Würfel und einem Mini-Keyboard mit drei großen Tasten. Auf jedem dieser Würfel befinden sich sechs Symbole. Die Symbole des ersten Würfels stellen typische Kommunikationsgründe des Users dar, der zweite Würfel dient zur Definition des Kommunikationspartners/der Kommunikationspartnerin. Mit der Tastatur wird entschieden, über welchen Kanal der Kommunikationsvorgang verlaufen soll.

## 1 Einleitung

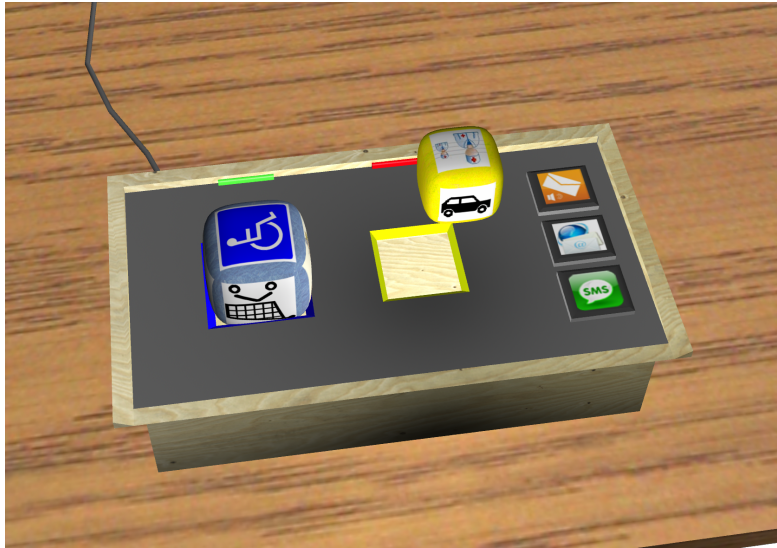


Abbildung 1.3: 3D-Modell von TanCu

Die Interaktionsabfolge von TanCu verläuft linear. Dies kann eine wesentliche Erleichterung für ältere BenutzerInnen darstellen. Die Bildschirmausgabe eines grafischen User Interfaces ist oft mit Informationen überladen. Gängige Multitasking-Systeme zwingen den Benutzer/die Benutzerin sich auf mehrere Aufgaben gleichzeitig zu konzentrieren. Dies erfordert ein hohes Maß an Aufmerksamkeit, was älteren BenutzerInnen Schwierigkeiten bereiten kann. Zusätzlich kann das altersbedingte Nachlassen des Kurzzeitgedächtnisses<sup>6</sup> dazu führen, dass sich ältere BenutzerInnen komplexe Bedienvorgänge oder Navigationsabfolgen durch komplexe Menüs nur schwer merken können [Czaja et al. 06]. Der Interaktionsablauf von TanCu erfolgt Schritt für Schritt: Zuerst wird der erste Würfel positioniert, dann der zweite Würfel und durch die Betätigung einer der drei Tasten wird der Kommunikationsvorgang abgeschlossen. Der Abschluss des Kommunikationsvorgangs durch das Betätigen einer der Tasten dient gleichzeitig als Möglichkeit zur Kontrolle, ob die Würfel auch richtig platziert wurden. Die Reihenfolge in der die beiden Würfel platziert werden, spielt rein technisch gesehen jedoch keine Rolle.

<sup>6</sup>vgl. <http://www.hope.edu/academic/psychology/335/webrep/workmem.html> (12.5.2009)

### 1.2.1 Hardware

TanCu setzt sich aus einer Basisstation, zwei Würfeln und einer Tastatur zusammen. Die Basisstation besteht aus Holz. Die oberste Fläche ist aus Plexiglas, auf der die Würfel platziert werden. Die Flächen, auf denen die Würfel platziert werden sollen, sind speziell hervorgehoben (farblich sowie strukturell), um die BenutzerInnen im Interaktionsvorgang zu unterstützen. Um dem Benutzer/der Benutzerin bestmögliche Rückmeldung über seine/ihre Aktionen zu geben, wurden an der BenutzerInnen abgewandten Seite der Oberfläche zwei LEDs angebracht. Dadurch kann dem Benutzer/der Benutzerin visuell signalisiert werden, dass der Würfel korrekt auf das Gerät platziert und das Symbol eingelesen wurde. Ein akustisches Feedback erfolgt über externe Lautsprecher. Am Boden der Basisstation befindet sich eine Kamera, die die Symbole der Würfel einliest. Im Inneren des Gehäuses befindet sich noch ein Arduino Minicontroller, über den die LEDs angesteuert werden.

Die Würfel von TanCu bestehen aus Holz. Dadurch sind die Würfel schwer genug, um nicht allzu leicht zu verrutschen. Bei Bedarf können sie aber auch relativ leicht hochgehoben werden. Die Farben der Würfel entsprechen den Farben der entsprechenden Abstellflächen. Die Ecken der Würfel sind abgeflacht, um ein möglichst problemloses Kippen der Würfel zu ermöglichen. An den Würfelseiten befinden sich die Symbole, mit denen die BenutzerInnen kommunizieren können. Die Symbole selber sind austauschbar, wodurch TanCu an die individuelle Situation der einzelnen BenutzerInnen angepasst werden kann. Weiters befindet sich an jeder Würfelseite ein sogenanntes Fiducial-Symbol, das für den Tracking Vorgang benötigt wird.



Abbildung 1.4: Optimus Mini Three

Als Tastatur wird “Optimus Mini Three”<sup>7</sup> von Art.Lebedev Studio verwendet. Die drei

<sup>7</sup>siehe <http://www.artlebedev.com/everything/optimus-mini/>

Tasten können Bilder und Videos darstellen. Die Funktion der Tasten ist frei programmierbar. Durch die Größe der Tasten sind die Symbole besser erkennbar wie auf normalen Tastaturen und das Betätigen der Tasten wird erheblich erleichtert.

### 1.2.2 Software

Die Software von TanCu wurde mit Java implementiert. Im ersten Designprozess wurde die Java-basierte Entwicklungsumgebung “processing”<sup>8</sup> verwendet. Im Laufe der Zeit stieg jedoch die Komplexität des Programms. Daher wurde der “processing” – Code exportiert und in ein klassisches Java-Projekt integriert.

Die Software kann auf jedem neueren Laptop oder PC installiert werden. Um den Betrieb von TanCu aufzunehmen, müssen dazu nur noch die Kamera und der Arduino Minicontroller an eine USB-Schnittstelle angeschlossen werden. In früheren Entwicklungsstadien konnte TanCu nur auf einem Windows-System betrieben werden. Dies lag vor allem an Problemen beim Linux-Betrieb von der Tracking Software. Durch aktuelle Updates der verwendeten Linux-Distribution (Ubuntu 9.04) und der reactIVision Software konnten die Inkompatibilitäten beseitigt werden.

Für das Tracking wird “reactIVision”, eine von Martin Kaltenbrunner entwickelte Open-Source Anwendung, verwendet<sup>9</sup>. ReactIVision analysiert das von der Kamera übertragene Videobild und durchsucht dieses nach Fiducial-Symbolen. Wird ein solches Symbol gefunden, übergibt reactIVision die eindeutige ID des Symbols an die Java Anwendung.

Wenn ein Würfelsymbol korrekt von der Tracking Software erkannt wurde, erhält der Benutzer/die Benutzerin sowohl eine visuelle als auch eine akustische Rückmeldung. Über den in die Basisstation eingebauten Arduino Minicontroller werden die beiden LEDs und die Lautsprecher angesteuert. Die entsprechende Signalisierung erfolgt über die USB Schnittstelle.

*In diesem Kapitel wurden die wichtigsten Begriffe, die zur Abhandlung dieser Arbeit benötigt werden, definiert und ein Überblick über die technische Ausgangssituation gegeben. Im folgenden Kapitel folgt ein Überblick über die Entstehung und Definition von Systemen mit TUIs.*

---

<sup>8</sup>siehe <http://processing.org/>

<sup>9</sup>siehe <http://reactivision.sourceforge.net/>

## 2 Tangible User Interfaces

In diesem Kapitel wird zunächst ein Überblick über den Ursprung und die Entwicklung von TUIs gegeben. Weiters werden Möglichkeiten zur Definition bzw. Klassifikation erörtert und Ansätze zum Design von intuitiven (Tangible) User Interfaces beschrieben.

### 2.1 Geschichte

Wie einleitend beschrieben verbinden TUIs digitale Information mit physikalischen Objekten und stellen somit eine alternative Interaktionsform zu klassischen grafischen User Interfaces dar. Hervorgegangen ist die Idee von TUIs aus verschiedenen Forschungsarbeiten der frühen 90er Jahre des 20. Jahrhunderts. Mark Weisers Arbeiten am Xerox Palo Alto Research Center zum Thema “Ubiquitous computing” und “Calm Technology”, gemeinsam mit John Seely Brown, hatten großen Einfluss auf die Entwicklung von TUIs. Ebenso beeinflussten auch Forschungsarbeiten zu dem Thema “augmented reality” diese Entwicklung, wie zum Beispiel Pierre Wellners DigitalDesk [Holmquist et al. 04]. Fast zur selben Zeit wiesen [Hinckley et al. 94] und [Fitzmaurice et al. 95] in ihren Arbeiten bereits auf die Vorteile von (an)greifbaren Interfaces (Fitzmaurice et al. “graspable interfaces”) hin, wie folgend:

- Two-handed Interaction:
  - *It encourages two handed interactions [Fitzmaurice et al. 95], S. 2*
  - *Users will naturally use both hands to manipulate real objects [Hinckley et al. 94], S. 6*
- Familiarity:
  - *leverages off of our well developed, everyday skills of prehensile behaviors for physical object manipulations [Fitzmaurice et al. 95], S. 2*
  - *Manipulating real-world objects is a familiar task and exploits existing user skills [Hinckley et al. 94], S. 6*
- Palpability:

## 2 Tangible User Interfaces

- facilitates interactions by making interface elements more “direct” and more “manipulable” by using physical artifacts [Fitzmaurice et al. 95], S. 2
- Users are immediately and continuously aware of the physical existence of each prop [Hinckley et al. 94], S. 6

Als eines der ersten Konzepte für ein TUI gilt der Entwurf der Marble Answering Machine (2.1) von Durrell Bishop im Jahre 1992 [Hornecker 04], der zu dieser Zeit Student am Royal College of Art war. Dabei handelt es sich um einen Anrufbeantworter, bei dem die hinterlassenen Nachrichten durch kleine Kugeln (marbles) symbolisiert werden. Eine Interaktionsmöglichkeit für den Benutzer/die Benutzerin ist die Kugeln aufzunehmen, sie in die dafür vorgesehene Einbuchtung zu legen und so die Nachricht abzuspielen. Die Kugel kann von dem Benutzer/der Benutzerin auch in ein spezielles Telefon gelegt werden. Dadurch wird automatisch die Nummer des Anrufers/der Anruferin, der/die die ausgewählte Nachricht hinterlassen hat, gewählt.[Ishii et al. 97] Diese Verknüpfung von digitaler Information (Telefonanruf) und physikalischem Objekt (Kugel) stellt eines der ersten, auch in mehreren Prototypen realisierten TUIs dar.

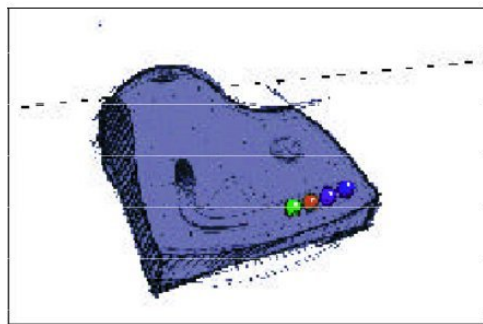
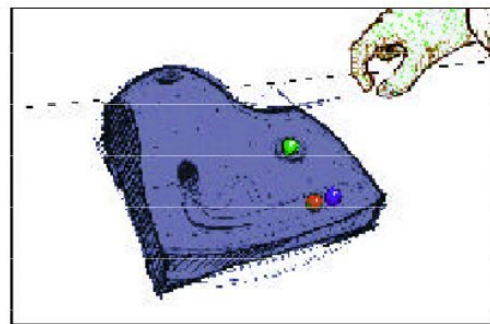


Figure 6.i Incoming messages await...



The user listens to a message... Figure 6.ii

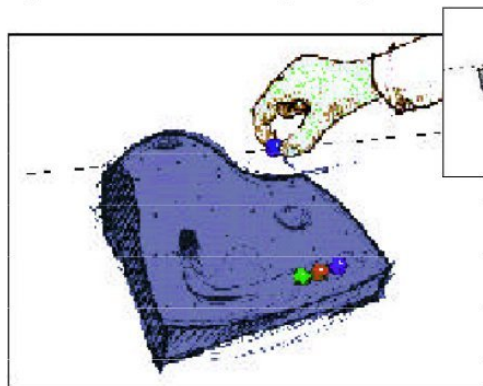
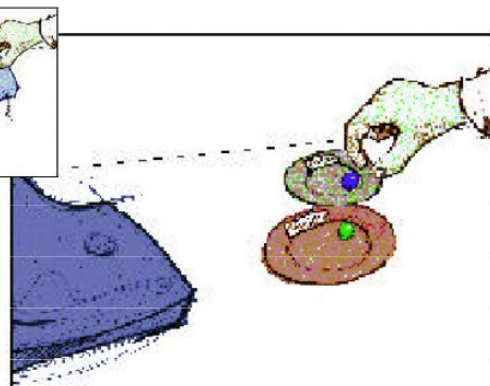
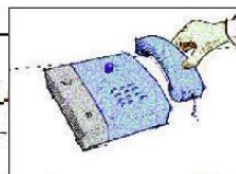


Figure 6.iii ...the user moves the message



...to each roommate's in-tray. Figure 6.iv

Abbildung 2.1: Marble Answering Machine [2]

## 2.2 Definition

Wie aus dem vorherigen Kapitel schon hervorgeht, sind TUIs nicht als bloßer Ersatz von Maus und Tastatur zu sehen. Durch die Integration der Interaktion in das Produktdesign stellen TUIs vielmehr eine Weiterentwicklung bzw. eine “nächste Generation” von Computersystemen dar. Mittels klassischer Interfaces können Computersysteme zwar bedient werden, sie stellen aber gleichzeitig eine Grenze zwischen den BenutzerInnen und dem Gerät dar. Bei TUIs geschieht die Interaktion sehr viel direkter, das Gerät selber wird zum Interface. Laut Hornecker wird in der Literatur in diesem Zusammenhang bereits die Bezeichnung “Tangible Interface” kritisiert, impliziert der Begriff Interface doch in seiner klassischen, technikzentrierten Auslegung eine Trennung zwischen der Schnittstelle und der zugrundeliegenden Funktionalität [Hornecker 04].

Das Grundprinzip von TUIs ist die Verknüpfung von digitalen Daten mit alltäglichen physikalischen Objekten (siehe Definition Ishii / Ullmer weiter unten im Anschluss). Computersysteme können so in die gewohnte Lebensumgebung der BenutzerInnen integriert werden. Dementsprechend wichtig ist bei der Entwicklung von Geräten mit TUIs<sup>1</sup> eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von verschiedenen Fachrichtungen [Hornecker 04]. Neben InformatikerInnen und HCI<sup>2</sup>-Fachleuten für die technische Umsetzung braucht es beispielsweise ProduktdesignerInnen für ästhetische und emotional ansprechende Designs, SoziologInnen, die die soziale Dimension der Geräte untersuchen oder etwa MedizinerInnen für die Entwicklung von unterstützenden Geräten für Menschen mit Beeinträchtigungen. Eine große Herausforderung bzw. Notwendigkeit bei der Entwicklung von TUIs ist die Einbeziehung der späteren BenutzerInnen in den Designprozess. Denn um die von [Hinckley et al. 94] und [Fitzmaurice et al. 95] bereits erwähnten Vorteile der TUIs (Two-handed Interaction, Familiarity, Palpability) erreichen zu können, müssen die Wünsche und Bedürfnisse der BenutzerInnen in die Entwicklung miteinbezogen werden (vgl. [Xu et al. 07, Taylor et al. 09, Blackler et al. 06]).

### 2.2.1 Ishii und Ullmer

Erstmalig erwähnt werden TUIs 1997 von Ishii und Ullmer vom MIT Media Lab im Rahmen ihres “Tangible Bits”-Projektes:

*“TUIs will augment the real physical world by coupling digital information to*

---

<sup>1</sup>Trotz der im letzten Satz angeführten Kritik bleibt der Autor bei der Bezeichnung “Tangible User Interface”, um Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit der Arbeit zu gewährleisten.

<sup>2</sup>HCI: Human Computer Interaction - vgl. <http://sigchi.org/cdg/cdg2.html> 25.05.2009

*everyday physical objects and environments.*” [Ishii et al. 97], Seite 2

Hier werden TUIs also als physikalische Objekte und Umgebungen definiert, die in der realen Welt digitale Information repräsentieren. Ishii und Ullmer sehen TUIs aber nicht nur als Erweiterung der echten, physikalischen Welt. Durch die Verwendung von TUIs wird die Welt selber zum Interface.

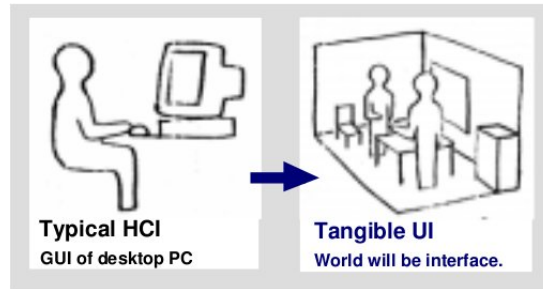
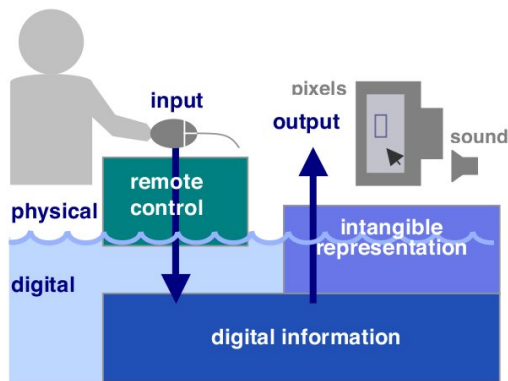
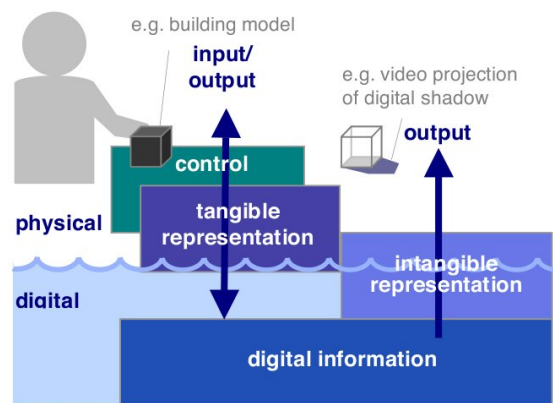


Abbildung 2.2: From GUI to TUIs [Ishii et al. 97]

Später erweitern Ishii und Ullmer die Definition um die Begriffe “representation” und “control”. Sind bei graphischen User Interfaces die “controls” (Eingabegeräte wie Maus oder Tastatur) von der “representation” (Bildschirmausgabe) noch strikt getrennt, wird bei TUIs diese Grenze aufgehoben. So können die physikalischen Objekte, die zur Manipulation von digitalen Daten dienen, genauso Teil der Ausgabe sein [Ullmer et al. 01].



**Figure 3. Graphical User Interface.** GUI represents information with intangible pixels on a bit-mapped display and sound. General-purpose input devices allow users to control those representations.



**Figure 4. Tangible User Interface.** By giving tangible (physical) representation to the digital information, TUI makes information directly graspable and manipulable with haptic feedback. Intangible representation (e.g. video projection) may complement tangible representation by synchronizing with it.

Abbildung 2.3: Control and representation [Ishii 08b]



Ishii und Ullmer (a.a.o.) definieren für dieses Modell drei kritische Faktoren, die bei der Entwicklung von TUIs entscheidend sind:

- Eine optimale Verknüpfung zwischen den physikalischen Bedienelementen bzw. deren Manipulation durch die BenutzerInnen und der zugrundeliegenden Funktionalität.
- Die Form das Design bzw. die erwünschte Anzahl der Freiheitsgrade der Bedienelemente muss mit den beabsichtigten Interaktionsmöglichkeiten abgestimmt werden. Ishii nennt hier als Beispiel ein Objekt in Flaschenform. Hier wäre das Öffnen der Flasche eine naheliegende Interaktion.
- Jede Interaktion der BenutzerInnen mit den Bedienelementen muss ein unmittelbares Feedback der “intangible representation” (meist Audio- und/oder Video-Signale) hervorrufen. Die Auswirkungen der Interaktion werden so vom Benutzer/von der Benutzerin direkter wahrgenommen.

### 2.2.2 Das TAC-Paradigma

Basierend auf Ullmers *tokens + constraints* Konzept [Ullmer 02] entwarfen Shaer et. al. ein Modell zur Beschreibung und Spezifikation von TUIs: das **T**(oken)**A**(nd)**C**(onstraints)-Paradigma [Shaer et al. 04]. Die Bestandteile eines TUI können hier in fünf Kategorien eingeteilt werden.

- *pyfo*: Synonym für physikalisches Objekt. Kann *token* oder *constraint* oder beides sein.
- *token*: Ein *token* ist ein greifbares, bewegliches *pyfo*, das mit digitaler Information oder einer Funktionalität des Systems gekoppelt ist.
- *constraint*: Ein *pyfo*, das die Möglichkeiten der Manipulation eines zugehörigen *tokens* definiert bzw. limitiert.
- *variable*: Stellt digitale Information oder Funktionalität eines Systems dar. Ein *pyfo* gekoppelt mit einer *variable* ergibt ein *token*.
- *TAC*: Stellt die Beziehung zwischen einem *token*, dessen *variable* und den zugehörigen *constraints* dar.

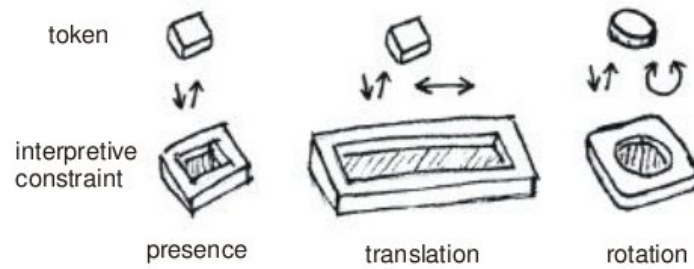


Abbildung 2.4: Kombinationen von tokens + constraints [Ullmer 02]

Anhand dieser Komponenten können die dem TUI zugrundeliegenden Verknüpfungen von physikalischen Objekten und digitaler Information spezifiziert werden. Das TUI kann so als die Menge der Verknüpfungen von TAC-Beziehungen dargestellt werden. Dies ermöglicht eine einfache Beschreibung der Struktur und Funktionalität von TUIs. Für [Shaer et al. 04] stellt diese Beschreibung eine Ausgangsbasis für einen zukünftigen Entwurf eines high-level Definitionsstandards bzw. eines Software Toolkits zur Entwicklung von TUIs dar.

Das TAC-Paradigma eignet sich zwar zur allgemeinen Beschreibung von TUIs, für die spezielle Betrachtung der intuitiven Benutzung eines TUIs soll im nächsten Abschnitt eine alternative Herangehensweise ausführlicher beschrieben werden.

### 2.2.3 Klassifikation nach Fishkin

Einen weiteren Ansatz zur Definition oder vielmehr einer Klassifikation von TUIs bietet Fishkin 2004. In seinem Modell versucht er die Frage zu beantworten, wann ein Interface als TUI bezeichnet werden kann und wann nicht. Fishkin klassifiziert TUIs mittels zweier Dimensionen: *Embodiment* und *Metaphor*. *Embodiment* gibt an, wie stark Input und Output miteinander verknüpft sind bzw. inwieweit ein Benutzer/eine Benutzerin bei der Interaktion das Gefühl hat, dass das System in die Bedienelemente integriert ist. Fishkin gibt hier vier mögliche Abstufungen an [Fishkin 04]:

- *Full*: Hier existiert keine Trennung zwischen Bedienelement und Ausgabegerät. Interaktion mit einem Bedienelement erzeugt eine Änderung des Systems, die wiederum unmittelbar am Bedienelement sichtbar ist. Beispiel dafür wäre eine Skulptur als Bedienelement, die in der Region, welche der Benutzer/die Benutzerin berührt, zu leuchten beginnt.

- *Nearby*: Hier ist die Ausgabe des Systems zwar an den Fokus bzw. der Position der Bedienelemente gekoppelt, ist aber in der unmittelbaren Umgebung von diesen positioniert. Als Beispiel führt Fishkin unter anderem das “Bricks”-System an [Fitzmaurice et al. 95]. Hier werden die Bedienelemente (“Bricks”) direkt auf einem Bildschirm positioniert. Durch Verschieben der Bricks können verschiedene Ausgaben am Bildschirm erzeugt werden.
- *Environmental*: Hier findet die Ausgabe in der unmittelbaren Umgebung des Benutzers/der Benutzerin statt. Die Interaktion mit den Bedienelementen erzeugt einen Output, der jedoch räumlich von den Bedienelementen getrennt ist. Ein Beispiel hierfür wäre das “ToonTown”-System, bei dem verschiedene Comicfiguren, die die TeilnehmerInnen eines Voice-Chats repräsentieren, auf einer Tafel nach links, rechts, oben und unten bewegt werden können. Je nachdem wo sich eine Figur auf der Tafel befindet, wird das Audiosignal des/der jeweilige/n Chat-Teilnehmer/in von einer anderen Richtung bzw. in einer anderen Lautstärke wahrgenommen [Singer et al. 99].
- *Distant*: Hier ist die Ausgabe stark von der Eingabe getrennt. Als bekanntestes Beispiel führt Fishkin die Bedienung eines TV-Gerätes mittels Fernbedienung an. Der Benutzer/die Benutzerin legt zunächst seinen/ihren Fokus auf die Fernbedienung und betätigt einen Knopf. Dann wechselt der Fokus des Benutzers/der Benutzerin auf das TV-Gerät selbst, wo das Resultat der Interaktion wahrgenommen wird.

Diese Einteilung ist laut Fishkin nicht strikt zu sehen, da es durchaus möglich ist, dass TUI-Systeme in mehrere dieser Kategorien passen [Fishkin 04].

Die zweite Dimension zur Klassifikation von TUIs nach Fishkin ist die Art der Metapher (*Metaphor*), die das TUI einnimmt. *Metaphor* gibt an, inwieweit ein Zusammenhang zwischen den Bedienelementen bzw. den damit verbundenen Benutzerinteraktionen und ähnlichen Vorgängen in der realen Welt besteht. Fishkin unterscheidet dabei zwei Arten von Metaphern: Die erste bezieht sich auf die äußere Form des Bedienelements (“*metaphor of noun*”) und die zweite auf die Bewegung der Objekte (“*metaphor of verb*”). Basierend auf dieser Einteilung gibt es wie bei *Embodiment* auch für *Metaphor* vier Abstufungen [Fishkin 04]:

1. *None*: Hier gibt es keine direkte Assoziation zwischen der Art der Interaktion und dem Resultat. Klassisches Beispiel hierfür wäre das Schreiben auf einer Computertastatur. Es gibt aber auch Systeme mit TUI, die in diese Kategorie fallen. Fishkin

erwähnt “Bit Ball” als Beispiel, wo die Lautstärke eines Audiosignals durch das Zusammenpressen eines Balls verändert werden kann [Resnick et al. 98].

2. *Noun/Verb*: Hier gibt es eine Assoziation zwischen Interaktion und realer Welt.
  - a) *Noun*: Das Aussehen, die Form oder die Geräuschkulisse der Bedienelemente entsprechen denen von realen Objekten.
  - b) *Verb*: Die Art der Interaktion mit den Bedienelementen entspricht einer Interaktion mit realen Objekten.
3. *Noun + Verb*: Entspricht der Kombination von 2a und 2b. Hier gibt Fishkin als Referenz das “drag and drop”-Prinzip an, wie beispielsweise das Löschen eines Dokuments durch Verschieben desselben (im Englischen “dropping”) in den (virtuellen) Mülleimer. *“dropping a virtual icon into a virtual wastebasket ‘is like’ dropping a physical file into a physical wastebasket.” [Fishkin 04], S. 351*
4. *Full*: Hier gibt es keine Metapher mehr bzw. keine Unterscheidung zwischen dem System und realen Objekten. Als Beispiel gibt Fishkin das “Illuminating Clay”-System an. Dieses System besteht aus einem Stück Ton, das eine Landschaft formt. Auf diese Tonlandschaft werden von einem Computersystem Landschaftsinformationen projiziert. Bei Änderungen der Landschaft durch Verformen des Tons durch die BenutzerInnen werden die Landschaftsinformationen unmittelbar neu berechnet und aktualisiert. So können die BenutzerInnen “direkt” an der Landschaft arbeiten [Piper et al. 02].

Mit den zwei Dimensionen *Embodiment* und *Metaphor* kann nun eine Klassifizierung von TUIs durchgeführt werden. Diese Einteilung lässt sich durch eine Matrix visualisieren (siehe Abbildung 2.5).

In Abbildung 2.5 sind zur Veranschaulichung einige Beispiele in einer Matrix angeführt. Hier sind unter anderem zwei sehr unterschiedliche Beispiele für User Interfaces angegeben: Eine Standard-Computertastatur links unten und rechts oben das Illuminating Clay Interface [Piper et al. 02]. Die Computertastatur wäre in der Klassifikation nach Fishkin in der Dimension *Embodiment* als “Distant” einzureihen, da das zu bedienende System (in diesem Fall zum Beispiel ein PC) räumlich vom Eingabegerät getrennt ist und der Benutzer/die Benutzerin bei der Interaktion zuerst den Fokus auf das Eingabegerät selber legt und danach das Resultat am System selber wahrnimmt.

## 2 Tangible User Interfaces

Metaphor \ Embodiment	None	Noun	Verb	Noun and Verb	Full
Full	 BitBeads	 Gummi	 Shakepad	 Curlybot	 Illuminating Clay
Nearby			 AudioPad	 Urp	 I/O Brush
Environment	 Marble Answering Machine			 Toon Town	
Distant	 Keyboard		 Wii	 Doll's Head	

Abbildung 2.5: Fishkin-Klassifikation (basierend auf [6])

Ganz anders stellt sich die Bedienung beim Interface des Illuminating Clay Systems dar. Die Bedienung erfolgt hier direkt am System und die Auswirkungen der Interaktion der BenutzerInnen wird unmittelbar am System wahrgenommen. Illuminating Clay ist in der Dimension *Embodiment* daher in die Kategorie "Full" einzuteilen. Auch in der *Metaphor* Dimension unterscheiden sich die beiden Interfaces sehr stark. Um z. B. mit einer Computertastatur etwas zu schreiben, müssen die Tasten der Tastatur gedrückt werden. Mit dem Vorgang des Schreibens auf einem Blatt Papier hat diese Form von Interaktion keine Ähnlichkeiten. Daher wird die Computertastatur in der *Metaphor* Dimension als "None" klassifiziert. Im Gegensatz dazu kann das Illuminating Clay Interface in der *Metaphor* Dimension als "Full" eingeteilt werden. Hier kann der Benutzer/die Benutzerin eine Landschaft durch das direkte Einwirken auf das Interface verändern und die geänderte Landschaftsinformation wird unmittelbar am Interface selber sichtbar (siehe Beschreibung weiter oben).

Für diese Arbeit, die sich ja mit der Intuitivität von TUIs beschäftigt, wird besonders die Dimension *Metaphor* der Klassifikation nach Fishkin von Bedeutung sein. Je geringer der Abstraktionsgrad des Interfaces, je ähnlicher die Interaktionsmöglichkeiten eines Interfaces mit Vorgängen in der realen Welt sind, desto einfacher oder intuitiver kann der Umgang mit dem jeweiligen User Interface für den Benutzer/die Benutzerin sein. Hier könnte die Klassifikation nach Fishkin und vor allem die Dimension der *Metaphor* eine Möglichkeit darstellen, TUIs nach der Intuitivität der Interaktion einzuteilen.

### 2.3 Intuitive Bedienbarkeit

Bei der Präsentation von neuen Produktentwicklungen wird oft mit intuitiver Bedienbarkeit geworben. Als aktuelles Beispiel kann hier Microsoft angeführt werden, das für ihr neuestes Betriebssystem Windows 7 eine "Intuitive User Experience" ankündigt, bei der erstmals die Bedienung per Touchscreen möglich sein wird<sup>3</sup>. Doch was heißt in diesem Zusammenhang intuitiv? Ist die Bedienung per Touchscreen für unerfahrene Computer-BenutzerInnen wirklich intuitiver als per Maus und Tastatur oder bleiben die Schwierigkeiten im Umgang mit einem grafischen User Interface dieselben? Dieser Abschnitt behandelt die Möglichkeiten von TUIs als Alternative zu grafischen User Interfaces, um die Bedienung von Computersystemen intuitiver zu gestalten. Dazu werden vorhandene Ansätze erörtert, um den Begriff der Intuitivität zu definieren und in den Interface-Designprozess zu integrieren.

Mit der Frage der intuitiven Bedienbarkeit von User Interfaces beschäftigen sich vor allem zwei ForscherInnengruppen: Die einleitend bereits erwähnte Arbeitsgruppe "Intuitive Use of User Interfaces" (IUUI) und Forscherinnen und Forscher rund um Dr. Alethea Blackler der Queensland University of Technology. Beide ForscherInnengruppen beschäftigen sich neben der allgemeinen Definition von intuitiver Bedienung bzw. Intuitivität mit spezielleren Teilbereichen, die für diese Arbeit von Bedeutung sind: Blackler legt bei ihren Untersuchungen zur intuitiven Bedienbarkeit Augenmerk auf die Gruppe der älteren Menschen. Die IUUI Arbeitsgruppe geht der Frage nach, ob TUIs eine intuitivere Bedienung erlauben als klassische grafische User Interfaces. Das erste Kriterium von Blackler ist relevant für das anschließende Kapitel über die Anforderungen an seniorInnengerechte Interfaces. Das zweite Kriterium der IUUI Arbeitsgruppe wird in diesem Kapitel näher betrachtet.

---

<sup>3</sup>[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd371715\(v5.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd371715(v5.85).aspx) (10.08.2009)

## 2 Tangible User Interfaces

Zur Erinnerung hier noch einmal die Definition von Intuitivität des Arbeitskreises IUUI:

*Ein technisches System ist intuitiv benutzbar, wenn es durch nicht bewusste Anwendung von Vorwissen durch den Benutzer zu effektiver Interaktion führt. [Mohs et al. 06], S 130*

Zum direkten Vergleich wird hier auch die Definition von Blackler et. al. angeführt:

*Intuitive use of products involves utilising knowledge gained through other experience(s). Therefore, products that people use intuitively are those with features they have encountered before. Intuitive interaction is fast and generally non-conscious, so people may be unable to explain how they made decisions during intuitive interaction. [Blackler et al. 07], S 2*

Beide Definitionen setzen als Bedingung für intuitive Bedienbarkeit Vorwissen der Benutzerin/des Benutzers voraus. Dieses Vorwissen wird bei intuitiven Vorgängen unbewusst eingesetzt.

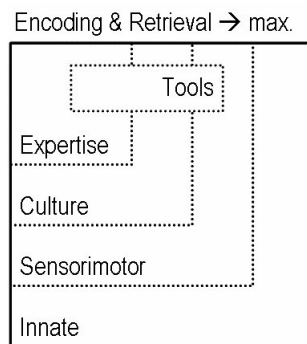


Abbildung 2.6: Ebenen des Vorwissens. [Naumann et al. 07]

Abbildung 2.6 zeigt eine Einteilung von verschiedenen Stufen von Vorwissen der IUUI Arbeitsgruppe. Diese Darstellung zeigt vier Ebenen von Vorwissen [Mohs et al. 06, Naumann et al. 07]:

- angeborenes bzw. genetisch festgelegtes Wissen (Instinkte, Reflexe).
- sensomotorisches Wissen: Früh erworbenes Allgemeinwissen, wie die Erkennung von Gesichtern oder automatisierte Handlungsabläufe. In dieser Ebene sind für

die IUUI Arbeitsgruppe auch die Konzepte der *affordance*<sup>4</sup> und *image schemata* angesiedelt, die bei der Wahl der Bedienobjekte eine Rolle spielen.

- kulturell erworbenes Wissen (Z. B. Bedeutung von Farben).
- Expertise bzw. Expertenwissen (Z. B. Wissen über Medizin, Maschinen etc.).

Wenn nun für die Bedienung eines Interfaces nur oder zu einem großen Teil angeborenes oder sensomotorisches Vorwissen nötig ist, wird die Bedienung für mehr Menschen intuitiv möglich sein als für ein Interface, zu dessen Bedienung ein hoher Grad an Expertenwissen benötigt wird.

Beim Design eines TUIs ist daher zu beachten, dass für die Bedienung des Interfaces möglichst wenig Vorwissen aus den Bereichen “Expertise” bzw. “kulturelles Wissen” benötigt werden soll. Benötigtes Vorwissen aus dem Bereich “Expertise” würde die Zielgruppe auf wenige SpezialistInnen einschränken. Benötigtes “kulturelles Wissen” könnte Menschen aus anderen Kulturkreisen aus der AnwenderInnengruppe ausschließen. Aus der Einteilung in Abbildung 2.6 folgt, dass es für die intuitive Bedienbarkeit eines Gerätes optimal wäre, wenn für die Anwendung lediglich angeborenes Wissen benötigt wird. Ein passendes Interface für diese Voraussetzung zu finden, scheint aber nur schwer möglich. Dazu zitieren Mohs et. al. folgenden Kommentar: *“The nipple is the only intuitive design“* [Mohs et al. 06]. Es bleibt also die Ebene des sensomotorischen Wissens. Hier wurden bei den vier Ebenen von Vorwissen bereits zwei Begriffe genannt, die für diese Ebene und vor allem für das Design von intuitiven User Interfaces von Bedeutung sind: *“affordance“* und *“image schemata“*. Im folgenden Abschnitt wird der Begriff der *affordance* und dessen Bedeutung für das Design eines intuitiv bedienbaren TUIs beschrieben.

### 2.3.1 Affordance

Für den Begriff “affordance” existiert im Deutschen keine wirklich passende Entsprechung. In der Online Enzyklopädie Wikipedia wird *affordance* durch “Angebotscharakter” umschrieben<sup>5</sup>, in dieser Arbeit wird auch im Folgenden die englische Form verwendet. In die Fachliteratur eingeführt wurde der Begriff *affordance* vom Wahrnehmungspsychologen James Gibson in seinem Buch “The Ecological Approach to Visual Perception” [Gibson 79] [McGrenere et al. 00]. Gibson definiert *affordance* als eine in der Umgebung einer Person vorhandene Handlungsmöglichkeit ebendieser Person. Eine *affordance* einer

---

<sup>4</sup>auf den Begriff der *affordance* wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen.

<sup>5</sup>vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Angebotscharakter> (28.8.2009)



normalen Haustüre wäre zum Beispiel “öffnen”. Wenn im Fachbereich der Human Computer Interaction von “affordance” gesprochen wird, ist zumeist die Definition von Donald Norman gemeint. In seinem Buch “The Psychology of Everyday Things” [Norman 88] beschreibt er “affordance” als einen Design-Aspekt eines Objekts, der auf die mögliche Verwendung des Objekts hinweist [McGrenere et al. 00]. An dieser Stelle muss hier noch auf die Unterschiedlichkeit der Definitionen von Gibson und Norman hingewiesen werden (siehe auch Abbildung 2.7). Für Gibson stellt “affordance” eine Handlungsmöglichkeit dar - unabhängig von der Wahrnehmung der handelnden Person und ebenfalls unabhängig von den früheren Erfahrungen bzw. vom Vorwissen der Person. Eine “affordance” existiert auch dann, wenn die handelnde Person diese gar nicht wahrnimmt. Norman hingegen sieht “affordance” vor allem im Zusammenhang mit der Wahrnehmung und den früheren Erfahrungen der handelnden Person. Die Wahrnehmung der Person kann bestimmen, ob eine “affordance” existiert oder nicht [McGrenere et al. 00].

<p><b>Gibson’s Affordances</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Offerings or action possibilities in the environment in relation to the action capabilities of an actor</li><li>• Independent of the actor’s experience, knowledge, culture, or ability to perceive</li><li>• Existence is binary – an affordance exists or it does not exist</li></ul>
<p><b>Norman’s Affordances</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Perceived properties that may or may not actually exist</li><li>• Suggestions or clues as to how to use the properties</li><li>• Can be dependent on the experience, knowledge, or culture of the actor</li><li>• Can make an action difficult or easy</li></ul>

Abbildung 2.7: Vergleich der affordance Definitionen [McGrenere et al. 00]

Zur Verdeutlichung führen McGrenere et al. das Beispiel einer Tür an, an der weder Türklinke noch sonstige Hinweise auf die Öffnungsrichtung angebracht sind. Nach Gibson wäre allein die Tatsache, dass die Türe von einer handelnden Person geöffnet werden kann, auch wenn diese auf den ersten Blick nicht erkennen kann, wie dies funktioniert, schon ausreichend für die Existenz einer “affordance”. Laut Definition nach Norman wäre eine “affordance” nur gegeben, wenn an der Tür ein Hinweis über die Öffnungsrichtung angebracht wäre und die handelnde Person diesen Hinweis auch durch ihr Vorwissen korrekt interpretieren kann [McGrenere et al. 00].

Für diese Arbeit und die Entwicklung von TanCu wird die Definition von Norman bevorzugt, da schon die weiter oben angeführte Definition von Intuitivität das vorhan-

dene Vorwissen der BenutzerInnen als wesentlichen Faktor ansieht. Auch die Tatsache, dass Norman die Wahrnehmung der “affordance” durch die handelnden Personen in seine Definition einbezieht, spricht für dessen Definition, vor allem im Bereich des User Interface Designs. In Bezugnahme auf die Einteilung der Ebenen des Vorwissens (Abbildung 2.6) und der “affordance”-Definition nach Norman wäre eine mögliche Schlussfolgerung für das Design eines intuitiv bedienbaren Systems mit TUI wie folgt: Ein Bedienobjekt sollte prinzipiell so gestaltet werden, dass die mit der Bedienung verbundene(n) affordance(s) von einer größtmöglichen Anzahl von BenutzerInnen intuitiv wahrgenommen werden kann (können).

### 2.3.2 Design-Richtlinien nach Blackler

In ihrer Dissertation zum Thema “Intuitive Interaction with Complex Artefacts” stellte die bereits erwähnte australische Wissenschaftlerin Alethea Blackler konkrete Richtlinien vor, die Designer dabei unterstützen sollen, intuitiv bedienbare Technologien zu entwerfen [Blackler 06]. Die drei Richtlinien basieren auf den Resultaten mehrerer Usertests mit Digitalkameras und Universalfernbedienungen. Aus den Ergebnissen dieser Tests erschlossen sich für Blackler drei Faktoren, die für das Design intuitiv bedienbarer Interfaces eine wichtige Rolle einnehmen: Funktion, Anordnung und Erscheinungsbild. Aus diesen Faktoren und weiteren Usertests ergaben sich folgende Design-Richtlinien [Blackler 06]:

1. **use familiar features from the same domain**

Funktionen, Anordnung und Erscheinungsbild sollten so gestaltet werden, dass bereits allgemein bekannte Elemente darin enthalten sind. Beispiele hierfür wären die Verwendung von bekannten Symbolen oder Beschriftungen.

2. **transfer familiar things from other domains**

Neue oder wenig bekannte Funktionsweisen sollten derart gestaltet werden, dass diese bekannten Funktionen ähneln oder zumindest metaphorisch auf solche Bezug nehmen. Diese Richtlinie zielt auf das Design von alternativen Interfaces ab. Blackler führt hier nur “gestural interfaces” und Interfaces im Bereich von ubiquitous computing an. Aufgrund der weiter oben diskutierten Eigenschaften von TUIs kann aber davon ausgegangen werden, dass diese Richtlinie auch für das Design von TUIs gilt.

3. **redundancy and internal consistency**

Um zu erreichen, dass möglichst viele BenutzerInnen ein Gerät intuitiv bedienen können, sollten Feedback, Hinweise oder Handlungsanweisungen in verschiedenen

## 2 Tangible User Interfaces

Formen vorhanden sein. Für manche BenutzerInnen ist Text geeigneter, für manche Grafiken oder Icons. Feedback kann per visuellem Reiz oder akustisch gegeben werden. Gleichzeitig muss aber auch darauf geachtet werden, dass das einmal gewählte Design für alle Bereiche des technischen Geräts einheitlich bleibt.

Auf Basis dieser drei Richtlinien entwarf Blackler ein Design-Tool für die Entwicklung von intuitiv bedienbaren Technologien (Abbildung 2.8).

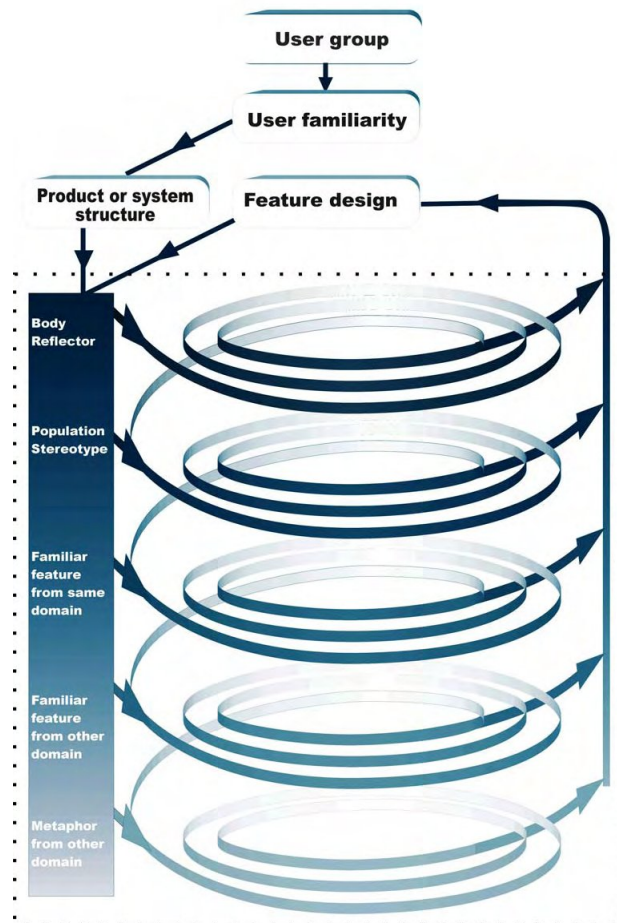


Abbildung 2.8: Design-Tool nach Blackler [Blackler 06]

Während des Designprozesses wird die Spirale zweimal durchlaufen. Das erste Mal für die Entwicklung der Gesamtfunktionalität, wie der äußeren Erscheinung bzw. der globalen Merkmale des Geräts. Im zweiten Durchgang erfolgt das Design der einzelnen Merkmale im Detail. Jede Schlaufe der Spirale ist in die drei Bereiche Funktion (Au-

ßen), Anordnung (Mitte) und Erscheinungsbild (Innen) aufgeteilt. Diese hierarchische Anordnung (zuerst Funktion, zuletzt Erscheinungsbild) ergab sich aus den Ergebnissen der Usertests. Die Spirale wird prinzipiell so lange nach unten durchlaufen, bis für das aktuelle Merkmal ein möglichst ähnliches gefunden wurde. Bei simplen Interfaces kann das schon auf einer der oberen Ebenen sein, bei komplizierten müssen eventuell Metaphern auf der untersten Ebene gesucht werden [Blackler 06].

Dieses Design-Tool wurde auch schon in einem ersten Praxistest von einem Designer erprobt. Positiv wurde hervorgehoben, dass der Designer sich durch die Verwendung des Tools in einem viel größeren Ausmaß mit seiner Zielgruppe und deren Vorkenntnissen auseinandersetzen musste und dass er dadurch die Bedienelemente des Interfaces besser auf die Bedürfnisse der BenutzerInnen abstimmen konnte.

*In diesem Kapitel über TUIs wurden die grundlegenden Eigenschaften dieser Art von Benutzerschnittstelle dargestellt. Nach einem Überblick über die historische Entwicklung wurden einige Ansätze vorgestellt, wie TUIs kategorisiert bzw. definiert werden können. Der letzte Abschnitt dieses Kapitels widmete sich schließlich der Definition von Intuitivität und den Möglichkeiten bzw. Voraussetzungen für das Design von intuitiv bedienbaren TUIs. Im folgenden Kapitel werden nun Ansätze für die Entwicklung von seniorInnengerechten Technologien betrachtet. Dabei werden Faktoren zur Akzeptanz und Nutzung von neuen Technologien beschrieben und vorhandene Richtlinien für das Design von Technologien für ältere Menschen angeführt.*

## 3 SeniorInnengerechte Technologien

Im Kapitel 1.1.2 wurden schon die Möglichkeiten zur Definition von Alter und die verschiedenen Dimensionen des Alterns umrissen. In diesem Kapitel wird nun ein Überblick gegeben, welche Veränderungen der Lebenssituation das Alter(n) mit sich bringt. Im Hinblick auf das Thema dieser Arbeit wird hier besonderes Augenmerk auf physische und kognitive Änderungen, die Kommunikation mit dem sozialen Umfeld und die Akzeptanz von neuen Technologien gelegt. Abschließend werden dann die daraus resultierenden Anforderungen an das Design von seniorInnengerechten Technologien diskutiert.

### 3.1 Ältere Menschen als Zielgruppe

Der Begriff des Alterns bzw. des (hohen) Alters wird in der heutigen Gesellschaft oft mit negativen Bildern konnotiert. Krankheit, soziale Isolation, Armut und geistiger Abbau sind Beispiele für gängige Stereotypen, wenn vom Älterwerden die Rede ist [Schulze 98]. Dieses Altersbild trifft jedoch nur auf eine Minderheit der älteren Menschen zu. Die Mehrheit lebt zumindest in westlichen Ländern wie Deutschland weitgehend problem- und sorgenfrei.[Bäcker et al. 08] So ist beispielsweise keineswegs gesagt, dass ältere Menschen verarmen. Durch staatliche Sozialleistungen ist es vielen älteren Menschen möglich, ihren Lebensstandard auch nach Pensionsantritt aufrecht zu erhalten. Seit den 1970er Jahren konnte sich so auch ein gegensätzliches Altersbild entwickeln, ein *Bild der jungen Alten, der aktiven, kompetenten Senioren* [Walter et.al. 06]. Dieses Altersbild kommt heute häufig im Bereich der Werbung und der Politik zur Geltung, wenn es etwa Anti-Aging Produkte zu verkaufen oder eine der größten WählerInnengruppen zu umwerben gilt [Saake 08, Walter et.al. 06]. Doch wenn das Älterwerden auch nicht zwingend mit Krankheit einhergehen muss, verschlechtert sich im höheren Lebensalter die allgemeine gesundheitliche Lage [Bäcker et al. 08, Friesdorf et al. 07].

Die angeführten Altersbilder haben gemein, dass sie von der Gesellschaft bzw. einem Teil davon konstruiert wurden. Die Selbstsicht der SeniorInnen weicht meist von gesellschaftlich auferlegten Normierungen ab. So hängt das subjektive Empfinden, ob man sich

selber als alt sieht nicht so sehr vom kalendarischen Alter, sondern eher von altersbedingten Veränderungen bzw. Einschränkungen ab [Walter et.al. 06]. Insgesamt stellt sich also die Gruppe der älteren Menschen als eine sehr heterogene Gruppe dar. Dies muss auch bei Überlegungen zur Zielgruppendefinition bei der Entwicklung von neuen Technologien für ältere Menschen bedacht werden.

## 3.2 Akzeptanz und Nutzung von neuen Technologien

Ob eine neue Technologie von den BenutzerInnen akzeptiert und eingesetzt wird hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Es existieren verschiedene Modelle, die zu klären versuchen, welche Faktoren dabei hauptbestimmend für die Akzeptanz neuer Technologien sind. Ein grundlegendes Modell, das Technology Acceptance Model, geht von sechs verschiedenen Faktoren aus, die sich auch gegenseitig beeinflussen [Renaud et al. 08]:

- External Variables (Einflüsse von Aussen): Beispiele wären Systemeigenschaften der Technologie, Eigenschaften der NutzerInnen, Umgebungsfaktoren oder demografische Faktoren [Ernstmann 08].
- Perceived Usefulness (Wahrgenommene Nützlichkeit): Die subjektive Überzeugung der BenutzerInnen, dass die Technologie sie bei Problemlösungen (Anm.: im Original "job") unterstützt.
- Perceived Ease of Use (Wahrgenommene BenutzerInnenfreundlichkeit): Die subjektive Überzeugung der BenutzerInnen, dass die Technologie ohne großen Aufwand zu bedienen ist.
- Attitudes towards Use (Einstellung gegenüber Nutzung): Die subjektive Überzeugung der BenutzerInnen, ob die Nutzung der Technologie für sie wünschenswert ist.
- Behavioural Intention to Use (Verhaltensabsicht gegenüber Nutzung): Die Absicht der BenutzerInnen die Technologie zu nutzen.
- Actual System Use (Tatsächliche Nutzung des Systems)

Von zentraler Bedeutung sind in diesem Modell die wahrgenommene BenutzerInnenfreundlichkeit (PEU) und die wahrgenommene Nützlichkeit der Technologie (PU). Wie in Abbildung 3.1 ersichtlich, haben beide Faktoren Einfluss auf die Einstellung der BenutzerInnen gegenüber der Technologie (A). Die wahrgenommene Nützlichkeit (PU) beeinflusst auch die Absicht der BenutzerInnen die Technologie zu nutzen (BI). Diese

### 3 SeniorInnengerechte Technologien

Verhaltensabsicht ist Grundvoraussetzung für die tatsächliche Nutzung der Technologie [Ernstmann 08]. Dieses Modell ist vor allem in der angloamerikanischen Forschung verbreitet und bezieht sich in seiner ursprünglichen Form auf den Unternehmenskontext [Königstorfer 08].

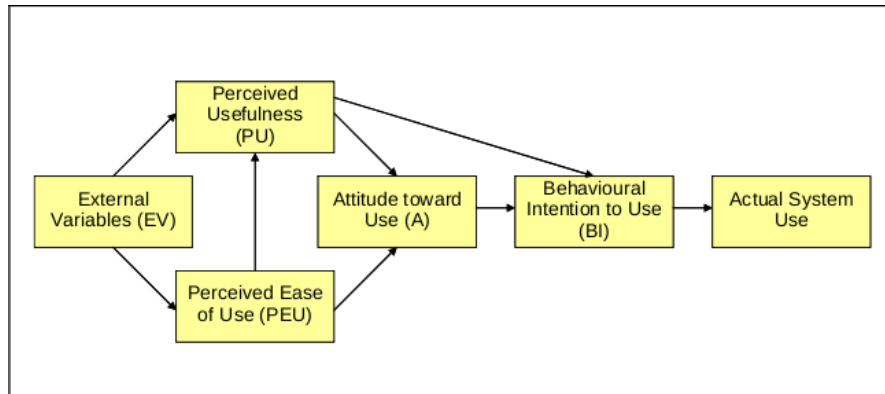


Abbildung 3.1: Technology Acceptance Model [Renaud et al. 08]

Ein aktuelleres Modell zur Technikakzeptanz entstand aus einer Untersuchung der acht beliebtesten Akzeptanzmodelle: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (siehe Abbildung 3.2). Dieses Modell bestand nicht nur aus Faktoren, die die Verhaltensabsicht determinieren (wie im Technology Acceptance Model), sondern auch aus vier weiteren Aspekten, die Einfluss auf diese Faktoren nehmen: experience (Vorkenntnisse), voluntariness (freiwillige Verwendung), gender, and age [Venkatesh et al. 03]. Hier werden also Eigenschaften der BenutzerInnen in das Modell miteinbezogen. Beispielsweise wird “Effort Expectancy” von Geschlecht, Alter und Vorkenntnissen der BenutzerInnen beeinflusst. Laut [Venkatesh et al. 03] ist “Effort Expectancy” ein Gradmesser dafür, wie leicht eine Technologie von den BenutzerInnen bedient werden kann und hat bei weiblichen BenutzerInnen, älteren Arbeitern und bei BenutzerInnen mit wenig Vorkenntnissen einen höheren Einflussgrad auf die Verhaltensabsicht als bei anderen BenutzerInnen.

Wie in Abbildung 3.2 zu sehen ist, spielt das Alter eine entscheidende Rolle, es beeinflusst alle vier Entscheidungsfaktoren. Während die drei anderen Eigenschaften als Scheinvariablen dargestellt werden (z. B. Geschlecht “0” und “1”), wird das Alter als kontinuierliche Variable definiert [Venkatesh et al. 03]. Dieser starke Einfluss des Alters der BenutzerInnen auf die Verhaltensabsicht gegenüber neuen Technologien wurde im Rahmen einer Studie von Morris und Venkatesh erhoben, in der die Einführung einer neuen

Unternehmenssoftware untersucht wurde [Morris et al. 00].

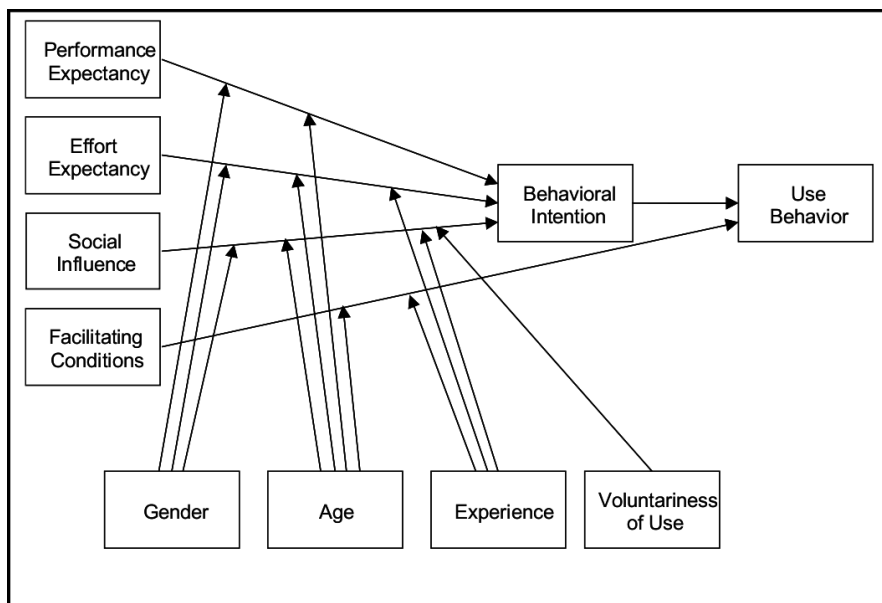


Abbildung 3.2: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [Venkatesh et al. 03]

Auch wenn diese Akzeptanzmodelle verstärkt auf Unternehmenssituationen abzielen, kann ein erster Schluss über den Einfluss des Alters gezogen werden. Was sind jedoch die konkreten Veränderungen, die im Alter die Akzeptanz bzw. die Nutzung neuer Technologien beeinflussen? Trotz der bereits erwähnten Tatsache, dass die Auswirkungen des Älterwerdens von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich sein können, existieren doch bestimmte kognitive Einbußen, die mit zunehmenden Alter auftreten. [Van Gerven et al. 06] sprechen in diesem Zusammenhang von “cognitive aging”. Damit bringen sie hauptsächlich zwei kognitive Alterseinbußen in Verbindung: “general cognitive speed” und “cognitive control”. Einbußen in der “general cognitive speed” meinen eine generelle Verlangsamung aller kognitiven Prozesse in allen kognitiven Verarbeitungsvorgängen. Bei Einbußen der “cognitive control” sind eine Reihe von Mechanismen zur Informationsverarbeitung und des Planungsverhaltens betroffen. Dies schließt auch die Funktion des Arbeitsgedächtnisses (working memory) ein, das für die vorübergehende Speicherung von Informationen, die gerade verarbeitet werden, zuständig ist. Durch diese Einbußen wird das Erlernen von neuen kognitiven Fähigkeiten, wie beispielsweise der Umgang mit Computern, erheblich beeinträchtigt.



### 3 SeniorInnengerechte Technologien

[Czaja et al. 06] kommen zu ähnlichen Schlussfolgerungen, doch verwenden sie in ihren Ausführungen das Modell der fluiden und kristallisierten Intelligenz von Cattell. Fluide Intelligenz steht für die Fähigkeit, Neues zu erlernen, neue Probleme und Situationen ohne Vorwissen erfolgreich zu meistern. Die kristallisierte Intelligenz steht hingegen für Problemlösung durch die Nutzung von vorhandenem Wissen, welches durch Erziehung und Erfahrung erworben wurde [Czaja et al. 06, Schweizer 06]. Laut [Czaja et al. 06] gibt es einen direkten Zusammenhang zwischen fortschreitendem Alter und der Abnahme der fluiden Intelligenz. Die kristallisierte Intelligenz bleibt jedoch relativ stabil bzw. kann sich, bis zu einer gewissen Altersgrenze, mit zunehmenden Alter noch steigern. Neben der fluiden Intelligenz verringern sich noch weitere kognitive Kapazitäten, die für den Umgang mit neuen Technologien wichtig sind. Einbußen im Bereich der Raumkognition, die für das räumliche Vorstellungsvermögen und dem Umgang mit räumlichen Wissen zuständig ist, erschweren die Verarbeitung von komplexen Multi-Tasking Aufgaben. Auch die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung nimmt im Alter ab. Die Einbußen in diesen kognitiven Bereichen treten verstärkt auf, wenn es um den Umgang mit neuen Technologien geht [Czaja et al. 06, Morris et al. 00]. Abbildung 3.3 zeigt einen Überblick über kognitive Fähigkeiten, die wesentlich für den Umgang mit Technologien sind.

Authors	Computer application	Cognitive abilities
Vincente, Hayes, and Williges	Information search and retrieval	Visualization ability, verbal ability
Czaja, Hammond, Blascovich, and Swede	Text-editing	Spatial memory and reasoning
Sein and Bostrom	Electronic e-mail	Spatial ability
Seagull and Walker	Information search and retrieval	Perceptual speed, visualization ability
Lohse	Graphical aids	Working memory
Morrow, Leirer, Carver, and Tanke	Health appointment attendance	Vocabulary, memory span, and processing speed
Czaja and Sharit	Data entry	Psychomotor skills and visuo-spatial abilities
Czaja et al.	Information search and retrieval	Processing speed, memory, attention
Sharit, Czaja, Nair, and Lee	Interactive telephone voice menu systems	Working memory
Sharit, Czaja, Hernandez, Yang, Perdomo, Lewis, Lee and Nair	Information search and retrieval/e-mail	Psychomotor speed, working memory, verbal abilities, attention
Pak, Rogers, and Fisk	Computer-based information search	Psychomotor speed, perceptual speed, spatial orientation

Abbildung 3.3: Für die Interaktion mit Technologien relevante kognitive Fähigkeiten [Czaja et al. 06]

Neben den kognitiven Einbußen gibt es noch weitere Bereiche, die mit zunehmenden Alter eine Beeinträchtigung erfahren. Verlängerte neuronale Reaktionszeiten führen zu

einem erhöhten Zeitbedarf bzw. zu geringerer Genauigkeit bei der Bewegungsausführung. Mit dem Alter reduziert sich auch die allgemeine Sinnesleistung. Durch eine Reduktion der Akkommodationsfähigkeit der Augenlinse kommt es zu einer altersbedingten Weitsichtigkeit, durch die ohne Sehhilfe scharfes Sehen erst ab 0,7 bis 1,5 m Sehabstand möglich ist. Mit dem Alter steigen auch die Umstellungszeit für Entfernungswechsel und der Beleuchtungsgrad, der für gutes Sehen benötigt wird, kontinuierlich an. Eine Trübung der Augenlinse kann außerdem zu schlechterer Erkennung von Farbunterschieden führen. Weiters tritt eine altersbedingte Einschränkung der Hörfähigkeit auf, die die Hörschwelle und die Empfindlichkeit für hohe Frequenzen beeinträchtigt [Friesdorf et al. 07].

Neben den kognitiven bzw. körperlichen Barrieren im Umgang mit neuen Technologien existieren aber auch Hemmschwellen aufgrund von geringer Erfahrungswerte mit neuen Technologien. Ein großer Teil der älteren Menschen hat Vorbehalte gegenüber der Verwendung von Technologien bzw. der Technik im Allgemeinen. Der Umgang damit ist schwer zu erlernen, Komplexität in der Benutzung und mangelnde Informationen führen zu Überforderungen [Bammer et al. 04]. Das gilt vor allem für die Bedienung von Computersystemen, deren Grundkonzepte (Bildschirm/Tastatur/Maus), Visualisierungen und Interface-Metaphern, wie beispielsweise Scrollbars, für jüngere BenutzerInnen mittlerweile selbstverständlich geworden sind, für ältere Menschen aber aufgrund von mangelnder Praxis große Barrieren darstellen können [Eisma et al. 04]. [Bammer et al. 04] kamen in einer Studie mit 681 Menschen in der Altersklasse zwischen 50 und 75 Jahren aus dem Jahr 2004 zu der Erkenntnis, dass die Vorbehalte älterer Menschen gegenüber der Technik sehr groß sind. Die Möglichkeiten von neuen Technologien als Kommunikations- bzw. Informationsmedium werden noch sehr selten wahrgenommen. Am ehesten wird Technik noch als Unterstützung in Notsituationen, als Hilfestellung bei Gebrechen und als Hilfe zur Erhaltung der Mobilität bzw. der Selbstständigkeit akzeptiert.

Beim Design von neuen Technologien für ältere Menschen müssen also einige Dinge beachtet werden, damit die BenutzerInnen die Technologien akzeptieren und auch wirklich nutzen. Welche Ansätze dafür bei der Entwicklung von neuen Technologien existieren, wird im nächsten Abschnitt untersucht.

### 3.3 Design

Wie in Abschnitt 3.2 beschrieben wurde, gibt es für den Entwurf einer Technologie für ältere Menschen eine Reihe von Grundvoraussetzungen. In diesem Abschnitt werden einige

### 3 SeniorInnengerechte Technologien

Möglichkeiten aufgezeigt, wie diese in den Entwicklungsprozess integriert werden können.

Es existieren zwar Anleitungen bzw. Anregungen für das Design von Technologien für ältere Menschen, diese beschränken sich jedoch zumeist auf Anwendungen/Systeme mit klassischen WIMP-Interfaces (siehe Abschnitt 1.1.1), Fernsteuerungen oder Mobiltelefone. Da in dieser Arbeit der Fokus auf Technologien mit TUIs liegt, werden hier Informationen aus existierenden Guidelines extrahiert, die auch für das Design von Technologien mit alternativen Interfaces von Nutzen sind [Fisk et al. 09]:

- Um die visuelle Wahrnehmung älterer BenutzerInnen zu unterstützen, sollte beispielsweise auf eine gute Beleuchtung geachtet werden.
- Text oder Icons sollten genügend groß und kontrastreich dargestellt werden. Außerdem sollten diese isoliert positioniert werden, damit keine Überlappungen auftreten, die von der Information ablenken.
- Symbole oder Icons sind gut geeignet, um Information zu übermitteln, wenn sie den älteren BenutzerInnen bekannt sind. Verkehrsschilder können beispielsweise gleich gut oder besser wie Text erkannt werden. Es ist wahrscheinlich, dass ältere Menschen längere Zeit brauchen, um neue Symbole oder Icons wiederzuerkennen.
- Text sollte zumindest in Schriftgröße 12 ausgegeben werden. Als Schriftart sollte eine serif oder sans serif Schrift gewählt werden, keine ausgefallenen oder kursiven Schriftarten. Um einen größtmöglichen Kontrast zu erreichen, empfiehlt es sich schwarzen Text auf weißen Hintergrund zu verwenden.
- Auf jede Interaktion der BenutzerInnen sollte ein Feedback folgen, welches die Folgen der Interaktion unterstreicht. Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass ein gegebenes Feedback von den älteren BenutzerInnen auch wahrgenommen wird, sollte sowohl visuelles als auch akustisches Feedback gegeben werden.
- Beim akustischen Feedback sollte darauf geachtet werden, dass die Frequenz des Tones/der Töne nicht höher als 4000 Hz liegt, da die Fähigkeit zur Wahrnehmung höher frequenter Töne im Alter abnimmt.
- Bei Sprachausgabe sollte darauf geachtet werden, dass Hintergrundgeräusche so weit wie möglich reduziert werden. Dies kann bei den Überlegungen der Standortposition des zu entwickelnden Geräts bedacht werden oder es werden Kopfhörer bereitgestellt. Die Sprachgeschwindigkeit sollte bei 140 Wörter pro Minute oder weniger liegen.

### 3 SeniorInnengerechte Technologien

- Die BenutzerInnen sollten die Möglichkeit haben, die Lautstärke des Audiosignals einzustellen.
- Ein zusätzlicher Weg um BenutzerInnen in ihrer Interaktion zu unterstützen, ist das haptische Feedback, das beispielsweise über Vibration gegeben werden kann.
- Beim Design des Interaktionsablaufs sollte darauf geachtet werden, dass die Anzahl der Interaktionsschritte, die die BenutzerInnen vornehmen müssen, um eine Aufgabe zu erledigen, so gering wie möglich gehalten wird. Je weniger Interaktionsschritte benötigt werden, desto geringer ist die Gefahr, dass Fehler auftreten.
- Die Interaktionselemente sollten den Erwartungshaltungen der BenutzerInnen entsprechen (siehe Abschnitt 2.3.1).
- Unbeabsichtigte Interaktionen sollten rückgängig gemacht werden können (“Undo“-Funktion).
- Das System sollte individuell an die Bedürfnisse des jeweiligen Benutzers/der Benutzerin angepasst werden können.
- Bei den einzelnen Interaktionsschritten sollten zur Unterstützung der BenutzerInnen Gedächtnisstützen vorhanden sein.
- Wichtige Informationen sollten sofort die Aufmerksamkeit der BenutzerInnen auf sich ziehen, weniger wichtige in den Hintergrund treten.
- Bei all diesen Punkten ist auf Konsistenz zu achten. Es sollte zu keinen Designbrüchen innerhalb des Geräts kommen, da dies das Erlernen der Bedienung für ältere Menschen zusätzlich erschwert.

Die angeführten Punkte sind ein Überblick der wichtigsten Anregungen, die [Fisk et al. 09] für das Design von Technologien für ältere Menschen bereitstellen. In der Literatur können noch viele mehr gefunden werden. Diese Richtlinien können zwar ein Framework für EntwicklerInnen/DesignerInnen bei der Gestaltung von Technologien für ältere Menschen darstellen, um ein Gerät jedoch wirklich seniorInnengerecht zu gestalten, reichen diese nicht aus.

Für die Entwicklung von Technologien, die den Bedürfnissen von ältere BenutzerInnen voll entsprechen, ist es unabdinglich, diese möglichst früh in den Design-Prozess einzubeziehen. Nur so können Wünsche und Anregungen der Zielgruppe direkt in den

### 3 SeniorInnengerechte Technologien

Entwicklungsprozess integriert werden [Rauhala 07, Czaja et al. 06]. Dieses benutzerInnenzentrierte Design ist zwar mittlerweile als Begriff bei ProduktentwicklerInnen im Ansatz angekommen, die Durchführung ist aus verschiedenen Gründen aber in vielen Fällen mangelhaft. So werden oft Marktforschungsmethoden zur Abfrage der KundInnenwünsche eingesetzt, die aber nicht die zur Entwicklung der Technologie benötigten Detailinformationen liefern können [Friesdorf et al. 07]. Weiters werden ProduktentwicklerInnen oft vom Management unter Druck gesetzt, eine Technologie so schnell wie möglich und mit geringem Ressourceneinsatz zu entwickeln. Dadurch kann die oft zeitintensive NutzerInnen-Integration in Mitleidenschaft gezogen werden [Fisk et al. 09].

Welche Möglichkeiten gibt es nun für ProduktentwicklerInnen bzw. DesignerInnen ältere NutzerInnen in den Designprozess zu integrieren? [Friesdorf et al. 07] haben sieben mögliche Ansatzpunkte unter insgesamt zwölf Produktentwicklungsschritten (PE-Schritt) identifiziert, bei denen eine Einbeziehung von NutzerInnen sinnvoll wäre (siehe Abbildung 3.4).

PE-Schritt	Ansatzpunkt	Benennung
1	1	Aufgabenbereich auswählen (Seniorenbefragung oder Sekundärquellen)
3	2	Produktideen den Senioren vorstellen auswählen
4	3	Aufbereitete Produktidee wieder Senioren vorstellen und Anforderungen ermitteln
6	4	Konzeptvarianten als Modell Senioren vorstellen und bewerten
8	5	Entwickelte Konzepte den Senioren erneut z.B. anhand eines Funktionsmodells vorstellen
10	6	Prototyp Senioren vorstellen und testen
11	7	Vor der Vermarktung weitere Seniorenbefragung (zu Marketing/Vertrieb)

Abbildung 3.4: Ansatzpunkte für die NutzerInnen-Integration [Friesdorf et al. 07]

- *Ansatzpunkt 1:* Bereits bei der Auswahl des Aufgabenbereichs können neben einer Datenanalyse SeniorInnenbefragungen durchgeführt werden. Hier wurde die Erfahrung gemacht, dass abstrakte und sehr allgemein gehaltene Aufgabenstellungen den älteren NutzerInnen Probleme bereiteten.
- *Ansatzpunkt 2:* Die aus den Ergebnissen der ersten Phase entstandenen Produkti-

### 3 SeniorInnengerechte Technologien

deen können SeniorInnen vorgestellt und gemeinsam mit ihnen die erfolgversprechendste Idee ausgewählt werden.

- *Ansatzpunkt 3:* Die aufbereitete Produktidee wird den SeniorInnen wieder vorgestellt, um eventuelle Schwachpunkte im Vorfeld zu identifizieren.
- *Ansatzpunkt 4:* Die ProduktentwicklerInnen erstellen erste Konzeptvarianten, die den SeniorInnen als zwei- oder dreidimensionale Modelle präsentiert und von diesen bewertet werden.
- *Ansatzpunkt 5:* Das beste Konzept wird als Mock-up umgesetzt. Gemeinsam mit den SeniorInnen können mittels kreativer Methoden Feinheiten an dem Modell verbessert werden.
- *Ansatzpunkt 6:* Aus diesem Mock-up wird ein Prototyp des Produkts entwickelt und mit den SeniorInnen evaluiert.
- *Ansatzpunkt 7:* Nach der Fertigstellung des Produkts können die SeniorInnen in Marketing-Fragen eingebunden werden.

*Dieses Kapitel widmete sich den Voraussetzungen für die Entwicklung von Technologien für ältere Menschen. Welche Methoden für die Integration von BenutzerInnen für diese Arbeit verwendet wurden und welche Herausforderungen bei deren Anwendung auftreten können, wird in Kapitel 5 beschrieben. Zuvor werden in Kapitel 4 noch einige Referenzprodukte mit Bezug auf TUIs bzw. seniorInnengerechte Technologien vorgestellt.*

## 4 Referenzprojekte

Die Anzahl der Entwicklungen von Technologien mit TUIs für ältere Menschen ist noch recht überschaubar. An dieser Stelle werden einige Projekte präsentiert, die Inspiration für verschiedene Teile dieser Arbeit waren.

### 4.1 Nostalgia

In diesem Projekt wurde ein Prototyp entworfen, der es älteren Menschen ermöglichen soll, alte Nachrichten und Lieder aus verschiedenen Jahrzehnten des zwanzigsten Jahrhunderts zu hören [Nilsson et al. 03]. Dieser Prototyp wurde unter Einbeziehung partizipatorischer Designmethoden entwickelt.



Abbildung 4.1: Nostalgia [Nilsson et al. 03]

Über einen interaktiven Tischläufer können die Jahrzehnte ausgewählt werden. Dazu

drücken die BenutzerInnen auf das Muster des Tischläufers: Je weiter rechts am Muster, desto später das Jahrzehnt (siehe Abbildung 4.2). Die dazugehörigen Nachrichten bzw. Lieder werden dann über ein Ausgabegerät wiedergegeben, das die Form und das Aussehen eines altmodischen Radios hat (siehe Abbildung 4.1). Die Kommunikation zwischen Tischläufer und Radio erfolgt über Buttons, die unter dem Tischläufer angebracht sind. Drückt ein Benutzer/eine Benutzerin auf einen Teil des Musters, wird der darunterliegende Button aktiviert und die zugehörigen MP3 Files werden abgespielt. Über das Radiogerät kann der Prototyp ein- und ausgeschaltet sowie die Lautstärke der Audiofiles geregelt werden.

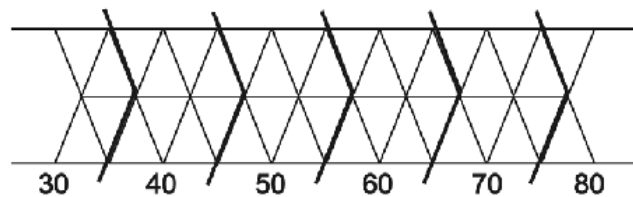


Abbildung 4.2: Muster des Tischläufers / Jahrzehnte [Nilsson et al. 03]

Im Design-Prozess des Nostalgia-Prototypen wurden verschiedene Methoden zur BenutzerInnen-Integration eingesetzt. Zu Beginn wurde mit dem Einsatz von cultural probes versucht, Ideen und Inspirationen für den Prototypen von potenziellen BenutzerInnen einzuholen. Um die Ergebnisse der cultural probes zu vertiefen und um über Vorlieben und musikalische Hörgewohnheiten zu reden, wurden mehrere Workshops mit älteren Menschen durchgeführt. Die gesammelten Erkenntnisse flossen in die Entwicklung des Prototypen ein, der nach seiner Fertigstellung einer Gruppe von älteren Menschen vorgestellt wurde.

Dieses Projekt ist ein gutes Beispiel für eine frühe Einbeziehung der BenutzerInnen in den Entwicklungsprozess. Als solches stand es Vorbild für die Planung und Durchführung der Workshops dieser Arbeit.

### 4.2 Jive/Bettie

Jive bzw. die derzeitige Weiterentwicklung Bettie soll älteren Menschen ermöglichen, Neuigkeiten an Verwandte oder FreundInnen zu schicken bzw. von diesen zu empfangen [4]. Dabei werden, wie bei dem Prototypen dieser Arbeit, zur Kontaktaufnahme Fotos der jeweiligen Personen verwendet. Das Gerät besteht aus einem Bildschirm, einer Tastatur und den so genannten "Friend Passes". Diese "Friend Passes" bestehen aus einem Foto



#### 4 Referenzprojekte

der jeweiligen Kontaktperson, einem Magneten auf der Rückseite, einem RFID Chip und einer Schutzhülle.

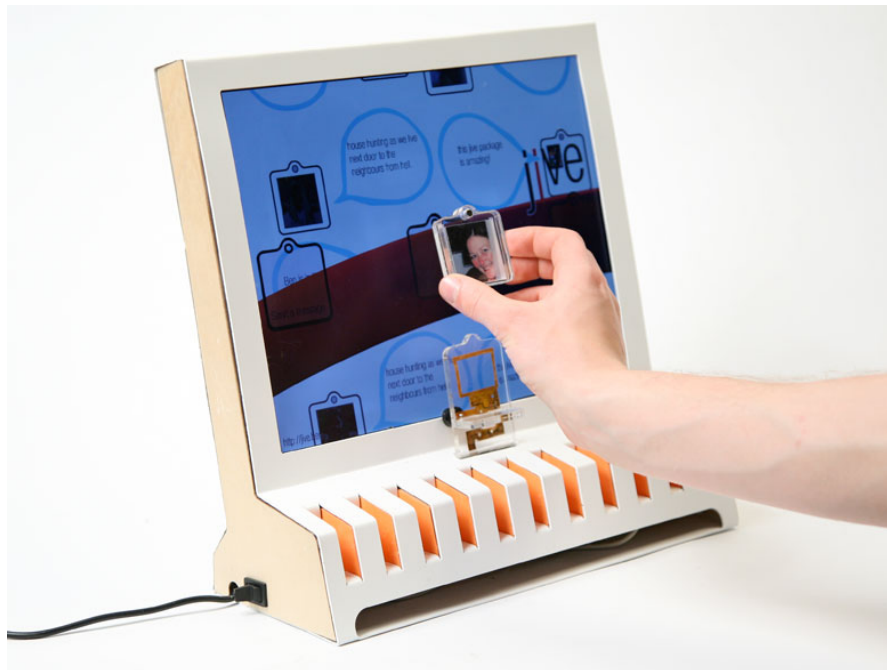


Abbildung 4.3: Jive [3]

Über den RFID Chip werden die “Friend Passes” unterschieden und ihre derzeitige Position getrackt. Durch den Magnet auf der Rückseite ist es möglich die “Friend Passes” auf dem Bildschirm zu platzieren. Wird der “Friend Pass” auf der linken Bildschirmseite platziert, kann über eine externe Tastatur eine Nachricht eingegeben werden und an den Kontakt verschickt werden. Durch das Platzieren des “Friend Pass” in der Mitte des Schirmes wird ein Überblick über die Person aufgerufen. Detailliertere Informationen können durch das Platzieren des “Friend Pass” auf der rechten Bildschirmseite abgefragt werden. Der “Friend Pass” ist außerdem mit den vorhandenen Social-Networks Profilen (z. B. Facebook) der jeweiligen Person verbunden. Dadurch können auch die Nachrichten bzw. Statusmeldungen aus diesen Netzwerken abgerufen werden.

Jive/Bettie sind relativ neue Entwicklungen auf dem Kommunikationssektor. Wie bei den Bedienobjekten des Prototypen dieser Arbeit werden zur Identifikation der KommunikationspartnerInnen kleine Fotos der Personen verwendet.

### 4.3 reacTable

Der reacTable ist ein Musikinstrument in Form eines Tisches, das mittels TUI gespielt werden kann [Jorda et al. 07].

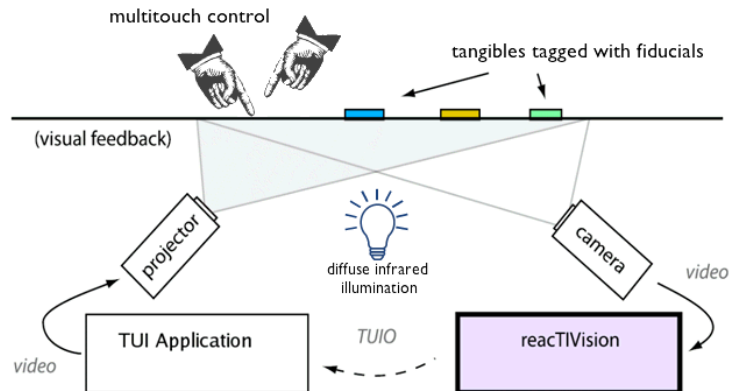


Abbildung 4.4: reacTable Komponenten [7]

Dazu werden verschiedene Objekte auf die durchscheinende Oberseite des Tisches gelegt. Auf der Unterseite dieser Objekte befinden sich Fiducial Symbole, über die die Objekte identifiziert werden. Das Tracking der Symbole wird von der Open-Source-Software reactTIVision übernommen. Da reacTable einen Projektor verwendet, der visuelles Feedback von der Unterseite auf die Tischplatte projiziert, und die Kamera die Tischplatte ebenfalls von unten filmt, wird eine Infrarot-Kamera zur Symbolerkennung eingesetzt. Durch Hinzufügen, Verschieben oder Verdrehen der Bedienelemente wird auf die ausgegebene Musik Einfluss genommen. Die Bedienung des reacTables erlaubt sowohl ein spielerisches Ausprobieren als auch eine professionelle Anwendung (etwa bei Konzerten).

Wie der reacTable basiert auch die Funktionalität von TanCu auf reactTIVision. Durch die Plattformunabhängigkeit der Open-Source-Software, der Verfügbarkeit des Client in verschiedensten Programmiersprachen und der guten Dokumentation, kann die Anwendung problemlos in die eigene Software integriert werden.

*Dieses Kapitel lieferte einen Überblick über bestehende Projekte, die Einfluss auf die Konzeption und Entwicklung von TanCu bzw. der Workshops dieser Arbeit hatten. Im folgenden Kapitel werden die Methoden beschrieben, die im praktischen Teil der Arbeit teilweise eingesetzt oder zumindest angedacht wurden.*

## 5 Methoden

In diesem Kapitel werden ausgewählte Methoden zur BenutzerInnen-Integration in die Entwicklungsarbeit beschrieben, die im Rahmen der empirischen Arbeit eingesetzt bzw. deren Anwendung angedacht wurden.

**Interviews:** Es gibt viele verschiedene Arten von Interviews, die Möglichkeiten reichen von stark strukturierten Interviews mit klar vorgegebenem Leitfaden bis hin zu sehr offenen bzw. narrativen Interviews, wo der Interviewende/die Interviewende nur die grobe Richtung vorgibt [Flick 00]. Prinzipiell sollte der Interviewende/die Interviewende eine neutrale Position einnehmen, um den Interviewten/die Interviewte so wenig wie möglich zu beeinflussen. Interviews im Rahmen eines Usability-Workshops (siehe unten), wie sie in dieser Arbeit durchgeführt wurden (siehe Kapitel 7), sollten direkt nach den Workshops stattfinden, damit die Erinnerung an die Interaktion noch so aktuell wie möglich ist [Fisk et al. 09]. Neben Interviews mit den TeilnehmerInnen der Workshops wurden im Rahmen dieser Arbeit auch Interviews mit ExpertInnen aus den Bereichen “intuitive User Interfaces”<sup>1</sup> und “benutzerInnenzentrierte Entwicklung”<sup>2</sup> geführt. Die Ergebnisse dieser Gespräche flossen sowohl in die Weiterentwicklung von TanCu als auch in die Planung, Vorbereitung und Durchführung der Workshops ein.

**Fragebögen:** Durch die Verwendung von Fragebögen können Ansichten von einer größeren Anzahl von BenutzerInnen abgefragt werden. Typischerweise steht für die Beantwortung der Fragen eine Fünf-Punkte-Skala zur Verfügung (“stimme vollkommen überein” bis “stimme gar nicht überein”). Die BenutzerInnen markieren den Punkt, der am ehesten ihrer Meinung nach der Fragestellung entspricht. Es existieren standardisierte Fragebögen, um etwa die Zufriedenheit mit einem System bzw. einer Technologie abzufragen. Hier wird beispielsweise abgefragt, wie leicht eine Aufgabe im Zusammenhang mit dem System erfüllt werden konnte [Fisk et al. 09]. Im Zusammenhang mit der intuitiven Benutzbarkeit von Systemen sei der Fragebogen “QUEST” erwähnt, der von der

---

<sup>1</sup>Dr. Jörn Hurtienne <http://www-edc.eng.cam.ac.uk/people/jwh44.html> (29.12.2009)

<sup>2</sup>Dr. Marjo Rauhala MSc. B.A. <http://www.is.tuwien.ac.at/de/staff/mr.html> (29.12.2009)

Arbeitsgruppe “Mensch-Maschine-Systeme” des Instituts für Psychologie und Arbeitswissenschaft an der TU Berlin gemeinsam mit den Deutsche Telekom AG Laboratories entwickelt wurde. In insgesamt 14 Punkten werden fünf Aspekte der Interaktion abgefragt: Wahrgenommene kognitive Beanspruchung, wahrgenommene Zielerreichung, wahrgenommener Lernaufwand, Vertrautheit / Vorwissen, wahrgenommene Fehlerrate. Für die Workshops, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden, wurde jedoch ein qualitativer Ansatz gewählt, da hier eine detailliertere Evaluierung der Interaktion möglich ist.

**Fokusgruppen:** Hier werden in kleineren Gruppen (typischerweise sechs bis zwölf Personen) Diskussionen über gewisse Themen geführt. Als Erkenntnisquelle werden hier nicht nur die Ergebnisse der Diskussion verwendet, sondern auch die Stimulierung einer Diskussion und die Dynamiken innerhalb der Diskussion [Flick 00, Fisk et al. 09]. Fokusgruppen stellen bei der Entwicklung von neuen Technologien eine gute Methode dar, um die Bedürfnisse der BenutzerInnen zu Beginn des Entwicklungsprozesses zu erörtern (siehe 3.3). Da für diese Arbeit jedoch bereits ein Prototyp vorhanden war, wurde der Einsatz dieser Methode verworfen.

**Usability Testing:** Eine sehr wichtige Methode im benutzerInnenzentrierten Design, die auch als Grundstruktur für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Workshops verwendet wurde (siehe Kapitel 7), ist Usability Testing. Im Deutschen wird Usability, wenn es überhaupt übersetzt wird, oft mit Gebrauchstauglichkeit bezeichnet. Dabei werden ein oder mehrere repräsentative BenutzerInnen der relevanten Zielgruppe bei der Interaktion mit dem zu entwickelnden Gerät beobachtet. Oft wird diese Methode in Kombination mit anderen Methoden durchgeführt, etwa mit Interviews, um so die Interaktionssituation im Nachhinein noch einmal zu reflektieren. Ziel dieser Beobachtung kann das Auffinden von Problemfeldern in der Interaktion sein oder auch das Messen der Zeitdauer, die benötigt wird, um zuvor definierte Aufgaben zu erledigen [Fisk et al. 09, Rubin et al. 08]. Die grundlegenden Elemente von Usability Testing haben [Rubin et al. 08] wie folgt beschrieben:

- *Development of research questions or test objectives rather than hypotheses* (Siehe 7.2 Videobeobachtung).
- *Use of a representative sample of end users which may or may not be randomly chosen* (Siehe 7.1.3 TeilnehmerInnen).
- *Representation of the actual work environment* (Siehe 6 Prototyp TanCu).

- *Observation of end users who either use or review a representation of the product* (Siehe 7.2 Videobeobachtung).
- *Controlled and sometimes extensive interviewing and probing of the participants by the test moderator* (Siehe 7.3 Nachbereitung).
- *Collection of quantitative and qualitative performance and preference measures* (Siehe 7.4 Videoanalyse).
- *Recommendation of improvements to the design of the product* (Siehe 8 Konklusion).

Um die Rahmenbedingungen bzw. den Ablauf des Usability Testing in einer Übersicht festzuhalten, empfiehlt es sich, im Vorhinein einen Plan aufzustellen. In diesem wird genauer auf die oben angeführten Grundelemente des Usability Testing eingegangen: Welche Ziele werden verfolgt? Wie werden die BenutzerInnen ausgewählt bzw. wie viele werden benötigt? Wird ein funktionsbereiter Prototyp eingesetzt oder ein Mock-Up? Wie soll der Interaktionsvorgang aufgezeichnet werden? Sollen die BenutzerInnen während der Interaktion laut ihre Gedanken mitteilen (“Think aloud”), um ihre Handlungsweisen besser nachvollziehen zu können oder würde das zu sehr ablenken?

Ein gutes Gelingen des Usability Testing ist von vielen Faktoren abhängig. Beim benutzerInnenzentrierten Design stehen, wie der Name schon sagt, die Bedürfnisse der BenutzerInnen im Mittelpunkt. So muss überlegt werden, wo die Beobachtungen stattfinden sollen. In einer Laborumgebung oder in einer den BenutzerInnen vertrauten Umgebung? Gerade ältere BenutzerInnen können durch eine ihnen nicht vertraute Umgebung verunsichert werden [Fisk et al. 09]. Wie kann ich meine Kamera positionieren, ohne dass die Privatsphäre der BenutzerInnen verletzt wird, aber der Interaktionsvorgang mit dem Gerät trotzdem klar erkenntlich bleibt? Bei der Durchführung von Usability Testings müssen viele verschiedene Faktoren beachtet werden. Nicht zuletzt werden auch viele Fragen aufgeworfen, die in Kapitel 7 näher behandelt werden.

**Videobeobachtung:** Die Beobachtung ist eine in der Geschichte der qualitativen Beobachtung häufig verwendete Methode zur Datenerhebung. Es existieren verschiedene Qualifikationen von unterschiedlichen Beobachtungsverfahren: verdeckt/offen, nicht-teilnehmende/teilnehmende, systematische/unsystematisch, etc [Flick 00]. Hier wird speziell auf Beobachtung mittels Videoaufzeichnung im Rahmen eines Usability-Testings eingegangen, da diese auch im Rahmen der Workshops dieser Arbeit eingesetzt wurde (siehe 7.2). Mittels Videobeobachtung können die multimodalen Interaktionen der TeilnehmerInnen am Workshop auch im Nachhinein analysiert werden. Mit multimodaler

Interaktion ist prinzipiell jegliche Interaktion gemeint, nur soll damit speziell hervorgehoben werden, dass auch low-level Interaktion, wie die Entfernung zum Gerät oder die Bewegungen des Blickfelds, in die Analyse miteinbezogen wird [Norris 04]. Hier werden nun einige Kategorien nach [Norris 04] angeführt, die zur Analyse von Videomaterial herangezogen werden können:

- **gesprochene Sprache:** Wichtig ist hier nicht nur der Inhalt einer Aussage, sondern auch der Kontext in dem Dinge ausgesprochen werden.
- **Proxemik:** In welcher Entfernung befinden sich TeilnehmerInnen zueinander bzw. zu wichtigen Objekten. Ein großer Abstand kann beispielsweise geringe Vertrautheit gegenüber einer Person oder einem Gerät andeuten.
- **Körperhaltung:** Welche Körperhaltung nehmen die TeilnehmerInnen bei der Interaktion ein? Sind die Arme und Beine verschränkt? Sitzt der/die TeilnehmerIn gerade auf dem Sessel oder seitlich? Ist der Körper auf das relevante Objekt ausgerichtet oder davon abgewandt?
- **Gestik:** Gesten unterstreichen oft die Bedeutung von gesprochenen Worten und können so zur Klarheit von getroffenen Aussagen beitragen.
- **Kopfbewegung:** Kopfbewegungen können verschiedenste Bedeutungen haben. So kann etwa durch Nicken oder Kopfschütteln Zustimmung oder Ablehnung signalisiert, durch Senken oder Heben des Kopfes die Körperhaltung verändert (geschlossene oder offene Körperhaltung) oder durch die Verlagerung des Blickfelds der Fokus verändert werden.

**Ethisches Framework:** Für die Arbeit mit älteren Menschen wurde das “Experience-based Framework” von [Rauhala 07] herangezogen. Dieses Framework basiert auf der Analyse von Erfahrungen anderer WissenschaftlerInnen in der BenutzerInnen-Integration. Daraus wurde eine Reihe von Empfehlungen abgeleitet, die als Grundstruktur für Planung und Durchführung der Workshops eingesetzt wurden:

1. *Let the encounter be based on respect.*
2. *Pay attention to the individual. Be attentive.*
3. *Treat the user as an expert.*
4. *Be open-minded.*

## 5 Methoden

5. *Make careful preparations.*
6. *Flexibility: adapt to the situation.*
7. *Be clear (also about roles and expectations).*
8. *Benefit from the presence of significant others.*
9. *Allow for plenty of time.*
10. *Employ techniques of user involvement that are appropriate for the user group in question and that build on their strengths and not weaknesses.*
11. *Design tasks for user tests that are appropriate and acceptable for the primary and secondary users.*
12. *Learn to recognize when to involve whom in a research project. Early involvement is not suited for all end users.*
13. *Be sensitive to other work cultures and professional routines involved in the project.*
14. *When working with groups of older persons and disabled persons, reduce group size to accommodate for possible communication difficulties.*
15. *If possible, work with users in a stable condition.*
16. *Appreciate the fact that participation is for many users a social event.*
17. *Ensure the end users' voice is heard.*
18. *Recognize the fact that inclusion in research may turn into an issue of fairness.*
19. *When possible, let users use their own tools in their own environments.*

**Übersicht**

<b>Methode</b>	<b>Eingesetzt</b>
Interviews	Ja. Sowohl im Rahmen des Usability Testing, als auch in Form von ExpertInneninterviews.
Fragebögen	Nein. Fragebögen sind zu determiniert, in Interviews können die persönlichen Eindrücke der TeilnehmerInnen besser abgefragt werden.
Fokusgruppen	Nein. Fokusgruppen werden in der Regel zu Beginn des Entwicklungsprozesses eingesetzt, Prototyp war aber schon vorhanden.
Usability Testing	Ja. Stellt die Grundstruktur der qualitativen Untersuchung dieser Arbeit dar.
Videobeobachtung	Ja. Durch die Videobeobachtung können die Interaktionen der TeilnehmerInnen auch zu einem späteren Zeitpunkt analysiert werden.
Ethisches Framework	Ja. Der respektvolle Umgang mit den TeilnehmerInnen und die Wahrung ihrer Intim- bzw. Privatsphäre sind Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Ablauf der Workshops.

*Nach diesem Überblick, über die für diese Arbeit relevanten Methoden, folgt nun eine detaillierte Beschreibung der Weiterentwicklung von TanCu.*



## 6 TanCu

Im einleitenden Kapitel (1.2) wurde bereits ein Überblick über die Hauptbestandteile von TanCu in der ursprünglichen Version gegeben. In diesem Kapitel wird nun die Entwicklung von TanCu von seinem Ausgangszustand bis zu der aktuellen Version, die bei den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Workshops verwendet wurde, beschrieben.

### 6.1 Ausgangslage

Die frühe Version von TanCu, die im Rahmen einer Projektlehrveranstaltung entworfen wurde, bestand aus einer Basisstation aus Holz, einer Plexiglasscheibe, zwei Holzwürfeln, einer Optimus-Mini-Three Tastatur, einer Webcam und einem Mikrokontroller. Für die Bildverarbeitung bzw. die Programmlogik wurde ein Laptop mit Windows XP Betriebssystem verwendet. Auch wenn sich im Rahmen der Weiterentwicklungen für diese Arbeit an dieser Grundzusammensetzung nicht viel verändert hat, gab es umfangreiche Modifikationen an der Programmlogik, Erweiterungen der Hardwarekomponenten, einen Wechsel auf ein Open-Source Betriebssystem. Außerdem wurden Features, die ursprünglich nur angedacht waren, in die Tat umgesetzt. Dieser Abschnitt beschreibt den detaillierten Aufbau der Ursprungsversion von TanCu.

#### 6.1.1 Hardware

**Basisstation** Als Gehäuse wurde eine Geschenkbox aus Holz verwendet. An der Unterseite der Kiste wurden am linken und am rechten Rand zwei Holzklötze montiert, um so genügend Freiraum für die Montage einer Webcam zu schaffen. Als Kamera wurde eine “Hercules Blog Webcam”<sup>1</sup> verwendet, die sich durch ihre längliche, rechteckige Form für die Montage an der Unterseite eignete. Die recht große Halterung der Kamera wurde aus Platzgründen entfernt. Für die Montage selbst wurden in der Mitte der Unterseite der Kiste drei Löcher gebohrt: ein größeres für die Linse der Kamera und zwei kleinere, durch die ein Kabelbinder geführt wurde, der die Kamera an der Unterseite fixierte. Der Grund für das Platzieren der Kamera an der Unterseite der Kiste und nicht in der Kiste

<sup>1</sup><http://www.hercules.com/de/webcam/bdd/p/19/hercules-blog-webcam/> (01.11.2009)

selbst, wo die Kamera geschützt wäre, ist der dadurch größere Blickwinkel.

Um die Würfel an der Oberseite der Basisstation platzieren zu können und gleichzeitig von unten mit der Kamera filmen zu können, musste der Holzdeckel der Kiste entfernt und durch ein durchsichtiges Material ersetzt werden. Hierfür wurden drei Halterungen an den oberen Rändern der Kiste montiert, mit denen eine dafür zugeschnittene Plexiglasscheibe fixiert werden konnte. Die für das visuelle Feedback geplanten LEDs an den Rändern der Plexiglasscheibe wurden für diese Version von TanCu noch nicht realisiert.

Im Inneren der Basisstation befand sich der Arduino Diecimila Mikrokontroller<sup>2</sup>, mit dem das audiovisuelle Feedback gesteuert wurde. Die Kommunikation zwischen Arduino und dem Laptop erfolgte über USB. Für das USB Kabel wurde an der Unterseite der Kiste ein weiteres Loch gebohrt. Durch das relativ starre Kabel konnte der Arduino ausreichend balanciert werden, um nicht in das Blickfeld der Kamera zu rutschen. Da der Arduino dadurch nicht angeschraubt werden musste, konnte damit flexibel gearbeitet werden. In einer anfänglichen Version wurde ein USB-Hub in die Basisstation integriert, um die verschiedenen USB Kabel der verwendeten Geräte zusammenzuführen. Dadurch kam es jedoch zu Problemen mit der Adressierung der Geräte, somit wurde der Hub bald wieder ausgebaut.

**Würfel** Als Bedienobjekte des TUIs wurden zwei Würfel verwendet. Die Entscheidung für die Würfelform hatte mehrere Gründe. Wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, ist intuitive Bedienbarkeit stark mit dem Vorwissen der BenutzerInnen gekoppelt, das bei intuitiven Vorgängen unbewusst eingesetzt wird. Erfahrungen mit der Interaktion mit einem Würfel werden schon in Kindheitstagen gemacht, etwa beim Spiel mit Bauklötzen. Die Würfelform hat einen für TanCu entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Formen: Die Beschaffenheit der Würfelseiten eignet sich optimal für die Anbringung von Bildern bzw. Symbolen und die Platzierung der Symbole auf ebenen (Plexiglas-)Flächen. Eine Kugel etwa würde zwar besser in der Hand liegen, schon die Symbolerkennung würde jedoch durch die formbedingte Verzerrung deutlich schwieriger werden. Weiters wurde die Würfelform schon in früheren TUI Projekten eingesetzt und somit öfters in Publikationen beschrieben, wenn auch gleich das Motiv der Verwendung der Würfelform nicht sehr ausführlich dokumentiert wurde. Es existieren Untersuchungen des Aufforderungscharakters von Würfel (Abbildung 6.1, [Sheridan et al. 03]), wo unter den häufigsten Interaktionen

---

<sup>2</sup><http://www.arduino.cc/> (01.11.2009)

das Drehen, Rollen oder Platzieren des Würfels zu finden sind.

Action	Description	Events	Action	Description	Events
Rotate	To turn cube about an axis or centre in a continuous, fluid motion exposing three sides of the cube at one time.	TURN + (exposed sides) + (speed)	Shake	Sharp, fluid movements up and down.	SHAKE (up→down→up) SHAKE (down→up→down)
			Shake	Sharp, fluid movement side to side.	SHAKE (left→right→left) SHAKE (right→left→right)
Roll	Impelling cube forward by causing it to turn over and over on a surface.	TURN + (surface contact) SPIN + (surface contact)	Place	To put cube in or as if in a particular place or position.	PLACE→HOLD PLACE
Twist	To rotate cube while taking a curving path or direction using the wrist.	TURN + curve path	Squeeze	Exert strong pressure on cube with hands or fingers.	PRESS + (force)
Turn	To cause cube to move around an axis or a centre, exposing one side at a time.	TURN (right, left, up, down)	Press	Steady pushing or thrusting force exerted in contact with cube.	PRESS + (force) + (time)
			Pick up	To take hold of and lift up.	PRESS→ (up)
Throw	To propel cube through the air by a forward motion of the hand and arm.	TURN + (no contact with hands) TURN + (no contact with hands)	Tap	Strike cube quickly and lightly so that strike produces a slight sound.	PRESS + (force) + (time) + (sound)
Flip	One fluid movement to cause cube to turn over to expose the opposite side of the cube.	FLIP (top → bottom) FLIP (front → back) FLIP (side → side)	Rub	To move hand or fingers along the surface of the cube with pressure.	PRESS + (force) + (temperature) + (area)
			Fiddle	To move the hands or fingers around the cube restlessly.	Ambiguous movements
Spin	To revolve the cube in a fast, fluid movement where all sides are exposed very quickly.	SPIN (forward) SPIN (reverse)	Hold	To have or maintain cube in the grasp.	HOLD (no movement)

Abbildung 6.1: Cube affordance [Sheridan et al. 03]

Für die Bedienwürfel von TanCu sind genau diese Interaktionsformen wichtig. So ist es möglich, dass den BenutzerInnen die Funktionsweise der Bedienwürfel durch die nähere Betrachtung aller Würfelseiten und der darauf befindlichen Symbole ersichtlich wird. Das Betrachten des Würfels setzt voraus, dass dieser aufgenommen und gedreht wird: Beides sind Aktionen, die sich unter den affordances eines Würfels wiederfinden. Auch die Beschaffenheit des Würfels spielt bei der Interaktion eine Rolle. So kamen [Sheridan et al. 03] zu dem Schluss, dass etwa die Form des Würfels für die BenutzerInnen von Bedeutung war. So werden beispielsweise abgerundete Würfel eckigen gegenüber bevorzugt. Auch Gewicht und Größe des Würfels sind wichtig, um besser mit dem Würfel interagieren zu können. Größere Würfel sind einfacher zu greifen und durch eine gewisse Schwere kann der Würfel besser “gefühl” werden. Um diesen Anforderungen zu ent-

sprechen und weil es eine natürliche Ressource darstellt, wurde als Material dafür Holz gewählt. Um die beiden Würfel besser unterscheiden zu können, wurde in der Konzeption der ersten Version von TanCu beschlossen, dass einer der Würfel größer sein sollte als der andere und sie auch unterschiedlich eingefärbt werden sollten. Die Farbe sollte zugleich signalisieren, auf welche der beiden Abstellflächen der jeweilige Würfel zu platzieren ist. Als Farben wurden gelb und schwarz gewählt, da diese durch den Kontrastunterschied auch von Personen mit eingeschränkter Farbwahrnehmung unterschieden werden können.

Die Würfel der Ursprungsversion von TanCu bestanden zwar aus Holz, die weiteren Anforderungen an Form und Farbe wurden jedoch noch nicht berücksichtigt bzw. umgesetzt. So waren weder die Kanten abgerundet noch wurden für die Würfel unterschiedliche Farben verwendet. Auch die Abstellflächen für die Würfel wurden weder strukturell noch farblich hervorgehoben. Die Symbole wurden in der ursprünglichen Version mit Klebstoff auf den Würfeln befestigt, was das Austauschen der Symbole erschwerte, wenn nicht sogar unmöglich machte. Zusätzlich wurden auf allen Würfelseiten Fiducial-Symbole angebracht, die für das Tracking benötigt werden.

### 6.1.2 Software

Die für TanCu benötigte Software wurde in einem ersten Schritt in Processing<sup>3</sup> entworfen. Dazu wurde unter anderem die “TUIO Client”-Library<sup>4</sup> für Processing von Martin Kaltenbrunner verwendet. Da sich Processing vor allem für erste Entwürfe eignet, bei umfangreicherer Programmierung jedoch eher unübersichtlich wird, wurde der Programmcode als reines Java exportiert. Durch eine Reihe von Hinzufügungen und Streichungen im Programmcode entstand im Endeffekt eine große, recht unübersichtliche Java-Klasse. Von Seiten der Funktionalität ist vor allem die Entscheidung nur eine Kamera zu verwenden wesentlich. So mussten im Bildbereich der Kamera zwei rechteckige Bereiche festgelegt werden, die die Abstellplätze der Würfel umrandeten. Wurde ein Würfel auf die Plexiglasscheibe gestellt und dadurch ein Fiducial-Symbol von der Kamera erfasst, wurde zusätzlich überprüft, ob sich dieses Symbol innerhalb des festgelegten Bereichs befand. Es wurde aber schnell klar, dass bei der aktuellen Kamera der Blickwinkel nicht ausreichte, um beispielsweise die Würfel bzw. die Fiducial-Symbole auch dann noch zu erkennen, wenn die Würfel derart positioniert wurden, dass der Abstand zwischen den Fiducial Symbolen maximal war (siehe Abbildung 6.2). Es wurde sich damit beholfen, dass die Fiducial-Symbole nahe aneinander positioniert wurden.

---

<sup>3</sup><http://processing.org/> (03.11.2009)

<sup>4</sup><http://www.tuio.org/?processing> (03.11.2009)

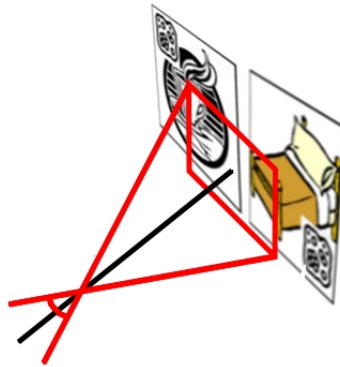


Abbildung 6.2: Bildwinkel

**ReacTIVision** Für das Tracking der Fiducial-Symbole wurde die Open-Source-Software reacTIVision eingesetzt. Diese wurde von Martin Kaltenbrunner und Ross Bencina an der Universität Pompeu Fabra in Barcelona entwickelt. Kernstück ist die reacTIVision Applikation, die für verschiedene Betriebssysteme zur Verfügung steht. Wird die Applikation gestartet, sucht diese nach vorhandenen Kameras. Prinzipiell kann jede Kamera verwendet werden, die vom jeweiligen Betriebssystem unterstützt wird. Hat die Applikation eine Kamera gefunden, wird das Bild der Kamera in einer GUI dargestellt. In der GUI können noch einige Optionen angepasst werden. Wird nun ein Fiducial-Symbol getrackt, sendet die Applikation Eigenschaften des Symbols wie ID, Position und Ausrichtung über ein eigens entwickeltes Protokoll an einen TUIO-Client. Dieser Client wird vom Anwenderprogramm aus erzeugt und lauscht an einem angegebenen Port nach Messages der reacTIVision Applikation. Empfängt der TUIO-Client eine Message, ruft er die entsprechenden Methoden der mit ihm verknüpften EventListener auf. Über diese EventListener kann das Anwenderprogramm die übermittelten Daten verarbeiten. Die Konfiguration der Applikation erfolgt über eine XML Datei, über die wiederum ein Kamera-Konfigurationsfile angesprochen werden kann.[Kaltenbrunner 07]

Der hier beschriebene Prototyp TanCu war eingeschränkt funktionsfähig und wurde für eine Präsentation verwendet. Für diese Arbeit reichte diese Version von TanCu jedoch nicht aus. Daher wurde eine umfassende Weiterentwicklung vorgenommen. Welche Entwicklungsschritte dafür notwendig waren und welche Problemfelder sich dabei ergaben, wird im nächsten Kapitel beschrieben.

## 6.2 Entwicklung

Um TanCu auch in Workshops mit BenutzerInnen verwenden zu können, waren viele kleine und größere Änderungen nötig. Um zukünftige EntwicklerInnen einen Einblick in die Schwierigkeiten, die bei diesen Entwicklungen auftraten, geben zu können, wird in diesem Kapitel der Entwicklungsprozess detailliert beschrieben. So können bei zukünftigen Arbeiten eventuell ähnliche Herausforderungen schneller gelöst oder gar vermieden werden.

### 6.2.1 Betriebssystem, Kamera

Eine der ersten Bestrebungen in der Weiterentwicklung von TanCu bestand in der Portierung des Systems weg vom Microsoft Windows-Betriebssystem hin zu einem Linux-Betriebssystem. Zu diesem Zeitpunkt war dieser Entwicklungsschritt eine reine Grundsatzentscheidung für die Verwendung und Unterstützung von Open-Source-Betriebssystemen, später kamen jedoch auch technische Gründe hinzu (auf die später noch näher eingegangen wird). Die Wahl der Linux-Distribution fiel auf Ubuntu in der Version 9.04, da hier bereits Vorkenntnisse vorhanden waren.

Die Portierung des Programmcodes bereitete keine größeren Schwierigkeiten, da dieser in Java geschrieben wurde und damit weitgehend plattformunabhängig ist. Als Entwicklungsumgebung wurde seit der Portierung des Programms von Processing zu Java “Netbeans”<sup>5</sup> von Sun verwendet. Da Netbeans für beide Betriebssysteme verfügbar ist, konnte der Programmcode problemlos in die Linux Version importiert werden. Einzig die benötigten Libraries mussten von Hand nachinstalliert werden. Auch reactIVision ist in einer Linux-Version erhältlich, hier stellte sich aber die Kamera als Problemquelle heraus. Die in der früheren Version von TanCu verwendete Kamera “Hercules Blog Webcam” ist nicht für den Betrieb unter Linux ausgelegt und konnte somit nicht zum Laufen gebracht werden. Das lag vor allem an der fehlenden Unterstützung der Linux UVC (USB Video Class<sup>6</sup>) Treiber, ohne die eine Kompatibilität der Kamera mit reactIVision, vor allem in der damaligen Version 1.3, sehr unwahrscheinlich ist und in diesem Fall auch nicht gegeben war. Aus diesem Grund wurde als Alternative eine Logitech Quickcam Fusion Webcam vom Institut, an dem diese Arbeit verfasst wurde, herangezogen. Die Verwendung einer Logitech Kamera hatte den großen Vorteil, dass die Firma Logitech unter den Webcamherstellern eine herausragende Position in Sachen Unterstützung von

---

<sup>5</sup>[www.netbeans.org](http://www.netbeans.org) (04.11.2009)

<sup>6</sup><http://linux-uvc.berlios.de/> (05.11.2009)

Open-Source-Plattformen einnimmt. Für EntwicklerInnen wurde beispielsweise eine eigene Webseite eingerichtet, die Unterstützung in technischen Fragen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Anwendungen mit Logitech-Webcams auf Open-Source-Plattformen bereitstellt<sup>7</sup>. Trotz der guten Voraussetzungen lief reactTIVision in Kombination mit der Logitech Quickcam Fusion nicht immer stabil. Später stellte sich heraus, dass dieser Kamerateyp an einem Bug krankt und keinen stabilen Einsatz unter Linux erlaubt<sup>8</sup>. Erschwerend kam die Tatsache hinzu, dass die Optimus-Mini-Three Tastatur unter Linux nur sehr eingeschränkt (bzw. fast gar nicht) lauffähig ist. Diese Hindernisse erzwangen die vorübergehende Rückkehr der Entwicklungsarbeit auf Windows Vista. Vorübergehend deswegen, weil der in Aussicht gestandene Release der reactTIVision Version 1.4 eine Besserung der Webcam Kompatibilität unter Linux versprach.

Zu diesem Zeitpunkt wurde eine der wichtigsten Änderungen gegenüber der ersten Version von TanCu notwendig: die Verwendung von zwei Kameras. Wie im vorherigen Kapitel schon erwähnt, war eines der größten Probleme der ursprünglichen Version von TanCu der zu kleine Bildwinkel der Kamera. So mussten die Würfel derartig platziert werden, dass sich die Fiducial-Symbole in unmittelbarer Nähe zueinander befanden - eine Situation, die für Workshops mit BenutzerInnen völlig ungeeignet war. Diese sollten nicht durch Restriktionen in der Interaktion mit dem Gerät eingeschränkt werden. Für die Lösung des Problems gab es drei Möglichkeiten:

1. Die Verwendung einer höheren Basisstation. Dadurch würde der Abstand zwischen Kamera und Würfel größer werden und somit auch der Bildausschnitt der Kamera. Doch genau diese Vergrößerung der Basisstation ist auch schon der große Nachteil dieser Methode. Das Gerät sollte so flach wie möglich bleiben, um eine bequeme Bedienung auch im Sitzen zu ermöglichen. Je höher die Abstellfläche der Würfel, desto schwieriger kann es sich für BenutzerInnen gestalten, die Symbole auf den Würfeln zu erkennen bzw. die Würfel auf den Abstellflächen zu platzieren.
2. Die Verwendung einer Kamera mit größerem Bildwinkel. Eine Möglichkeit, die auch auf der reactTIVision Webpage vorgeschlagen wird, lautet folglich: *“For lowest latency and best performance we recommend firewire cameras from the top range, such as industrial cameras with a high framerate, resolution and sensor size.”*<sup>9</sup> Der Nachteil dieser Methode ist der relativ hohe Preis der Kameras.

---

<sup>7</sup><http://www.quickcamteam.net/> (05.11.2009)

<sup>8</sup><http://linux-uvc.berlios.de/#footnote-1> (05.11.2009)

<sup>9</sup><http://reactivision.sourceforge.net/> (03.11.2009)

3. Die Verwendung von zwei Kameras. Als Kompromisslösung, die sowohl die Beibehaltung der Höhe der Basisstation erlaubt als auch die Kosten in Grenzen hält, wurde für diese Arbeit die Verwendung von zwei USB-Webcams gewählt. Da sich die zuvor angeführten Kameras “Hercules Blog Webcam” und “Logitech Quickcam Fusion” für den reibungslosen Betrieb in Linux nicht eigneten, wurden alternative Modelle angeschafft. Die Unterstützung der UVC-Treiber, eine bessere Video-Qualität (2 Megapixel Sensor, Carl Zeiss Objektiv) und ein günstiger Preis (56,90€ pro Kamera, Juli 2009) ließ die Wahl auf die “LOGITECH Quickcam Pro for Notebooks”<sup>10</sup> Kamera fallen (wird nun unter dem Namen “LOGITECH Webcam C905” geführt - Stand Dezember 2009). Die Umstellung hatte auch einige notwendige Änderungen in der Programmierung zur Folge. Da reactIVision nicht von vornherein Multi-Camera-Tracking unterstützt, musste eine alternative Lösung gefunden werden. Diese bestand darin, zwei Instanzen von reactIVision an einem Rechner laufen zu lassen, wobei den dazu notwendigen TUIO-Clients verschiedene Ports (3333 und 3332) und jeweils eigene Listenener zugewiesen wurden. Die Anpassungen an der Basisstation beschränkten sich auf die Bohrung von Löchern für die beiden Kameras. Analog zu der Ursprungsversion von TanCu wurden für jede Kamera drei Löcher gebohrt: zwei kleinere zum Fixieren mit Kabelbinder und ein größeres für das Objektiv.

Die Verwendung von zwei Kameras machte es nun wieder notwendig zurück zu Ubuntu Linux zu wechseln. Dieses Mal war für den Schritt aber auch eine technische Notwendigkeit gegeben, da Windows Vista den Parallelbetrieb von zwei gleichen Webcams nicht unterstützte. Ein erfolgreicher Start einer zweiten Instanz von reactIVision mit einer zweiten Kamera war unter Vista nicht möglich, unter Ubuntu funktionierte dies einwandfrei. Dies hatte vor allem zwei Hauptgründe: Die Verwendung der neuen Kameras (LOGITECH Quickcam Pro for Notebooks), die die UVC Treiber optimal unterstützen, und die Verwendung der inzwischen veröffentlichten reactIVision-Version 1.4, die einiges an Optimierung im Bereich der Kameraunterstützung unter Linux mit sich brachte. Obwohl die Kameras nun in Ubuntu sehr gut unterstützt wurden, war dennoch eine gewisse Aktionsreihenfolge notwendig, um die beiden Kameras stabil betreiben zu können. Am besten funktionierte es, wenn beide Kameras schon vor dem Einschalten des Laptops mit diesem verbunden waren. Auch das nachträgliche Einstecken der Kameras war möglich. Wenn jedoch im Betrieb eine Kamera ausgesteckt wurde, war ein Unsicherheitsfaktor gegeben, ob diese beim Wiedereinstecken auch weiterhin erfolgreich initiiert werden konnte. Um zu

<sup>10</sup>[http://www.logitech.com/index.cfm/webcam\\_communications/webcams/devices/5868&cl=au,en](http://www.logitech.com/index.cfm/webcam_communications/webcams/devices/5868&cl=au,en)  
(03.11.2009)



überprüfen, ob beide Kameras lauffähig waren, wurde “Cheese”<sup>11</sup> verwendet. In diesem Programm können alle zur Zeit verfügbaren Kameras getestet werden. Für die Verwendung der beiden Kameras in *reactTIVision* wurden zwei unterschiedliche *reactTIVision*-Konfigurationsfiles erstellt, die wiederum auf eigene Kamera-Konfigurationen verwiesen. Durch die Vergabe von unterschiedlichen Kamera-IDs konnten die Kameras parallel zum Laufen gebracht werden.

Ein weiteres Problemfeld, das zwar chronologisch gesehen erst zu einem späteren Zeitpunkt akut wurde, thematisch aber zu diesem Unterkapitel passt und daher hier schon beschrieben wird, war die Kalibrierung der Kameras. Nachdem beide Kameras in zwei *reactTIVision* Instanzen zum Laufen gebracht werden konnten, ergab sich die Problemstellung, dass die Fiducial-Symbole auf den Würfelseiten nur hin und wieder gut erkannt wurden. An dieser Stelle muss erläutert werden, welche Anforderungen an die Symbolerkennung gestellt wurden, damit im Zusammenhang mit diesem System von einer “guten” Erkennung gesprochen werden kann: Wird ein Würfel auf eine der Abstellflächen platziert, sollte der Zeitraum zwischen dem Platzieren und der Erkennung des Fiducial-Symbols nicht mehr als eine Sekunde betragen. Nur mit einer raschen Symbolerkennung kann ein unmittelbares Feedback auf die Interaktion der BenutzerInnen gegeben werden. Weiters ist es wichtig, dass bei ruhendem Würfel die Symbolerkennung konstant aufrecht blieb. Dazu waren konstante Lichtverhältnisse notwendig, da es bereits bei kurzen Beleuchtungsschwankungen passieren konnte, dass ein Fiducial-Symbol kurz nicht- und dann gleich wieder erkannt wurde. Dadurch wurde wieder die entsprechende Methode des *EventListener*s aufgerufen und so wieder ein Feedback-Signal ausgegeben. Dieses Problem softwareseitig zu umgehen, ist schwierig, da ja auch der Fall auftreten kann, dass die BenutzerInnen den Würfel nur kurz aufheben und gleich wieder abstellen und auch bei dieser Interaktion das korrekte Feedback garantiert sein muss. Bei unzureichenden Rahmenbedingungen, wie schlechter Beleuchtung oder ungenügender Kamera-Kalibrierung, kann es auch passieren, dass *reactTIVision* die Fiducial-Symbole verwechselt und eine falsche ID übertragen wird. Dadurch wird eine korrekte Abwicklung der Programmlogik unmöglich.

Von einer guten Symbolerkennung kann also nur dann gesprochen werden, wenn ein Fiducial-Symbol nach einem ausreichend kurzen Zeitraum konstant und mit der korrekten ID erkannt wird. Wie schon kurz erwähnt, waren die Hauptkriterien für die dazu notwendigen Rahmenbedingungen eine ausreichende Beleuchtung und eine korrekte Kalibrierung der Kameras. Wie Ersteres garantiert wurde, wird im folgenden Unterkapitel

---

<sup>11</sup><http://projects.gnome.org/cheese/> (08.11.2009)

(6.2.4) beschrieben. Die korrekte Kalibrierung der Kameras bereitete bei der Entwicklung erhebliche Probleme. Da die ersten Tests mit den neuen Kameras (LOGITECH Quickcam Pro for Notebooks) auf Windows Vista erfolgte und dort die Erkennung tadellos funktionierte (wenn auch nur mit einer Kamera), wurden die bei späteren Tests unter Ubuntu auftretenden Symbolerkennungprobleme primär mit der Beleuchtung in Zusammenhang gebracht. Diese Einschätzung wurde zusätzlich noch durch die nun veränderten Lichtbedingungen in der Basisstation verstärkt (siehe Moosgummibeschichtung 6.2.4). Nach längerer Fehlersuche konnte jedoch der Kamerafokus als Problemverursacher identifiziert werden. Dazu muss gesagt werden, dass der UVC-Treiber zwar die manuelle Einstellung des Fokus erlaubt, den Auto-Fokus jedoch nicht unterstützt. Da dies aber in Windows-Vista sehr wohl der Fall ist, war der Fokus der jeweiligen Kamera dann auch in Ubuntu korrekt eingestellt, wenn diese zuvor unter Windows getestet wurde. Der in Windows durch den Auto-Fokus eingestellte Fokuswert blieb solange aufrecht, bis die Kamera ausgesteckt wurde. Dadurch funktionierte die Symbolerkennung unter Ubuntu manchmal gut, bei verstelltem Fokus weniger gut. Nachdem also nach längerer Problemsuche der Fokus als Verursacher identifiziert werden konnte, musste eine Lösung dafür gefunden werden. Um die manuelle Einstellung des Kamerafokus' unter Ubuntu zu ermöglichen, wurde eine Kombination aus den zwei Programmen "gucvview"<sup>12</sup> und "uvcdynctrl"<sup>13</sup> verwendet. Mit "uvcdynctrl" kann der Fokus der Kamera aus dem Java-Programm heraus mittels shell-skript verändert werden: `uvcdynctrl -s 'Focus (absolute)' 160 -device=video1` (Anm: bzw. video2). Um jedoch den Fokus mit "uvcdynctrl" einstellen zu können, muss erst "gucvview" gestartet werden, da uvcdynctrl ansonsten die Option "Focus (absolute)" nicht finden konnte. Für die Workshops wurde dies so gelöst, dass nach dem Starten des Laptops über die Linux-Konsole ein Skript gestartet wurde. Dieses Skript rief für beide Kameras "gucvview" auf, im Java-Programm selbst wurde dann ein shell-skript ausgeführt, das den Fokus der Kameras mittels "uvcdynctrl" justierte.

## 6.2.2 Programmstruktur

Als Nächstes wurde eine Programmcode-Optimierung durchgeführt, wobei hier eher von einem kompletten Neubau des Codes gesprochen werden kann. Die einzelne, unübersichtliche Java-Klasse des ursprünglichen Codes wurde in sechs Klassen reorganisiert: Main, MyTuioListener, DBConnection, Serial, Auth, AePlayWave. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Klassen erfolgt im nächsten Kapitel. Auch die Anzahl der importierten Libraries konnte durch die Code-Optimierung wesentlich reduziert werden. Für die

<sup>12</sup><http://gucvview.berlios.de/> (08.11.2009)

<sup>13</sup><http://www.quickcamteam.net/software/libwebcam> (08.11.2009)

Speicherung der für die Anwendung relevanten Daten, wie Kontaktdaten oder Nachrichtentexte, wurde eine MySQL-Datenbank angelegt.

### 6.2.3 Optimus-Mini-Three

Der Optimus-Mini-Three wies zahlreiche günstige Eigenschaften auf, die die Verwendung für TanCu nahe legte: Die Beschränkung auf drei große Tasten erlaubte eine platzsparende Integration in TanCu. Auf den drei Tasten konnten mittels OLED-Technologie eigene Bilder bzw. Animationen angezeigt werden<sup>14</sup>. Die Funktionalität der einzelnen Tasten konnte bequem selbst konfiguriert werden. Für TanCu wurde die Übertragung von einzelnen Zeichen bei Tastendruck festgelegt. Dadurch konnte im Programmcode mittels einfachen KeyListener auf den Tastendruck reagiert werden. Der große Nachteil des Optimus-Mini-Three war die schlechte bzw. nicht vorhandene Unterstützung von Linux-Betriebssystemen. Es existieren zwar von AnwenderInnen entwickelte Java-Treiber, diese arbeiten jedoch nicht stabil. Da es für die Workshops jedoch notwendig war, auf Ubuntu zu arbeiten (siehe 6.2.1), musste auf die Funktionalität des Optimus-Mini-Three verzichtet werden. Das Gerät selbst wurde jedoch trotzdem in TanCu integriert (siehe 6.3).

### 6.2.4 Basisstation

Auch bei der Basisstation wurde gegenüber dem ursprünglichen Zustand Weiterentwicklungen vorgenommen. Allen voran musste die bereits in der Ursprungsplanung erwähnte farbliche Kennzeichnung der Abstellflächen umgesetzt werden. Als erste Überlegung wurde eine Beschichtung der Plexiglasscheibe mit Klebefolie in Erwägung gezogen. Um mit verschiedenen Beschichtungen experimentieren zu können, wurden mehrere maßgeschneiderte Scheiben Bastlerglas in einem Baumarkt erworben. Die Beschichtung mit Klebefolie erwies sich bald als unzureichend, da dadurch keine ausreichende strukturelle Hervorhebung der Abstellflächen erreicht werden konnte. Als Alternative wurde eine Bastlerglasscheibe mit Moosgummi beschichtet. Moosgummi ist in Plattenform in verschiedenen Farben erhältlich, erwies sich als leicht zu bearbeiten und genügend dick, um eine ausreichende Hervorhebung der Abstellflächen zu erreichen, und war kostengünstig in der Anschaffung. Die linke Seite der Bastlerglasscheibe wurde mit zwei Schichten gelbem Moosgummi bezogen, die rechte Seite mit zwei Schichten schwarzem Moosgummi. Die Abstellflächen wurden rechteckig ausgeschnitten. Befestigt wurde der Moosgummi sowohl übereinander als auch an der Scheibe mit Fotoklebern, die an den Ecken angebracht wurden. So wäre bei Bedarf ein Austausch der Moosgummipplatten ohne größere

---

<sup>14</sup><http://www.artlebedev.com/everything/optimus-mini/overview/> (08.11.2009)

Beschädigung der Scheibe möglich gewesen.

Auch an der Verkabelung wurden Optimierungen vorgenommen. In der ursprünglichen Version von TanCu wurden beispielsweise die Litzen der LEDs nur provisorisch in die PINs des Arduino gesteckt, was für den Transport nicht optimal war. Daher wurden die Litzen mit Steckverbindungen verlötet und durch Schrumpfmanschetten geschützt. Die LEDs wurden dann so an der Hinterseite montiert, dass sich die Kunststoffummantelung genau über der Scheibe befand und so auch von hinten sichtbar war. Durch die Verwendung eines USB-Hubs konnten die verschiedenen USB-Kabel von Kameras, Arduino und Optimus-Mini-Three auf einen USB-Anschluss am Laptop gebündelt werden.

Durch die Beschichtung der Scheibe musste auch für eine entsprechende Beleuchtung des Innenraums der Basisstation gesorgt werden (siehe auch 6.2.1), da kein Umgebungslicht mehr von oben eindringen konnte. Hier wurden auch verschiedene Varianten, die meisten auf LED-Technologie basierend, ausprobiert. Die Beleuchtung durfte einerseits nicht zu grell sein, da die Reflexion an der Scheibe eine Symbolerkennung durch die Kameras beeinträchtigte. Andererseits durfte sie auch nicht zu matt sein, da es sonst zu dunkel für eine optimale Symbolerkennung wäre. Nach verschiedenen Versuchen mit Leuchtstäben und kleinen USB Taschenlampen wurde mit einer Osram “Dot it”-Lampe<sup>15</sup> eine gute Lösung gefunden. Durch die runde Form der Lampe konnte sie in der Mitte der Basisstation platziert werden, ohne dass diese eine der Kameras verdeckte. Die drei LEDs der Lampe erzeugten ein helles Licht. Um Reflexionen zu verhindern, wurde ein nicht benötigtes Symbolfoto einer Kontaktperson über die Lampe gelegt. Das Fotopapier ließ genug Licht durch, um eine gute Symbolerkennung zu garantieren. Als Stromversorgung dienten drei AAA-Batterien. Durch den geringen Stromverbrauch der LEDs war sichergestellt, dass das Licht über den Zeitraum aller Workshops funktionierte.

Die auffälligste Neuerung an der Basisstation war die Lade für den Optimus-Mini-Three Taster. Diese wurde aus verschiedenen, zurechtgeschnittenen Holzleisten zusammengebaut. Mit Holzleim wurde die Lade schließlich an der den LEDs gegenüberliegenden Längsseite fixiert.

---

<sup>15</sup>[http://www.osram.com/osram\\_com/Consumer/Luminaires/DOT\\_-\\_it\\_Friends/DOT\\_-\\_it/DOT\\_-\\_it\\_CLASSIC/index.html](http://www.osram.com/osram_com/Consumer/Luminaires/DOT_-_it_Friends/DOT_-_it/DOT_-_it_CLASSIC/index.html) (09.11.2009)

## 6.2.5 Würfel

In der ursprünglichen Version von TanCu waren die Bedienwürfel noch nicht sehr ausgereift. Für die Workshops wurden diese in Form und Farbe optimiert.

Zunächst wurde einer der Würfel verkleinert, um ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zu erreichen. Danach wurden bei beiden Würfeln die Kanten abgerundet, um eine angenehmere Form zu schaffen - sowohl optisch als auch haptisch. Um die Farben der Würfel an die Farben der Abstellflächen anzugleichen, wurden die Kanten der Würfel mit gelber bzw. schwarzer Klebefolie beschichtet. Die Würfelflächen selber wurden ausgespart, da hier sowieso die Symbole angebracht wurden. Da die Symbole von BenutzerIn zu BenutzerIn verschieden waren, musste eine Möglichkeit geschaffen werden, die Symbole schnell und vor Ort ausdrucken zu können. Dazu wurden ein Canon Selphy CP 530 Fotodrucker und Fotokleber angeschafft. Damit konnten Symbole rasch ausgedruckt und an den Würfelseiten montiert werden. Durch die Verwendung von Fotokleber konnten die Symbole auch leicht wieder losgelöst und ausgetauscht werden. Die für die Symbolerkennung notwendigen Fiducial-Symbole wurden in einer Ecke der Kommunikationssymbole angebracht. Durch die hohe Auflösung der verwendeten Kameras konnten die Fiducial-Symbole so weit verkleinert werden, dass sie nur einen kleinen Bereich der Kommunikationssymbole verdeckten.

Das Endergebnis dieser Vielzahl an Weiterentwicklungen wird nun im nächsten Kapitel präsentiert.

## 6.3 Istzustand

In diesem Kapitel werden nun zur Veranschaulichung Fotografien der TanCu-Version, die bei den Workshops verwendet wurde, gezeigt. Außerdem werden die einzelnen Klassen des Programmcodes beschrieben und ein exemplarischer Anwendungsfall durchlaufen.

### 6.3.1 Workshop-TanCu

Hier werden nun zur Verdeutlichung einige Fotografien angeführt, die TanCu nach den Weiterentwicklungen der ursprünglichen Version zeigen.

## 6 TanCu



Abbildung 6.3: TanCu von vorne

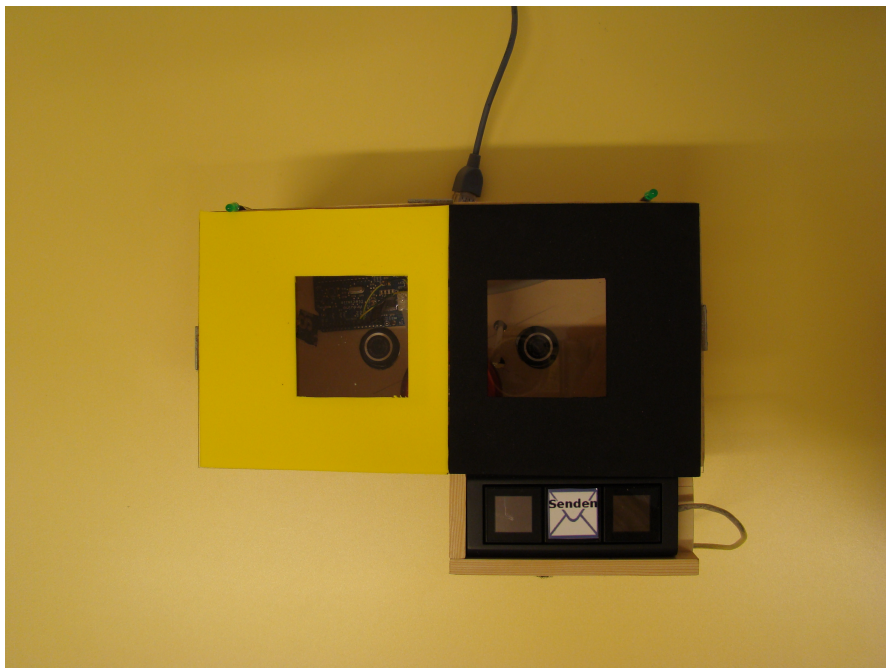


Abbildung 6.4: TanCu von oben

## 6 TanCu

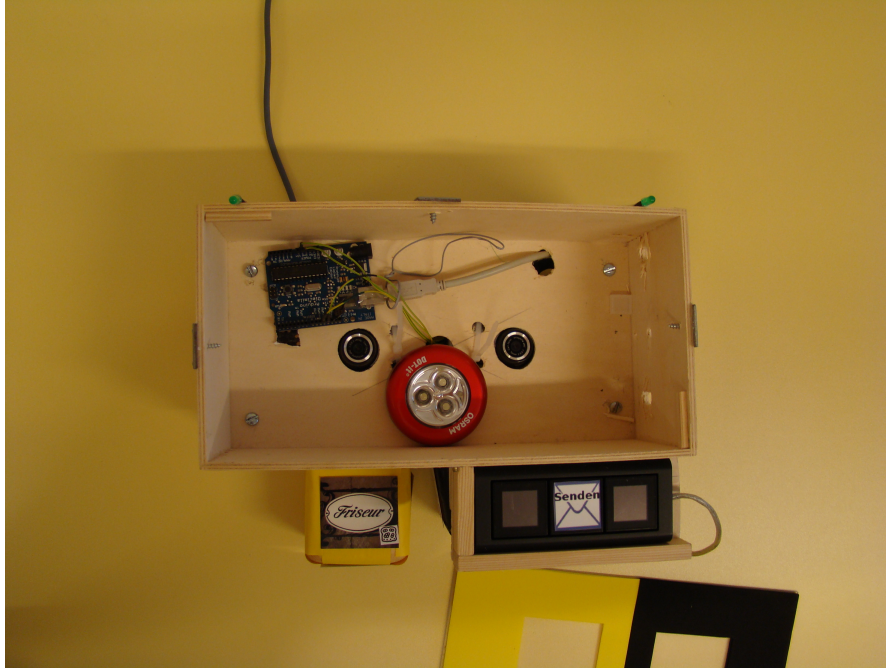


Abbildung 6.5: TanCu von oben (offen)

### 6.3.2 Klassenbeschreibung

- Main: Die Hauptklasse des Programms. Hier werden im Konstruktor die wichtigsten Variablen definiert und Verbindungen zu Datenbank und Mikrokontroller initialisiert. Es werden auch fünf Klassenvariablen erzeugt, auf die von außen zugegriffen werden kann. Danach werden zwei Instanzen von TUIO Clients erzeugt, denen verschiedene Ports und Listener(MyTuiListener) zugewiesen werden. Diese Clients registrieren alle TUIO-Messages, die an den angegebenen UDP Port gesendet werden und senden diese an die EventListener weiter.<sup>16</sup> Kreiert werden diese TUIO-Messages von der Tracking Software reactIVision (siehe 6.1.2). Dazu werden im Anschluss an den Start der TUIO Clients zwei Instanzen von reactIVision als separate Prozesse vom Programm aus gestartet. Dazu werden jeweils eigene config Files (im XML Format) als Parameter übergeben, in denen unter anderem die Ports festgelegt werden, an die reactIVision die TUIO-Messages sendet. Hier muss die entsprechende Portnummer angegeben werden, die zuvor schon den TUIO-Clients übergeben wurde. Als Abschluss wird noch die Methode camconfig() aufgerufen, die die Konfiguration der Kameras übernimmt. Dazu wird ein shell-script aufgerufen, das über die "uvcdynctrl" Anwendung den Fokus der Kameras auf einen bestimmten Wert setzt. So wird sicher gestellt, dass der Fokus der Kameras immer auf die Höhe der Würfel-Abstellflächen eingestellt ist. Um auf Eingaben der Optimus-Mini-Three Tastatur reagieren zu können, wird zusätzlich ein KeyListener registriert, der auf Tastatureingaben reagiert. Dieser ist für diese Zwecke völlig ausreichend, da der Optimus-Mini-Three so konfiguriert werden kann, dass die Taster bei Betätigung einzelne chars übermitteln. Hier wurden beispielsweise Zahlen verwendet: So wird bei Betätigung des linken Knopfes "1" übertragen, beim mittleren "2" und beim rechten Knopf "3". Je nachdem welche Funktionalität gewünscht wird, kann dann etwa bei einem Key-Event "1" per sendMail Methode ein E-Mail verschickt werden.
- MyTuiListener: Diese Klasse implementiert das auf der reactIVision Webpage angebotene TUIOListener-Interface. Zur Erzeugung des Listeners wird die Portnummer im Konstruktor übergeben. Das TUIOListener-Interface bietet eine Reihe von Methoden an, mit denen die Programmlogik gesteuert werden kann. Für TanCu werden nur die zwei Methoden "addTuiObject" und "removeTuiObject" verwendet.

In der "addTuiObject"-Methode werden die Aktionen definiert, die bei Erkennung eines Fiducial-Symbol ausgeführt werden sollen. Dazu wird anhand der Fiducial-

<sup>16</sup><http://www.tuio.org/api/java/TUIO/TuioClient.html> (05.11.2009)



ID, die vom TUIO-Client übergeben wird, und der ID des Listeners (entspricht der Portnummer) überprüft, ob der Würfel auf dem korrekten Abstellplatz positioniert wurde. Dazu wurde festgelegt, dass für den linken bzw. gelben Würfel nur die Fiducial-IDs von 0 bis 5 und für den rechten bzw. schwarzen Würfel die Fiducial-IDs 6 bis 11 verwendet werden. Wurde die Überprüfung erfolgreich durchgeführt, wird diese Information an die Main Klasse durch das Setzen einer Boolean-Klassenvariable auf “true” weitergegeben und die Fiducial-ID an eine weitere Main-Klassenvariable übergeben. Weiters wird über die Main-Klassenvariable “Serial” die Benachrichtigung an den Arduino gesendet, damit das entsprechende LED eingeschaltet wird. Die Serial-Variable muss deswegen static in Main deklariert werden, damit die Verbindung zum Arduino nur einmal aufgebaut wird und dann von außen darauf zugegriffen werden kann. Abschließend wird über die AePlayWave-Klasse das akustische Feedback erzeugt. Wurde hingegen eine Fiducial-ID erkannt, die nicht zum jeweiligen Abstellplatz bzw. zur jeweiligen Kamera passt, wird die zuvor erwähnte Boolean-Klassenvariable auf “false” gesetzt und dem Arduino signalisiert, dass das entsprechende LED abgeschaltet werden soll.

Wird die “removeTuioObject”-Methode aufgerufen, wird wieder die Boolean-Klassenvariable auf “false” gesetzt und dem Arduino das Abschalten der jeweiligen LED signalisiert.

- *DBConnection*: In der DBConnection-Klasse wird im Konstruktor zunächst eine JDBC Verbindung zur MySQL-Datenbank aufgebaut. Danach werden anhand der von der Main-Klasse übergebenen User-ID die entsprechenden Textnachrichten und die Daten des/der BenutzerIn aus der Datenbank ausgelesen. Diese werden für den Aufbau der E-Mail bzw. SMS Nachricht benötigt.
- *Serial*: Diese Klasse ist eine Anpassung einer Beispiel-Klasse aus dem javax.comm Package. Hier wird in verschiedenen Methoden die Verbindung zur seriellen Schnittstelle vorbereitet und aufgebaut. Wesentlich ist hier die Definition der Schnittstellenbezeichnung, die je nach Betriebssystem unterschiedlich ausfällt. In diesem Fall wird die Bezeichnung mit “/dev/ttyUSB0” angegeben. Zur Sicherheit sollte vor dem Ausführen des Programms überprüft werden, ob der Anschluss, an dem der Arduino-Minikontroller angeschlossen wurde, auch wirklich diese Bezeichnung trägt. Ansonsten müsste hier die Bezeichnung angepasst werden.
- *Auth*: Eine kleine Klasse, die Benutzername und Passwort für den E-Mail-Versand bereitstellt.
- *AePlayWave*: Diese Klasse wurde von “http://www.anyexample.com” übernom-

men<sup>17</sup>, die verschiedene Klassen zum Gebrauch anbieten. Mittels `AePlayWave` kann eine “wav”-Datei abgespielt werden.

### 6.3.3 Anwendungsfall

Um den Interaktionsablauf von der technischen Seite her zu verdeutlichen, wird hier ein Anwendungsfall durchgespielt. Ziel des Anwendungsfalls ist das Verschicken der Nachricht “Komm doch wieder einmal auf einen Kaffee vorbei” durch Herrn XY an Frau A., die diese Nachricht als E-Mail erhält. Als Vorbedingung soll hier gelten, dass User XY mit dem System bereits vertraut ist und schon mehrere Nachrichten damit verschickt hat.

- Zuerst positioniert sich Herr XY vor dem Gerät. Dies kann im Sitzen oder im Stehen erfolgen, je nachdem wie es für Herrn XY angenehmer ist.
- Der User nimmt den gelben Kontaktpersonen-Würfel auf und dreht diesen so lange, bis das Bild von Frau A. nach oben zeigt. Dann stellt er den Würfel auf den dazugehörigen gelben Abstellplatz. Dieser Abstellplatz befindet sich von Herrn XY aus gesehen auf der linken Seite.
- Die Kamera, die von unten auf den gelben Abstellplatz gerichtet ist, erfasst das Fiducial-Symbol des Bildes, das sich auf der gegenüberliegenden Würfelseite befindet. Die `reactTIVision` Software erkennt das Fiducial-Symbol und sendet eine Nachricht über den im `reactTIVision`-Konfigurationsfile angegebenen UDP Port an den `TUIO-Client`. Dieser ruft bei allen registrierten `TUIOListener` (in diesem Fall `MyTuioListener`) die `addTuioObject` Methode auf und übergibt die Informationen über das Fiducial-Symbol in Form eines `TuioObject`.
- In der `addTuioObject` Methode von `MyTuioListener` wird zunächst in einer `if`-Abfrage überprüft, ob die Fiducial-ID (`TuioObject.getSymbolID()`) einen Wert zwischen 0 und 5 annimmt und gleichzeitig die `MyTuioListener-ID` der Portnummer derjenigen `reactTIVision`-Instanz entspricht, die mit der linken (“gelben”) Kamera verknüpft ist. Ist dies nicht der Fall, wurde entweder der schwarze Würfel auf die gelbe Abstellfläche oder der gelbe Würfel auf die schwarze Abstellfläche gestellt. Da Herr XY ja schon Erfahrung in der Bedienung und den gelben Würfel auch auf den gelben Abstellplatz gestellt hat, werden die `if`-Bedingungen erfolgreich erfüllt. Daher wird als nächstes die Main-Klassenvariable “`left_active`” auf `true` gesetzt. Diese wird in der Main Methode “`keyTyped`” benötigt, um zu überprüfen,

---

<sup>17</sup>[http://www.anyexample.com/programming/java/java\\_play\\_wav\\_sound\\_file.xml](http://www.anyexample.com/programming/java/java_play_wav_sound_file.xml) (08.11.2009)

ob sich der gelbe Würfel auf der gelben Abstellfläche befindet. Zusätzlich wird die Fiducial-ID in eine Main-Klassenvariable gespeichert. Diese wird in Main benötigt, um den korrekten Empfänger/die korrekte Empfängerin auszulesen. Als nächstes erfolgt die Kommunikation mit dem Arduino-Mikrokontroller. Die serielle Schnittstelle wird über die Serial-Klasse in Main angesteuert. Übertragen wird hier ein einfacher character “A”. Sobald dieser an den Mikrokontroller übertragen wurde, wird die Eingabe in der Arduino-Methode `loop()` verarbeitet. Da ein “A” übertragen wurde, wird mittels `digitalWrite(greenPin1, HIGH)` die entsprechende LED eingeschaltet. “greenPin1” steht hier für den Arduino PIN Nummer 12, an dem die LED angeschlossen ist und “HIGH” ist eine konstante Arduino-Variable, die eine 5V Spannung an den PIN Nummer 12 legt. Nachdem nun die entsprechende LED eingeschaltet wurde, wird noch mittels der `AePlayWave`-Klasse in einem eigenen Thread ein akustisches Feedback erzeugt.

- Nachdem Herr XY nun den gelben Würfel erfolgreich platziert hat und das entsprechende Feedback ausgelöst wurde, nimmt Herr XY nun den schwarzen Würfel in die Hand und dreht ihn so lange, bis das Kaffeetassen-Symbol nach oben zeigt. In dieser Ausrichtung stellt Herr XY den schwarzen Würfel auf den schwarzen Abstellplatz, der sich von ihm aus gesehen auf der rechten Seite befindet. Nun erfasst die rechte (“schwarze”) Kamera das Fiducial-Symbol. Nun beginnt der im vorherigen Punkt beschriebene Ablauf für den zweiten Würfel. Im Unterschied zu der Verarbeitung des gelben Würfels wird in der `addTuioObject` Methode nun überprüft, ob die Fiducial-ID zwischen 6 und 11 liegt und die `MyTuioListener`-ID der Portnummer der `reactIVision`-Instanz der rechten Kamera entspricht. Danach werden analog die jeweiligen Klassenvariablen in Main gesetzt und das visuelle und akustische Feedback ausgegeben.
- Wie weiter oben bereits ausgeführt sind die vorhandenen `Optimus-Mini-Three` Java-Treiber unter Linux nicht funktionstüchtig (siehe 6.2.3). Daher musste bei den Workshops auf die Funktionalität des `Optimus-Mini-Three` verzichtet werden. In einer künftigen Version des Geräts würde nun ein Button aufleuchten und damit signalisiert werden, dass die Nachricht jetzt verschickt werden kann. Durch das Betätigen dieses Buttons würde vom `KeyListener` der Main-Klasse die `keyTyped` Methode aufgerufen werden (dieselbe Funktionalität kann über die Standard-Tastatur des Laptops erreicht werden). In dieser Methode wird zunächst überprüft, ob die Main-Klassenvariablen `“left_active”` und `“right_active”` auf `true` gesetzt sind. Wie zuvor beschrieben werden diese Variablen dann auf `true` gesetzt, wenn der jeweilige

Würfel auf den korrekten Abstellplatz gestellt wurde. Wenn daher beide Würfel korrekt platziert wurden, ist die if-Bedingung erfüllt. Über die `sendMail` Methode wird dann das E-Mail erstellt und versendet. Dazu werden zwei Strings übergeben. Diese werden aus den Arrays `r_cube` und `l_cube` extrahiert. Diese Arrays werden beim Start des Programms über die `DBConnection`-Klasse mit Daten aus der SQL-Datenbank befüllt. Dazu muss die User-ID von Herrn XY im System angegeben sein. Mit dieser wird dann die korrekte SQL-Abfrage erstellt. Um aus `r_cube` und `l_cube` die benötigten Strings zu extrahieren, werden die Klassenvariablen `r_fiducial_id` und `l_fiducial_id` herangezogen, die wiederum beim Platzieren der Würfel gesetzt werden. In diesem Beispiel hat Herr XY den gelben Würfel mit dem Bild von Frau A. nach oben zeigend auf den gelben Abstellplatz gestellt. Daher wurde das Fiducial-Symbol der gegenüberliegenden Würfelseite eingelesen. Bei der Eingabe der Nachrichtentexte bzw. der Kontaktdaten für die Würfel in die SQL-Datenbank muss also darauf geachtet werden, dass immer die gegenüberliegende Fiducial-ID mit dem gewünschten Empfänger/der gewünschten Empfängerin der Nachricht verknüpft wird.

- In der `sendMail` Methode wird zuerst die Verbindung mit dem SMTP-Server hergestellt. Dazu werden Benutzername und Passwort aus der `Auth`-Klasse bezogen. Danach werden die als Strings übergebenen Daten in die E-Mail Nachricht eingebaut und abschließend das E-Mail versendet.

### 6.3.4 Klassifikation

In Abschnitt 2.2 wurden Möglichkeiten zur Definition bzw. Klassifikation von TUIs vorgestellt. An dieser Stelle wird nun *TanCu* anhand dieser Werkzeuge beschrieben. Abbildung 6.3 zeigt die Spezifikation von *TanCu* anhand des TAC-Paradigmas, wie es in Abschnitt 2.2.2 beschrieben wird.

Die Klassifikation nach Fishkin (siehe Abschnitt 2.5) ergibt für *TanCu* folgende Einteilung:

- Embodiment - *Nearby*: Die Bedienung erfolgt direkt am Gerät. Die Ausgabe von *TanCu* (das visuelle bzw. akustische Feedback) erfolgt in unmittelbarer Nähe der Bedienelemente.
- Metaphor - *Noun*: Die Würfelform der Bedienelemente hat viele Entsprechungen in der realen Welt. Wie in Abschnitt 6.1.1 beschrieben wird die Würfelform von vielen Menschen mit ganz bestimmten Interaktionsformen in Verbindung gebracht.

## 6 TanCu

TAC	Representation		Behaviour		
	Token	Constraints	Variable	Action	Observed Feedback
1	Würfel Komm.partnerInnen	Fenster der linken Abstellfläche	Wahl der/des Komm.partner/in	Platzieren des Würfels auf der Abstellfläche	Akustisches/visuelles Signal wird ausgegeben
				Entfernen des Würfels von der Abstellfläche	Visuelles Signal erlischt
2	Würfel Komm.gründe	Fenster der rechten Abstellfläche	Wahl des Komm.grunds	Platzieren des Würfels auf der Abstellfläche	Akustisches/visuelles Signal wird ausgegeben
				Entfernen des Würfels von der Abstellfläche	Visuelles Signal erlischt
3	Senden-Button	Holzlade	Versenden der Nachricht	Drücken des Buttons	Keines

Abbildung 6.6: Spezifikation von TanCu anhand des TAC-Paradigmas

TanCu erreicht also einen “guten” Wert bei der Embodiment-Dimension, bei der Metaphor-Dimension gäbe es nach Fishkin jedoch Verbesserungsbedarf. Das Drehen bzw. Platzieren der Würfel hat keinen direkten Zusammenhang mit dem Resultat der Interaktion, dem Versenden einer Nachricht. Andererseits ist der eindeutige Aufforderungscharakter der Würfelform von großem Vorteil für die Intuitivität der Bedienung.

*In diesem Kapitel erfolgte eine detaillierte Darstellung der Weiterentwicklung von TanCu vom Ursprungszustand zu der Version, die in den Workshops verwendet wurde. Im nächsten Kapitel werden nun die Vorbereitungen, die Durchführung und die Nachbereitung der Workshops beschrieben. Abschließend werden die gesammelten Daten aufbereitet und analysiert.*

## 7 Workshops

Im Rahmen dieser Arbeit wurden fünf Workshops mit älteren Menschen durchgeführt. Hierbei wurde die intuitive Bedienbarkeit von TanCu (siehe Kapitel 6) analysiert. Im Sinne des dritten Punkts des “Experience-Based Framework” (“Treat the user as an expert”) (siehe Abschnitt 5) wird in dieser Arbeit nicht von Usability Tests, sondern von Workshops, gesprochen. Die Bezeichnung “Usability Test” impliziert das Vorhandensein einer Testsituation, was abschreckend auf potentielle TeilnehmerInnen wirken kann. Außerdem können sich die (zumeist) jungen EntwicklerInnen nur begrenzt in die Position eines älteren Benutzers/einer älteren Benutzerin hineinversetzen. Daher sind die TeilnehmerInnen per se ExpertInnen in der Interaktion mit Technologien, die für sie entwickelt werden. Obwohl versucht wurde, jeden der Punkte des Frameworks in der Planung und Durchführung der Workshops zu berücksichtigen, konnte diesen allen aufgrund des Forschungsthemas nicht immer entsprochen werden. Die Überprüfung der Intuitivität von TanCu ließ etwa im Erstgespräch mit den TeilnehmerInnen keine volle Aufklärung über den Ablauf des Workshops zu (Punkt 7: “Be clear”), was teilweise zu Verunsicherungen der TeilnehmerInnen geführt hat.

Der Ablauf der Workshops bestand aus folgenden Schritten:

- Auswahl der TeilnehmerInnen/Kontaktaufnahme
- Erstgespräch: Vorinformation und Einverständniserklärung (Gespräch, Einverständniserklärung)
- Vorbereitung der Workshops
- Durchführung der Workshops (Videobeobachtung)
- Nachbereitung (Gespräch)

## 7.1 Vorbereitung

### 7.1.1 Kontaktaufnahme

Wie im Abschnitt 1.1.2 bereits erwähnt wurde, war bei der Auswahl der TeilnehmerInnen darauf zu achten, dass diese einen repräsentativen Ausschnitt der Zielgruppe darstellen. Es sollten sowohl TeilnehmerInnen gefunden werden, die noch keine oder wenig Erfahrung im Umgang mit Computern oder Mobiltelefonen haben, als auch TeilnehmerInnen, die diese Technologien bereits verwendet haben bzw. öfters verwenden. Begonnen wurde die Suche nach TeilnehmerInnen im näheren Umfeld des Autors. Bei der ersten Kontaktaufnahme, die durch den Autor selbst oder einer Kontaktperson erfolgte, wurde zunächst nach der prinzipiellen Bereitschaft, an einem Workshop im Rahmen einer Diplomarbeit teilzunehmen, gefragt. Da die GesprächspartnerInnen mit der Studienrichtung des Autors vertraut waren, wurde bereits im Vorfeld versucht, vorhandene Bedenken gegenüber der Arbeit mit Computern zu zerstreuen. Nach einigen Gesprächen konnten fünf TeilnehmerInnen gefunden werden, drei Frauen und zwei Männer. Durch den Umstand, dass zu den TeilnehmerInnen gute Kontakte vorhanden waren, konnten die Vorkenntnisse schon vor dem Erstgespräch ungefähr eingeschätzt werden. Das TeilnehmerInnenfeld zeichnete sich durch eine breite Streuung aus - sowohl hinsichtlich der Vorkenntnisse als auch des Alters. So war sichergestellt, dass es nicht nur kalendarische Altersunterschiede innerhalb der TeilnehmerInnengruppe gab, sondern auch verschiedene Stufen von Vertrautheit mit Technologien. Abschließend wurde ein Termin für das Erstgespräch mit den TeilnehmerInnen ausgemacht. Dabei wurde den TeilnehmerInnen der Vorschlag unterbreitet, eine Vertrauensperson für das Erstgespräch bzw. den Workshop einzuladen. Dies gibt vor allem Menschen, die alleine wohnen, Sicherheit.

### 7.1.2 Erstgespräch

In einem Erstgespräch wurden die TeilnehmerInnen über den allgemeinen Ablauf der Workshops und über das Forschungsprojekt informiert. Dieses Gespräch fand wie später auch der Workshop zu Hause bei den TeilnehmerInnen statt. Diese Informationen wurden in Form einer Einverständniserklärung auch schriftlich bereitgestellt (siehe Anhang A). Mit der Unterzeichnung dieser Einverständniserklärung, die die wichtigsten Informationen zu der Diplomarbeit und den Workshops beinhaltete, erklärten sich die TeilnehmerInnen bereit, im Rahmen der Workshops gefilmt und interviewt zu werden. Bei Bedarf wurde die Einverständniserklärung mit den TeilnehmerInnen gleich vor Ort durchgegangen. Die TeilnehmerInnen konnten sofort unterzeichnen und das Dokument wieder abgeben oder dieses später per Post übermitteln. Gleichzeitig wurden die TeilnehmerIn-

## 7 Workshops

nen in dieser Einverständniserklärung über ihre Rechte sowie über Kontaktmöglichkeiten im Falle von Rückfragen informiert. Die Einverständniserklärung, die eigentlich zur Information und zur Absicherung der TeilnehmerInnen erstellt wurde, erwies sich zumindest bei einer Teilnehmerin als eher verunsichernd. So wurde etwa das Läuten des Telefons in der Zeit zwischen dem Erstgespräch und dem Workshop mit dem Unterschreiben der Einverständniserklärung in Verbindung gebracht.

Im Anschluss daran wurden die TeilnehmerInnen noch über ihre Vorkenntnisse im Bereich Computer/Mobiltelefonie und ihre häufigsten KommunikationspartnerInnen und Kommunikationsgründe befragt. Ersteres war notwendig, da das vorhandene Vorwissen der AnwenderInnen ein wesentlicher Bestandteil der Definition von Intuitivität ist. Letzteres diente zur Festlegung der Würfelseiten von TanCu. Um eine möglichst hohe Wiedererkennungswahrscheinlichkeit zu garantieren, wurden die TeilnehmerInnen um Fotos der von ihnen genannten KommunikationspartnerInnen gebeten.

Zur Inspiration und Auflockerung wurden exemplarische Fotos von Kontaktpersonen mitgebracht, um den TeilnehmerInnen Beispiele zu geben, wie Fotos von KommunikationspartnerInnen aussehen könnten. Dabei sollte verdeutlicht werden, dass nicht gewisse Fotoformate wie Passfotos wichtig sind, sondern solche Fotos optimal sind, die die TeilnehmerInnen (auch auf der emotionalen Ebene) mit den jeweiligen KommunikationspartnerInnen in Verbindung bringen. Die Fotos konnten sofort mitgegeben oder auch per Post mit der Einverständniserklärung zugesendet werden. Weiters wurden für die Besprechung der häufigsten Gründe für eine Kontaktaufnahme Beispiele für die TeilnehmerInnen bereitgestellt. Diese Beispiele stammten aus dem Umfeld des Autors. Dadurch sollte in der Gesprächssituation eine vertrauensvolle Atmosphäre hergestellt werden.

Wie bei der Kontaktaufnahme wurden auch bei den Erstgesprächen die Vorbehalte gegenüber Computertechnologien thematisiert. Drei der Teilnehmerinnen hegten große Zweifel, ob sie denn überhaupt für eine Teilnahme an den Workshops geeignet wären, da sie ja keinerlei Erfahrung im Umgang mit Computern hätten. Hier eröffnete sich ein Dilemma bei Workshops zum Thema intuitiver Bedienung: Einerseits sollten die TeilnehmerInnen so gut wie möglich über den Ablauf des Workshops informiert werden, um eventuell vorhandene Ängste abzubauen. Andererseits durften nicht zu viele Informationen über das Aussehen bzw. die Bedienweise von TanCu preisgegeben werden, um einen unvoreingenommenen Zugang der TeilnehmerInnen zu gewährleisten. Bei den Gesprächen mit den TeilnehmerInnen wurde TanCu als "Gerät, mit dem eine bestimmte



Nachricht an FreundInnen oder Verwandte geschickt werden kann” beschrieben. Doch diese Beschreibung und auch die Versicherungen, dass im Rahmen des Workshops keine Computer oder Mobiltelefone im klassischen Sinne bedient werden müssen, konnten nicht alle Zweifel ausräumen. Dadurch entstand bei einigen TeilnehmerInnen eine gewisse Nervosität vor den Workshops.

Im Anschluss werden nun die TeilnehmerInnen und die Ergebnisse der Erstgespräche vorgestellt.

### 7.1.3 TeilnehmerInnen

**Herr S.** Herr S. ist 69 Jahre alt und ist Postamtsdirektor im Ruhestand. Zuhause kümmert er sich um den Haushalt. In seiner Freizeit arbeitet er gerne im Garten, kegelt im hiesigen Postsportverein und betätigt sich als Autor von Büchern über die Verbrechen der NS-Zeit. Schon seit Anfang der 90er Jahre beschäftigt sich Herr S. mit Computern. So schrieb er damals schon ein Buchhaltungsprogramm in GW-Basic. Seit damals hielt er sich bei Computern auf dem Laufenden. So ist es für ihn heute kein Problem, Informationen aus dem Internet zu extrahieren, seine Bankgeschäfte per E-Banking zu erledigen, per E-Mail zu kommunizieren und Dokumente zu schreiben, einzuscannen oder auszudrucken. Neben elektronischer Post verwendet Herr S. auch das Festnetz und die Mobiltelefonie um zu kommunizieren. Das Handy gebraucht er vor allem dann, wenn er unterwegs ist und hier auch nur, um zu telefonieren und nicht um SMS zu schreiben oder zu empfangen. Zuhause verwendet er folgende Technologien: Computer (E-Banking, E-Mail, Websurfen, Office-Programme, Drucker, Scanner), Radio, Fernseher, Handy, Schnurlostelefon.

**Frau M.** Frau M. ist 89 Jahre alt und pensionierte Hausfrau. Durch verschiedene Gebrechen ist sie in ihrer Mobilität eingeschränkt. Sie hält sich größtenteils in ihrer SeniorInnenheim-Wohnung auf. Aufgrund eines erhöhten Ruhebedürfnisses verbringt sie ihre Freizeit vorzugsweise mit Fernsehen oder Telefonaten mit ihrer Familie bzw. mit ihrer besten Freundin. Weiters kümmert sie sich um ihre Pflanzen am Balkon. Zuhause verwendet sie folgende Technologien: Fernseher, Festnetz-Telefon, Radio.

**Herr H.** Herr H. ist 66 Jahre alt und pensionierter Richter. Neben seiner Leidenschaft für Modellbau arbeitet er gerne im Garten und trifft sich mit Freunden zum Tarockieren. Sein Interesse für das Internet und Computer im Allgemeinen wurde vor 2 Jahren geweckt, als er den Laptop seiner Tochter übernahm. Er brachte sich weitgehend selbst die Benutzung des Laptops bei: er erlernte dabei das Schreiben von E-Mails, das Telefonieren mit Skype und die gezielte Suche nach Information im Internet wie Preisvergleiche

oder Kontaktdaten. Zum Telefonieren verwendet Herr H. ein Schnurlos-Festnetztelefon und auch ein Handy. SMS-Funktion oder sonstige Zusatzdienste des Handys verwendet er nicht. Zuhause gebraucht er folgende Technologien: Computer (Websurfen, E-Mail, Drucker), Handy, Schnurlos-Telefon, Radio, Fernseher.

**Frau H.** Frau H. ist 59 Jahre alt und als Hausfrau tätig. Ihre Freizeit verbringt sie am liebsten im Garten, mit ihren Freundinnen und beim Singen im Kirchenchor. Frau H. telefoniert nicht nur gern und ausgiebig mit ihren Freundinnen, sondern auch mit Familienangehörigen, insbesondere mit ihren drei Töchtern. Mit Computern hat sie noch wenig Erfahrung. Informationen, die online zur Verfügung stehen, wie Termine für die Chorprobe, holt sie sich gemeinsam mit ihrem Ehemann aus dem Internet. Das Fernsehen nutzt sie mehr als Informationsquelle, weniger als Unterhaltungsmedium. Zuhause verwendet sie folgende Technologien: Radio, Fernseher, Schnurlos-Telefon, Handy.

**Frau K.** Frau K. ist 85 Jahre alt und pensionierte Versicherungsangestellte. Sie ist sehr aktiv, geht täglich im Ort spazieren, trifft sich mit Freundinnen zum Kartenspielen, mit Nachbarinnen auf ein Gläschen Wein und besucht regelmäßig den SeniorInnentreff. Zuhause verfolgt sie Nachrichten- und Informationssendungen in ihrem elektrisch verstellbaren Couchsessel. Ihre Telefonate führt sie mit einem Schnurlos – Festnetztelefon. Zuhause verwendet sie folgende Technologien: Schnurlos-Telefon, Radio, Fernseher, elektrischer Liegestuhl.

### 7.1.4 Vorbereitung der Workshops

Methodisch orientieren sich die Workshops an dem unter 5 beschriebenen “Usability Testing”. Pro Workshop gab es jeweils eine/n TeilnehmerIn. Die Durchführung erfolgte zu Hause bei den TeilnehmerInnen, um durch die vertraute Umgebung eine vertrauensvolle Atmosphäre zu schaffen. Der genaue Ort, wo im Haus bzw. in der Wohnung TanCu aufgestellt werden könnte und ob die Bedienung im Sitzen oder im Stehen erfolgen würde, musste individuell entschieden werden. Erste Ideen dafür konnten beim Erstgespräch schon gesammelt werden. Für die Interaktionssituation optimal ist ein freistehender Tisch mit Stühlen auf jeder Tischseite, der auf zumindest einer Seite genügend Platz bietet, um die Videokamera aufzustellen.

Der wesentlichste Punkt bei den Vorbereitungen zu den Workshops war die Erstellung der Bilder für die beiden Würfel von TanCu. Für die Bilder der KommunikationspartnerInnen wurden sowohl die von den TeilnehmerInnen erhaltenen Fotografien verwen-

det als auch allgemeine Symbole entworfen (zB. Kommunikationspartner "Friseur") oder Text. Die Bilder für den Würfel mit den Kommunikationsgründen wurden alle individuell nach den Angaben zu den sechs häufigsten Kommunikationsgründen entworfen. Da die Bilder auf den Würfelseiten möglichst bekannte Elemente beinhalten sollten (siehe auch Designrichtlinien nach Blackler-Abschnitt 2.3.2), wurde versucht, diese Kommunikationsgründe mit Elementen aus dem Alltag zu verbildlichen. Da die TeilnehmerInnen geografisch teilweise weit voneinander entfernt wohnten und aus logistischen Gründen die Termine von Erstgespräch und Workshop nahe aneinandergelagt wurden, wurde ein mobiler Fotodrucker angeschafft (siehe auch Abschnitt 6.1.1). Dadurch war es möglich, die Würfelbilder nach dem Erstgespräch am Laptop zu entwerfen und gleich auszudrucken. Hier werden nun die erstellten Würfelbilder für die jeweiligen TeilnehmerInnen vorgestellt.

**Herr S. KommunikationspartnerInnen:** Sohn, Tochter, Ehefrau, Mutter, Freund vom Kegeln, Schwester



Abbildung 7.1: Würfelbilder KommunikationspartnerInnen

### Kommunikationsgrund:

- Sohn → Es gibt ein Problem mit dem Computer. (A)
- Tochter → Wie geht's dir im Beruf? (B)
- Ehefrau → Ich koche heute zu Mittag. (C)
- Mutter → Ich fahre einkaufen, brauchst du was? (D)
- Freund vom Kegeln → Ich fahre nächstes Mal nicht mit zum Kegeln. (E)

## 7 Workshops

- Schwester → Komm doch mal wieder auf einen Kaffee vorbei. (F)

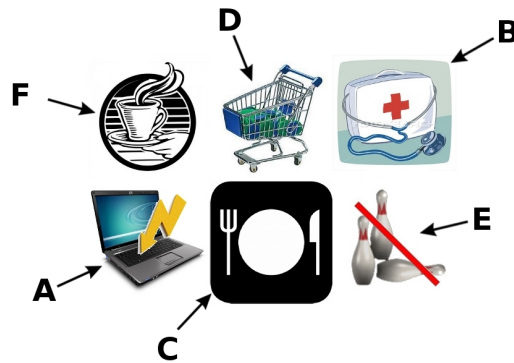


Abbildung 7.2: Würfelbilder Kommunikationsgrund

**Frau M. KommunikationspartnerInnen:** Sohn, Arzt, Pfleger, Freundin, Friseur, Tochter



Abbildung 7.3: Würfelbilder KommunikationspartnerInnen

**Kommunikationsgrund:**

- Sohn → Ich möchte einkaufen. (A)
- Arzt → Bitte um einen Hausbesuch (Untersuchung). (B)
- Pfleger → Bitte das Bett herrichten. (C)
- Freundin (bzw. Angehörige der Freundin) → Würde gerne mit Freundin telefonieren. (D)

## 7 Workshops

- Friseur → Bitte um einen Hausbesuch (Haare schneiden). (E)
- Tochter → Komm doch mal wieder auf einen Kaffee vorbei. (F)



Abbildung 7.4: Würfelbilder Kommunikationsgrund

**Herr H. KommunikationspartnerInnen:** 3 Töchter, beruflicher Nachfolger, Freund, KFZ-Mechaniker.



Abbildung 7.5: Würfelbilder KommunikationspartnerInnen

**Kommunikationsgrund:**

- Töchter → Wann kommst du das nächste Mal nach Hause? (A)
- Tochter → Wir würden dich gerne in nächster Zeit in Wien besuchen. (B)
- Beruflicher Nachfolger → Ich bräuchte eine Rechtsauskunft. (C)

## 7 Workshops

- Freund → Ich muss das Tarockieren absagen. (D)
- KFZ-Mechaniker → KFZ-Service Termin. (E)
- Alle → Ein Dankeschön senden. (F)



Abbildung 7.6: Würfelbilder Kommunikationsgrund

**Frau H. KommunikationspartnerInnen:** 3 Töchter, Chorleiter, Freundin, Friseur.



Abbildung 7.7: Würfelbilder KommunikationspartnerInnen

**Kommunikationsgrund:**

- Töchter → Wann kommst du das nächste Mal nach Hause? (A)
- Tochter → Wir würden dich gerne in nächster Zeit in Wien besuchen. (B)
- Töchter → Was möchtest du zu Essen? (C)

## 7 Workshops

- Chorleiter → Ich kann nicht zur nächsten Chorprobe kommen. (D)
- Freundin → Komm doch wieder mal auf einen Kaffee vorbei. (E)
- Friseur → Bitte um einen Hausbesuch (Haare schneiden). (F)

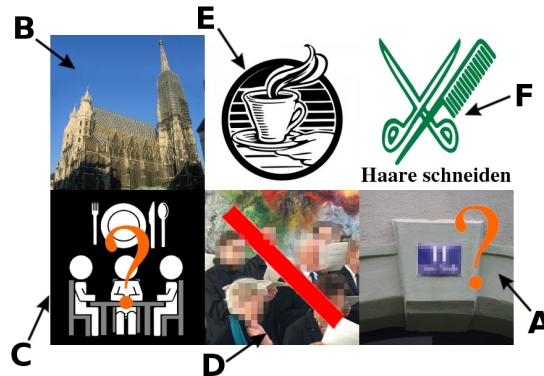


Abbildung 7.8: Würfelbilder Kommunikationsgrund

**Frau K. KommunikationspartnerInnen:** Schwiegersohn, 2 Töchter, Nachbarin, 2 Freundinnen

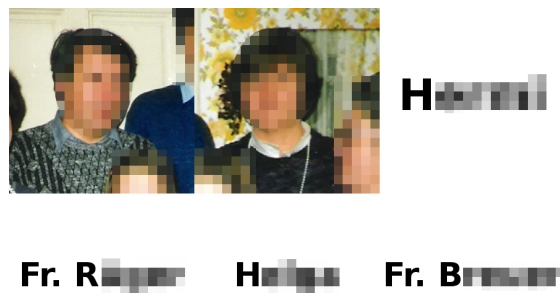


Abbildung 7.9: Würfelbilder KommunikationspartnerInnen

**Kommunikationsgrund:**

- Schwiegersohn → Wann kommst du das nächste Mal nach Hause? (A)
- Tochter → Wann kommen die Kinder wieder zu dir? (B)

## 7 Workshops

- Tochter → Ich möchte Einkaufen. (C)
- Nachbarin → Komm auf einen Wein vorbei. (D)
- Freundin → Komm vorbei auf eine Partie Karten. (E)
- Freundin → Ich kann nicht zum nächsten SeniorInnentreff kommen. (F)



Abbildung 7.10: Würfelnbilder Kommunikationsgrund

### 7.2 Videobeobachtung

Wie zuvor schon erwähnt fanden die Workshops bei den TeilnehmerInnen zu Hause statt. Für die Zeit des Aufbaus von TanCu bzw. des Aufnahmeequipments wurden die TeilnehmerInnen gebeten, in einem anderen Raum (teilweise mit einer Vertrauensperson) zu warten, damit diese das Gerät wirklich erst bei der ersten Aufgabestellung zu Gesicht bekommen. TanCu wurde in der Mitte des Tisches, der für den Workshop verwendet wurde, platziert. Die Kabel und der Laptop wurden so gut wie möglich versteckt. Die Kamera wurde so positioniert, dass ein guter Überblick über die Bedienung von TanCu gegeben war und vor allem der Kopf, der Oberkörper und die Arme sichtbar waren. Prinzipiell sollten die TeilnehmerInnen von schräg-hinten gefilmt werden, um die Anonymität zu wahren. Das Profil der AnwenderInnen sollte jedoch zu sehen sein, um in der späteren Auswertung die Bewegungen des Blickfelds verfolgen zu können. Bei Bedarf war im Nachhinein eine Verschleierung des Gesichts in den Videoaufnahmen möglich. Das Mikrofon für die Audioaufzeichnung war auf der Kamera montiert.

Nachdem TanCu betriebsbereit war, die Kamera aufgestellt und aufnahmebereit war, wurde die Teilnehmerin/der Teilnehmer in den Raum geholt. Der Workshop bestand aus



insgesamt drei Anwendungsfällen:

- *Positionierung zum Gerät:* Zu Beginn wird die Teilnehmerin/der Teilnehmer gebeten, sich so zum Gerät zu positionieren, wie sie/er es für richtig ansieht. So kann beobachtet werden, ob das äußere Design von TanCu eine eindeutige Positionierung bewirkt.
- *Erste Kontaktaufnahme mit einer/einem KommunikationspartnerIn:* Die Teilnehmerin/der Teilnehmer wird gebeten, mit einer bestimmten Person aus einem bestimmten Grund Kontakt aufzunehmen. Dieser Anwendungsfall soll aufzeigen, wie sich die TeilnehmerInnen verhalten, wenn sie das erste Mal mit dem Gerät arbeiten. Nehmen sie überhaupt die Würfel, die neben dem Gerät positioniert sind, in die Hand? Wenn ja, was machen sie mit den Würfeln? Drehen sie die Würfel? Positionieren sie die Würfel auf dem dazugehörigen Feld bzw. überhaupt auf TanCu? Wenn nein, wie interagieren sie sonst mit dem Gerät? Bei diesem Anwendungsfall kann es notwendig sein, nach einer gewissen Zeit unterstützend einzugreifen. Wenn die Teilnehmerin/der Teilnehmer längere Zeit ratlos vor dem Gerät sitzt bzw. steht und keine Interaktion stattfindet, sollten die Situation bzw. Hindernisse gemeinsam mit der Teilnehmerin/dem Teilnehmer erörtert werden. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Teilnehmerin/der Teilnehmer die Problemfelder möglicherweise nicht selber mitteilt. Das Zeitfenster, nach dem Unterstützung gegeben wird, muss individuell gewählt werden und kann nicht in Sekunden angegeben werden. Ein zu kurzes Zeitfenster kann bewirken, dass zu früh Informationen preis gegeben werden, obwohl die Teilnehmerin/der Teilnehmer diese noch gar nicht wollte. Zu lange zu warten kann die Teilnehmerin/den Teilnehmer allerdings auch verunsichern und eventuell zu einem Unwohl-Fühlen führen.
- *Zweite Kontaktaufnahme mit einer/einem KommunikationspartnerIn.* Nachdem der zweite Anwendungsfall von der Teilnehmerin/dem Teilnehmer alleine oder mit Unterstützung durchgeführt wurde, soll in einem weiteren Anwendungsfall überprüft werden, wie sich dadurch die Herangehensweise der Teilnehmerin/des Teilnehmers an die Kommunikationssituation ändert. Wieder wird die Teilnehmerin/der Teilnehmer gebeten, mit einer bestimmten Person aus einem bestimmten Grund Kontakt aufzunehmen. So kann beobachtet werden, ob der Anwendungsfall nun alleine durchgeführt werden kann bzw. ob sich die Zeit, die für den Anwendungsfall benötigt wird, verringert.

Um einen bildlichen Eindruck der wichtigsten Interaktionen dieser drei Anwendungsfälle

## 7 Workshops

zu vermitteln, werden an dieser Stelle einige exemplarische Videostills gezeigt.



Abbildung 7.11: Positionierung zum Gerät

Hier ist der Anwendungsfall 1 eines Workshops dargestellt. Die Teilnehmerin wurde aufgefordert, sich so zum Gerät zu positionieren, wie sie es für richtig hält. Nachdem sie das Gerät von allen Seiten betrachtet hat, entschied sie sich für eine Seite. Danach revidierte sie ihre Entscheidung und bat, das Gerät um 180 Grad zu drehen, die Seite mit der "Lade" in ihre Richtung blickend. Die eingenommene Sitzposition ist aufrecht. Die Fingerspitzen sind auf den Tisch gelegt. Sie wirkt eher distanziert gegenüber dem Gerät.



Abbildung 7.12: Interaktion mit einem Würfel

Hier sind Beispiele für Interaktion mit einem Würfel zu sehen. In diesem Anwendungsfall (2) wurde der gelbe Würfel auf verschiedene Arten gedreht und betrachtet. Zuerst wurde der Würfel von der Teilnehmerin mit Kontakt zum Tisch zu sich gezogen und die nach oben zeigende Würfelseite betrachtet. Danach wurde der Würfel wieder an seinem Ursprungsplatz zurückgeschoben. Gleich darauf zog die Teilnehmerin den Würfel wieder in ihre Richtung, drehte diesen am Tisch und betrachtete die anderen Würfelseiten. Wenn eine Würfelseite genauer betrachtet wurde, wurde der Würfel mit beiden Händen aufgenommen und im Blickfeld zentriert. Nachdem die Teilnehmerin den/die gewünschte/n Kommunikationspartner/in am Würfel gefunden hatte, legte sie diesen wieder auf den Ursprungsplatz zurück, in dem das Bild des/der gewünschten Kommunikationspartners/in nach oben zeigte.

## 7 Workshops



Abbildung 7.13: Abstellen der Würfel

Hier ist ein Teilnehmer beim Platzieren der Würfel am TanCu zu sehen. Zunächst hielt er beide Würfel mit den gewünschten Symbole nach oben zeigend in den Händen. Beim Platzieren der Würfel drehte der Teilnehmer die Würfel jedoch so, dass diese mit den gewünschten Symbolseiten nach unten auf der Abstellfläche standen.



Abbildung 7.14: Betätigen der Sendebestätigung

In diesem Beispiel sind verschiedene Interaktionen zur Betätigung der Sendebestätigung zu sehen. Zunächst versuchte der Teilnehmer durch das Drücken des Würfels einen Sendemechanismus auszulösen. Der Teilnehmer drückte hier sowohl auf das Würfelsymbol als auch auf das Fiducialsymbol. Danach betätigte er versuchsweise den Senden-Button. Nachdem er die Würfel auf den Abstellflächen platziert hatte, drückte der Teilnehmer wiederum auf die Würfel, um einen eventuell vorhandenen Mechanismus auszulösen. Direkt im Anschluss betätigte der Teilnehmer jedoch den Senden-Button, womit der zweite Anwendungsfall abgeschlossen war.

*Im Anschluss werden die wichtigsten Beobachtungen in Tabellenform abgebildet. Die gesammelten Erkenntnisse werden dabei in vier Grundthematiken eingeteilt: Position, Timing, Interaktion und Feedback.*

Position	Welche Pose wird gegenüber dem Gerät eingenommen?	Wird die erwartete Position gegenüber dem Gerät eingenommen, wenn nein welche?	Wird die Position dazwischen verändert?
Herr S.	Sitzend, nach vorne gebeugt, Hände nahe am Gerät. Esstischhöhe.	Ja.	Beugt sich bei Aufgabe 2 über das Gerät um Mechanismen zu suchen.
Frau M.	Sitzend, leicht schräg am Sessel, in Entfernung zur Tischkante, Hände im Schoss. Esstischhöhe.	Ja.	Nähert sich während des Workshops immer weiter dem Tisch/dem Gerät, zuerst eine Hand am Tisch, am Schluss beide Hände.
Herr H.	Sitzend, vorgebeugt, mit einer Hand am Tisch abgestützt. Esstischhöhe.	Nein, sitzt so vor dem Gerät, dass die Lade sich aus der Sicht von Herrn H. auf der linken Seite befindet.	Nein.
Frau H.	Sitzend, zurück gelehnt in den Sessel, Hände an der Tischkante angelehnt. Esstischhöhe.	Ja, zuerst positioniert sie sich „hinter“ dem Gerät, entscheidet sich aber dafür, das Gerät in die erwartete Position zu drehen.	Lehnt sich näher zum Gerät, steht immer wieder auf, um von oben auf das Gerät zu schauen.
Frau K.	Sitzend, schräg vor dem Gerät, Hände am Sessel. Couchtischhöhe.	Sitzt in „ihrem“ Sessel, entscheidet sich nach Nachfrage für erwartete Seite.	Steht für Aufgabe 2 auf und bleibt dann stehen. Blickwinkel auf das Gerät dadurch relativ steil.

Abbildung 7.15: Auswertung des Grundthemas Position

Timing	Wann wird das erste Mal mit einem Würfel interagiert?	Wann wird der Senden – Knopf das erste Mal gedrückt?	In welcher Zeit wird die zweite Aufgabe erledigt?	In welcher Zeit wird die dritte Aufgabe erledigt?
Herr S.	Start Aufgabe 2: 18:41:21 1. Würfelkontakt: 18:41:54	Bevor noch ein Würfel am Platz steht. 18:42:11	Start Aufgabe 2: 18:41:21 Ende Aufgabe 2: 18:46:27	Start Aufgabe 3: 18:46:45 Ende Aufgabe 3: 18:46:57
Frau M.	Start Aufgabe 2: 16:28:43 1. Würfelkontakt: 16:29:36	Nach Hinweisen am Schluss der 2. Aufgabe. 16:38:10	Start Aufgabe 2: 16:28:43 Ende Aufgabe 2: 16:38:12	Start Aufgabe 3: 16:38:52 Ende Aufgabe 3: 16:39:29
Herr H.	Start Aufgabe 2: 11:08:32 1. Würfelkontakt: 11:08:39	Am Ende der Aufgabe 2. 11:09:36	Start Aufgabe 2: 11:08:32 Ende Aufgabe 2: 11:09:38	Start Aufgabe 3: 11:10:18 Ende Aufgabe 3: 11:10:46
Frau H.	Start Aufgabe 2: 11:50:38 1. Würfelkontakt: 11:50:45	Keine Daten. *	Start Aufgabe 2: 11:50:38 Ende Aufgabe 2:* 11:59:31	Start Aufgabe 3: 12:00:28 Ende Aufgabe 3: 12:01:06
Frau K.	Start Aufgabe 2: 18:10:56 1. Würfelkontakt: 18:11:47	Am Ende der Aufgabe 2. 18:11:23	Start Aufgabe 2: 18:10:56 Ende Aufgabe 2: 18:14:22	Start Aufgabe 3: 18:14:44 Ende Aufgabe 3: 18:15:17

Abbildung 7.16: Auswertung des Grundthemas Timing

\* keine Daten, da Senden-Button bei Aufgabe 2 nicht betätigt wurde.

Der Übersicht halber werden hier die wichtigsten Messungen in Diagrammform dargestellt. Das linke Diagramm zeigt die Dauer in Sekunden von Beginn des zweiten Anwendungsfalls bis zum erstmaligen Kontakt mit einem der Bedienwürfel. Das rechte Diagramm zeigt die Zeit an, in der die Anwendungsfälle zwei und drei absolviert wurden.

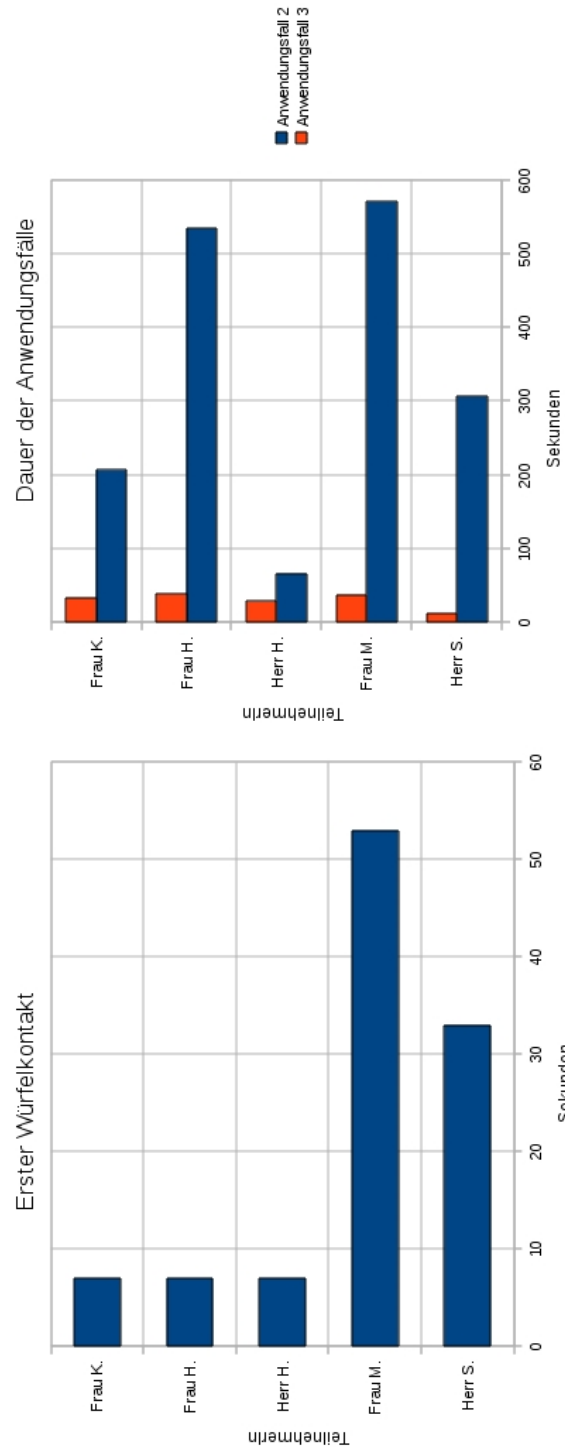


Abbildung 7.17: Auswertung des Grundthemas Timing Diagramme



## 7 Workshops

Interaktion	Wie wird mit dem Würfel interagiert?	Wird die Verbindung Würfel-Stellplatz von selbst erkannt?	Wenn vorige nein: Was gibt den Ausschlag für das erfolgreiche Positionieren?	Werden die Symbole richtig erkannt?	In welcher Ausrichtung werden die Würfel platziert?
Herr S.	Zuerst verschoben, am Tisch gedreht. Auf Bild und Fiducial gedrückt. Dann hoch gehoben, gedreht.	Ja, nachdem Herr S. durch die Stellplatz-Öffnungen die Kameras entdeckt hat.	---	Personenwürfel sofort, bei Aktionswürfel zuerst nicht auf Symbol geachtet. Nach Hinweis auf Aufgabenstellung dann korrekt erkannt.	Zuerst korrekt platziert, nicht Senden gedrückt und auf Feedback gewartet. Dann die Würfel anders platziert mit den richtigen Bildern nach unten.
Frau M.	Dreht die Würfel am Tisch, hebt die Würfel nur auf zum Platzieren am Stellplatz.	Nicht unmittelbar.	Mehrere Hinweise. Auf Farbe der Würfel bzw. Farbe der Stellplätze. Hinweis, dass hier also eine Verbindung bestehen könnte.	Bei Personenwürfel konnte eine Person nicht identifiziert werden (kein eindeutiges Foto). Bei Aktionswürfel wurde richtiges Symbol kurz gesehen, dann aber das Telefon-Symbol verwendet. Nach Hinweis korrektes Symbol verwendet.	Wie erwartet.
Herr H.	Hoch gehoben, gedreht, am Tisch platziert und dann auf Stellplatz.	Ja.	---	Ja.	Mit den richtigen Symbolen nach unten.
Frau H.	Hoch gehoben, gedreht. Immer wieder leicht angehoben bzw. in die Hand genommen, betrachtet und wieder auf Tisch gestellt.	Ja. Frau H. vermutet, dass ein elektrischer Kontakt zwischen Gerät und Würfel hergestellt werden sollte. Erwähnt hier, dass das Bild auf dem Stellplatz platziert werden soll.	---	Bei Personenwürfel ja, der Aktionswürfel wird zuerst als „Absenderwürfel“ gesehen (wegen Symbol mit Hausnummer). Nach Hinweis auf Bedeutung des Symbols dann das Richtige erkannt.	Gewünschte Bilder nach unten.
Frau K.	Hoch gehoben, gedreht und mit richtigen Symbolen nach oben wieder auf den Tisch gestellt. Dann auf Stellplatz.	Nicht unmittelbar.	Nach Hinweis auf die Farbe der Stellplätze und der Würfel.	Ja.	Wie erwartet.

Abbildung 7.18: Auswertung des Grundthemas Interaktion

Feedback	Wird nach dem Platzieren aktiv nach einem Bestätigungsmechanismus gesucht?	Wird auf das akustische / visuelle Feedback reagiert?
Herr S.	Senden – Knopf wurde schon am Anfang der Interaktion gefunden und probeweise betätigt. Während der Interaktion häufig auf Würfel/auf Gerät gedrückt	Nicht klar ersichtlich, ob das bestehende Feedback wahrgenommen wurde, wartet auf Feedback bei Betätigung des Senden Buttons. Sucht auch aktiv nach Hinweisen.
Frau M.	Nein.	Keine Anzeichen.
Herr H.	Nein.	Nein, war sehr sicher in der Bedienung,
Frau H.	Ja, bei Aufgabe 3. Hat dann von selber bemerkt, dass sie bei Aufgabe 2 gar nicht auf den Senden-Knopf gedrückt hat.	Bei 11:59:28 scheint sie das akustische Signal gehört zu haben, aber nicht zuordnen zu können.
Frau K.	Nein.	Keine Anzeichen.

Abbildung 7.19: Auswertung des Grundthemas Feedback\*

\* Hier ist das Feedback gemeint, dass vom Gerät in Reaktion auf eine BenutzerInnen-Interaktion ausgegeben wird.

In diesem Abschnitt wurde Einblick in den Verlauf der Videobeobachtung gegeben und die wichtigsten Bereiche in Tabellenform zusammengefasst. Nach der Beschreibung der Nachbereitung im folgenden Abschnitt erfolgt die Analyse der gesammelten Daten in Abschnitt 7.4.

### 7.3 Nachbereitung

Nach den Videobeobachtungen wurde das Erlebte in einem Gespräch mit dem jeweiligen Teilnehmer/der jeweiligen Teilnehmerin reflektiert. Die TeilnehmerInnen konnten hier erzählen, wie es ihnen bei der Bedienung des Geräts ergangen ist. Die Richtung des Gesprächs hing unter anderem vom Verlauf der Anwendungsfälle ab und was bzw. wie viel die AnwenderInnen schon während der Anwendung "laut gedacht" haben. Um dem Gespräch eine Grundstruktur zu geben, wurden - ähnlich wie bei einem Interview (siehe Kapitel 5) - im Vorfeld einige Fragen vorbereitet:

- Wie ist es Ihnen bei den Anwendungen ergangen?
- Was war ausschlaggebend dafür, dass Sie sich so positioniert haben?
- Bei erwarteter und unerwarteter Interaktion: Was waren Ihre Gedanken bei der Anwendung? Wie sind Sie vorgegangen? Was war ausschlaggebend, dass Sie die Bedienung des Gerätes in der erfolgten Art und Weise durchgeführt haben?
- Bei nicht erfolgter Interaktion: Was waren die Hindernisse bei der Bedienung des Geräts?
- Nachdem Sie das Gerät zweimal bedient haben: Was ist Ihnen positiv oder negativ aufgefallen? Haben Sie Verbesserungsvorschläge?

**Herr S.** Herr S. sprach nicht nur über die Bedienung von TanCu, sondern brachte auch selber einige Ideen zur Verbesserung des Designs ein. Für Herrn S. war der Zusammenhang der Abstellflächen und der Würfel durch die Farbgebung klar ersichtlich, obwohl sein erster Fokus eher bei den Würfeln alleine lag. Dadurch wollte er zuerst ausprobieren, was beim Drücken der Würfel geschieht. Als hier nichts geschah, war für ihn der zweite Schritt, die Würfel auf die Abstellflächen zu stellen. Durch den Bestätigungston und das Bestätigungssignal wurde er in seiner Entscheidung bestätigt. Der wichtigste Hinweisgeber, dass die Würfel auf die Abstellflächen platziert werden müssen, war für Herrn S. die rechteckigen Fenster auf der Oberseite von TanCu. Bei der Unterscheidung, welcher Würfel auf welche Fläche gehört, waren für Herrn S. die eindeutige Farbgebung

entscheidend. Die unterschiedliche Größe der Fenster (Anm.: der Abstellflächen) war für ihn nicht deutlich genug, um als erste Entscheidungshilfe relevant zu sein. Als zusätzlichen Bedienungshinweis schlug Herr S. eine Beschriftung der beiden Abstellflächen vor. Neben den Fenstern der Abstellflächen könnte "gelber Würfel" bzw. "schwarzer Würfel" stehen - als Hinweis darauf, dass hier die Würfel abgestellt werden sollen. Bei der Interaktion mit dem Gerät, vor allem beim Drücken der Würfel und beim versuchsweise Betätigen des Senden-Buttons, hätte sich Herr S. mehr Reaktion des Geräts erwartet, um schneller zum gewünschten Ergebnis zu kommen. Im Verlauf des Gesprächs stellte Herr S. die Frage, wo sich das Mikrofon befindet, in das nach dem Herstellen der Verbindung hineingesprochen wird. Für ihn wäre es naheliegend gewesen, dass nach dem Versenden der Nachricht eine Möglichkeit der direkten Kommunikation gegeben ist, um Rückmeldungen zu empfangen bzw. Details auszumachen. Ansonsten würde man wieder ein Handy oder einen Computer für den Empfang der Rückmeldung brauchen, meinte Herr S.

**Frau M.** Für Frau M. war zunächst die Positionierung zum Gerät klar. Hier war die Lade mit dem Senden-Button ausschlaggebend. Sie ist während der Interaktion aufgestanden, um von oben in das Gerät zu blicken und zu eruieren, was das Platzieren der Würfel auf den Abstellflächen bewirken soll. Die Interaktion mit den Würfeln war für Frau M. klar. Sie hat die Würfel mit Spielwürfel assoziiert, mit denen gewürfelt wird. Das Maß der Würfel konnte Frau M. mit dem Maß der Fenster der Abstellflächen in Verbindung bringen. Das Feedback durch TanCu hat sie nicht wahrgenommen. Das akustische Feedback hat sie nicht gehört. Auch das visuelle Feedback war unzureichend. Die Erkundung von TanCu durch Ausprobieren kam für Frau M. nicht in Frage, sie wollte nämlich nicht riskieren etwas kaputt zu machen. Rückblickend gesehen war die Bedienung des Geräts für Frau M. durchaus einfach.

**Herr H.** Um zu Beginn des Workshops die korrekte Positionierung zum Gerät zu finden, hat Herr H. nach einem Schalter Ausschau gehalten, der zu betätigen ist. Eine Seite (die Seite gegenüber der Lade) hat er von vornherein ausgeschlossen, die anderen drei Seiten von TanCu waren für Herrn H. gleich geeignet. Die Zuordnung der Würfel war für Herrn H. sofort ersichtlich. Den gelbe Würfel erkannte er als Personenwürfel, den schwarzen als Aktivitätswürfel. Als Hinweis auf die korrekte Interaktion war die Farbgebung der Abstellflächen und die Größe der Fenster für ihn eindeutig. Die Fenster assoziierte Herr H. mit einem Fotokopierer bzw. Scanner. Er schloss daraus, dass die Würfel auf die Fenster platziert werden müssen. Eine andere Übertragungsmöglichkeit hat er nicht gesehen. Das

Feedback vom Gerät ist ihm nicht aufgefallen.

**Frau H.** Bei der Positionierung zum Gerät hat sich Frau H. nach der Lade mit dem Senden-Button orientiert. Anfänglich dachte sie, der Optimus-Mini-Three sei ein kleiner Computer, der sie sowieso nicht betrifft. Als sie dann das “Senden” gesehen hat, war für sie klar, dass sich die Seite mit der Lade direkt vor ihr befinden sollte. Schon während des Anwendungsfalls zur Positionierung war für sie klar, dass sie den Senden-Button drücken muss, wenn sie eine Nachricht abschicken will. Am Gerät selber hat sie anfangs einen Anschluss für Kopfhörer oder Ähnliches gesucht, da sie angenommen hatte, dass sie mit den KommunikationspartnerInnen sprechen müsse. Bei der zweiten Aufgabenstellung lag das Hauptaugenmerk von Frau H. auf dem Personenwürfel. Hier hat sie unmittelbar nach dem/der Kommunikationspartner/in gesucht. Frau H. hat während des zweiten Anwendungsfalls immer wieder nach einer Möglichkeit gesucht, neben dem Empfänger auch den Absender festzulegen. Den Würfel mit den Kommunikationsgründen hat sie zunächst nicht wirklich beachtet. Der Grund dafür war die Position dieses Würfels, denn dieser lag hinter dem Würfel mit den KommunikationspartnerInnen. Daher hatte sie diesem nicht so große Aufmerksamkeit geschenkt. Grundsätzlich hat sie bei den Würfeln eher auf die Bilder geschaut. Dadurch sind ihr die Farben nicht sofort aufgefallen. Die gelbe Farbe der einen Abstellfläche hat sie mit der Farbe der Post in Verbindung gebracht. Der Zusammenhang zwischen der Würfelfarbe und den Farben der Abstellflächen war für sie nicht unmittelbar eindeutig. Vor allem beim Würfel mit den Kommunikationsgründen ist ihr die Farbe nicht aufgefallen. Als Gründe nannte Frau H., dass dieser Würfel kleiner ist und deswegen nicht so auffällt und dass schwarz im Gegensatz zu gelb nicht so ins Auge sticht. Hier wäre für sie die Farbe rot optimaler. Obwohl für Frau H. die Farbgebung nicht sofort ersichtlich war, war für sie bald klar, dass die Bilder auf den Fenstern platziert werden müssen. Beim Feedback von TanCu hat sie nur das akustische Signal wahrgenommen.

**Frau K.** Für Frau K. war die Bedienung in der Nachbetrachtung sehr einleuchtend und problemlos. Sie würde das Nachrichten-Verschicken jetzt auch alleine schaffen. Frau K. sagte, sie hätte sowohl das akustische als auch das visuelle Feedback wahrgenommen, als sie die Würfel auf das Gerät gestellt hatte. Sie hörte ein “Klingeln”. Sie ist während der Interaktion aufgestanden, um das Gerät besser (vor allem von oben) untersuchen zu können. Dass die Farben der Würfel und der Abstellflächen zusammengehören, hat Frau K. nach einem kurzem Hinweis des Autors erkannt. Dadurch war für sie klar, dass die Würfel auf die Flächen gestellt werden müssen. Für Frau K. ist auch die Wahl der

Farben sehr gelungen. Das Verwenden von anderen Farben, wie etwa rot, würde für sie zu auffallend sein. Sie unterstrich auch die Wichtigkeit der Ästhetik des Geräts.

## 7.4 Videoanalyse

Für die Videoanalyse wurden vier Kategorien erstellt, anhand derer das vorhandene Material ausgewertet wurde.

- Positionierung: Impliziert das Design von TanCu eine bestimmte Positionierung der TeilnehmerInnen zum Gerät? Wird die anfangs eingenommene Position während der Interaktion verändert?
- Würfelinteraktion: Welche Interaktionen wurden intuitiv mit dem Würfel durchgeführt? Gibt es ähnliche Interaktionen bei allen TeilnehmerInnen? Verändert sich die Interaktion bei wiederholter Anwendung? Wird die Funktion der beiden Würfel erkannt?
- Würfelplatzierung: Wurde der Konnex zwischen Würfel und Abstellfläche erkannt? Wie wurden die Würfel platziert und haben die TeilnehmerInnen die Würfel in gleicher Ausrichtung am TanCu platziert?
- Sendebestätigung: Wird die Funktion des Senden-Buttons von den TeilnehmerInnen erkannt? Wann wird der Button gedrückt?

### 7.4.1 Positionierung

Durch die Entscheidung TanCu bei den Workshops auf einem Tisch aufzubauen, war von vornherein eine sitzende Positionierung der TeilnehmerInnen zu erwarten. Vier der fünf TeilnehmerInnen haben sich für die erwartete Position zum Gerät entschieden, d.h. die Seite mit dem Senden-Button direkt vor sich. Für diese Entscheidung war in den meisten Fällen die Lade mit dem Optimus-Mini-Three, wo auf einem der Tasten "Senden" zu lesen war, ausschlaggebend. Einer der TeilnehmerInnen sah drei gleich geeignete Seiten am TanCu (die vierte war die Seite mit der Verkabelung), er wählte eine der Seiten eher zufällig aus und positionierte sich derart zum Gerät, dass sich die Lade mit dem Optimus links von ihm befand. Bei zwei der TeilnehmerInnen wurde die Ausrichtung von TanCu nach Einnehmen des Sitzplatzes noch verändert und so in die erwartete Position gebracht. Die eingenommene Sitzposition der TeilnehmerInnen fiel sehr unterschiedlich aus. Hier konnte auch ein Unterschied zwischen den weiblichen und den männlichen TeilnehmerInnen beobachtet werden. Die beiden Teilnehmer saßen eher vorgebeugt, den Körper in

Richtung von TanCu ausgerichtet, die Hände am Tisch bzw. nahe am TanCu. Die TeilnehmerInnen hingegen saßen großteils schräg am Sessel, in größerer Distanz zu TanCu, die Hände am Körper bzw. die Fingerspitzen am Tisch angelegt. Im Verlauf der Workshops änderte nur einer der TeilnehmerInnen die anfangs eingenommene Position zum Gerät nicht. Alle anderen TeilnehmerInnen standen auch während des zweiten Anwendungsfalles auf, um TanCu noch einmal von allen Seiten zu betrachten. Auffallend war, dass alle TeilnehmerInnen von oben durch die Fenster der Abstellflächen in das Innere des Geräts geschaut haben, um so Hinweise auf die Funktionalität zu erhalten. Teilweise wurden auch die Kameras und Kabel, die durch die Fenster zu sehen waren, angesprochen. Prinzipiell war zu beobachten, dass bei fast allen TeilnehmerInnen die Körperhaltung gegenüber TanCu im Verlauf des Workshops offener wurde und die TeilnehmerInnen immer näher an TanCu heranrückten.

### 7.4.2 Würfelinteraktion

Während der Workshops konnten viele der in Abschnitt 6.1.1 angeführten Interaktionen beobachtet werden. Immer wiederkehrende Interaktionen waren Aufheben, Drehen, Kippen, Verschieben und Platzieren der Würfel. Die Interaktion mit dem Würfel änderte sich auch bei der wiederholten Anwendung kaum. Insofern kann ein diesbezüglicher Aufforderungscharakter (siehe 2.3.1) der Würfelform und eine damit einhergehende Intuitivität in der Interaktion mit einem Würfel bestätigt werden. Der erste Kontakt mit einem der Würfel erfolgte dabei meist unmittelbar nach dem Beginn des Anwendungsfalles, bzw. kurz nach einer allgemeinen Orientierungsphase, wo das Gerät selber inspiziert wurde. Alle TeilnehmerInnen griffen innerhalb der ersten Minute des zweiten Anwendungsfalles zu einem Würfel, drei davon nach nur sieben Sekunden (siehe 7.2). Ein Grund dafür könnte das Design der Würfelseiten sein. Hier sind bekannte Personen bzw. Symbole angebracht, die durch den Wiedererkennungswert den Würfel für BenutzerInnen interessant machen. Bei den Workshops war zu beobachten, dass der Würfel der KommunikationspartnerInnen für die TeilnehmerInnen interessanter zu sein schien, da mit diesem zuerst interagiert wurde. Dafür ausschlaggebend könnte die auffälliger Farbe (gelb) gewesen sein oder die Größe des KommunikationspartnerInnen-Würfels sowie die Vertrautheit der Gesichter und Namen. Die Bedeutung der Symbole auf den Seiten des Kommunikationsgründe-Würfels wurden im Allgemeinen weniger gut erkannt als die des KommunikationspartnerInnen-Würfels. So wurde auch die Funktion des KommunikationspartnerInnen-Würfels als Möglichkeit zur Festlegung des Empfängers/ der Empfängerin schneller erkannt.

### 7.4.3 Würfelplatzierung

Die Verbindung zwischen Würfel und Abstellfläche konnten drei der fünf TeilnehmerInnen ohne Hilfestellung herstellen. Zwei konnten den Zusammenhang nach Hinweisen zu Farbe bzw. Form der Würfel erschließen. Bei den Workshops zeigte sich, dass vor allem die technik-affineren TeilnehmerInnen den zweiten Anwendungsfall (das erstmalige Versenden einer Nachricht mit TanCu) rasch abschließen konnten. Insgesamt konnten alle TeilnehmerInnen diesen Anwendungsfall in unter 10 Minuten meistern. Die kürzeste Zeitdauer lag bei nur 66 Sekunden. Den dritten Anwendungsfall (das wiederholte Versenden einer Nachricht mit TanCu) konnten alle TeilnehmerInnen in unter 40 Sekunden abschließen (siehe 7.2). Bezugnehmend auf die in 2.3 angeführten Definitionen von Intuitivität kann hier durchaus von schneller bzw. effektiver Interaktion gesprochen werden - in Anbetracht der Tatsache, dass keine/r der TeilnehmerInnen TanCu zuvor gesehen, verwendet oder Informationen darüber erhalten hatte. Auch die Reaktionen der TeilnehmerInnen nach der Interaktion mit TanCu waren durchwegs positiv. Alle TeilnehmerInnen befanden die Interaktion mit dem Gerät im Nachhinein als leicht und problemlos. Die zuvor bestehenden Zweifel waren nach den Workshops ausgeräumt. Hier muss allerdings noch angefügt werden, dass es beim Platzieren der Würfel Unterschiede in der Ausrichtung gab. Einige TeilnehmerInnen platzierten die Würfel in der erwarteten Art und Weise mit dem gewünschten Bild bzw. Symbol nach oben zeigend, andere wiederum stellten den Würfel mit dem gewünschten Bild bzw. Symbol in Richtung Kamera auf die Abstellfläche (vgl. 7.2). Diese versuchten "einen Kontakt" (Anm.: wie bei Ladestation eines Schnurlostelefon) herzustellen bzw. vermuteten eine Funktionalität ähnlich eines Fotokopierers/Scanners und platzierten den Würfel deswegen mit der gewünschten Seite nach unten.

### 7.4.4 Sendebestätigung

Dem Senden-Button wurde nur von zwei der fünf TeilnehmerInnen von selbst Bedeutung hinsichtlich des Verschickens der Nachrichten zugemessen. Für das Betätigen des Senden-Buttons als Abschluss der Interaktion brauchten die meisten TeilnehmerInnen einen Hinweis (z. B.: "*Abschließend muss der Versand der Nachricht noch bestätigt werden*"). Einerseits haben TeilnehmerInnen während der Workshops den Senden-Button ohne Hinweis gar nicht berührt; andererseits kam es vor, dass der Senden-Button mitten im Anwendungsfall zum Ausprobieren auch mehrmals gedrückt wurde. Einer der TeilnehmerInnen hat auch auf die Würfel und die Fiducial-Symbole gedrückt und auf Feedback vom Gerät gewartet. Das vorhandene Feedback des Geräts, akustische und visuelle Si-



## 7 Workshops

gnale nach dem Platzieren der Würfel, wurde im Allgemeinen nicht wirklich bemerkt bzw. in Zusammenhang mit der Interaktion mit dem Gerät gebracht.

*Nachdem in diesem Kapitel der Ablauf der Workshops beschrieben und die gesammelten Daten analysiert wurden, werden im abschließenden Kapitel die Ergebnisse dieser Arbeit präsentiert. Einerseits werden notwendige Weiterentwicklungen an TanCu aufgezeigt, die sich aus der Analyse der Workshops ergeben haben, andererseits werden Empfehlungen für die Entwicklung von intuitiven Technologien für ältere Menschen gegeben. Mit einem persönlichen Resümee wird diese Arbeit abgeschlossen.*

## 8 Diskussion

Die Entwicklung einer intuitiven Kommunikationstechnologie stellte sich als ein Prozess dar, der besonders gründliche Vorbereitung benötigte. Für die Weiterentwicklung des TanCu Prototypen stellten sich die Klassifikation nach Fishkin und die Überprüfung der affordance als gute Werkzeuge heraus, um einen Prototypen oder auch den Entwurf eines Prototypen auf die Intuitivität der Interaktion einzuschätzen. Wobei hier Abstriche bei der Metaphor-Dimension nach Fishkin gegenüber der affordance gemacht werden mussten (siehe 8.1.1). Die Designrichtlinien nach Blackler sind zwar recht allgemein gehalten und haben keinen direkten Bezug auf TUIs, können aber durchaus als Framework für den Designprozess hilfreich sein. Da bei der Entwicklung von TanCu bereits eine erste Version des Prototypen vorhanden war, wurden die Richtlinien zwar in die Weiterentwicklung miteinbezogen, das komplette Design-Tool nach Blackler kam jedoch nicht zur Anwendung.

Für die Planung der Struktur der Workshops waren die Beschreibungen des usability testings nach [Fisk et al. 09] und [Rubin et al. 08] äußerst hilfreich. Diese flossen sowohl in Kapitel 7.2 Videobeobachtung, als auch 7.3 Nachbereitung und 7.4 Videoanalyse ein. Auf Basis der Recherchen zu Alter und Altersbegriff wurde bei der Zusammensetzung der TeilnehmerInnen der Workshops auf Heterogenität geachtet. Die TeilnehmerInnen unterschieden sich sowohl im kalendarischen Alter, als auch in ihren kognitiven und sensorischen Fähigkeiten.

Im Anschluss werden nun anhand der Ergebnisse der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Workshops sowohl konkrete Handlungsanweisungen zur Weiterentwicklung von TanCu erstellt als auch allgemeine Empfehlungen für das Design von intuitiven Technologien für ältere Menschen abgeleitet.

## 8.1 Weiterentwicklung von TanCu

Zunächst wird hier eine Übersicht über die notwendigen Verbesserungen von TanCu gegeben, die in einem nächsten Entwicklungsschritt umzusetzen wären.

### 8.1.1 Würfel

Die Würfelform ist von den TeilnehmerInnen prinzipiell sehr gut angenommen worden. Es gab jedoch Unterschiede in der Verwendung der beiden Würfel. So wurde mit dem gelben Würfel mit den KommunikationspartnerInnen in der Regel zuerst und länger interagiert als mit dem schwarzen Würfel mit den Kommunikationsgründen. Das kann damit zusammenhängen, dass die Bilder und Symbole des schwarzen Würfels nicht so gut erkannt wurden wie die des gelben Würfels. Für einen nächsten Workshop mit einer weiter entwickelten Version von TanCu müssten die auf dem schwarzen Würfel verwendeten abstrakten Symbole vor den Workshops mit den TeilnehmerInnen noch einmal durchgegangen werden. Dies sollte entweder in einem eigenen Treffen zwischen dem Erstgespräch, bei dem die Kommunikationsgründe festgelegt werden, und dem Workshop geschehen oder direkt vor dem Workshop. In einem nächsten Entwicklungsschritt könnte auch überlegt werden, die Fiducial-Symbole noch kleiner oder gar für das menschliche Auge unsichtbar zu machen. Bei den Workshops wurde von mehreren TeilnehmerInnen nachgefragt, was die Fiducial-Symbole auf den Würfeln zu bedeuten haben. Dadurch werden BenutzerInnen von der eigentlichen Interaktion abgelenkt.

Das Aussehen der Würfel wurde in zwei Gesprächen nach den Workshops erwähnt. In einem wurde vorgeschlagen, dass der Würfel mit den Kommunikationsgründen eine andere Farbe haben sollte - nämlich eine Farbe, die mehr ins Auge sticht. Die Teilnehmerin hat hier statt schwarz, das für sie zu unauffällig ist, etwa rot vorgeschlagen. Gleichzeitig meinte sie, dass der schwarze Würfel aufgrund der kleineren Größe im Gegensatz zum gelben Würfel unscheinbarer wäre. Andererseits hat eine Teilnehmerin die Farbwahl der Würfel und der Abstellflächen gelobt, da diese gut zueinander passen würden. Durch die Verwendung anderer Farben würde das Gerät zu auffällig werden und nicht mehr ästhetisch in die Zimmereinrichtung integrierbar sein. Ein Problem bei der Positionierung der Würfel, das bei den Workshops zu beobachten war, ist die individuell unterschiedliche Ausrichtung. Manche der TeilnehmerInnen haben die Würfel so auf die Abstellflächen gestellt, dass das gewünschte Symbol nach oben zeigte. Andere wiederum stellten den Würfel mit dem gewünschten Symbol nach unten auf das Gerät. Für einen Workshop mit dem Ziel der Feststellung der Intuitivität eines Geräts ist eine Lösung dieses Problems

nicht trivial, da hier so wenig wie möglich an Vorinformation über die Bedienweise des Geräts an die TeilnehmerInnen gegeben werden sollte und damit auch keine Handlungsanweisungen für die Ausrichtung der Würfel gegeben werden können.

Wie bei der Klassifikation von TanCu nach Fishkin in Abschnitt 6.3.4 beschrieben, hat das Drehen bzw. Platzieren der Würfel keine metaphorische Ähnlichkeit mit dem Versenden von Nachrichten in der realen Welt. Je höher die metaphorische Übereinstimmung der Interaktion mit einem TUI und der entsprechenden Interaktion in der realen Welt ausfällt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass BenutzerInnen die Interaktion mit dem TUI intuitiv ausführen können. Die Würfelform selber hat zwar einen eindeutigen Aufforderungscharakter, das Platzieren der Würfel auf den Abstellflächen stellt jedoch keine allgemein bekannte Metapher für das Verfassen bzw. Versenden von Nachrichten dar. Die Wahl alternativer Bedienobjekte könnte dieser Anforderung eher entsprechen. Hier muss jedoch bedacht werden, dass durch die Wahl von Bedienobjekten mit weniger bekanntem Aufforderungscharakter auch Intuitivität in der Interaktion mit diesen verloren gehen kann.

### 8.1.2 Abstellflächen

Für die Weiterentwicklung der Abstellflächen kamen gute Vorschläge von den TeilnehmerInnen, die gezeigt haben, wie wichtig die Einbeziehung der BenutzerInnen in den Designprozess ist. So hat ein Teilnehmer im Gespräch nach dem Workshop vorgeschlagen, auf die jeweiligen Abstellflächen den Text "gelber Würfel" bzw. "schwarzer Würfel" zu schreiben, um so zusätzlich zu verdeutlichen, dass hier die Würfel abgestellt werden müssen. Dies ist ein Vorschlag, der leicht zu realisieren ist, und großen Effekt auf die Intuitivität von TanCu haben kann. Weiters wurde der geringe Größenunterschied der Fenster der Abstellflächen angesprochen. Die Würfel wurden zwar als eindeutig unterschiedlich groß wahrgenommen, der Größenunterschied der beiden Ausschnitte in den Abstellflächen war jedoch nicht so eindeutig. Eine Verdeutlichung des Größenunterschieds könnte einen eindeutigeren Hinweis auf die Zugehörigkeit der Würfel bewirken. Bei den Workshops war außerdem zu beobachten, dass die TeilnehmerInnen häufig durch die Fenster der Abstellfläche in das Innere des Geräts geblickt haben. Einerseits konnte einer der TeilnehmerInnen durch das Entdecken der Kameras auf die Funktionalität von TanCu schließen, andererseits haben sich einige TeilnehmerInnen zusätzlich gefragt, was denn das für Kabel sind und was diese bedeuten könnten. Hier müsste für eine Weiterentwicklung abgewogen werden, ob ein eingebauter Sichtschutz eine Verbesserung für die Interaktion bedeuten würde.

### **8.1.3 Senden-Button**

Die wesentlichste Weiterentwicklung wäre hier die Optimus-Mini-Three Tastatur auch unter Linux lauffähig zu machen. Da vom Produkt-Support hier augenscheinlich keine Anstrengungen in diese Richtung gemacht werden, müssten die zwar existierenden, aber nicht lauffähigen Java- bzw. Linuxtreiber weiterentwickelt und an die Bedürfnisse von TanCu angepasst werden. Die bei den Workshops verwendete "Offline-Variante" hatte zur Folge, dass auf Knopfdruck kein unmittelbares Feedback vom Gerät erfolgen konnte. Ein solches Feedback wäre aber beispielsweise bei frühzeitigem Betätigen eines Buttons sehr wichtig, um die BenutzerInnen in ihren Handlungen zu unterstützen und anzuleiten. Weiters kann den BenutzerInnen über den Optimus angezeigt werden, dass sie den Versand der Nachricht noch bestätigen müssen, etwa durch ein blinkendes Symbol auf einer der Tasten in Kombination mit einem akustischen Signal. Die Existenz eines solchen Buttons, der für den Abschluss des Interaktionsvorganges zuständig ist und vor dessen Betätigung die Würfel noch einmal verändert werden können, wurde von den TeilnehmerInnen prinzipiell als positiv und wichtig erachtet.

### **8.1.4 Feedback**

Die Notwendigkeit eines Feedbacks bei Betätigen des Senden-Buttons wurde bereits im letzten Abschnitt behandelt. Im Allgemeinen hat sich bei den Workshops gezeigt, dass das Feedback, das vom Gerät auf Aktionen von BenutzerInnen gegeben wird, in der derzeitigen Form nicht ausreichend ist, um die TeilnehmerInnen in ihren Handlungen anzuleiten. Das visuelle Feedback war zu unscheinbar, um mit den Interaktionen am Gerät in Verbindung gebracht zu werden. Am ehesten wurde noch das akustische Signal wahrgenommen. TeilnehmerInnen mit verminderter Hörfähigkeit hatten aber auch hier Schwierigkeiten bzw. hörten das Signal gar nicht. Im Rahmen einer Weiterentwicklung könnte das Feedback verbessert werden, indem beispielsweise rund um die Fenster der Abstellflächen LEDs angebracht werden, die dann die visuelle Signalisierung übernehmen. Da das Blickfeld der TeilnehmerInnen sich die meiste Zeit auf die Würfel oder die Abstellflächen konzentrierte, wäre eine Integration des visuellen Feedbacks in die Abstellflächen eine sinnvolle Weiterentwicklung. Beim akustischen Signal sollte überprüft werden, ob die Frequenzen des Signal in einem Bereich liegen, den auch Menschen mit verminderter Hörleistung wahrnehmen können.

## 8.2 Empfehlungen für das Design von intuitiven Technologien für ältere Menschen

Hier werden nun abschließend aus den Erfahrungen und Ergebnissen der Workshops einige Empfehlungen für die benutzerInnenzentrierte Entwicklung von intuitiven Technologien für ältere Menschen angeführt.

Für die Durchführung von Workshops mit älteren Menschen ist eine gut organisierte und durchdachte Vorbereitung wesentlich. Fast noch wichtiger als die eigentliche Interaktionsphase mit dem Prototypen ist die Kontaktaufnahme mit den TeilnehmerInnen und das Erstgespräch, in dem den TeilnehmerInnen Informationen über den Workshop gegeben werden. Hier muss vor allem bei Untersuchungen zur Intuitivität von technischen Systemen die Gratwanderung geschafft werden, den TeilnehmerInnen einerseits nicht zu viel über den konkreten Ablauf der Interaktion bzw. über das Aussehen und die Funktionalität des Prototypen zu verraten. Andererseits sollte die Zielgruppe doch ausreichend über den Workshop informiert werden. Gibt man zu wenig Information preis, kann bei den TeilnehmerInnen Unsicherheit entstehen, ob sie beispielsweise überhaupt geeignet sind an diesem Workshop teilzunehmen oder ob sie die notwendigen technischen Vorkenntnisse besitzen, um mit dem Prototypen "richtig" umzugehen. Dies gilt auch für Technologien mit TUIs, bei denen in der Regel zwar keine oder nur wenig Vorkenntnisse von Nöten sind, neue (Kommunikations-)Technologien werden aber meist automatisch mit traditionellen Interfaces (Tastatur, Maus) in Verbindung gebracht. Um diese Zweifel im Vorfeld zerstreuen zu können, ist es wichtig, ein gutes Vertrauensverhältnis mit den TeilnehmerInnen aufzubauen. Dies kann auch über eine von den TeilnehmerInnen bestimmte Vertrauensperson erreicht werden, die bei den Gesprächen und den Workshops anwesend ist. Gelingt es nicht den TeilnehmerInnen ein gutes Gefühl für die Teilnahme an den Workshops zu vermitteln, können die vorhandenen Zweifel bzw. Vorbehalte den Workshop dominieren und die Interaktion mit dem Gerät rückt in den Hintergrund. Dadurch werden auch die Ergebnisse des Workshops beeinflusst. Gibt man jedoch im Vorfeld zu viel Information über die Workshops preis, beeinflusst man damit bereits die Erwartungshaltung der TeilnehmerInnen und in weiterer Folge dann auch die Interaktion der TeilnehmerInnen mit TanCu. Je weniger die TeilnehmerInnen über das Gerät wissen, desto größer ist die Möglichkeit Aussagen über eine intuitive Bedienbarkeit zu treffen.

Neben den direkten Gesprächen ist es erforderlich für die TeilnehmerInnen im Vorfeld der Workshops eine Einverständniserklärung zu formulieren. Hier kann ein Überblick über

den Workshop in schriftlicher Form bereitgestellt werden. So können die TeilnehmerInnen die wichtigsten Information auch zu einem späteren Zeitpunkt nachlesen. Mit der Unterzeichnung dieser Einverständniserklärung bestätigen die TeilnehmerInnen ihre Teilnahme an dem Workshop. Gleichzeitig können sie festlegen, ob sie mit der Aufzeichnung der Workshops in Bild und Ton einverstanden sind. Es empfiehlt sich, die Einverständniserklärung mit den TeilnehmerInnen gemeinsam durchzugehen. Obwohl die Einverständniserklärung als Absicherung für die TeilnehmerInnen gedacht ist, kann das Unterzeichnen eines fremden Dokuments ein ungutes Gefühl hervorrufen. Hier muss versucht werden, den TeilnehmerInnen die Angst vor dem Eingehen einer ungewollten Verpflichtung bzw. die ungewollte Weitergabe von privaten Daten zu nehmen.

Die Teilnahme an wissenschaftlicher Forschung kann für ältere Menschen einen hohen sozialen Wert bedeuten. Dementsprechend wichtig ist neben den Vorbesprechungen auch eine Nachbetreuung. Da die TeilnehmerInnen an den Workshops ihre Freizeit für das Projekt geopfert haben, sollte dieses Entgegenkommen auch entsprechend anerkannt werden, etwa in Form eines Dankeschreiben gemeinsam mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse der Workshops oder einer persönlichen Nachbesprechung, eventuell bei Kaffee und Kuchen.

Empfehlungen für das Design eines Prototypen sind schwer zu geben, da sich jedes System mit TUIs stark unterscheiden kann. Es soll hier versucht werden, einige allgemeine Ansatzpunkte aus den Ergebnissen der Workshops anzuführen. Ein Aspekt hat sich durch fast alle Workshops gezogen: Die meisten TeilnehmerInnen haben entweder versucht, in das Gerät zu sprechen oder zumindestens einen Anschluss für Kopfhörer oder Ähnliches gesucht. Die TeilnehmerInnen wollten also intuitiv die für sie gewohnte Sprechverbindung herstellen. Eine der TeilnehmerInnen versuchte den Absender der Nachricht durch Platzieren eines Würfels festzulegen.

Bei der Designkonzeption sollte also versucht werden, die Erwartungshaltungen der BenutzerInnen an die Interaktion zu antizipieren und in der Funktionalität des Systems zu berücksichtigen. Das Übernehmen von allgemein bekannten Funktionalitäten in das Design eines Systems (mit TUI) kann eine Möglichkeit darstellen, die Bedienung dieses System intuitiver zu gestalten. Eine Möglichkeit zur frühzeitigen Einschätzung der verwendeten bzw. angedachten Metaphern für die Interaktion stellt hier die Klassifikation nach Fishkin dar.

Um BenutzerInnen in ihrer Interaktion anzuleiten, sollte auf Interaktionen von den

BenutzerInnen ein starkes, auffallendes Feedback vom Gerät folgen. Je nach Art des Systems sollte das Feedback in verschiedenen Formen gegeben werden. Neben visuellem oder akustischem Feedback sollte etwa auch überlegt werden, ob eine Möglichkeit für haptisches Feedback besteht. Auf jeden Fall sollte nicht nur bei erfolgreicher Interaktion mit dem Gerät Feedback gegeben werden, sondern auch bei nicht zielführender Interaktion durch den Benutzer/die Benutzerin, um diese auf notwendige Anpassungen aufmerksam zu machen.

Bei der Verwendung von Symbolen sollten diese und die damit verbundene Bedeutung mit den TeilnehmerInnen vor den Workshops besprochen werden. Im Gegensatz zu der Verwendung von Fotos von Personen kann die empfundene Bedeutung von Symbolen, auch wenn sie allgemein bekannt sind, von TeilnehmerIn zu TeilnehmerIn unterschiedlich sein. Dies bedeutet jedoch auch eine Vorinformation der TeilnehmerInnen. Es muss also abgewogen werden, ob die vorzeitige Kenntnis der TeilnehmerInnen über die Symbole eine Auswirkung auf die Ermittlung der Intuitivität des zu untersuchenden Geräts hat.

### 8.3 Persönliches Resümee

Da ich mich selbst zuvor noch nicht in diesem Ausmaß mit benutzerInnenzentriertem Design und vor allem nicht in Zusammenhang mit älteren Menschen beschäftigt habe, wurden auch mir im Verlauf dieser Arbeit ein Stück weit die Augen geöffnet. *Gemeinsam statt einsam* - der Titel der vorliegenden Arbeit sagt es schon aus: Durch die Mitwirkung von potentiellen BenutzerInnen in den Workshops konnten viele Designschwächen aufgedeckt werden, die ich alleine bei der Entwicklung von TanCu übersehen hatte. Es ergaben sich Problemfelder, die für mich zunächst nicht ersichtlich waren. Beispielsweise war für mich überraschend, dass weder das akustische Signal noch das visuelle Feedback (LED) von den älteren TeilnehmerInnen wirklich wahrgenommen wurden.

Unbestritten bleibt, dass die Integration von NutzerInnen in den Entwicklungsprozess zeitaufwendig und arbeitsintensiv ist. Vor allem Workshops, die bei den TeilnehmerInnen zu Hause durchgeführt werden, müssen gut vorbereitet sein. Nach meinen Erfahrungen zufolge sollten die Workshops von mindestens zwei Personen organisiert und durchgeführt werden. Allein das Setting und die Videokamera(s) aufzubauen und gleichzeitig die TeilnehmerInnen zu betreuen ist sehr schwierig. Für den Verlauf der Workshops ist es von Vorteil, wenn die TeilnehmerInnen persönlich bekannt sind. Dadurch herrscht eine vertrauensvollere Atmosphäre. Allzu große Skepsis der älteren TeilnehmerInnen kann



sich auf die Qualität der Ergebnisse auswirken. Anwesende Vertrauenspersonen der TeilnehmerInnen können hier zur Auflockerung der Atmosphäre beitragen. Zusätzlich bieten immer wiederkehrende Wiederholungen der Handlungsabläufe sowie inhaltlicher Informationen und Hilfestellungen Sicherheit für diese spezielle Zielgruppe.

Doch trotz der Schwierigkeiten, die sich ergeben, wenn sich EntwicklerInnen mit den zukünftigen BenutzerInnen ihrer Produkte beschäftigen sollen, lohnt sich der Aufwand. Gerade bei der Entwicklung von intuitiv bedienbaren Interfaces für ältere Menschen bieten sich Usability-Workshops mit (Video-)Beobachtung und anschließenden Interviews als Methode an, um Schwächen im Design zu lokalisieren. Eine Evaluierung mittels Fragebögen kann hier meiner Meinung nach alleine von der Qualität der Ergebnisse nicht mithalten. Schon die Formulierung der Fragen kann die Antworten der BenutzerInnen und dadurch die Ergebnisse beeinflussen.

Ich hoffe, dass ich mit dieser Arbeit ein wenig dazu beigetragen habe, Bewusstsein für die Bedeutung der benutzerInnenzentrierten Entwicklung zu schaffen. Gerade weil der Anteil der älteren Menschen in unserer Gesellschaft auch in Zukunft stetig zunehmen wird, ist es wichtig, neue Technologien nicht an den Bedürfnissen dieser Zielgruppe vorbei zu entwickeln.



# A Einverständniserklärung

## FORMULAR

### TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

#### Einverständniserklärung für TeilnehmerInnen an einem Forschungsprojekt

Die Technische Universität (TU) Wien verpflichtet sich zu den ethischen Grundsätzen der Wahrung von Interessen, Bequemlichkeit und Sicherheit der TeilnehmerInnen an Forschungsprojekten. Dieses Formular und die enthaltene Information dient zu Ihrem Schutz und soll Ihnen den Forschungsablauf verständlich machen. Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie, dass Sie ein Dokument erhalten haben, das die Untersuchungsmethoden, mögliche Risiken und den Nutzen des Projekts beschreibt, dass Sie ausreichend Möglichkeit hatten, die Informationen zu bedenken, und dass Sie freiwillig an dem Projekt teilnehmen.

Nachdem ich zugesagt habe das technische Gerät zu testen, wurde ich über die angewandten Forschungsmethoden (Video, Interview) informiert (beschrieben in dem Dokument „**Projektinfo - CubeCom**“). Ich verstehe die Verfahren, die im Zusammenhang mit dieser Forschung angewandt werden, wie auch die möglichen Risiken und den Nutzen für mich, wenn ich daran teilnehme.

Ich verstehe weiters, dass ich jederzeit mein Einverständnis zur Teilnahme an dem Projekt zurückziehen kann, auch wenn ich jetzt zustimme.

Ich verstehe auch, dass ich mich weigern kann, am Projekt teilzunehmen, und dass das keinerlei Auswirkungen für mich hat.

Ich wurde informiert, dass Datenmaterial (Filme, Fotos, Mitschriften) von Wolfgang Spreicer vertraulich behandelt und nur von ihm verwendet wird.

Ich verstehe, dass wenn ich mich mit Fotoaufnahmen einverstanden erkläre, die entstehenden Bilder von Wolfgang Spreicer gesichtet werden und für die Kommunikation der Forschungsergebnisse in der wissenschaftlichen Gemeinschaft verwendet werden, außer ich mache nach der Aufnahme deutlich, dass ich nicht will, dass Bilder von mir für die Kommunikation von Forschungsergebnissen verwendet werden.

Ich verstehe, dass ich Beschwerden jeder Art, die ich möglicherweise über das Projekt habe, an folgende Projektverantwortliche richten kann:

Assoc. Prof. Dipl. Ingin Drin Hilda Tellioglu  
E-mail: [hilda.tellioglu@tuwien.ac.at](mailto:hilda.tellioglu@tuwien.ac.at)  
Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung  
1040 Wien, Argentinierstr. 8 / 187

Univ. Ass. Mag.a Lisa Ehrenstrasser  
E-mail: [lisa.ehrenstrasser@media.tuwien.ac.at](mailto:lisa.ehrenstrasser@media.tuwien.ac.at)  
Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung  
1040 Wien, Argentinierstr. 8 / 187

Wolfgang Spreicer  
E-Mail: [wolfgang.spreicer@student.tuwien.ac.at](mailto:wolfgang.spreicer@student.tuwien.ac.at)  
Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung  
1040 Wien, Argentinierstr. 8 / 187

## A Einverständniserklärung

Ich erkläre mich einverstanden im Rahmen der Projektforschung:	<b>JA</b>	<b>NEIN</b>
• Fragen über meine Vorkenntnisse zu beantworten;	▪	▪
• meine Antworten darauf auf Tonband aufzeichnen zu lassen;	▪	▪
• den ForscherInnen zu erlauben mich in dem beschriebenen Umfeld zu beobachten;	▪	▪
• den ForscherInnen zu erlauben Fotos/Videos <sup>2</sup> zu machen;	▪	▪
• den ForscherInnen zu erlauben mich zu fotografieren/zu filmen <sup>2</sup>	▪	▪
in der Zeit zwischen TT. MM. JJJJ und TT. MM. JJJJ.	<b>JA</b>	<b>NEIN</b>
Ich will anonym bleiben (Fotos/Videos werden anonymisiert):	▪	▪
Wenn Sie anonym bleiben wollen: Welches Pseudonym sollen wir verwenden, wenn wir uns in zukünftigen Präsentationen auf Ihr Interview beziehen?		
Ich möchte im Zusammenhang mit diesem Forschungsprojekt bezeichnet werden als		

---

**NAME (bitte leserlich schreiben):**

---

**ADRESSE:**

---

---

**UNTERSCHRIFT des Teilnehmers / der Teilnehmerin:** \_\_\_\_\_

**DATUM:** \_\_\_\_\_

**ORT:** \_\_\_\_\_

Abbildung A.2: Einverständniserklärung Seite 2

## A Einverständniserklärung

### PROJEKTINFO

#### TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

#### Information für TeilnehmerInnen am Projekt

#### *“CubeCom”*

**Die Projektinformation beschreibt kurz den Inhalt und das Thema der Diplomarbeit, die an der TU Wien durchgeführt wird.**

#### **Projektbeschreibung:**

CubeCom ist ein Diplomarbeitsprojekt, das zum Ziel hat, neue Möglichkeiten der Kontaktaufnahme zwischen zwei oder mehreren Menschen zu erforschen. In diesem Projekt wird dabei besonderes Augenmerk auf die Bedürfnisse älterer Menschen gelegt. Für diese Zwecke wurde ein Gerät mit dem Namen “CubeCom” entwickelt, das es AnwenderInnen ermöglicht, zu FreundInnen oder Verwandten über das Internet oder per SMS Kontakt aufzunehmen. Die Art und Weise wie dieses Geräts bedient wird, unterscheidet sich erheblich von einer üblichen Computer-Tastatur oder einem Handy. Gemeinsam mit AnwenderInnen soll erarbeitet werden, ob die neue Form der Bedienung, wie sie bei CubeCom verwendet wird, eine intuitive Alternative zu bereits bestehenden darstellt.

#### **Ziele der Diplomarbeit sind:**

- a) *Die Entwicklung eines technischen Geräts, mit dem soziale Interaktion erleichtert wird.*
- b) *Miteinbeziehung von BenutzerInnen in den Entwicklungsprozess, um bestmögliche Ergebnisse erzielen zu können.*
- c) *Die öffentliche Wahrnehmung über Anliegen und Bedürfnisse älterer Menschen im Hinblick auf moderne Kommunikationsmittel zu verbessern.*

#### **Von den ForscherInnen eingesetzte Methoden:**

Wenn Sie anonym bleiben wollen, haben Sie die Möglichkeit, ein Pseudonym anzugeben, das von da an von den ForscherInnen bei der Aufnahme von Daten verwendet wird.

**Fotos:** Um wichtige Momente im Verlauf der Anwendung bildlich festhalten zu können, werden Fotos von der Anwendungssituation und der AnwenderIn gemacht.

**Video-, Tonaufnahmen:** Die Bedienweise der technischen Geräte dieses Projekts ermöglicht unterschiedlichste Arten der Verwendung. Um die verschiedenen Herangehensweisen der einzelnen AnwenderInnen auch nach der Anwendungssituation selbst analysieren zu können, werden die Anwendungsfälle auf Video und Tonband aufgezeichnet.

**Interviews:** Um Vorkenntnisse der BenutzerInnen sowie Rückmeldungen über die Anwendungssituation abfragen zu können, werden vor und nach den Anwendungsfällen Interviews mit den AnwenderInnen durchgeführt.

Anschauungsmaterial (Fotos und Videoaufnahmen von BenutzerInnen) wird von den ForscherInnen gesichtet, und kann mit Ihrer Zustimmung in wissenschaftlichen Präsentationen und Publikationen und zur Kommunikation von Forschungsergebnissen auf wissenschaftlichen Konferenzen verwendet werden. Das Material wird nur für die beschriebenen Zwecke im Rahmen der Forschung verwendet. Wenn Sie den Foto- oder Videoaufnahmen zustimmen, können Sie diese Zustimmung jederzeit zurückziehen.

Abbildung A.3: Einverständniserklärung Seite 3

## A Einverständniserklärung

**Verweigerung der Teilnahme:**

Ich verstehe, dass es keine Auswirkungen für mich hat, wenn ich mich weigere an der Studie teilzunehmen.

**Risiken für TeilnehmerInnen:**

Personen, die der Teilnahme an dem Forschungsprojekt zustimmen, fühlen sich möglicherweise gehemmt oder unwohl, wenn sie aufgenommen werden (sowohl über Ton- als auch über Videoaufnahmen). Im Rahmen der hier beschriebenen Verfahren, die in der Forschung angewandt werden, ist es aber häufig so, dass die aufgenommenen Personen die Kamera oder das Mikrofon nach kurzer Zeit gar nicht mehr wahrnehmen.

Abbildung A.4: Einverständniserklärung Seite 4

# B Programmcode

## B.1 Main.java

```
package cubecom2;

import TUIO.*;
import java.awt.Frame;
import java.awt.Label;
import java.awt.Panel;
import java.awt.TextField;
import java.awt.event.KeyEvent;
import java.awt.event.KeyListener;
import java.awt.event.WindowAdapter;
import java.awt.event.WindowEvent;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.File;
import java.io.InputStreamReader;
import java.util.Properties;
import javax.mail.Message;
import javax.mail.Session;
import javax.mail.Transport;
import javax.mail.internet.InternetAddress;
import javax.mail.internet.MimeMessage;

public class Main extends Frame implements KeyListener {

    public static boolean left_active = false;
    public static boolean right_active = false;
    public static int l_fiducial_id = -1;
    public static int r_fiducial_id = -1;
    public int user_id;
    public String [] l_cube;
    public String [][] r_cube;
    private String username;
    private DBConnection dbdata;
    TextField t1;
    Label l1;
```

## B Programmcode

```
private static Serial reader;

public Main() {

    Panel p = new Panel();
    l1 = new Label("Key Listener!");
    p.add(l1);
    add(p);
    addKeyListener(this);
    setSize(200, 100);
    setVisible(true);
    addWindowListener(new WindowAdapter() {
        public void windowClosing(WindowEvent e) {
            System.exit(0);
        }
    });

    user_id = 1; // Set user id of actual user

    dbdata = new DBConnection(user_id);

    l_cube = dbdata.getL_cube();
    r_cube = dbdata.getR_cube();
    username = dbdata.getVarUsername();

    reader = new Serial();
}

public void keyReleased(KeyEvent e) {
    //System.out.println("keyReleased!!!");
}

public void keyPressed(KeyEvent e) {
    //System.out.println("keyPressed!!!");
}

public void keyTyped(KeyEvent e) {
    //System.out.println("keyTyped!!!");
    char c = e.getKeyChar();
    if (left_active && right_active) {

        if (c == KeyEvent.VK_1) {
            //SMS - Funktion
        }
    }
}
```



## B Programmcode

```
        if (c == KeyEvent.VK_2) {
            System.out.println("Sending Mail...");
            sendMail(r_cube[r_fiducial_id - 6][0], l_cube[l_fiducial_id
                ]);
        }

        if (c == KeyEvent.VK_3) {
        }

    }
}

public void sendMail(String recipient, String text) {

    String host = "mail.gmx.net ";
    Properties props = new Properties();

    props.put("mail.transport.protocol", "smtp");
    props.put("mail.smtp.host", host);
    props.put("mail.smtp.port", "25");
    props.put("mail.smtp.auth", "true");

    Session session = Session.getDefaultInstance(props, new Auth());

    try {

        MimeMessage message = new MimeMessage(session);
        message.setFrom(new InternetAddress("cubecom@gmx.at", "Cubecom
            "));
        message.setRecipients(Message.RecipientType.TO,
            InternetAddress.parse(recipient, false));
        message.setSubject("Message from " + username);
        message.setText(text);

        Transport.send(message);
        System.out.println("Mail sent!");
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }

}

public static void serialWrite(String message) {
```

## B Programmcode

```
reader.initwritetoport();
reader.writetoport(message);

}

public static void camconfig() {

    try {

        String text = "";

        Process p = Runtime.getRuntime().exec("bash /home/kowsk/
            NetBeansProjects/CubeCom2/reactIVision/camcontrol.sh");

        BufferedReader in = new BufferedReader(
            new InputStreamReader(p.getInputStream()));

        while ((text = in.readLine()) != null) {
            System.out.println(text);
            System.out.flush();
        }
    } catch (Exception e) {
        System.out.println(e.toString());
    }

}

public static void main(String[] args) {

    Main main_app = new Main();

    TuioClient client = new TuioClient(3333);
    TuioClient client2 = new TuioClient(3332);
    MyTuioListener listener = new MyTuioListener(3333);
    client.addTuioListener(listener);
    client.connect();
    MyTuioListener listener2 = new MyTuioListener(3332);
    client2.addTuioListener(listener2);
    client2.connect();

    try {
        String command = "reactIVision -c reactIVision2.xml"; //
            Beispielkommando unter Linux
    }
```

## B Programcode

```
        Runtime.getRuntime().exec(command, null, new File("/home/kowsk/
            NetBeansProjects/CubeCom2/reactIVision"));
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }

    try {
        String command = "reactIVision -c reactIVision1.xml"; //
            Beispielkommando unter Linux
        Runtime.getRuntime().exec(command, null, new File("/home/kowsk/
            NetBeansProjects/CubeCom2/reactIVision"));
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }

    camconfig();

    }
}
```

### B.2 MyTuioListener.java

```
package cubecom2;

import TUIO.*;

public class MyTuioListener implements TuioListener {

    int listener_id = 0;
    AePlayWave play;

    public MyTuioListener(int port) {
        listener_id = port;
    }

    public void addTuioObject(TuioObject tobj) {
        // this is called when an object becomes visible
        System.out.println("Object visible!!! -> ID: " + tobj.getSymbolID()
            + " Listener: " + listener_id);
        // *** if the correct fiducial is tracked by the left camera, set
            left_active in Main true ***
        if (tobj.getSymbolID() >= 0 & tobj.getSymbolID() <= 5 & listener_id
            == 3333) {
            Main.left_active = true;
        }
    }
}
```

## B Programmcode

```
        Main.l_fiducial_id = tobj.getSymbolID();
        Main.serialWrite("A");
        new AePlayWave("../CubeCom2/ding.wav").start();
    } else if (tobj.getSymbolID() < 0 & tobj.getSymbolID() > 5 &
        listener_id == 3333) {
        Main.left_active = false;
        Main.serialWrite("C");
    }
    // *** if the correct fiducial is tracked by the right camera, set
        right_active in Main true ***
    if (tobj.getSymbolID() >= 6 & tobj.getSymbolID() <= 11 &
        listener_id == 3332) {
        Main.right_active = true;
        Main.r_fiducial_id = tobj.getSymbolID();
        Main.serialWrite("B");
        new AePlayWave("../CubeCom2/ding.wav").start();
    } else if (tobj.getSymbolID() < 6 & tobj.getSymbolID() > 11 &
        listener_id == 3332) {
        Main.right_active = false;
        Main.serialWrite("D");
    }
}

public void removeTuioObject(TuioObject tobj) {
    // an object was removed from the table
    if (Main.left_active & listener_id == 3333) {
        Main.left_active = false;
        Main.serialWrite("C");
    } else if (Main.right_active & listener_id == 3332) {
        Main.right_active = false;
        Main.serialWrite("D");
    }
}

public void updateTuioObject(TuioObject tobj) {
    // an object was moved on the table surface
}

public void addTuioCursor(TuioCursor tcur) {
    // this is called when a new cursor is detected
}

public void removeTuioCursor(TuioCursor tcur) {
```

## B Programmcode

```
        // a cursor was removed from the table
    }

    public void updateTuioCursor(TuioCursor tcursor) {
        // a cursor was moving on the table surface
    }

    public void refresh(TuioTime bundleTime) {
        // this method is called after each bundle,
        // use it to repaint your screen for example
    }
}
```

### B.3 DBConnection.java

```
package cubecom2;

import java.sql.*;

public class DBConnection {

    private Connection con;
    private int user_id;
    private String [] l_cube;
    private String [] [] r_cube;
    String username;

    public DBConnection(int u_id) {

        this.user_id = u_id;

        try {

            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");
            String connectionURL = "jdbc:mysql://localhost:3306/cubecom?
                user=root&password=landgraf";
            con = DriverManager.getConnection(connectionURL);

            l_cube = this.getLeftCubeData();
            r_cube = this.getRightCubeData();
            username = this.getUserName();

            con.close();
        }
    }
}
```

## B Programmcode

```
} catch (SQLException sqle) {
    System.out.println("SQL Exception: " + sqle.toString());
} catch (ClassNotFoundException cnfe) {
    System.out.println("ClassNotFoundException: " + cnfe.toString
        ());
}
}

public String [] getLeftCubeData () {

    String [] temp_lcube = new String [6];

    try {

        Statement stmt = null;
        ResultSet rs = null;

        for (int i = 0; i <= 5; i++) {

            String SQL = "SELECT content FROM cubecom_1 WHERE user_id="
                + user_id + " AND fiducial_id=" + i;
            stmt = con.createStatement ();
            rs = stmt.executeQuery (SQL);
            while (rs.next ()) {
                temp_lcube [i] = rs.getString ("content");
            }
        }
    } catch (SQLException sqle) {
        System.out.println ("SQL Exception: " + sqle.toString ());
    }

    return temp_lcube;
}

public String [][] getRightCubeData () {

    String [] [] temp_rcube = new String [6][2];

    try {

        Statement stmt = null;
        ResultSet rs = null;
```

## B Programmcode

```
for (int i = 6; i <= 11; i++) {

    String SQL = "SELECT email, mobile FROM cubecom_r WHERE
        user_id=" + user_id + " AND fiducial_id=" + i;
    stmt = con.createStatement();
    rs = stmt.executeQuery(SQL);

    while (rs.next()) {
        temp_rcube[i - 6][0] = rs.getString("email");
        temp_rcube[i - 6][1] = rs.getString("mobile");
    }

}
} catch (SQLException sqle) {
    System.out.println("SQL Exception: " + sqle.toString());
}

return temp_rcube;
}

public String getUsername() {

    String tempname = new String();

    try {

        Statement stmt = null;
        ResultSet rs = null;

        for (int i = 6; i <= 11; i++) {

            String SQL = "SELECT name FROM users WHERE user_id=" +
                user_id;
            stmt = con.createStatement();
            rs = stmt.executeQuery(SQL);

            while (rs.next()) {
                tempname = rs.getString("name");
            }

        }
    } catch (SQLException sqle) {
        System.out.println("SQL Exception: " + sqle.toString());
    }
}
```

## B Programcode

```
        return tempname;
    }

    public Connection getConnection() {
        return con;
    }

    public String [] getL_cube() {
        return l_cube;
    }

    public String [][] getR_cube() {
        return r_cube;
    }

    public String getVarUsername() {
        return username;
    }
}
```

### B.4 Serial.java

```
package cubecom2;

// derived from SUN's examples in the javax.comm package
import java.io.*;
import java.util.*;
import gnu.io.*; // for rxtxSerial library

public class Serial implements Runnable, SerialPortEventListener {

    static CommPortIdentifier portId;
    static CommPortIdentifier saveportId;
    static Enumeration portList;
    InputStream inputStream;
    SerialPort serialPort;
    Thread readThread;
    static String messageString = "A";
    static OutputStream outputStream;
    static boolean outputBufferEmptyFlag = false;

    public void initwritetoport() {
        // initwritetoport() assumes that the port has already been opened
    }
}
```



## B Programmcode

```
        and
//      initialized by "public nulltest()"
try {
    // get the outputstream
    outputStream = serialPort.getOutputStream();
} catch (IOException e) {
}

try {
    // activate the OUTPUT_BUFFER_EMPTY notifier
    serialPort.notifyOnOutputEmpty(true);
} catch (Exception e) {
    System.out.println("Error setting event notification");
    System.out.println(e.toString());
    System.exit(-1);
}
}

public void writetoport(String message) {
    System.out.println("Writing \"" + message + "\"" to " + serialPort.
        getName());
    try {
        // write string to serial port
        outputStream.write(message.getBytes());
    } catch (IOException e) {
    }
}

public Serial() {

    boolean portFound = false;
    String defaultPort;

    // determine the name of the serial port on several operating
    systems
    String osname = System.getProperty("os.name", "").toLowerCase();
    if (osname.startsWith("windows")) {
        // windows
        defaultPort = "COM1";
    } else if (osname.startsWith("linux")) {
        // linux
        defaultPort = "/dev/ttyUSB0";
    } else if (osname.startsWith("mac")) {
        // mac
    }
}
```

## B Programmcode

```
        defaultPort = "????";
    } else {
        System.out.println("Sorry, your operating system is not
            supported");
        return;
    }

    System.out.println("Set default port to " + defaultPort);

    // parse ports and if the default port is found, initialized the
    // reader
    portList = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers();
    while (portList.hasMoreElements()) {
        portId = (CommPortIdentifier) portList.nextElement();
        if (portId.getPortType() == CommPortIdentifier.PORT_SERIAL) {
            if (portId.getName().equals(defaultPort)) {
                System.out.println("Found port: " + defaultPort);
                portFound = true;
                break;
            }
        }
    }

    if (!portFound) {
        System.out.println("port " + defaultPort + " not found.");
    }

    // initialize serial port
    try {
        serialPort = (SerialPort) portId.open("SimpleReadApp", 2000);
    } catch (PortInUseException e) {
    } catch (Exception e) {
        System.out.println(e.toString()); //Nullpointer wenn kein Port
            gefunden
    }

    try {
        inputStream = serialPort.getInputStream();
    } catch (IOException e) {
    }

    try {
        serialPort.addEventListener(this);
    } catch (TooManyListenersException e) {
```

## B Programmcode

```
}

// activate the DATA_AVAILABLE notifier
serialPort.notifyOnDataAvailable(true);

try {
    // set port parameters
    serialPort.setSerialPortParams(9600, SerialPort.DATABITS_8,
        SerialPort.STOPBITS_1,
        SerialPort.PARITY_NONE);
} catch (UnsupportedCommOperationException e) {
}
}

public void run() {

public void serialEvent(SerialPortEvent event) {
    switch (event.getEventType()) {
        case SerialPortEvent.BI:
        case SerialPortEvent.OE:
        case SerialPortEvent.FE:
        case SerialPortEvent.PE:
        case SerialPortEvent.CD:
        case SerialPortEvent.CTS:
        case SerialPortEvent.DSR:
        case SerialPortEvent.RI:
        case SerialPortEvent.OUTPUT_BUFFER_EMPTY:
            break;
        case SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE:
            // we get here if data has been received
            byte[] readBuffer = new byte[20];
            try {
                // read data
                while (inputStream.available() > 0) {
                    int numBytes = inputStream.read(readBuffer);
                }
                // print data
                String result = new String(readBuffer);
                System.out.println("Read: " + result);
            } catch (IOException e) {
            }

            break;
    }
}
```

```
    }  
  }  
}
```

## B.5 Auth.java

```
package cubecom2;  
  
import javax.mail.*;  
  
// Daniel Shiffman  
// http://www.shiffman.ne  
public class Auth extends Authenticator {  
  
    public Auth() {  
        super();  
    }  
  
    public PasswordAuthentication getPasswordAuthentication() {  
        String username, password;  
        username = "cubecom@***.**";  
        password = "*****";  
        System.out.println(" authenticating. . ");  
        return new PasswordAuthentication(username, password);  
    }  
}
```

## B.6 AePlayWave.java

```
package cubecom2;  
  
import java.io.File;  
import java.io.IOException;  
import javax.sound.sampled.AudioFormat;  
import javax.sound.sampled.AudioInputStream;  
import javax.sound.sampled.AudioSystem;  
import javax.sound.sampled.DataLine;  
import javax.sound.sampled.FloatControl;  
import javax.sound.sampled.LineUnavailableException;  
import javax.sound.sampled.SourceDataLine;  
import javax.sound.sampled.UnsupportedAudioFileException;  
  
public class AePlayWave extends Thread {
```

## B Programmcode

```
private String filename;
private Position currentPosition;
private final int EXTERNAL_BUFFER_SIZE = 524288; // 128Kb

enum Position {
    LEFT, RIGHT, NORMAL
};

public AePlayWave(String wavfile) {
    filename = wavfile;
    currentPosition = Position.NORMAL;
}

public AePlayWave(String wavfile, Position p) {
    filename = wavfile;
    currentPosition = p;
}

public void run() {

    File soundFile = new File(filename);
    if (!soundFile.exists()) {
        System.err.println("Wave file not found: " + filename);
        return;
    }

    AudioInputStream audioInputStream = null;
    try {
        audioInputStream = AudioSystem.getAudioInputStream(soundFile
            );
    } catch (UnsupportedAudioFileException e1) {
        e1.printStackTrace();
        return;
    } catch (IOException e1) {
        e1.printStackTrace();
        return;
    }

    AudioFormat format = audioInputStream.getFormat();
    SourceDataLine auline = null;
    DataLine.Info info = new DataLine.Info(SourceDataLine.class,
        format);

    try {
```

## B Programmcode

```
        auline = (SourceDataLine) AudioSystem.getLine(info);
        auline.open(format);
    } catch (LineUnavailableException e) {
        e.printStackTrace();
        return;
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
        return;
    }

    if (auline.isControlSupported(FloatControl.Type.PAN)) {
        FloatControl pan = (FloatControl) auline
            .getControl(FloatControl.Type.PAN);
        if (curPosition == Position.RIGHT)
            pan.setValue(1.0f);
        else if (curPosition == Position.LEFT)
            pan.setValue(-1.0f);
    }

    auline.start();
    int nBytesRead = 0;
    byte[] abData = new byte[EXTERNAL_BUFFER_SIZE];

    try {
        while (nBytesRead != -1) {
            nBytesRead = audioInputStream.read(abData, 0, abData.
                length);
            if (nBytesRead >= 0)
                auline.write(abData, 0, nBytesRead);
        }
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
        return;
    } finally {
        auline.drain();
        auline.close();
    }
}
}
```

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Bevölkerungsentwicklung 1950 bis 2050 . . . . .	11
1.2	Vergleich GUI - TUI [Ishii 08b] . . . . .	13
1.3	3D-Modell von TanCu . . . . .	18
1.4	Optimus Mini Three . . . . .	19
2.1	Marble Answering Machine [2] . . . . .	22
2.2	From GUI to TUIs [Ishii et al. 97] . . . . .	24
2.3	Control and representation [Ishii 08b] . . . . .	24
2.4	Kombinationen von tokens + constraints [Ullmer 02] . . . . .	26
2.5	Fishkin-Klassifikation (basierend auf [6]) . . . . .	29
2.6	Ebenen des Vorwissens. [Naumann et al. 07] . . . . .	31
2.7	Vergleich der affordance Definitionen [McGrenere et al. 00] . . . . .	33
2.8	Design-Tool nach Blackler [Blackler 06] . . . . .	35
3.1	Technology Acceptance Model [Renaud et al. 08] . . . . .	39
3.2	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [Venkatesh et al. 03] . . . . .	40
3.3	Für die Interaktion mit Technologien relevante kognitive Fähigkeiten [Czaja et al. 06] . . . . .	41
3.4	Ansatzpunkte für die NutzerInnen-Integration [Friesdorf et al. 07] . . . . .	45
4.1	Nostalgia [Nilsson et al. 03] . . . . .	47
4.2	Muster des Tischläufers / Jahrzehnte [Nilsson et al. 03] . . . . .	48
4.3	Jive [3] . . . . .	49
4.4	reacTable Komponenten [7] . . . . .	50
6.1	Cube affordance [Sheridan et al. 03] . . . . .	59
6.2	Bildwinkel . . . . .	61
6.3	TanCu von vorne . . . . .	70
6.4	TanCu von oben . . . . .	70
6.5	TanCu von oben (offen) . . . . .	71
6.6	Spezifikation von TanCu anhand des TAC-Paradigmas . . . . .	77

## Abbildungsverzeichnis

7.1	Würfelbilder KommunikationspartnerInnen	83
7.2	Würfelbilder Kommunikationsgrund	84
7.3	Würfelbilder KommunikationspartnerInnen	84
7.4	Würfelbilder Kommunikationsgrund	85
7.5	Würfelbilder KommunikationspartnerInnen	85
7.6	Würfelbilder Kommunikationsgrund	86
7.7	Würfelbilder KommunikationspartnerInnen	86
7.8	Würfelbilder Kommunikationsgrund	87
7.9	Würfelbilder KommunikationspartnerInnen	87
7.10	Würfelbilder Kommunikationsgrund	88
7.11	Positionierung zum Gerät	90
7.12	Interaktion mit einem Würfel	91
7.13	Abstellen der Würfel	92
7.14	Betätigen der Sendebestätigung	93
7.15	Auswertung des Grundthemas Position	94
7.16	Auswertung des Grundthemas Timing	95
7.17	Auswertung des Grundthemas Timing Diagramme	96
7.18	Auswertung des Grundthemas Interaktion	97
7.19	Auswertung des Grundthemas Feedback*	98
A.1	Einverständniserklärung Seite 1	115
A.2	Einverständniserklärung Seite 2	116
A.3	Einverständniserklärung Seite 3	117
A.4	Einverständniserklärung Seite 4	118



# Literaturverzeichnis

- [1] <http://www.magwien.gv.at/stadtentwicklung/forschung/lebensqualitaet/pdf/lebensqualitaet-im-alter.pdf> 20.3.2009
- [2] [design.cca.edu/graduate/uploads/pdf/marbleanswers.pdf](http://design.cca.edu/graduate/uploads/pdf/marbleanswers.pdf)  
25.05.2009
- [3] [http://www.pdeproduce.com/designers/ben\\_arent/index.php](http://www.pdeproduce.com/designers/ben_arent/index.php)  
30.11.2009
- [4] <http://jive.benarent.co.uk/> 30.11.2009
- [5] [http://www02.zkm.de/you/index.php?option=com\\_content&view=article&id=70%3Areactable&catid=35%3Awerke&lang=de](http://www02.zkm.de/you/index.php?option=com_content&view=article&id=70%3Areactable&catid=35%3Awerke&lang=de) 30.11.2009
- [6] [http://courses.ischool.berkeley.edu/i262/f09/sites/default/files/Tuesday\\_Week4\\_TUI\\_Taxonomy.pdf](http://courses.ischool.berkeley.edu/i262/f09/sites/default/files/Tuesday_Week4_TUI_Taxonomy.pdf) (20.01.2010)
- [7] <http://www.matteopennese.com/diary/wp-content/uploads/2009/05/reactivision03.png> (20.01.2010)
- [Bammer et al. 04] Bammer, M., Hofer, D., Marchewa, S. Informations- & Kommunikationstechnologie für Menschen im Alter. 2004.  
[http://lifetool.at/rte/upload/6\\_Fachforum/IKT\\_studie\\_2004\\_Endbericht.pdf](http://lifetool.at/rte/upload/6_Fachforum/IKT_studie_2004_Endbericht.pdf),  
12.11.2009
- [Bäcker et al. 08] Gerhard Bäcker, Gerhard Naegele, Reinhard Bispinck, Klaus Hofmann und Jennifer Neubauer. Alter. In "Sozialpolitik und soziale Lage in Deutschland", 353-503. VS Verlag für Sozialwissenschaften 2008
- [Blackler 06] Alethea Blackler. Intuitive Interaction with Complex Artefacts. Dissertation, School of Design, Queensland University of Technology , 2006

## Literaturverzeichnis

- [Blackler et al. 06] Blackler, Alethea L. and Popovic, Vesna and Mahar, Douglas P. (2006) Towards a Design Methodology for Applying Intuitive Interaction. In: WonderGround: 2006 Design Research Society International Conference, November 1-4 2006, Lisbon.
- [Blackler et al. 07] Blackler, Alethea Liane and Hurtienne, Jorn (2007) Towards a unified view of intuitive interaction : definitions, models and tools across the world. MMI- Interaktiv, 13(2007). pp. 36-54.
- [Burkart 08] Günter Burkart. Lebensalter. In "Lehr(er)buch Soziologie. Für die pädagogischen und soziologischen Studiengänge Band 2", 533-549. VS Verlag für Sozialwissenschaften 2008
- [Czaja et al. 06] Sara J. Czaja, Chin Chin Lee. The impact of aging on access to technology. In "Universal Access in the Information Society", 341-349. Springer Berlin / Heidelberg 2006
- [Eisma et al. 04] Eisma, R., Dickinson, A., Goodman, J., Syme, A., Tiwari, L., and Newell, F. 2004. Early user involvement in the development of information technology-related products for older people. *Univers. Access Inf. Soc.* 3, 2 (Jun. 2004), 131-140. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-004-0092-z>
- [Ernstmann 08] Ernstmann, Nichole. Determinanten der subjektiven Nutzenbewertung der elektronischen Gesundheitskarte und des elektronischen Rezepts. LIT 2008
- [Fishkin 04] Fishkin, K. P. 2004. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal Ubiquitous Comput.* 8, 5 (Sep. 2004), 347-358. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-004-0297-4>
- [Fisk et al. 09] Arthur D. Fisk, Wendy A. Rogers, Neil Charness, Sara J. Czaja, Joseph Sharit. *Designing for Older Adults. Principles and Creative Human Factors Approaches. Second Edition.* CRC Press 2009
- [Fitzmaurice et al. 95] Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., and Buxton, W. A. 1995. Bricks: laying the foundations for graspable user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Denver, Colorado, United States, May 07 - 11, 1995)*. I. R. Katz, R. Mack, L. Marks, M. B. Rosson, and J. Nielsen, Eds. Conference on Human Factors

## Literaturverzeichnis

- in Computing Systems. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, 442-449. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/223904.223964>
- [Flick 00] Flick, Uwe. Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. 5. Auflage. Rowohlt Tb 2000
- [Friesdorf et al. 07] Friesdorf, Wolfgang, Heine, Achim, Mayer, Doris. sentha - seniorengerechte Technik im häuslichen Alltag. Ein Forschungsbericht mit integriertem Roman. Springer Berlin / Heidelberg 2007. DOI=<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-32818-6>
- [Fröhlich 05] Fröhlich, Werner D. Wörterbuch Psychologie, dtv 2005
- [Gibson 79] Gibson, J.J. (1979). The Ecological Approach to Visual Perception. Boston: Houghton Mifflin.
- [Hinckley et al. 94] Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J. C., and Kassell, N. F. 1994. Passive real-world interface props for neurosurgical visualization. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Celebrating interdependence (Boston, Massachusetts, United States, April 24 - 28, 1994). B. Adelson, S. Dumais, and J. Olson, Eds. CHI '94. ACM, New York, NY, 452-458. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/191666.191821>
- [Holmquist et al. 04] Holmquist, L., Schmidt, A., and Ullmer, B. 2004. Tangible interfaces in perspective: Guest editors' introduction. Personal Ubiquitous Comput. 8, 5 (Sep. 2004), 291-293. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-004-0292-9>
- [Hornecker 04] Eva Hornecker. Tangible User Interfaces als kooperationsunterstützendes Medium. Dissertation, Universität Bremen, 2004
- [Ishii et al. 97] Ishii, H. and Ullmer, B. 1997. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In "Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems" (Atlanta, Georgia, United States, March 22 - 27, 1997). S. Pemberton, Ed. CHI '97. ACM, New York, NY, 234-241. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/258549.258715>
- [Ishii 08a] Ishii, H. 2008. The tangible user interface and its evolution. Commun. ACM 51, 6 (Jun. 2008), 32-36. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1349026.1349034>

- [Ishii 08b] Ishii, H. 2008. Tangible bits: beyond pixels. In "Proceedings of the 2nd international Conference on Tangible and Embedded interaction" (Bonn, Germany, February 18 - 20, 2008). TEI '08. ACM, New York, NY, xv-xxv. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1347390.1347392>
- [Jorda et al. 07] Jordà, S., Geiger, G., Alonso, M., and Kaltenbrunner, M. 2007. The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces. In Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction (Baton Rouge, Louisiana, February 15 - 17, 2007). TEI '07. ACM, New York, NY, 139-146. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1226969.1226998>
- [Kaltenbrunner 07] Kaltenbrunner, M. and Bencina, R. 2007. reacTIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction. In "Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction" (Baton Rouge, Louisiana, February 15 - 17, 2007). TEI '07. ACM, New York, NY, 69-74. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1226969.1226983>
- [Königstorfer 08] Königstorfer, Jörg. Überblick über den aktuellen Stand der Akzeptanzforschung von technologischen Innovationen. In "Akzeptanz von technologischen Innovationen Nutzungsentscheidungen von Konsumenten dargestellt am Beispiel von mobilen Internetdiensten". Gabler 2008, 19-33
- [McGrenere et al. 00] McGrenere and Ho, 2000. Affordances: clarifying and evolving a concept. In: "Proceedings of Graphics Interface" 2000, Lawrence Erlbaum Associates, Montreal. pp. 179-186.
- [MK05] Mitteilung der Kommission, Grünbuch "Angesichts des demografischen Wandels - eine neue Solidarität zwischen den Generationen", Brüssel, 16.3.2005, Seite 5
- [Mohs et al. 06] Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, J. H., Naumann, A., Kindsmüller, M. C., Meyer, H.A. & Pohlmeier, A. (2006). IUUI – Intuitive Use of User Interfaces. In "T. Bosenick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove, M. Peissner (Hrsg.), Usability Professionals 06" (S. 130-133). Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals' Association.
- [Morris et al. 00] Morris, Michael, Venkatesh, Viswanath. Age Differences in Technology Adoption Decisions: Implications For a Changing Work Force. *Personnel Psychology*, Volume 53 Issue 2. 2000, 375 - 403

## Literaturverzeichnis

- [Naumann et al. 08] Naumann, A. B., Pohlmeier, A. E., Husslein, S., Kindsmüller, M. C., Mohs, C., and Israel, J. H. 2008. Design for intuitive use: beyond usability. In “CHI ’08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Florence, Italy, April 05 - 10, 2008). CHI ’08. ACM, New York, NY”, 2375-2378. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1358628.1358688>
- [Naumann et al. 07] Naumann, A., Hurtienne, J., Israel, J.H., Mohs, C., Kindsmüller, M.C., Meyer, H.A., Husslein, S. Intuitive Use of User Interfaces: Defining a Vague Concept. In D. Harris (Ed.). Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics, HCII 2007, Vol. 13, Springer, Heidelberg (2007), 128-136.
- [Nilsson et al. 03] Nilsson, M., Johansson, S., and Håkansson, M. 2003. Nostalgia: an evocative tangible interface for elderly users. In “CHI ’03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems” (Ft. Lauderdale, Florida, USA, April 05 - 10, 2003). CHI ’03. ACM, New York, NY, 964-965. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/765891.766096>
- [Norman 88] Norman, D.A. (1988). The Psychology of Everyday Things. New York: Basic Books.
- [Norris 04] Norris, Sigrid. Analyzing Multimodal Interaction: A methodological framework. Routledge 2004
- [Pastel et al. 07] Robert Pastel, Charles Wallace, and Jesse Heines. RFID Cards: A New Deal for Elderly Accessibility. In “Universal Access in HCI, Part I, HCII” 2007, LNCS 4554, pp. 990–999, 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [Piper et al. 02] Piper, B., Ratti, C., and Ishii, H. 2002. Illuminating clay: a 3-D tangible interface for landscape analysis. In “Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Changing Our World, Changing Ourselves” (Minneapolis, Minnesota, USA, April 20 - 25, 2002). CHI ’02. ACM, New York, NY, 355-362. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/503376.503439>
- [Rauhala 07] Rauhala, Marjo. Ethics and Assistive Technology Design for Vulnerable Users: A Case Study. Research Report, STAKES Helsinki, 2007
- [Renaud et al. 08] Renaud, K. and van Biljon, J. 2008. Predicting technology acceptance and adoption by the elderly: a qualitative study. In “Proceedings of

the 2008 Annual Research Conference of the South African institute of Computer Scientists and information Technologists on IT Research in Developing Countries: Riding the Wave of Technology (Wilderness, South Africa, October 06 - 08, 2008). SAICSIT '08, vol. 338. ACM, New York, NY", 210-219. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1456659.1456684>

- [Resnick et al. 98] Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., and Silverman, B. 1998. Digital manipulatives: new toys to think with. In "Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems" (Los Angeles, California, United States, April 18 - 23, 1998). C. Karat, A. Lund, J. Coutaz, and J. Karat, Eds. Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, 281-287. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/274644.274684>
- [Rubin et al. 08] Rubin, Jeff, Chisnell, Dana. Handbook of Usability Testing: Howto Plan, Design, and Conduct Effective Tests. 2. Ausgabe. Wiley Publishing 2008
- [Saake 08] Irmhild Saake. Lebensphase Alter. In "Lebensphasen", 235-284. VS Verlag für Sozialwissenschaften 2008
- [Schulze 98] Barbara Schulze. Kommunikation im Alter. Theorien - Studien - Forschungsperspektiven. Westdeutscher Verlag 1998
- [Schweizer 06] Schweizer, Karl. Intelligenz. In "Leistung und Leistungsdiagnostik". Springer Berlin / Heidelberg, 2006. 2-15
- [Shaer et al. 04] Shaer, O., Leland, N., Calvillo-Gamez, E. H., and Jacob, R. J. 2004. The TAC paradigm: specifying tangible user interfaces. *Personal Ubiquitous Comput.* 8, 5 (Sep. 2004), 359-369. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-004-0298-3>
- [Sheridan et al. 03] Sheridan, J.G.; Short, B.W.; Van Laerhoven, K.; Villar, N.; Kortuem, G., "Exploring cube affordance: towards a classification of non-verbal dynamics of physical interfaces for wearable computing", *Euroearable*, 2003. IEE , vol., no., pp.113-118, 4-5 Sept. 2003
- [Singer et al. 99] Singer, A., Hindus, D., Stifelman, L., and White, S. 1999. Tangible progress: less is more in Somewire audio spaces. In "Procee-

## Literaturverzeichnis

- dings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: the CHI Is the Limit” (Pittsburgh, Pennsylvania, United States, May 15 - 20, 1999). CHI '99. ACM, New York, NY, 104-111. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/302979.303007>
- [Taylor et al. 09] Taylor, B. T. and Bove, V. M. 2009. Graspables: grasp-recognition as a user interface. In “Proceedings of the 27th international Conference on Human Factors in Computing Systems” (Boston, MA, USA, April 04 - 09, 2009). CHI '09. ACM, New York, NY, 917-926. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1518701.1518842>
- [Ullmer et al. 01] Ullmer, B. and Ishii, H. Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. In “Human-Computer Interaction in the New Millenium”, John M. Carroll, ed.; Addison-Wesley, August 2001, pp. 579-601.
- [Ullmer 02] Ullmer B. (2002) Tangible interfaces for manipulating aggregates of digital information. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology
- [vanDam 97] van Dam, A. 1997. Post-WIMP user interfaces. *Commun. ACM* 40, 2 (Feb. 1997), 63-67. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/253671.253708>
- [Van Gerven et al. 06] Van Gerven, Paas, Fred, Tabbers, Huib K. Cognitive Aging and Computer-Based Instructional Design: Where Do We Go From Here? *Educational Psychology Review*, Volume 18 Number 2. Juni 2006, 141-157
- [Walter et.al. 06] Ulla Walter, Uwe Flick, Anke Neuber, Claudia Fischer und Friedrich-Wilhelm Schwartz. Alter — Definitionen und Bilder. In “Alt und gesund? Altersbilder und Präventionskonzepte in der ärztlichen und pflegerischen Praxis”, 39-53. VS Verlag für Sozialwissenschaften 2006
- [Venkatesh et al. 03] Venkatesh, Viswanath, Morris, Michael, Davis, Gordon, Davis, Fred. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In “MIS Quarterly Vol. 27 No. 3”. September 2003, 425-478
- [Xu et al. 07] Xu, D., Read, J. C., Mazzone, E., and Brown, M. 2007. Designing and testing a tangible interface prototype. In Proceedings of the 6th international Conference on interaction Design and Children (Aalborg, Denmark, June 06 - 08, 2007). IDC '07. ACM, New York, NY, 25-28. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1297277.1297282>