



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Masterarbeit

Mohammad Ali Rahimi, Matthias Vogt

Seamless Interaction - Natürliche Interaktionen in
Smart Living Umgebungen

Mohammad Ali Rahimi, Matthias Vogt
Seamless Interaction - Natürliche Interaktionen in
Smart Living Umgebungen

Masterarbeit eingereicht im Rahmen der Masterprüfung
im Studiengang Informatik Master
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer : Prof. Dr. rer. nat. Kai von Luck
Zweitgutachter : Prof. Dr. rer. nat. Gunter Klemke

Abgegeben am 2. Februar 2011

Mohammad Ali Rahimi, Matthias Vogt

Thema der Masterarbeit

Seamless Interaction - Natürliche Interaktionen in Smart Living Umgebungen

Stichworte

Smart Living, Smart Home, Ubiquitous Computing, Multitouch, Tangible Interaction, Seamless Interaction

Kurzzusammenfassung

Mit anhaltendem technologischen Einzug in den Alltag, vollzieht sich ein Wandel im Umgang mit den veränderten Informations- und Kommunikationsstrukturen. Der Mensch bewegt sich in Smart Environments, die in der Lage sind den Kontext zu Erkennen und adäquat zu reagieren. Eine Ausprägung dieser Umgebungen sind Smart Homes, wie das Living Place Hamburg. Diese Arbeit beschreibt die Entwicklung und den Aufbau dieses Wohnlabores, um darauf aufbauend Ideen für neue Interaktionsmetaphern zu entwickeln, diese umzusetzen und zu integrieren. Hierzu wird aus dem Bereich des Interaction Design ein Prozess abgeleitet, anhand dessen zwei Fallstudien realisiert wurden.

Mohammad Ali Rahimi, Matthias Vogt

Title of the thesis

Seamless Interaction - Natural Interaktionen in Smart Living Enviroments

Keywords

Smart Living, Smart Home, Ubiquitous Computing, Multitouch, Tangible Interaction, Seamless Interaction

Abstract

With the Dawn of ubiquitous Computers the interaction with the new information and comunication structure is changing rapidly. Humans are beginning to live in smart environments that are capable of recognizing the context and can react adequatly. One instance of these environments are smart homes such as the Living Place Hamburg. This thesis deals with the design and construction of a laboratory, where new ideas for interaction metaphors are developed, implemented and integrated. For this purpose two case studies where implemented using a development process derived from interaction design.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	6
1.1 Aufbau dieser Arbeit	8
2 Smart Living	9
2.1 Modern Living	9
2.1.1 Veränderter Umgang mit Information	9
2.1.2 Netzwerke	12
2.2 Ubiquitous Computing	13
2.2.1 Entstehung	13
2.2.2 Bestandteile	17
2.2.3 Grundlegende Komponenten	19
2.3 Smart Home	22
2.4 Living Place Hamburg - A place for concepts of IT based modern living	24
2.4.1 Szenarientwicklung	26
2.4.2 Systemarchitektur des Living Place Hamburg	28
2.4.3 Aufbau der Living Place Infrastruktur	30
2.4.4 Aktueller Stand und Ausblick	41
3 Interaktion	42
3.1 Interaction Design	43
3.1.1 User Experience	46
3.1.2 Interaction Design: Wie?	49
3.1.3 Interaction Design Pattern	50
3.1.4 Fazit: Interaction Design Prozess	64
3.2 Cubical	69
3.2.1 Konzeption	69
3.2.2 Aufbau	70
3.2.3 Interaktionformen	71
3.2.4 Szenarien	74
3.2.5 System Aufbau	76
3.2.6 Implementation	79
3.2.7 Evaluation	83
3.2.8 Fazit	87

3.3	Multitouch	89
3.3.1	Konzeption	90
3.3.2	Szenarien	110
3.3.3	Implementation	116
3.3.4	Fazit	121
4	Schluss	125
4.1	Zusammenfassung	125
4.2	Fazit und Ausblick	126

1 Einführung

Es herrscht seit einigen Jahren eine gewisse, stetig wachsende Schwierigkeit im Umgang mit dem technologischen Wandel. Dabei geht es weniger darum, die neusten Smartphones oder Laptops zu bedienen, sondern die Technologie in ihrer Gesamtheit richtig und effizient nutzen zu können. Computertechnologie hat in den letzten 20 Jahren eine starke Transformation durchlaufen. Wenige Millimeter heutiger Computerchips sind äquivalent zu Rechnern, die früher ganze Lagerhallen füllten.

Das scheinbar explosive Wachstum technischer Möglichkeiten, wie z.B. das Internet, Speicherkapazitäten und Miniaturisierung von Technologie, hat Teilbereiche weit überholt. Frühere Überlegungen, wie die "Desktop Metapher", funktionierten aber nur bis zu einem gewissen Grad von technologischem Einzug in den Alltag. Die einst bestehende Sichtweise auf Computer, als singuläres und abgeschlossenes Objekt ist längst überholt, und wird durch eine allgegenwärtige Sichtweise¹ ersetzt.

Ähnlich verhält es sich mit dem Informationsaufkommen der heutigen Zeit. Der frühere Informationskonsum begrenzte sich auf ein gewisses Programm und wenige Quellen. Der heutige Zugang zu Informationen ist scheinbar unendlich und wächst täglich um Datenmengen, die ein einzelner Mensch in einem Leben nicht Sichten könnte. So bewegt sich der Nutzer mit Hilfe seiner Gadgets², mit einem permanenten Zugang zum Netz, innerhalb von Informationen. Diese heute noch heterogene Gerätelandschaft erkannte Jeff Pierce und forderte ein neues Modell unter dem Namen "Personal Information Environment" (s.a. [Pierce und Nichols \(2008\)](#)). Doch der Computer, wie man ihn aktuell wahrnimmt, verschwindet aus dem direkten Sichtfeld und integriert sich in die Umgebung (Siehe dazu auch [2.2](#)). Das Leben und Arbeiten in diesem "Smart Environment" erfordert neue Arten der Handbuch freien Interaktion.

Auch als Folge dieses technologischen Wandels beschreibt R. Florida ([Florida \(2003\)](#)) das Entstehen einer neuen sozialen Klasse, der "Creative Class". So zeichnet sich die Klasse durch die Nutzung und die schnelle Adaption neuer Technologien aus und wird als Antrieb für die post-industrielle Gesellschaft bezeichnet. Zielfelder der Tätigkeiten sind dabei Forschung, Wissenschaft und andere damit verknüpfte Bereiche. Aufgabenbereiche dieser Klasse sind, spezialisierte Problemlösungen zu erstellen und dabei innovative und kreative Lösungen zu entwickeln. Dabei ist zu beobachten, dass eine Verhaltensänderung bezüglich

¹wie Weiser sie beschrieben hat (siehe auch Abschnitt [2.2](#))

²Technische Gerätschaften des Nutzers: Smartphone, Musik-Player, etc.

der Arbeitsweise stattgefunden hat. Anstatt der klassischen Festschreibung von Arbeitszeit und Ort, ist die Arbeitsweise in der Gestaltung der Zeiten, des Ortes und der Umgebung wesentlich flexibler und freier. Grundvoraussetzung für den Großteil dieser Arbeiten ist lediglich ein Laptop mit Verbindung zum Internet. Damit einhergehend ist die Diskussion bezüglich der "Work Life Balance". So beginnt der Arbeitstag nicht mehr mit dem Einstempeln, sondern, dank modernen Smart Phones, mit dem Beantworten und Lesen von E-Mails in der U-Bahn. Die ständige Erreichbarkeit ist dabei ein weiterer Aspekt, der zu der Frage führt, wann die Arbeit beginnt oder endet und wie sich sie mit der Freizeit vereinbaren lässt.

Diese Veränderungen sind Grundlage neuer Fragestellungen und Erweiterung langjähriger Forschung. So hat sich die Technologie zwar rasant verändert, doch viele Teilbereiche haben sich nicht gleichermaßen weiterentwickelt. Gerade in dem Bereich der Computerinteraktion sind dabei viele Fragestellungen offen und erfordern einen Paradigmenwechsel. Der Computer ist eben nicht mehr das für sich allein stehende Objekt, sondern ein vernetzter Zugangspunkt zu einer virtuellen Repräsentation und Erweiterung des Alltags. Der Großteil an Kommunikation wird elektronisch erledigt. Arbeitsdokumente liegen online und sind jederzeit verfügbar, Medienbibliotheken sind jederzeit am derzeitigen Aufenthaltsort erreichbar. Doch fraglich ist, ob aktuelle Interaktionskonzepte diesen neuen Möglichkeiten gerecht werden und alles konfigurier- und bedienbar ist. Technologie sollte als Werkzeug zur Umsetzung von Kreativität und eigenen Ideen genutzt werden, aber nicht die alleinige Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Ziel des Masterstudiums und dieser Arbeit ist der Versuch einige dieser Fragestellungen zu beantworten. Hierzu wird eine Laborumgebung zur Entwicklung neuer Konzepte des digitalen Lebens und Realisierung neuer Interaktionsmethoden konzipiert und aufgebaut. Nicht nur die Umsetzung, sondern auch die damit Verbundenen iterativen Entwicklungsverfahren sollen Teil der Betrachtungen sein. Die Arbeit ist ein Beitrag zur weltweiten Entwicklungen und kann als Schnappschuss aktueller und zukünftiger Projekte betrachtet werden. Ziel dieser Arbeit kann sicherlich nicht sein, eine generelle Antwort auf die oben vorgestellten Fragestellungen bzw. Veränderungen zu liefern. Viele Konzepte für neuartige Interaktion wurden in Forschungslaboren schon lange entwickelt, haben aber erst in den letzten Jahren, wenn auch nur in bestimmten Bereichen, Einsatz gefunden (Kinect, Wii, Multitouch).

1.1 Aufbau dieser Arbeit

Diese Arbeit beschreibt zwei wesentliche Teilaspekte:

- Die Konzeption und der Aufbau einer Smart Living Umgebung (Kapitel 2).
- Die Konzeption und Entwicklung neuer Interaktionsformen (Kapitel 3).

In Kapitel 2 wird darauf eingegangen, welche Herausforderungen der Begriff Smart Living mit sich bringt, welche Teilaspekte beachtet werden müssen (Umgang mit Informationen 2.1.1 und Netzwerke 2.1.2) und welche Ansätze für solche Umgebungen existieren (Ubiquitous Computing 2.2). Als konkrete Ausprägung in Form eines Smart Home (s.a. 2.3) wird der Aufbau des Living Place Hamburg in 2.4 vorgestellt. Dabei wird das Konzept und dessen Entwicklung (s.a. 2.4.1), die Architektur (s.a. 2.4.2) und erste Arbeiten und Entwicklungen betrachtet (2.4.3).

Der darauf aufbauende Teilaspekt dieser Arbeit (Interaktion 3) beschäftigt sich mit der Konzeption, Entwicklung und Umsetzung neuer Interaktionsformen. So wird in Abschnitt 3.1 die Disziplin des Interaction Design vorgestellt und diskutiert. Anschließend werden verschiedene Betrachtungsweisen, die bei dem Erstellen neuer Interaktionen dienlich sein können, erläutert (Pattern 3.1.3). In Abschnitt 3.1.4 werden drei Ansätze für Entwicklungszyklen beschrieben, die zur schnellen Umsetzung innovativer Ideen und deren kontinuierlicher Überprüfung führen sollen. Anhand von zwei Fallstudien (Cubical 3.2 und Multitouch 3.3) werden Konzeptphase und Entwicklung erörtert.

Abschließend werden in 4.1 die gewonnenen Ergebnisse diskutiert und ein Fazit bezüglich eines möglichen weiteren Vorgehens gezogen.

2 Smart Living

Seit den 1980er Jahren kann ein Prozess beobachtet werden, der die Welt nicht nur technologisch gesehen, stark verändert. Die Entwicklung von Computertechnologie(ct) macht rapide Fortschritte und ermöglicht durch gesunkene Preise und kleinere Formate immer mehr Menschen den Zugang zu einem hybriden Netzwerk von Technologie und Leben.

2.1 Modern Living

Dieses neue Zeitalter (in Abschnitt 2.2 beschrieben), bringt kulturelle und soziale Veränderungen mit sich, welche in diesem Abschnitt beleuchtet werden sollen. Der Fortschritt der Technologie ("Enabling Technologies") ermöglicht die Vernetzung vieler unterschiedlicher Services¹. So entstehen Umgebungen wie Smart Homes (s.a 2.3), Communities und vernetzte, urbane Räume. Eine Folge davon ist ein veränderter Umgang mit Informationen.

2.1.1 Veränderter Umgang mit Information

Menschen versuchen heute bewusster zu leben. Dieses spiegelt sich vordergründig im Konsumverhalten, aber auch in der aktuellen Werbung wieder.

Reiseziele können im Voraus interaktiv auf detailreichen Karten erkundet werden. Besondere Orte am Reiseziel, die nicht in den typischen Reiseführern stehen, werden durch andere Reisende weltweit empfohlen. Aktuelle Nachrichten über den Zielort müssen nicht aus einer Vielzahl von Nachrichten manuell herausgesucht werden, sondern können durch eine Google-Suche ermittelt werden. Über verschiedene Netzwerke werden schon während der Reise Erlebnisse mit Freunden und Verwandten in Form von Texten, Bildern und Videos geteilt.

Johnny Haeusler beschreibt in seinem Blog besonders anschaulich die sich im "Wohnzimmer" abspielenden Veränderungen von Kultur aufgrund des technologischen Wandels².

"Auf dem Frühstückstisch unserer Familie liegt seit vielen Jahren keine Tageszeitung mehr, das Fernsehprogramm interessiert so gut wie nie, und immer seltener schaffen es DVDs oder gar CDs in unseren Haushalt - es zeichnet sich

¹Services: Dienste wie z.B. Wetter, Karten, Routen bis hin zu sozialen Netzwerken

²<http://www.spreeblick.com/2011/01/13/bytes-statt-billy-wenn-kultur-unsichtbar-wird/>

außerdem ab, dass auch der Zuwachs in den Bücherregalen im Lauf der nächsten Jahre abnehmen wird und der Bücherstapel neben dem Bett irgendwann der Vergangenheit angehört. Bytes statt Billy.

[...]

Heutige Jugendliche müssen darüber lachen, dass ich beim ersten Besuch des heimatischen Zimmers einer Freundin oder eines Freundes die erste halbe Stunde auf dem Boden vor dem Plattenregal liegend verbrachte ("Die ganzen Foreigner-Platten sind aber von deinem Vater, oder?"), denn heutzutage kennt man den Musikgeschmack des Anderen durch diverse soziale Netzwerke noch vor dem ersten Treffen.

[...]

All diese Informationen und Kulturgüter gibt es natürlich auch im Netz. Kultur oder Information aber gemeinsam, auf vielen verschiedenen Ebenen, im individuellen (durchaus auch Verpackungs-) Kontext und außerdem gepaart mit einer gewissen Haptik erfahren zu können, das ist im Netz schwer bis unmöglich. Wenn der ältere Sohn das Cover einer CD nebst Texten und anderen Angaben studiert, während er der Musik lauscht, dann hätte er zwar auch im Netz surfen und die Informationen dort finden können, doch ich halte das Gesamtkunstwerk eines Künstlers, die von ihm im besten Fall selbst gewählte Präsentationsform für meist spannender als die Wikipedia (ich weiß, es gibt Ausnahmen). Und zweifelhaft bleibt, ob sich mein Sohn am Rechner tatsächlich minutenlang allein mit dieser Information beschäftigt hätte."

Diese Digitalisierung von Information, kann dabei den Umgang mit selbiger erschweren. Die physische Erfahrbarkeit von Büchern (Dicke, Gewicht und Form) lässt sich digital schwer abbilden, hat aber einen gewissen Wert (siehe dazu [Harper und Shatwell \(2003\)](#)). Das Einbeziehen dieser aktuell noch vorhandenen Werte und Eigenschaft ist Teil zukünftiger Konzepte für Kultur und Medien sein (s. Abschnitt [3.2](#)).

Auch Grundzüge des Konsums werden vom Informationszugang stark beeinflusst. So sind "Bio-", "Fair-Trade-" und "regional angebotene" Produkte ein Bestandteil der Nahrung für viele Menschen in Ländern der EU, da es wichtig geworden ist, zu wissen, wo die Produkte herkommen und welchen Produktionsprozess sie durchlaufen haben. Die Menschen achten nicht nur stärker auf ihren Konsum, sondern auch auf die Auswirkungen ihres Handelns auf die Umwelt. Neben ökologischem Anbau hat auch die nachhaltigere Nutzung von Wasser und Strom an Bedeutung gewonnen. Was verbraucht wird, und wann der Verbrauch stattfand, kann mit über die Kosten und die ökologische Bilanz der einzelnen Person bestimmen. Dementsprechend haben die Nutzer ein größeres Verlangen nach Informationen zu ihrem Verbrauch. Die einfachen Wasser- und Stromzähler reichen für solche Anforderungen nicht mehr aus. Durch den Einsatz von Sense/Act Modulen (s. Abschnitt [2.4.3](#)) und der Erweiterung der üblichen Zähler durch Computertechnologien, werden unter dem

Rahmenbegriff "Smart Metering" einige Neuerungen in diesem Bereich eingeführt. Auch Online Frameworks³ werden dafür erarbeitet, sodass die Ergebnisse für den Verbraucher in ansprechender Form immer verfügbar und -besonders interessant- vergleichbar sind. Beispiele hierfür sind u.A. Google PowerMeter⁴ und Microsoft Hohm⁵.

Gesellschaftlich bewirkt der vermehrte Informations- und Kommunikationszugang eine Bildung von Communities, die weniger als aktuell durch geografische Bedingungen beeinflusst wird. Die Mitglieder dieser Gemeinschaften identifizieren sich mit einem gemeinsamen Ziel und tragen zum Aufbau und Erhalt der Community bei. Das s.g. "Community Building" soll so für eine Verbesserung der Kommunikation in sozial schwachen Gebieten sorgen, indem jedes Mitglied eine Wertschätzung für die geschaffene Umgebung entwickelt. Für regionale Communities ergeben sich durch neue Kommunikationstechnologien Möglichkeiten des "gewahr Werdens" von Ereignissen innerhalb der Verbände durch s.g. "Community Mirrors" (z.B. Ott u. a. (2010)). Unterstützend wirkt hierbei der Einsatz von Geräten im Bereich der Peripheral Awareness (nach Liechti (2000)), bei denen die aktuelle Tätigkeit nicht durch Meldungen beeinträchtigt wird, dem Benutzer aber trotzdem die Gelegenheit gegeben wird, die Meldung zu erhalten. Projekte wie Baker Tweet⁶ sind ein Beispiel für die Nutzung dieser neuen Möglichkeiten in Bezug auf neue Nachbarschaftskonzepten. Bäcker erhalten mittels eines einfachen Interface die Möglichkeit z.B. frisch gebackene Produkte oder Infos zu publizieren. Sonderangebote können situativ, lokal und gezielt angepriesen werden. So kann man als Nutzer selbst entscheiden, wie sehr man die aktuellen Angebote und Veranstaltungen der lokalen Community nutzen möchte.

Ein weiteres Beispiel für lokale Mitgestaltung und Open Data bzw. Open Government ist das Projekt BuitenBeter⁷. Nutzer können Beschädigungen oder Müllansammlungen im öffentlichen Raum direkt mit Foto und GPS-Daten an eine die lokal zuständige Behörde schicken. Mittels der Informationen lassen sich Probleme oder Ärgernisse schneller erkennen und beheben.

Ein gutes Beispiel für globale Communities sind Open Source Projekte. Im Bereich der Software ist ein solches Vorgehen bekannt und beliebt. Ferner ist es nicht mehr nur eine Lizenzierungsart, sondern auch ein Marketingargument, wie bei Google Android⁸. Auch bei der Hardwareentwicklung werden Open Source Modelle adaptiert, so dass sich möglichst viele Menschen mit unterschiedlichen Disziplinen daran beteiligen können. Die nötigen Kom-

³Ein Framework kann man als Gerüst für Entwicklungen bezeichnen. Es setzt sich u.a. aus Methoden, Entwurfsmustern, Klassenbibliothek zusammen.

⁴<http://www.google.com/powermeter/about/>

⁵<http://www.microsoft-hohm.com/>

⁶<http://bakertweet.com/>

⁷<http://www.buitenbeter.nl/english>

⁸<http://source.android.com/>

ponenten und Frameworks hierzu wurden durch Projekte wie z.B. Arduino⁹ zur Verfügung gestellt.

2.1.2 Netzwerke

Eine der Gemeinsamkeiten, die diesen Veränderungen zugrundeliegt, ist ein Netzwerk. Nicht nur in den Technologiebranchen wird immer mehr ein Netzwerkd Denken aktiv. Auf einer kleinen Skala gesehen, werden Prozessoren, auch um "Moore's Law"¹⁰ gerecht zu werden, nicht mehr schneller (Taktfrequenz), sondern bilden ein Netzwerk von vielen Kernen, die gleichzeitig arbeiten. Auf einer höheren Ebene (PC als Ganzes) begünstigt das Bilden von Netzwerken nicht nur die Verarbeitung, sondern vielmehr die Verteilung von Informationen. Auf diese Weise wird das Internet für viele eine Möglichkeit, Zugang zu einer großen Masse von Informationen zu bekommen. Daraus folgende Implikationen für die Gesellschaft sind zu erwarten, denn genauso wie Radio und Fernsehen soziale Aspekte der Gesellschaft langfristig beeinflusst haben, wird auch vernetzte allgegenwärtige Computertechnologie den Alltag prägen. Im Falle der Reisen sind es z.B. die besonderen Reiseziele, für den Verbrauch von Wasser und Strom sind es die Frameworks, welche den Verbrauch vergleichbar machen. Communities bauen auf Kommunikation und leben von einem gesunden und wachsenden Netzwerk. Dies gilt für reelle, virtuelle, Open Source oder auch Social Networks.

Social Networks wie Facebook und Twitter sind eine besondere Erscheinung der heutigen Gesellschaft. Hauptsächlich sind die Nutzer mit Kontaktaufbau und -pflege beschäftigt. Dabei ist die Motivation ein soziales Netzwerk zu nutzen oftmals die Initiierung realer Interaktion (Barkhuus und Tashiro (2010)). Das Netzwerk dient dabei nur als Werkzeug zur einfachen Kommunikation. Die Vorstellung der Person (z.B. auf einer Infoseite) wird immer mehr zur Inszenierung der digitalen Identität (Fotos, Videos, Texte und persönliche Interessen) (s.a. Doering (2000)). So ist auch die Anzahl der digitalen Freundschaften ein Erkennungszeichen für Beliebtheit innerhalb (und außerhalb) des Netzwerkes und wird aufgrund der Vergleichbarkeit zu einem Wettbewerb. Dadurch entstehen stark verbundene Netzwerke, die das Teilen von Informationen erheblich beschleunigen. In diesem Zusammenhang hat sich auch eine spezielle Art der Kommunikation entwickelt: "read/reflect/republish". Das Internet und die hierin entstandenen sozialen Netzwerke bieten die bisher einzigartige Möglichkeit der Partizipation aller am aktuellen Mediengeschehen. Anders als bei Fernsehen und Radio besteht der Nutzen nicht mehr nur darin passive Informationsaufnahme (Unterhaltung) zu betreiben, sondern externe Informationen aufzunehmen, für die individuellen Zwecke anzupassen und im eigenen Netzwerk zu verteilen. So werden gelesene Informationen kurz mit

⁹<http://arduino.cc/>

¹⁰Moore's Law besagt, dass sich die Anzahl der integrierten Schaltkreise, bei konstantem Preis, in einem gewissen Zeitraum (in der Regel 18 -23 Monate) verdoppelt.

eigenen Details angereichert und an die Freunde und Follower¹¹ weitergegeben (s.a. Digital Social Media nach [Bry u. a. \(2010\)](#)).

Dieses Thema ist in den letzten Jahren zu einer eigenen Profession geworden, die nach wie vor im Wandel ist. Eine Netzwerk aus Blogs (Auch *Blogsphäre*) dient als Instrument der Informationverbereitung im Internet. Dabei sind nicht zentrale Strukturen und Redaktionen ausschlaggebend für die Publikationen, sondern die individuellen Vorlieben von Bloggern und dem "Netzbewohner". Sogenannte Internet *meme* resultieren aus dieser Eigendynamik. Kleine Beiträge von Hobbyschreibern können binnen weniger Stunden ein weltweites Diskussionsthema sein (Ted Williams: "The Golden Voice"¹²). Die freien und offenen Strukturen ermöglichen es Informationen zu Teilen und zu Nutzen. Es entsteht das Wissen von vielen ("Wisdom of Crowds" nach [Surowiecki \(2004\)](#)). Viele open source Projekte basieren auf dieser Mitmach-Kultur.

Es entstehen auch Verbindungen zwischen Applikationen, wie z.B. zwischen Blog, Twitter und Facebook und es werden Applikationen entwickelt, die die Informationen aus den eigenen Netzwerken bündeln. Üblicherweise sind diese Applikationen als Mashup¹³ über einen Browser verfügbar. Neuere Methoden wie Flipboard¹⁴ stellen den Content als Nachrichten dar und erwecken so den Eindruck eines personalisierten Magazines (Social Magazine).

2.2 Ubiquitous Computing

Allgegenwärtige und dauerhaft vernetzte Computer sind eine Voraussetzung für die oben beschriebene Situation. In der Informatik ist dies eine seit langem bekannte Erscheinung, die als Ubiquitous Computing bezeichnet wird.

2.2.1 Entstehung

Mark Weiser stellte 1991 seine Vision vom dritten Computerzeitalter in seiner Veröffentlichung "The Computer for the 21 Century" ([Weiser \(1999\)](#)) vor. Das erste Zeitalter bezeichnete er als "Mainframe Zeitalter". Kapazitäten von Großrechnern wurden geteilt, und viele Leute waren aufgrund von Kosten und komplizierter Handhabung gezwungen, sich die Hardware zu teilen (1:n Beziehung).

¹¹Aus Twitter: Andere Nutzer der Plattform, die sich für den Content interessieren.

¹²<http://www.google.de/search?q=golden+voice>

¹³Eine Applikation, die mehrere Quellen auf einer Seite bündelt

¹⁴<http://www.flipboard.com/>

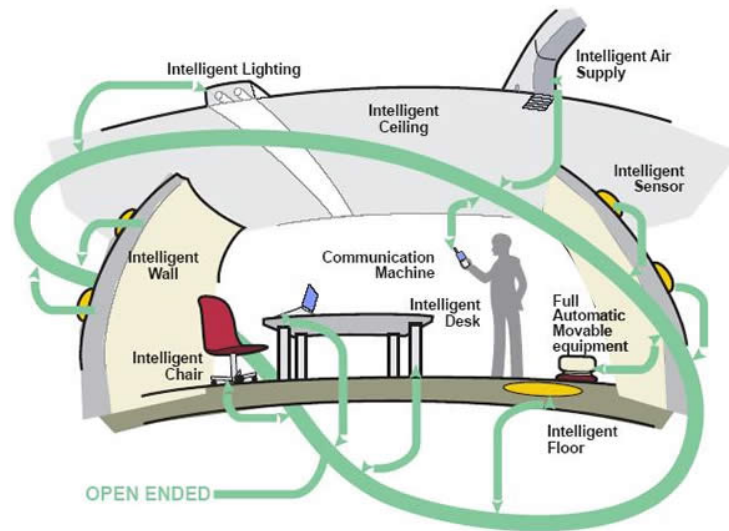


Abbildung 2.1: Beispielhaftes Schema für Ubiquitous Computing

Das zweite Zeitalter bezeichnete er als "Personal Computing". Die erschwingliche Hardware und einfachere Bedienkonzepte wie die Desktop Metapher, revolutionierten das Nutzungsverhalten mit Computern. Die Systeme waren darauf ausgerichtet, einen Nutzer (zurzeit) zu haben. Heute befinden wir uns im Endstadium des "Personal Computings" und im Anfangsstadiums des "Ubiquitous Computing" (im Folgenden mit Ubicomp abgekürzt). Weiser prognostizierte, dass wir uns innerhalb der Informationen bewegen. Wir besitzen nicht mehr nur ein Gerät, sondern N Geräte, die sich um uns herum befinden (s. Abb. 2.1¹⁵). Computer sind nicht mehr sichtbar (disappearing Computers), sie verschmelzen mit der Umgebung und dienen uns als nur passiv wahrgenommene Werkzeuge. Informationen befinden sich nicht nur als Anzeige auf verschiedenen Displays, sondern überall um uns herum in Form von Positionsdaten, Sensordaten, ambienten Anzeigegeräten¹⁶, Displayinformationen etc.. Ein essentieller Punkt, den Weiser anspricht, ist die einfache und natürliche Bedienbarkeit. Computer erfordern, seiner Meinung nach, nicht mehr die volle Aufmerksamkeit des Nutzers, sondern sind natürlicher Bestandteil des Alltags, helfen bei der Bewältigung der Aufgaben und lenken nicht von ihnen ab. Knapp 20 Jahre nach Weisers formulierter Vision ist es schwer festzustellen, an welchem Punkt dieser Vision wir uns befinden. Hardware ist heutzutage in der Herstellung so günstig, dass Geräte und Sensoren zur Massenware geworden sind. Die von Weiser beschriebenen Geräte, wie z.B. Tabs und Pads, sind heute in verschiedensten Variationen zu kaufen. Eine global gut ausgebaute, vernetzte Infrastruktur

¹⁵Quelle: http://www.u-tokyo.ac.jp/coe/coe02_tanbou13_e.html

¹⁶Displays in der Umgebung des Menschen.

ermöglicht es, sich (fast) immer und überall mit dem Internet zu verbinden und Informationen von überall abrufen oder erzeugen zu können.

Trotz all dieser Errungenschaften sind viele Punkte der einst formulierten Vision nicht erfüllt (s.a. [Mattern \(2001\)](#)). Neue Interaktionskonzepte, die die Flut an Informationen beherrschbar machen, sind nicht vorhanden. Es fehlen einheitliche Konzepte, die helfen mit diesen Informationen und dieser neuen Ära des Computing umzugehen. Zwar sind viele positiv zu bewertende Ansätze vorhanden (in Abschnitt [3.1.3](#) wird auf verschiedene Ansätze eingegangen), allerdings mangelt es an der Integration und der Umsetzung in das ubiquitäre Gesamtsystem.

Im folgenden Abschnitt sollen die Bestandteile vom Ubicomp System dargelegt und ihre Besonderheiten herausgestellt werden. Neue Bedienkonzepte werden vorgestellt und bezüglich ihrer Einsetzbarkeit und Erfolgsaussichten diskutiert.

Im Unterschied zu dem Paradigma des Personal Computing, welches sich hauptsächlich durch PC / Laptop, Maus plus Keyboard (WIMP¹⁷), Fenster-basierte Interfaces mit Mauszeiger, Menüstrukturen und einer festen Verortung auszeichnet, setzen sich ubiquitäre Systeme aus vielen verschiedenen Teilsystemen zusammen. Erst viele verschiedene Komponenten im Zusammenspiel ergeben die von Weiser formulierte Vision. Dieses Zusammenspiel definiert eigene Anforderungen an die einzelnen Teilsysteme:

- Heterogenität bzw. Homogenität der Geräte,
- verschiedene Skalierung von Rechenkapazität,
- unterschiedliche Aufgaben und Strukturen,
- sich verändernde Situationen und Positionen,

erfordern flexible Lösungen. Im Gegensatz zum Personal Computing, ein Gerät pro Nutzer, ist im Zeitalter des Ubicomp von n Geräten pro Nutzer auszugehen, die gleichzeitig bedient werden und aktiv sind. Angefangen beim Laptop und dem Smartphone über die in großen Rechenzentren deponierten Dokumente, bis zu in Kleidung eingearbeitete Sensoren oder Interfaces, wächst die Rechenleistung in der Umgebung des Menschen weiter an. So besteht nicht nur die Herausforderung, die Komplexität dieser Vernetzung zu bewältigen, sondern auch herstellerübergreifend Wege zu finden, diese sinnvoll zu verbinden.

Kleine Sensoreinheiten, mobile Endgeräte (Laptops, Smartphones, etc.) sowie Smart Environments wie Autos oder Smart Homes sind nur einige Beispiele für die Vielfalt und Skalierung dieser Systeme (Siehe [Abbildung 2.2](#)).

¹⁷WIMP steht für "Windows", "Icons", "Menus" und "Pointer" und bezeichnet ein Interaktion Paradigma für die Desktop Metapher

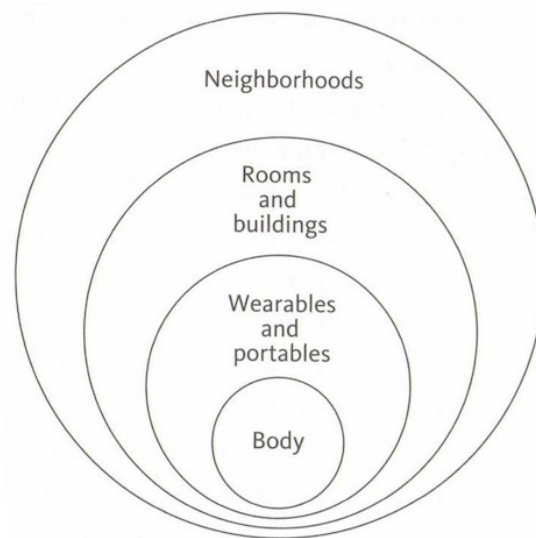


Abbildung 2.2: Scale of Places aus [McCullough \(2005\)](#)

Aspekte wie Energieverbrauch, Konnektivität, Service Discovery, Rechenleistung, In-/Output und Umgebungsbedingungen, spielen bei dem Design solcher Systeme eine große Rolle.

- Welche Gegebenheiten sind vorhanden?
- Welche Sensorinformationen stehen zur Verfügung?
- Wie verhält sich ein System, wenn Geräte oder Sensoren ausfallen?
- Welche Aktivitäten finden in welchem Rahmen statt?
- Wie kann Komplexität innerhalb des Systems versteckt werden, ohne den Benutzer (User) dabei zu belasten oder einen gefühlten Kontrollverlust hervorzurufen?
- Wie kann ein solches System gewartet werden, und wie ist es möglich, dieses zu konfigurieren?
- Wie lassen sich Sicherheit und Privatsphäre in Systeme integrieren, die komplett mit der Umgebung vernetzt sind?

Dies sind nur einige Fragestellungen, die beantwortet werden müssen, um solche Systeme zu gestalten.

2.2.2 Bestandteile

Es gibt verschiedene Aspekte, die mit Ubiquitous Computing oftmals einhergehen:

Disappearing: Computer sind im Begriff, aus dem Sichtfeld zu verschwinden. Dieser Trend des Disappearing Computers ist immer häufiger zu beobachten. Computer integrieren sich in die Objekte der Umgebung¹⁸, wie z.B. ein MP3-Player, der in die Kleidung integriert wird. RFID-Tags für Fahrkartensysteme, wie sie beispielsweise in London eingesetzt werden, lassen sich in Uhrarmbänder oder im Schmuck integrieren. Rückkanäle des Computers werden via peripheral Displays¹⁹ realisiert, die in erster Linie nicht als Computer identifizierbar sind (s.a. [Costanza u. a. \(2006\)](#)). Mit diesem Verschwinden wird auch eine andere Form des Umgangs notwendig. Es ist weniger das eine Gerät, das den Zugang in die digitale Welt ermöglicht, sondern die Umgebung, die eine implizite Repräsentation des Ubiquitous Computings darstellt.

Connectivity: Eine Notwendigkeit, zur Erfüllung der Vision, ist die Vernetzung der einzelnen Bestandteile. Von einer Vielzahl einfacher Sensoren bis hin zu hoch komplexen Systemen zur Auswertung, müssen die Systeme untereinander kommunizieren. Ausfall von Sensoren und dynamisches Hinzukommen oder Verschwinden von Geräten müssen beachtet, automatisch erfasst und entsprechend behandelt werden. Dabei sind Datenschutz und Rechte innerhalb der Netze und Topologie nur einige von den zu beachtenden Aspekten.

Ubiquity: Die Allgegenwart bildet eine permanente Schnittstelle in eine digitale Repräsentation. Die persönlichen Daten sind immer verfügbar. Wird beispielsweise ein Hotelzimmer betreten, passen sich die Systeme entsprechend an und ermöglichen den Zugriff auf die zugehörigen Daten. Auf öffentlichen Plätzen können öffentliche Bildschirme (public Displays) eine natürliche Art der Navigation ermöglichen. Im Leihwagen stehen automatisch Freisprecheinrichtung und Kontaktdaten zur Verfügung, ohne das eine aufwendige Konfiguration notwendig ist. Der Datenaustausch und die Bereitstellung erfolgt dabei automatisch und ohne Eingriff des Nutzers.

Context: Die Gesamtheit der gesammelten Informationen bilden einen Kontext. Werden in der Wohnumgebung Besucher empfangen, wird dies vom System erkannt und es werden entsprechende Einstellungen vorgenommen. Befinden sich die Personen im Wohnzimmer, ist es unwahrscheinlich, dass im Schlafzimmer die Stereoanlage lauter gestellt werden soll. Der Kontext bildet sich aus Verortung von Information, ermittelter Intention von Nutzern und Gegebenheiten der Umgebung. Dieser Zusammenhang ermöglicht es dem System, den Nutzer zielgerichtet in seiner Aufgabe bzw. seiner intendierten Handlung zu unterstützen.

¹⁸Auch "Internet of Things" genannt

¹⁹Displays in der Umgebung, die Informationen peripher anzeigen

Interaction: Befindet man sich in einer Umgebung voller Computer und einer daraus resultierenden ständigen Flut von Informationen, sind neue Arten der Interaktion erforderlich. Einfache und natürliche Wege mit diesen Systemen umzugehen, ohne sich verloren zu fühlen, sind gefordert. Es ist eine große Herausforderung, solche Systeme konfigurier- und bedienbar zu gestalten. Der Nutzer soll diese Umgebung als Werkzeug empfinden, welches ihm dabei hilft, sich auf die Aufgabe zu konzentrieren. Der "Computer" an sich soll nicht die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sondern auf natürliche Art und Weise als Werkzeug zur Verfügung stehen.

In Abbildung 2.3 ist die Position des Menschen innerhalb eines UbiComp Systems dargestellt. Er ist der zentrale Kern, um den sich das System aufbaut. Die Geräte um ihn herum stellen ein Netzwerk von nutzbaren Möglichkeiten dar. Sie bilden eine Vielzahl von Zugriffspunkten in eine digitale Welt, die sich permanent ändert und anpasst. Je nach Zugriffspunkt können Informationen anders oder angepasst dargestellt werden.

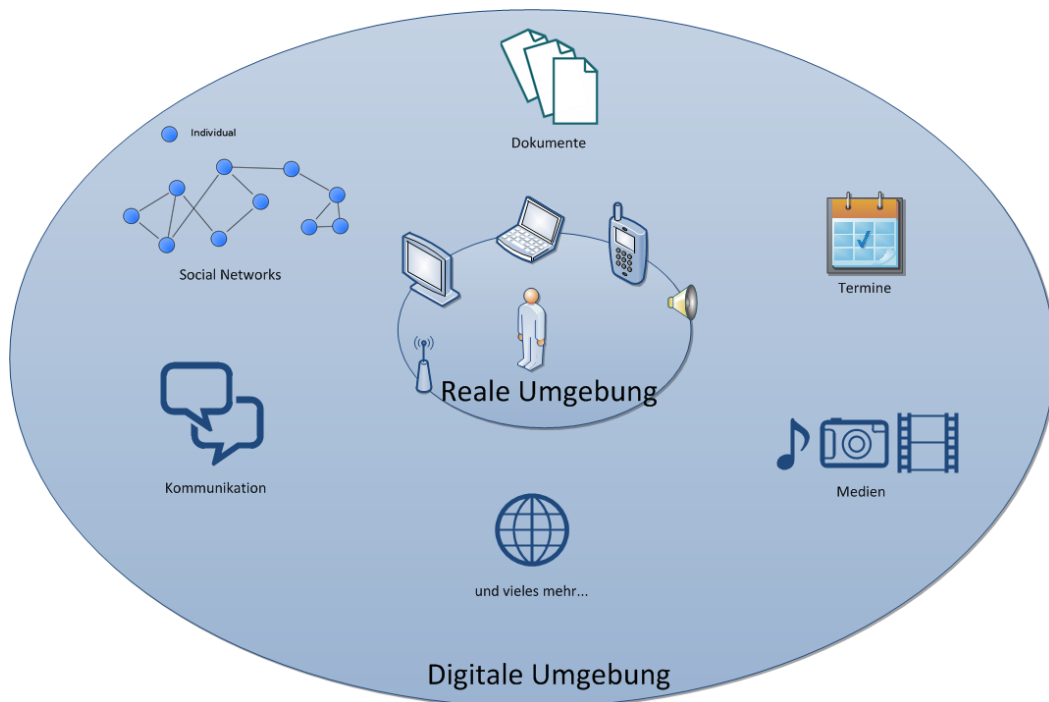


Abbildung 2.3: Die Position des Menschen innerhalb eines UbiComp Systems

Die sich ergebenden Schnittstellen sind in Abbildung 2.4 dargestellt. Was hier als Zugangspunkt bezeichnet wird, ist eine sehr abstrakte Sicht und kann eine Vielzahl von verschiedenen Systemen repräsentieren. Ebenfalls prägen sich die Systeme in verschiedener Weise aus. Dabei setzen sie sich aus diverser Anteile von virtueller und reeller Repräsentation zusammen. Ein soziales Netzwerk existiert ausschließlich virtuell, ein Fernseher hin-

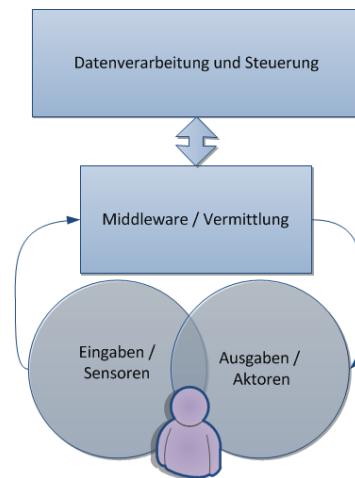


Abbildung 2.5: UbiComp Darstellung als übliches EDV System

Sensoren

Sensoren bilden eine Grundlage für die Erkennung von Gegebenheiten innerhalb von der Umgebung. Damit Computersysteme situationsadäquat reagieren können, müssen sie die Situation erkennen. Die Arten der Sensoren sind hierbei vielfältig und in den verschiedensten Variationen vorzufinden. Oft erwähnt werden in diesem Zusammenhang die "Berkeley Motes" (z.B.: [Hill und Culler \(2002\)](#)), welche kleine, eigenständige, kostengünstige Sensoreinheiten sind, die sich in einem Netzwerk selbst organisieren und ihre gesammelten Daten zur Verfügung stellen. Dieses Prinzip des "Smart Dust" ([Warneke u. a. \(2001\)](#)) liefert low-level Informationen über die Umgebung, wie z.B. Temperaturen, Erschütterungen und weitere mittels Sensoren messbare Größen, die für eine Erkennung eines Kontextes oder einer Situation benötigt werden.

Weitaus kostenaufwändigere Sensoren sind high-level Sensoren für die Ortung via W-LAN oder mittels spezieller Tags. Durch aktive Sender können Systeme wie Ubisense²¹ oder Openbeacon²² die Positionsdaten ermitteln. Problematisch in diesem Zusammenhang sind meistens der Energieverbrauch und die Notwendigkeit von aktiven Tags. Ebenfalls sind kamerabasierende Auswertungen, z.B. in Form von rückprojektionsbasierenden Multitouch Tischen, klassischer Bildauswertungen oder neuen Möglichkeiten der 3D-Raumwahrnehmung, wie durch Kinect²³ oder Time of Flight Kameras²⁴ ein wertvoller Input.

²¹www.ubisense.net/

²²www.openbeacon.org

²³<http://www.xbox.com/de-DE/kinect>

²⁴Kamera, welche mittels Laufzeitverfahren Tiefeninformationen ermittelt.

Auf einer abstrakteren Ebene sind auch die Bereitstellung von Informationen aus Services, wie z.B. von Wetterdaten, eine Art Sensorinput. Diese kann man auch als virtuelle Sensoren bzw. Softwaresensoren (Vergleich [Krumm \(2009\)](#)) bezeichnen. Weitere Beispiele dieser Sensorenart sind die Zurverfügungstellung von Daten bezüglich Verkehrsdichte, Kalenderdaten, Reisezeiten via Internetportalen oder ähnliches sein.

Die passende Kombination verschiedener Arten von Sensoren auf unterschiedlichen logischen Ebenen bildet die Grundlage des UbiComp. Das Auswerten, Verwalten und Konfigurieren dieser Sensorwolke ist Gegenstand vieler Forschungsgruppen ([Warneke u. a. \(2001\)](#) oder [Ilyas und Mahgoub \(2006\)](#)). Dank Miniaturisierung und neuen Energiekonzepten, wie z.B. "energy harvesting" stehen mehr Daten zur Verfügung. Diese Verbesserung der Datenbasis ermöglicht, dass neue Konzepte und Analysen durch die bestimmte Szenarien erst denkbar werden.

Aktoren

Die Aktorik beschreibt die steuerbaren Elemente. Hier gibt es eine ähnlich große Vielfalt und Trendentwicklung wie bei der Sensorik. Von mechanischen Aktoren wie z.B. Motoren, die zur Fensteröffnung dienen, ist das "ferngesteuerte" Umschalten des Fernsehers ebenfalls als Aktor anzusehen. Lichtelemente bzw. -Installationen und deren Schaltung und Übergänge sind eine wohl bekannte Technologie aus der Medientechnik mit einer Vielzahl von standardisierten Komponenten und Schnittstellen. Steuerbare Küchenelemente, bzw. generell steuerbare Einrichtungen sind zwar größtenteils mit Standardkomponenten steuerbar, erschweren aber durch ihren Preis die Einführung in den Massenmarkt.

Virtuelle Aktorik, wie z.B. Veränderung eines GUI oder das Abspielen eines Tons zur Notifikation sind ebenfalls Aspekte, die man auch als eine Art Aktor klassifizieren kann.

Middleware

Die Middleware dient als Kommunikations- und Serviceinfrastruktur. So übernimmt sie Steuerungsaufgaben, ermöglicht den verschiedenen Systemen zu kommunizieren, Daten auszutauschen und Services auffindig zu machen. Auch weitere Aufgaben wie z.B. Persistenz können Teile der Middleware Infrastruktur darstellen. Sie übernimmt zentrale Aufgaben eines solchen Systems und ist daher von besonderer Bedeutung. Heterogene Gerätelandschaften, divergierende Protokolle und die große Bandbreite an Anforderungen der teilnehmenden Systeme sind nur ein Teil der Problematiken, die sich bei der Konzeption einer Middleware für ein ubiquitäres System stellen. Es gibt diverse Ausprägungen und Ansätze zur Bereitstellung der oben beschriebenen Funktionen. In der Arbeit von Dennis [Hollatz \(2010\)](#) wird der Einsatz verschiedener Systeme diskutiert und evaluiert.

Interface

Das Interface ist für den Benutzer der Zugang zu dem System. Es ermöglicht den Eingriff, bzw. den Informationsabruf. Interfaces können dabei unterschiedlich ausgeprägt sein. Das Spektrum reicht von klassischen Eingabemedien wie Maus und Tastatur über Toucheingaben oder tangiblen Eingabegeräten bis hin zum Tracking von Körperbewegungen.

Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt auf der Interaktion mit solchen Systemen und dem Aufbau einer Smart Home Umgebung, die auf den grundlegenden Konzepten Weisers basiert. Dabei sind Zentrale Fragestellungen, welche Formen der Interaktion einen natürlichen Zugang zu Informationen ermöglichen oder sich Arbeitsabläufe so gestalten lassen, dass die Problemlösung im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit liegt und nicht die Bedienung des Computers.

2.3 Smart Home

Im Allgemeinen wird bei Smart Home Laboren versucht, auf Aspekte des zukünftigen digitalen Lebens einzugehen. Die vielen verschiedenen Sichtweisen und Schwierigkeiten erfordern dabei ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit. So hat ein Großteil der verschiedenen nationalen (für eine Übersicht aktueller Projekte siehe [Strese u. a. \(2010\)](#)) und internationalen Projekte (wie z.B. [de Ruyter und Aarts \(2004\)](#) oder [Microsoft \(2010\)](#)) spezielle Schwerpunkte. Ein oft aufgrund der demographischen Entwicklung gewählter Untersuchungsschwerpunkt ist das Ambient Assisted Living (AAL), welches den Ansatz verfolgt, ältere Menschen in ihrem Alltag zu unterstützen. So wird auch in der Feldafinger Studie von 2008 ([Raffler und Wahlster \(2008\)](#)) unter anderen AAL als eine der Trendaussagen aufgeführt. Die verschiedensten Labore, national sowie international, nehmen sich aktuell diesem Themengebiet an und entwickeln auf Basis aktueller Technologien neue Ansätze für ein altersgerechtes Wohnen. Weitere Aspekte sind Sicherheit, Architektur, Vernetzung oder Interaktion mit Computersystemen, aber auch Themen der Soziologie und Psychologie werden näher untersucht. Viele Themengebiete überschneiden sich in verschiedener Hinsicht und ermöglichen eine enge Zusammenarbeit und Wiederverwendbarkeit von Forschungsergebnissen und Komponenten. Zentrale Vermittlungsstrukturen, wie das von Stanford ursprünglich für CSCW²⁵ (s.a. [Kirstgen \(2010\)](#)) Umgebungen entwickelte iRos, lassen sich adaptieren und einsetzen (s.a. [Johanson \(2003\)](#)). Bitkom hat 2009 einen Leitfaden zur Heimvernetzung veröffentlicht [BITKOM \(2009\)](#), der ein Smart Home schematisch (Abbildung 2.6) beschreibt. Die Grafik zeigt die grundlegenden Einsatzgebiete, Lebensaspekte, Geräte und Infrastruktur, welche nach Einschätzung von Bitkom ein Smart Home ausmachen. Dabei ist die Grafik mit den Komponenten nur als erster Ansatzpunkt zu verstehen. Die realen Anforderungen entstehen aus den Szenarien und der Ausrichtung der einzelnen Labore und sind oftmals

²⁵Computer Supported Cooperative Work

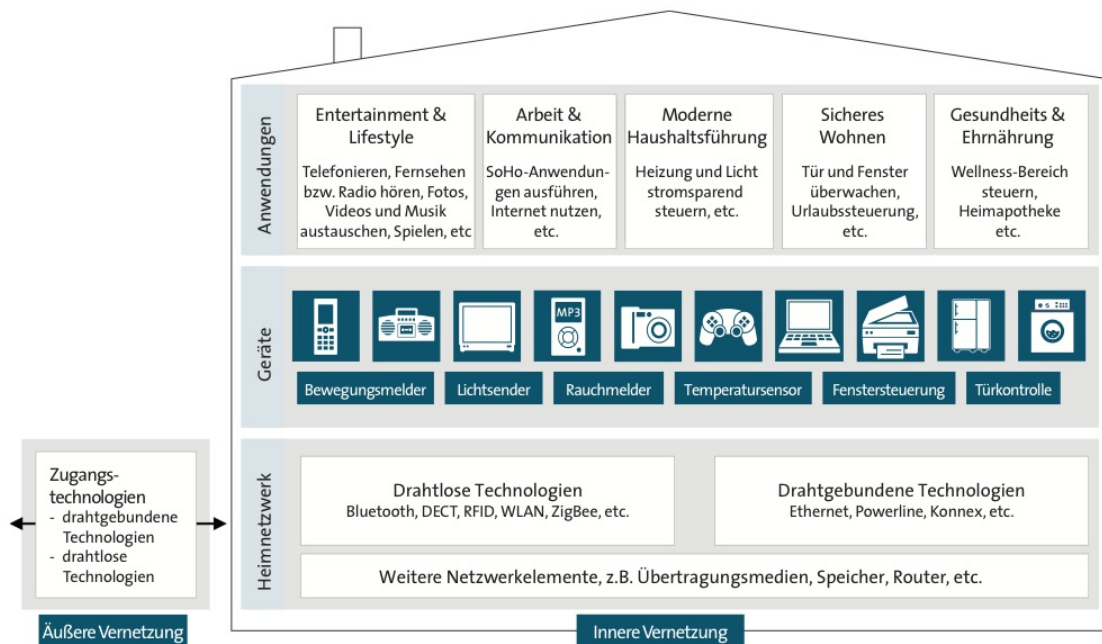


Abbildung 2.6: Smart Home von Bitkom (Quelle: BITKOM (2009))

von aktuellen Entwicklungen und Angeboten der Industrie abhängig.

Einige oft genannte Szenarien, die in solchen Umgebungen aufgebaut und implementiert werden, beschreiben Meyer und Rakotonirainy (2003) in ihrer Veröffentlichung von 2003:

- Lights, chairs and tables automatically adjust as soon as the family gathers in the living room to watch TV.
- Phones only ring in rooms where the addressee is actually present, preventing other people being disturbed by useless ringing.
- The music being played in a room adapts automatically to the people within and the pictures in the frames on the desk change depending on which person is working there.
- Interactive play spaces are created for children, where images, music, narration, light and sound effects are used to transform a normal child's bedroom into a fantasy land (Bobick, Intille, Davis et al. 1999).
- In-house context-aware communication systems allow family members to speak to each other as if they were in the same room, even when they are in different rooms. (Hindus, Mainwaring, Leduc et al. 2001) (Nagel, Kidd, O'Connell et al. 2001).
- Elderly people will be supported in their daily life by context-aware homes,

allowing them to age in their own home or familiar environment (Mynatt, Essa and Rogers 2000) (Lines and Hone 2002).

- Complete security systems including emergency call out alarms for burglars, fire, or injury with a complete awareness of the home owners wherever they are.
- In assisted living complexes, context-aware systems monitor the state of the elderly occupants, freeing the nursing staff from the task of constantly supervising them, thus giving them more time to care about those, who actually need their support most (Stanford 2002).

Die Vielfältigkeit an Szenarien und die damit verbundenen Komponenten und Disziplinen zeigen den enormen Aufwand, der zur Realisierung betrieben werden muss. Durch die verschiedenen Ausrichtungen und Schwerpunkte der einzelnen Labore ergeben sich eine Vielzahl von potentiellen Lösungen und immer wieder neu entstehende Ansätzen, um die formulierten Aufgaben zu bewältigen. Ein entstehendes Labor ist das Living Place Hamburg, welches sich in die Smart Home Landschaft einreicht und versucht, bestimmte Gesichtspunkte des modernen Lebens zu untersuchen.

2.4 Living Place Hamburg - A place for concepts of IT based modern living

Seit 2009 wird an der HAW Hamburg ein Smart Home, das Living Place Hamburg (s.a. [Living Place Hamburg Team](#) und Logo: s. Abb. 2.7), konzipiert und aufgebaut. Ziel ist es, bestimmte Aspekte zukünftigen Lebens innerhalb von urbanen Räumen zu untersuchen und neue Konzepte für selbiges zu entwickeln und zu evaluieren.

In der offiziellen Kurzbeschreibung (s.a. [von Luck u. a. \(2010\)](#)) des Living Place Hamburg ist das Ziel folgendermaßen definiert:

“The Living Place Hamburg covers different areas of IT-based urban living. In addition to typical questions from the smart home area, general questions of urban living will be investigated. The Living Place Hamburg is a loft style urban living apartment with dynamic mapping of functions to spaces according to the respective situation of the inhabitant (e.g. bedroom, kitchen, living room). Cornerstone of our installations will be the seamless interaction between ubiquitous computing elements, including the touching of tangible objects in order to achieve smart living situations. In times of digitalisation based on social software the concept of neighbourhood is currently in redefinition. Integration of social software into the Living Place Hamburg will be part of our efforts for the purpose of

creating a new kind of community building. Ubiquitous computing let disappear the borderline between labour and leisure time. Therefore one part of the research in the Living Place Hamburg is the integration of labour in leisure time in a sense of extending the enterprise 2.0 metaphor into the home office metaphor.”



Abbildung 2.7: Logo des Living Place Hamburgs

Die Konzeption des Living Place Hamburgs wurde aufgrund verschiedener Zielsetzungen durchgeführt (s.a. Projektbericht [Rahimi und Vogt \(2010\)](#)):

- Erstellung und Integration neuer und die Verbesserung bestehender Interaktionskonzepte
- “Who is Master?” Natürliche Eingriffsmöglichkeiten in automatisierte Abläufe,
- Aufbau eines realexperimentiertfähigen Labors mit integriertem Usability Labor,
- Interdisziplinäre Plattform zur Erforschung zukünftigen Lebens,
- Schaffen einer offenen Plattform für Wissenschaft, Wirtschaft und Lehre.

Mitte 2009 wurde in einem Bestandsgebäude der HAW Hamburg eine passende Fläche gefunden, um mit der Realisierung des Living Place Hamburgs zu beginnen. So konnten ca. 140 m^2 Wohnfläche und weitere 130 m^2 Entwicklungsfläche für das Projekt innerhalb eines Bestandsgebäude der HAW (s. Abb. [2.8](#) und [2.9](#)) gewonnen und mit dem Umbau begonnen werden. Aufgrund der früheren Nutzung als Hausmeisterwohnung sind somit ideale, infrastrukturelle Bedingungen gegeben, um Realexperimente, also das tatsächliche, temporäre Wohnen von Probanden in der Wohnung über einen längeren Zeitraum zu realisieren.



Abbildung 2.8: Außenansicht des Bestandsgebäude

2.4.1 Szenarienentwicklung

Von Beginn an wurde festgelegt, dass das Living Place eine offene, interdisziplinäre Plattform sein soll. Informatikinhalte stellen aufgrund der Zielsetzung in Bezug auf Digitalisierung einen großen Teil dar, doch wurden frühzeitig Kooperationspartner anderer Disziplinen in die Szenarienbildung einbezogen.

Das Konzept, das die Ausrichtung und die entstandenen Szenarien geprägt hat, ist die Auflösung fester Funktionen bestimmter Räume, hin zur situationsbehafteten Funktionsermöglichung. So sollen Eigenschaften zu dem Zeitpunkt zur Verfügung stehen, wenn sie benötigt werden, unabhängig von ihrem Ort in der Wohnung. Der Telefonanruf soll von überall in der Wohnung angenommen werden können. Die sich aktuell in der Umgebung befindenden, dafür notwendigen Geräte bilden dabei die Rahmenbedingungen. Bei einem Anruf mittels Videotelefonie wären das ein Display und ein Mikrofon, um den Anruf entgegen zu nehmen. Ein ebenfalls grundlegendes Konzept ist die kontextabhängige Umgebungsanpassung. Bei einem Besuch soll eine automatische Anpassung von Licht, Medien und Musik vorgenommen werden. Vergleichbare Konzepte sind auch bei anderen vorangegangenen Projekten zu finden. Dort konnte ein "Ghost effect" festgestellt werden, bei dem ein Kontrollverlust aufgetreten ist. Eines der Hauptziele des Living Place ist darum eine akzeptable Balance zwischen automatisierten Abläufen, deren Konfigurierbarkeit und den natürlichen Eingriffmodalitäten zu finden (siehe hierzu auch [Hardian u. a. \(2006\)](#)), um eine vom Benutzer gefühlte Kontrolle über die Wohnung herzustellen.

Diese Arten von Kontext Awareness werden durch den Einbau von verschiedenen Sensoren (virtuelle sowie physikalische) ermöglicht. Um diese Menge an Informationen aufzunehmen,

zu verarbeiten und auszuwerten ist eine entsprechende Infrastruktur notwendig, auf die in Abschnitt 2.4.3 noch genauer eingegangen wird.

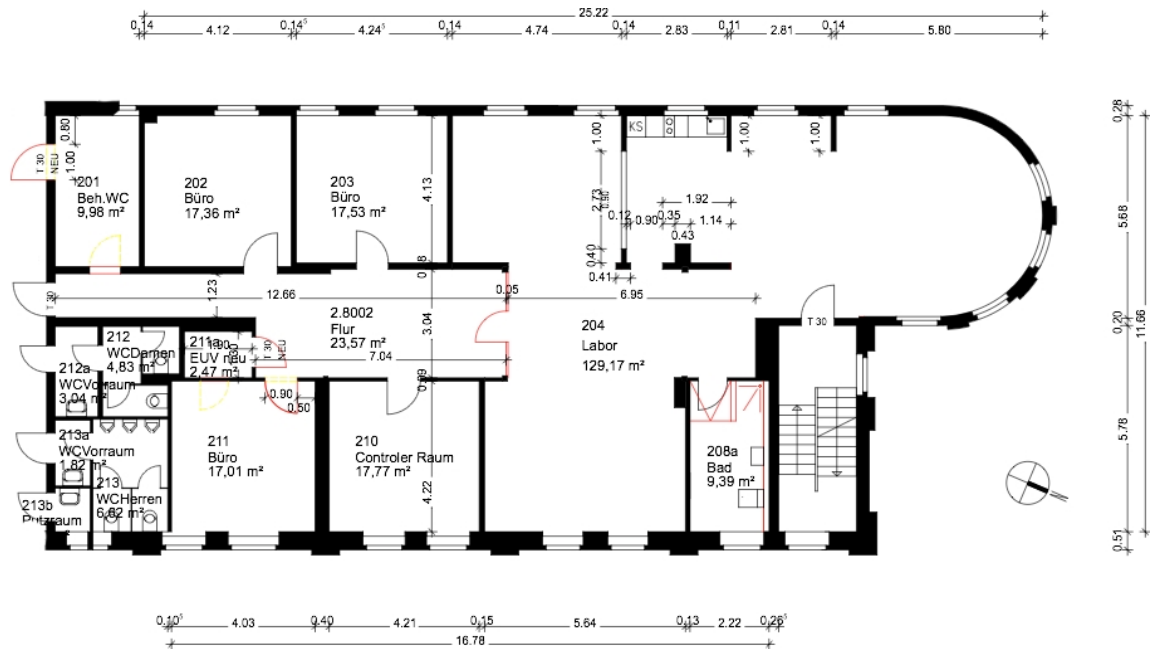


Abbildung 2.9: Grundriss des Living Place Hamburg

Zur Anschaulichkeit wurden somit bestimmte Szenarien, nach Weisers Vorbild, formuliert, um ein Verständnis für benötigte Prozesse und Abläufe innerhalb der Wohnung und für die Technologie zu schaffen.

Weckerszenario Der Wecker dient als Basis zur Erklärung verschiedenster kooperierender Systeme innerhalb der Wohnung. Das Ziel, den Nutzer zu einem bestimmten Zeitpunkt zu wecken erscheint zunächst relativ einfach, die im Hintergrund ablaufenden Prozesse und Bedingungen erfordern allerdings einen größeren Aufwand als auf den ersten Blick erkennbar ist. So bestimmt sich der Weckzeitpunkt aus den anstehenden Terminen, der Überwachung der Schlafphasen und der vom System gelernten durchschnittlichen Zeit, die der Nutzer vom Aufstehen bis zum Verlassen des Hauses benötigt.

Elaines erster Termin des Tages ist um 9 Uhr in ihrem Büro. Normalerweise braucht sie ca. eine Stunde vom Aufstehen bis zum Verlassen des Hauses, allerdings war sie am Vorabend noch mit Freunden unterwegs und ist entsprechend spät ins Bett gegangen. Die kleine Uhr auf dem Nachttisch zeigt 7 Uhr an und das System fängt langsam an, sich auf das Wecken vorzubereiten. Ein Teilsystem überwacht den Schlaf von Elaine und hat festgestellt, dass sie relativ unruhig geschlafen hat und sich gerade in einer Phase des Tiefschlafes befindet.

Das Navigationssystem hat die Zeit zum Büro, abhängig von Wetter und prognostiziertem Verkehr berechnet und dem Wecksystem zur Verfügung gestellt. Zusammen mit dem Wissen, wie lange Elaine nach unruhigem Schlaf braucht bis sie das Haus verlässt, wird eine ungefähre Weckzeit festgelegt. Der Wecker wartet darauf, dass Elaine die Tiefschlafphase verlässt, um sie zu wecken und ihr das Aufstehen so bequem wie möglich zu gestalten. Ebenfalls wurde das aktuelle Wetter im Internet abgefragt, ein sehr grauer und verregener Tag, und festgelegt, dass die Lichtinstallation der Wohnung beim Wecken einen Sonnenaufgang simuliert. In dem Moment, in dem das System bemerkt, dass Elaine die Hochschlafphase erreicht, beginnt der eigentlich Weckvorgang und die Lichtinstallation startet die Simulation des Sonnenaufgangs, während die Stereoanlage mit einer angepassten Soundkulisse aufwartet. [...]

Betrachtet man das Szenario aus technischer Sicht, so wird schnell die Komplexität im Hintergrund einer solch einfach wirkenden Aufgabe klar. Neben den Teilsystemen selber, die in den verschiedensten Variationen bestehen (s.a. [Park u. a. \(2003\)](#)), ist eine ausgeprägte Infrastruktur notwendig, um solche Szenarien abzubilden.

Weitere Szenarien sind in den nachfolgenden Kapiteln wie z.B. [3.2.4](#) oder [3.3.2](#) zu finden.

Im Living Place Hamburg wurden aufgrund dieser und ähnlicher Szenarien auf verschiedenen Ebenen Überlegungen angestellt, in welcher Art und Weise diese Infrastruktur aufgebaut werden kann.

2.4.2 Systemarchitektur des Living Place Hamburg

Das System des Living Place Hamburg orientiert sich in seiner Grundstruktur an einer Multi-Agent²⁶ Umgebung. Es kann als Aggregat aus verschiedensten Systemen und Services verstanden werden (siehe Abbildung [2.10](#)), die in Kombination das Erreichen der in Abschnitt [2.4](#) beschriebenen Ziele ermöglichen. Durch die offene Struktur, die lose Kopplung der Systeme und die dadurch entstehenden Kombinationsmöglichkeiten, lassen sich sehr offene und flexible, aber auch zielgerichtete Lösungen erstellen. So kann eine Vielzahl von Szenarien realisiert und entsprechend der Forschungsergebnisse angepasst werden.

Die einzelnen Teilsysteme stellen dabei Interfaces zur Verfügung, über die sie bestimmte Informationen propagieren oder Befehle entgegen nehmen. Eine zentrale Vermittlungsstruktur übernimmt die Aufgabe der Nachrichtenvermittlung. Dabei haben sich in den letzten Jahren Blackboard ([Erman u. a. \(1980\)](#)) Systeme als effektiver Lösungsansatz im Bereich von Smart Homes herausgestellt. So wird auch im Living Place Hamburg aufgrund der positiven Erfahrungen in Vorstudien sowie anderen Forschungsprojekten, ein Blackboard System eingesetzt. Teilsysteme haben Schreib- und Leserechte auf einen gemeinsamen Datenspeicher. Somit können Nachrichten für andere Teilsysteme hinterlassen werden oder auf bestimmte

²⁶Agent: Eine Software, die für einen Nutzer agiert.

Nachrichtentypen geachtet werden, so dass sie bei Änderungen informiert werden. Auf die Funktionsweise wird in Abschnitt 2.4.3 noch näher eingegangen.

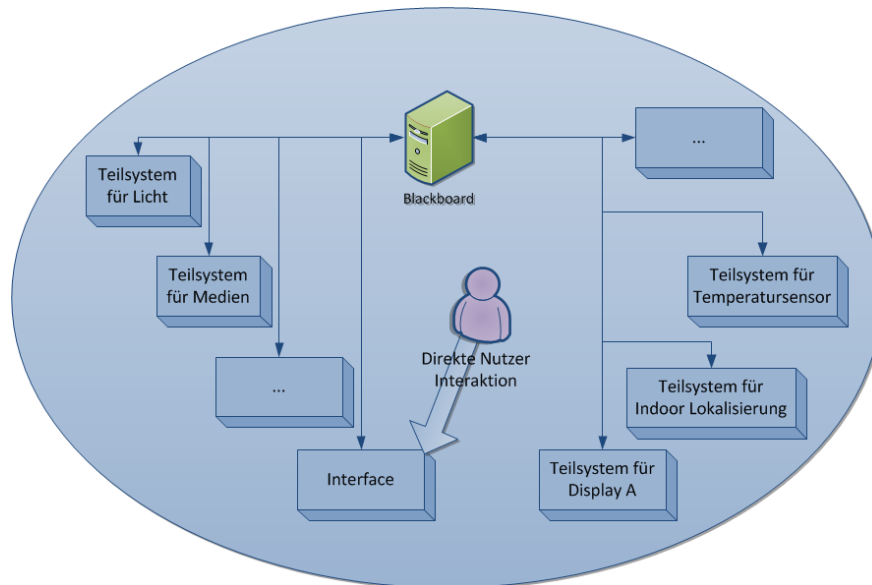


Abbildung 2.10: Schematischer Systemaufbau

Betrachtet man das Komplettsystem nach dem MVC-Architektur Pattern (s.a. [Gamma u. a. \(1995\)](#)), kann man die Teilsysteme unterschiedlich kategorisieren. Ein Display, das als Anzeige dient, wird der Kategorie des View zugeordnet. Eingabesysteme, wie eine Touch-Eingabe oder eine auch passive Informationsgewinnung, wie die indoor Ortung, sind dem Control zugeordnet. Im Modell finden sich die eigentlichen Daten, wie Sensorinformationen, Medienbibliotheken etc. wieder.

In [Abbildung 2.11](#) sieht man, wie sich ein Teilsystem in das Gesamtsystem integriert. So können verschiedene Services, die als Subsystem modelliert sind, in dem System genutzt werden, indem über bestimmte Interfaces Elemente manipuliert bzw. bedient werden. Die Realisierung dieser Interfaces geschieht mittels des Nachrichtenaustausches über das Blackboard. Die Abfrage von Informationen wird über eine entsprechende Nachricht realisiert, die auf dem Blackboard für das angesprochene System hinterlegt wird. Dabei variieren die Systeme in ihrer Vielfalt. Ein iPad kann Anzeige, Touchinput, Motionensor, Mikrophon und vieles mehr sein. Ein einfacher Sensor liefert hingegen kontinuierlich nur eine Information. Andere Teilsysteme sind rein Software basiert. Ein Wetteragent, der die aktuellen Wetterdaten aus dem Internet lädt und dem internen System mit geeigneter Schnittstelle zur Verfügung stellt, basiert ebenfalls komplett auf Software und kann auch als virtueller Sensor bezeichnet werden.

Diese Betrachtungsweise der Architektur, sowie der Teilsysteme als Ausprägung des Model

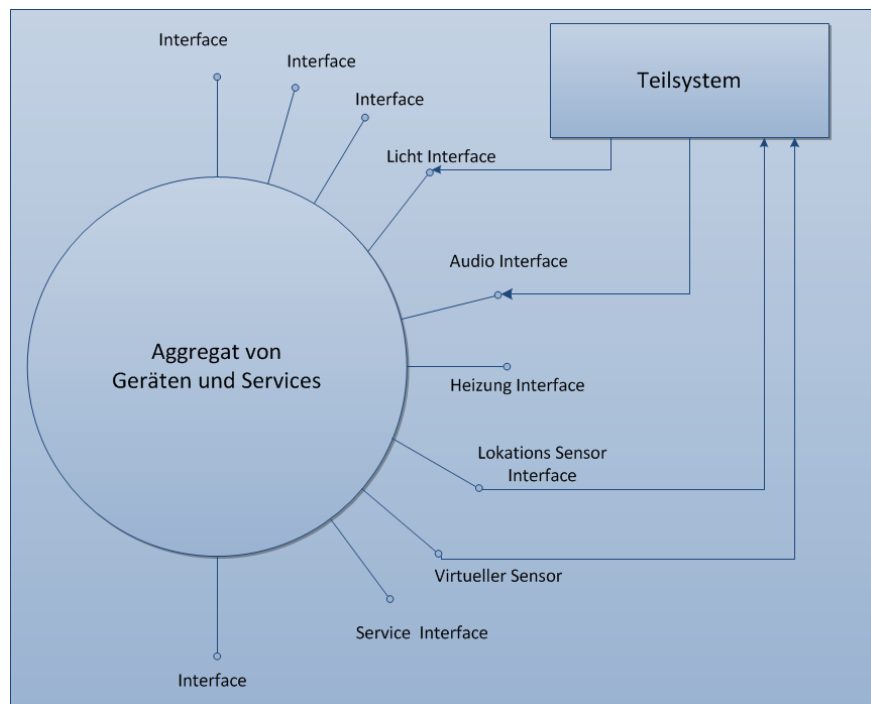


Abbildung 2.11: Living Place Systemaufbau

View Control Pattern (s. Abschnitt 2.12), hilft bei der Konzipierung der Schnittstellen und Entkopplung, um Abhängigkeiten gering zu halten und eine maximale Flexibilität zu bewahren.

2.4.3 Aufbau der Living Place Infrastruktur

Der grobe **Systemaufbau** des Living Place Hamburg umfasst dabei drei Teile:

- Kommunikation bzw. Vermittlung
- Sensoren
- Aktoren

Im Rahmen des iFlat Projektes wurden Vorarbeiten in Form von Experimenten durchgeführt, die bestimmte Komponenten und Konzepte evaluiert haben (s.a. [Stegelmeier u. a. \(2010\)](#)). Innerhalb des iFlat Projektes wurde als Middleware der von Stanford entwickelte iRos eventheap genutzt.

Zielsetzung war es, eine möglichst große Auswahl an Aktoren und Sensoren zur Verfügung zu haben, um verschiedene Kombinationen und die daraus entstehende Qualität der Erkennung zu Testen.

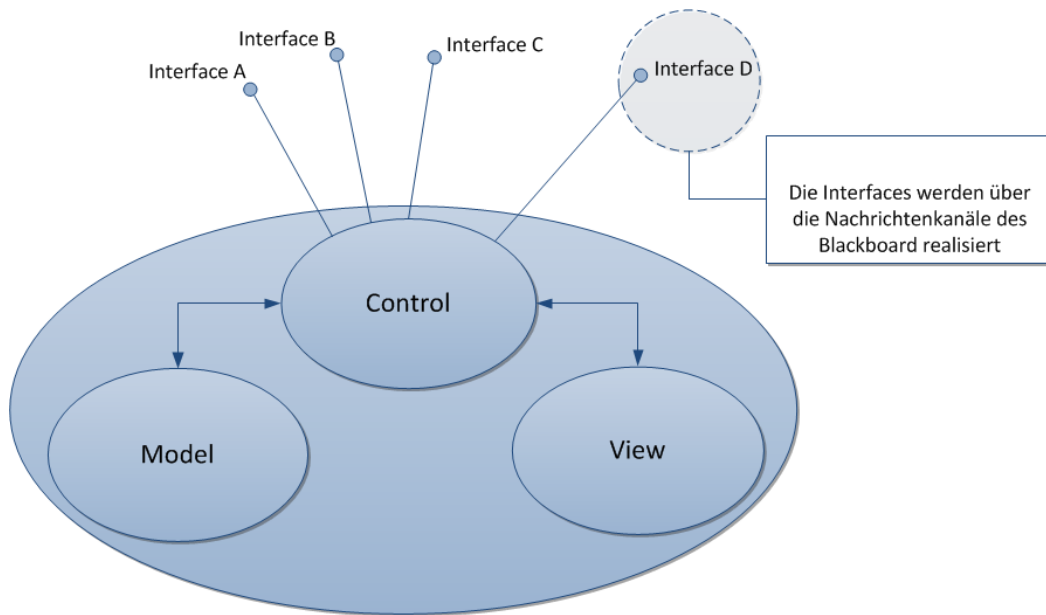


Abbildung 2.12: Model View Control eines Subsystems

Innerhalb einer Arbeitsgruppe des Living Places wurde der Systemaufbau weiter konkretisiert und die Funktionen und Teile der Systeme genauer festgelegt und aufgeteilt (s. Abb. 2.13 und [Otto und Voskuhl \(2010\)](#)).

Nachfolgend werden Kernkomponenten in ihrer Funktion vorgestellt und diskutiert.

Kommunikation

Aus den ersten erfolgreichen Implementierungen auf Basis des Blackboard Systems iRos wurde im Zuge der Realisierung innerhalb des Living Place das System ausführlich auf Einsatzmöglichkeit und Zuverlässigkeit geprüft. Bei der Prüfung wurde festgestellt, dass bei großen Belastungen Nachrichten verloren gehen und ein Einsatz somit bei großen Mengen von Sensoren und hohem Kommunikationsaufkommen fraglich ist. Ein weiteres Argument gegen die Verwendung von iRos ist, dass es aktuell nicht weiterentwickelt wird und Dokumentation nur im geringem Maße verfügbar ist. Alternativ bietet sich Active MQ an. Es ist ein Message Provider der ein Open Source Projekt der Apache Foundation ist und sich in Belastungstests als geeignete Alternative herausgestellt hat. Eine genaue Analyse von Blackboard Architekturen für diesen Einsatz ist in der Arbeit von [Hollatz \(2010\)](#) zu finden.

Es wurde, aufgrund der einfachen Verwendbarkeit über die verschiedenen Anwendungsebenen hinweg, JSON²⁷ (s.a. [Crockford](#)) als gemeinsames Nachrichtenformat gewählt. Auf Basis eines gemeinsam entwickelten groben Systemaufbaus wurden gewisse Pflichtfelder

²⁷JavaScript Object Notation: Leichtgewichtiges Datenaustauschformat.

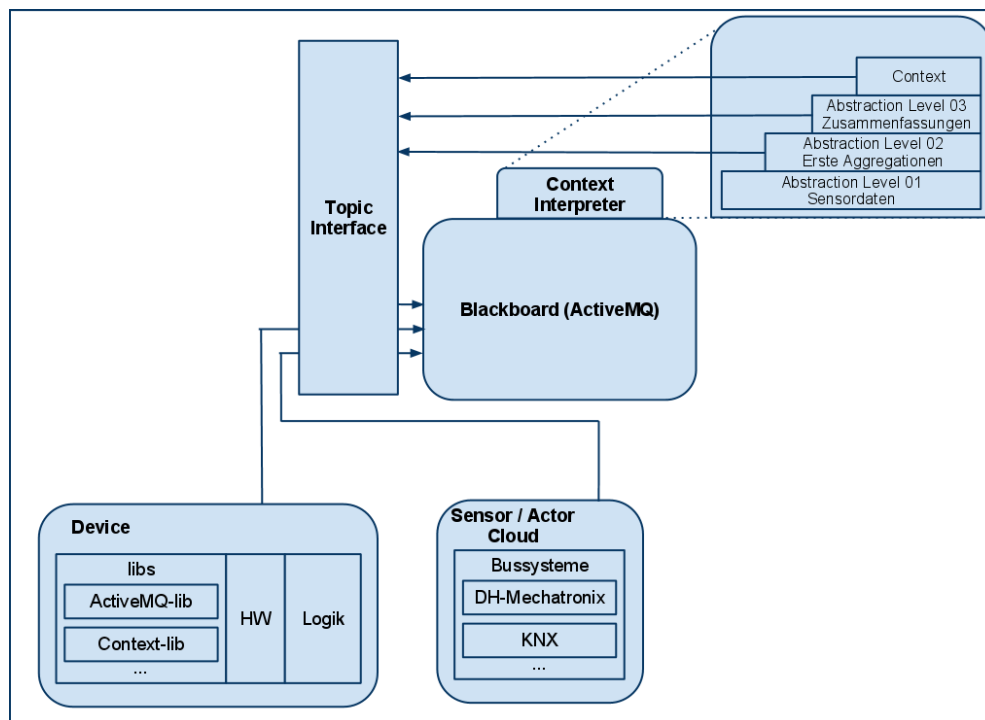


Abbildung 2.13: Living Place Systemübersicht nach Architekturdiskussion

für die verschiedenen Datenpakete festgelegt. So werden eine Version und eine eindeutige ID innerhalb eines Datenpaketes bei der Anfrage vorausgesetzt. Als Antwort wird zusätzlich ein Status erwartet.

Active MQ bringt zwei verschiedene Möglichkeiten der Kommunikation zwischen Produzent und Konsument der Nachrichten mit (siehe Abbildung 2.14).

Queue Eine Queue stellt eine 1:1 Verbindung dar. Erstellt ein Producer Nachrichten, kann er diese in eine Queue senden. Meldet sich ein Consumer auf dieser Queue an, werden ihm diese Nachrichten zu gestellt. Nachrichten sind in einer Queue nur einmal existent. Melden sich mehrere Teilnehmer auf eine Queue an, werden die Nachrichten entsprechend verteilt. Dabei können verschiedene Algorithmen wie z.B. Round Robin zur Verteilung²⁸ genutzt werden. Eine Queue kann dazu dienen, zwischen zwei Agenten einen dezidierten Kommunikationskanal zu schaffen.

Topic Ein Topic ist eine 1:n Schnittstelle. Alle Teilnehmer, die sich bei einem Topic angemeldet haben, bekommen die gewünschte Nachricht. Produziert z.B. der Wetteragent eine neue Nachricht in das Topic "Wetter", so können alle Agenten sich auf dieses Topic anmelden, erhalten diese Nachricht und können entsprechend reagieren.

²⁸ActiveMQ - Dispatch Policies <http://activemq.apache.org/dispatch-policies.html>

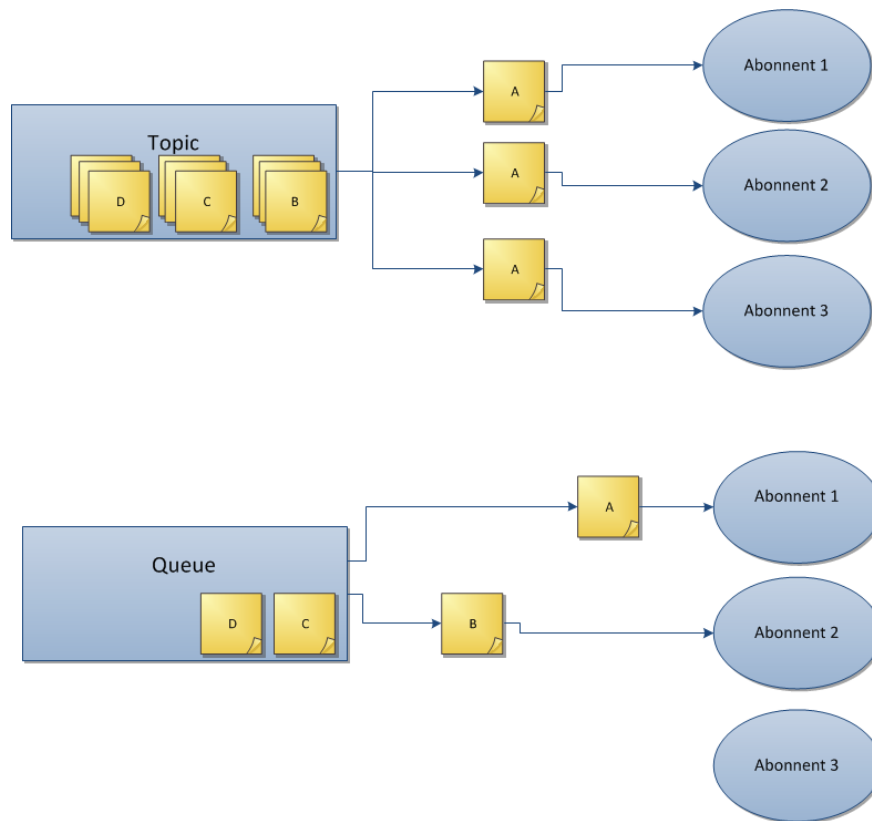


Abbildung 2.14: Verteilungsmechanismen von ActiveMQ

Mittels diesem Mechanismus ist es möglich, dass viele verschiedene Agenten miteinander kommunizieren können, ohne dass sie einander bekannt sein müssen. Dadurch ist es möglich, Teilsysteme verschiedenster Art zu entwickeln und ggf. auszutauschen, ohne dass in existierende Systeme eingegriffen werden muss. Soll ein neues Ortungssystem migriert werden, kann das neue System seine Nachrichten in das entsprechende Topic veröffentlichen, ohne dass die konsumierenden Systeme angepasst werden müssen. Um das zu gewährleisten, müssen die Nachrichtenkanäle entsprechend festgelegt sein.

Subsysteme

Agenten, bzw. Services innerhalb des Living Place Gesamtsystems, kann man als Subsysteme betrachten, die verschiedene Aufgaben übernehmen. Ihr Aufgabenspektrum umfasst vielfältige Arbeiten von komplexen, regelbasierten Auswertungen, wie der Kontexterkenkung, bis hin zur einfachen Bereitstellung von Sensordaten. Aufgrund der Kommunikationsinfrastruktur ist die Implementation der Subsysteme komplett unabhängig von Programmiersprache oder Zielsystem, solange diese mit dem Blackboard kommunizieren können.

In Abbildung 2.15 sind drei unterschiedliche konzeptionelle Konfigurationen solcher Subsysteme zu sehen. Im ersten System wird mittels eines Interface und einer internen Logik Zugriff auf bestimmte Hardware ermöglicht. Dies könnte z.B. die installierte Motorsteuerung für die Oberlichter sein, wie auch in [Johannsen \(2010\)](#) und [Pautz \(2010\)](#) beschrieben. Die zweite Konfiguration zeigt ein Beispiel für ein Subsystem, welches mithilfe von Webservices Informationen zur Verfügung stellt. Beispiel könnte die Bereitstellung aktueller Wettervorhersagen oder Stauinformationen für andere Subsysteme sein. Das dritte Subsystem beschreibt die Kapselung eines größeren Systems. Ziel dabei ist es, eine Schnittstelle zu komplexen, schon bestehenden oder traditionell eingesetzten Systemen zu ermöglichen. Eine Anbindung von Steuerungen für die Lichtinstallation oder für Mediastreaming Lösungen (z.B. Apple Airplay²⁹ oder DLNA) ist für das Living Place ein wichtiger Bestandteil. Solche Systeme sind in ihrer Funktionalität so reichhaltig, verbreitet und entsprechend komplex, dass eine wohl definierte Schnittstelle lohnenswert ist.

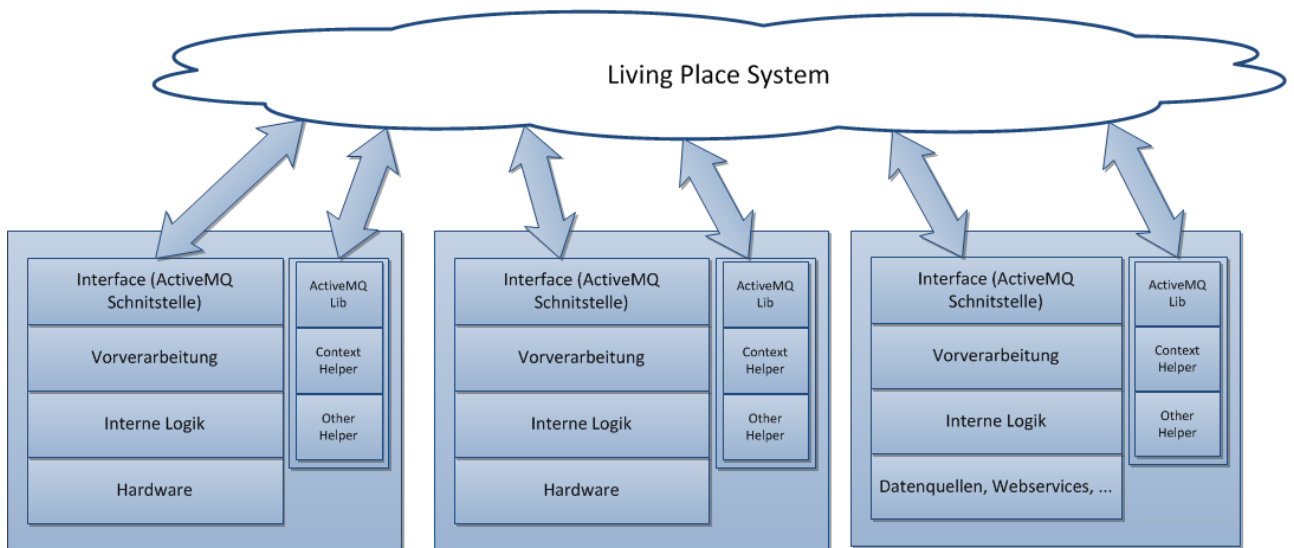


Abbildung 2.15: Beispielhafter Aufbau von Subsystemen

In Bedarfsanalysen wurden essentielle Subsysteme identifiziert, die im Folgenden beschrieben werden. Hierzu gehören:

Kontext Interpreter: Subsystem zur Ermittlung von Kontexten aus Sensordaten.

Sensorik: Subsystem zur Aufnahme von Sensordaten mittels unterschiedlicher Aufnahme-geräte.

²⁹<http://www.apple.com/itunes/airplay/>

Aktorik: Subsystem zur Steuerung der Umgebung oder Ausgabe von Feedback.

Multimedia Subsystem zur Verwaltung und Steuerung von Medien.

Interaktion: Subsystem für natürliche Interaktion mit der Umgebung.

Eine Vereinheitlichung der Subsysteme ist essentiell, da sie die Wiederverwendbarkeit und Wartung gewährleistet. Aus diesem Grund wurde ein Applikationslifecycle³⁰ entwickelt, der für jedes Subsystem einige Grundfunktionalitäten sicherstellt.

Lifecycle eines Subsystems Um die Subsysteme innerhalb des Systems kontrollierbar zu gestalten, wurde ein Lifecycle (s. Abb. 2.16) vorgeschlagen, den alle Agenten zur Verfügung stellen sollen. Dieser sorgt dafür, dass sich ein Subsystem zu jeder Zeit in einem der folgenden definierten Zustände befindet.

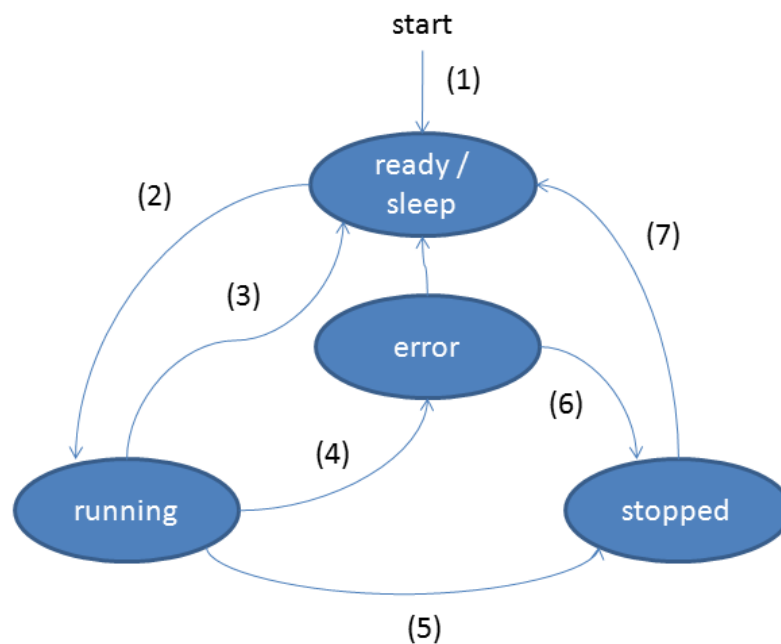


Abbildung 2.16: Möglicher Lifecycle für Subsysteme

ready / sleep Nach dem Start sollte ein Agent sich in einem lauffähigen, aber nicht aktiven Zustand befinden. Der Agent kann automatisch in den running Zustand übergehen oder mittels einer Message gestartet werden. Beispiel hierfür könnten zwei Agenten sein, die die gleiche Aufgabe ausführen sollen, aber andere Implementationen, bzw.

³⁰Lifecycle ist in diesem Fall eine Menge von Zuständen, die über eine Menge von Transitionen durchlaufen werden.

Ausprägung aufweisen. Um einen Test oder einen Vergleich zu ermöglichen, kann es von Vorteil sein, die Agenten schnell aktivieren, bzw. deaktivieren zu können.

running Der Agent arbeitet entsprechend seiner Aufgabe.

stopped Ein Agent hält an und stoppt damit die Abarbeitung seiner Aufgabe. Den Agenten zu stoppen, würde beinhalten, dass er in absehbarer Zeit komplett abgeschaltet wird bzw. sich neu initialisieren soll. Wenn ein Agent nur dann gestartet wird, um eine einzelne Aufgabe zu erfüllen, wechselt er nach vollbrachter Arbeit in den stopped Zustand und meldet zu Debuggingzwecken, dass er die Aufgabe abgeschlossen hat.

error In Fehlerfällen müssen bei bestimmten Systemen gewisse Sicherheitsmechanismen greifen. Der Absturz eines Agenten sollte keine negativen Auswirkungen auf die Umgebung verursachen. Um das zu vermeiden, muss der Agent im Fehlerfall automatisch in einen Failsafe-Zustand versetzt werden. Dieser muss für jeden Agent einzeln definiert werden.

Die Transitionen in Abbildung 2.16 sind wie folgt beschrieben:

1. Initialisierung des Agenten.
2. Starten des Agenten.
3. "Freundliches" stoppen des Agenten.
4. Fehlerhaftes Verhalten des Agenten (Zurückfallen in sicheren Zustand).
5. Stoppen des Agenten -> Beenden oder neu initialisieren.
6. Beenden eines Agenten nach Fehlerzustand.
7. Neues Initialisieren des Agenten nach Beendigung.

Mit Hilfe einer solchen Struktur lassen sich die Subsysteme überwachen, neu starten und kontrolliert abschalten. In welchem Maße dies im Living Place funktioniert und ob sich diese Art von System bewährt, muss Bestandteil zukünftiger Untersuchungen sein.

Um den Zugriff auf bestimmte Systeme zu erleichtern, wurden diverse Bibliotheken von verschiedenen Entwicklerteams zur Verfügung gestellt. Durch Abstraktionen von Funktionalität, die für eigentliche Anwendung nicht relevant sind, lassen sich so Teilsysteme leichter einbinden und integrieren (siehe Abb. 2.15). Dabei reicht das Spektrum der Funktionalität von Bereitstellung einfacher Methoden zur Auswertung von Daten bis zur kompletten Kapselung der Kommunikation über den ActiveMQ.

Kontext Interpreter Der Kontext Interpreter ist ein spezielles Subsystem zum Erkennen eines aktuellen Kontextes bzw. einer Situation (s.a. [Ellenberg \(2011\)](#)). Unter Zuhilfenahme diverser Sensorinformationen soll die momentan stattfindende Situation ermittelt und dem System zur Verfügung gestellt werden. Im Bereich der Kontexterkenkung gibt es viele verschiedene Ansätze (s.a. [Cooperstock u. a. \(1997\)](#)). Die Entwicklung von Systemen zur Kontexterkenkung wurde schon im Rahmen des iFlat Labors verfolgt und wird für den Einsatz im Living Place angepasst und weiterentwickelt. Voraussetzung sind ausreichende Informationen, um eine zuverlässige Aussage über die gegenwärtige Lage treffen zu können.

Der Kontext Interpreter stellt einen zentralen Dienst dar, der großen Einfluss auf die anderen Systeme aufweist. Werden falsche Situationen erkannt, könnten andere Subsysteme, die bei bestimmten Kontexten aktiv werden, falsch reagieren. Wird beispielsweise ein Besuchskontext erkannt, obwohl keiner vorliegt, könnte die Änderung des Ambientes den Nutzer stören oder verärgern.

Die tiefere Auseinandersetzung mit der Kontexterkenkung ist nicht Bestandteil dieser Arbeit, aber dennoch ein wichtiger Aspekt in der Gesamtkonzeption des Living Place.

Sensorik Ein Großteil der Subsysteme im Living Place gehört in die Klasse der Sensoren. Die Komplexität der unterschiedlichen Systeme reicht dabei von einfachen Temperatursensoren bis hin zu komplexen Auswertungen von Kamerabildern oder Audiostreams.

Die ersten Planungen für Sensoren im Living Place bezogen sich in vielerlei Hinsicht auf die Vorarbeiten im Kontext des iFlat. So wurde sich frühzeitig für den Einsatz von Ubisense als Ortungsmöglichkeit von Gegenständen und Personen entschieden. Erweiterungen und Verbesserungen der Ortung mittels WLAN oder Zigbee, sind derzeit in Planung, bzw. in Teilen umgesetzt. Ansätze wie Magic Map³¹ wurden auch in Betracht gezogen und werden derzeit evaluiert.

Aktuell werden verschiedene Systeme, die Sensorinformation zur Verfügung stellen, entwickelt und aufgebaut. Im Living Place wurden unter Anderem für Usability Untersuchungen sechs Pan/Tilt/Zoom Kameras (Abbildung 2.17) mit Full-HD Auflösung installiert, die von ihren Spezifikationen ebenfalls zur Bildauswertung geeignete Videostreams liefern. Zusätzlich sind drei 360° Kameras (Abbildung 2.18) installiert. Es ist geplant mittels dieser Kamerainstallation Objekterkennung, Ortung sowie Gestenerkennung durchzuführen (s.a. [Najem \(2010\)](#)). Des Weiteren ist die Steuerung durch 3D-Bild Analyse mit Hilfe von TOF Kameras und der von Microsoft entwickelten Kinect in Arbeit (s.a. [Bernin \(2010\)](#)). Aber auch eher im Bereich AAL angesiedelte Szenarien wie Sturzerkennung oder Rehamaßnahmen sind denkbar und werden realisiert. An den Pan/Tilt/Zoom Full-HD Kameras ist pro Kamera jeweils ein Richtmikrofon angebracht. Zusätzlich sind fünf Raummikrofone im Living Place

³¹<http://www2.informatik.hu-berlin.de/rok/MagicMap/>

installiert. Im Rahmen der Masterarbeit von Kristoffer Witt (2011) sollen hiermit Steuerungsaufgaben mittels Spracherkennung möglich sein.



Abbildung 2.17: Pan/Tilt/Zoom HD Kamera



Abbildung 2.18: 360° Kamera

Sofa und Bett werden mit kapazitiven Sensoren ausgestattet, um Bewegungen bzw. Atmung aufzunehmen und damit Informationen über Sitzposition und Schlafphasen zu gewinnen (s.a. Hardenack (2010)). Durch die Integration ins Sofa kann die Sitz- oder Liegeposition ermittelt werden, um das Licht entsprechend auszurichten. Im Falle, dass die Person eingeschlafen ist, kann dann das Licht gedimmt und die Audiolautstärke verringert werden.

Die Vorarbeiten hierzu sind bisher vielversprechend und der Einsatz von kapazitiven Sensoren wird aktuell auch als Näherungssensor für den Küchentresen (siehe Abschnitt 3.3.1) in Betracht gezogen.

Durch Kombination von verschiedenen weiteren Sensoren lassen sich noch weitere Szenarien entwickeln und die Qualität der Ergebnisse verbessern. So könnten die in Kapitel 3.2 vorgestellten, verbauten Sensoren Aufschlüsse über Erschütterungen oder Aktivitäten innerhalb der Wohnung geben.

Aktorik Die Wohnumgebung des Living Place Hamburgs soll eine möglichst große Vielfalt an Aktoren anbieten, mit denen sich die Automatisierung erreichen lässt. Die dabei eingesetzten steuerbaren Komponenten sind ähnlich vielfältig wie die Sensoren. Die Bandbreite erstreckt sich hierbei von Standardkomponenten, wie z.B. Motoren für die Oberlichter von Fenstern, die aktuell schon installiert und steuerbar sind (Abbildung 2.19), über Systeme zur Türöffnung bis hin zu komplexen Lichtinstallationen.

Die Lichtinstallation stellt einen wesentlichen Teil der Actorik innerhalb des Living Place



Abbildung 2.19: Motoren der Oberlichter

dar. Mittels Licht lassen sich verschiedene Szenen und Effekte erzielen. So lassen sich damit auch Daten Visualisieren, wie z.B. einkommende Nachrichten, Nutzerverhalten oder Energieverbrauch. Die Herstellung von Licht und die Entwicklung der entsprechenden Stimmungen ist dabei keine Aufgabe der Informatik. So wird hierbei auf die Hilfe des Medientechnik Departments zurückgegriffen. Lichtkonzept und Aufbau wird durch Experten in diesem Gebiet realisiert. Für eine Integration in die Infrastruktur des Living Place wird zukünftig eine Schnittstelle geschaffen, die den verschiedenen Subsystemen einen Zugriff auf die Lichtinstallation gestattet.

Multimedia Installationen Ein weiteres komplexes Subsystem ist das im Living Place geplante Multimedia System. Neben Standardgeräten wie Displays und Möglichkeiten der Audiowiedergabe sind auch Installationen wie multimediale Tresen, Wanddisplays, die als Community Mirror dienen, Projektionsflächen und Weiteres geplant (s. Abb. 2.20). Bei der Konzeption wurde mehrmals hinterfragt, in welchem Maße, wo und in welcher Form Displays zum Einsatz kommen, um den Eindruck einer "Displayhölle"³² zu vermeiden und dennoch eine möglichst hohe Spanne an Szenarien zu ermöglichen. So soll es beispielsweise möglich sein, dass der Videotelefonanruf dem Nutzer entsprechend seiner Position im Raum folgt. Das Videobild wird jeweils auf dem sich am nächsten befindenden Display angezeigt. Auch hier ist eine entsprechende Integration in die geplante Living Place Infrastruktur notwendig.

³²Der Übermäßige Einsatz von Displays, der zu Unbehagen führt

Aktuell steht noch nicht fest, welche Art von Media Server³³ zur Verfügung stehen wird und welche Technik zum Einsatz kommt. Die Verbreitung von DLNA und das von Apple vorgestellte Airplay mit den entsprechenden Media Servern wird aktuell auf ihren Einsatz und die Integration geprüft.



Abbildung 2.20: Erste Teile der Multimedia Ausstattung

Interaktion Die Interaktion ergibt sich im Kern aus der Kombination von Sensorik und Aktorik. Die natürliche Interaktion ist eines der Kernziele des Living Place Hamburg und dieser Arbeit. Daher wird sie in Kapitel 3 innerhalb von Fallstudien über einen interaktiven Multitouch Tresen und eines anfassbaren (tangible) Steuergerätes genauer betrachtet. Weitere Modalitäten wie beispielsweise Sprachsteuerung (s.a. Witt (2009)), Gestensteuerung mittels Kameras (s.a. Bernin (2009)) oder passiver Eingaben mittels Body monitoring (s.a. Dreschke (2009)) sind aktuell Untersuchungsgegenstand und Thema von Abschlussarbeiten.

Zum einen zielt das Konzept darauf ab, einen natürlichen Umgang mit der einem heute begegnenden Informationsflut zu schaffen. Zum Anderen soll es eine einfache Konfiguration und Bedienung eines Smart Homes ermöglichen, um einen Kontrollverlust zu vermeiden. So muss der Bewohner die gefühlte Kontrolle über die Abläufe innerhalb der Wohnung haben. Vergleichbar ist es mit dem Bremsen bei modernen Autos. Tritt der Fahrer auf die Bremse wird die Intention langsamer zu fahren vom System umgesetzt. Die komplexen Abläufe bleiben dem Fahrer verborgen. Das Bremspedal hat dabei keine mechanische Funktion mehr,

³³Media Server stellen Medien anderen Geräten im Netz zur Verfügung.

sondern bedient nur das über Jahrzehnte gelernt mentale Modell (s.a. [Johnson-Laird \(1980\)](#)) des Fahrers und vermittelt diesem das Gefühl der Kontrolle.

Ein ähnliches Verhalten ist auch in einer intelligenten Wohnumgebung gewünscht. Unterstützende Systeme wie ABS oder EPS beim Bremsen erleichtern die Fahrt, werden aber vom System kontrolliert, ohne dass der Fahrer zusätzlich eingreifen muss.

In Kombination mit neuen Interaktionsmodalitäten muss hier eine Balance zwischen aktiven Eingaben und Automatismen gefunden werden. Die Entwicklung neuer Interaktionsformen sind Bestandteil des zweiten Teils dieser Arbeit und werden in Abschnitt 3 gesondert betrachtet.

2.4.4 Aktueller Stand und Ausblick

Der aktuelle Stand Winter 2010/2011 bietet einer Vielzahl von Projekten erste Möglichkeiten Umsetzungen und Studien innerhalb der Wohnung durchzuführen. Es fehlen zwar noch essentielle Teile, wie z.B. die Lichtinstallation, Medieninstallationen (in Zonen aufgeteilte Audioanlagen) oder eine breite Sensorenbasis, dennoch werden die ersten Experimente, z.B. bei der Objekterkennung mit Kameras, der Lokalisierung mittels Ubisense, die Ausstattung der Möbel mit kapazitiven Sensoren oder Steuerung von Fenstern und Heizungen zur adäquaten Belüftung und Temperaturregelung durchgeführt. In den Entwicklungslaboren sind die Arbeiten an der Kommunikationsinfrastruktur so weit fortgeschritten, dass sie für verschiedene Projekte nutzbar sind. Zudem findet mittlerweile die Integration der Experimente innerhalb der Wohnumgebung statt.

Darüber hinaus haben sich mit fortschreitender Fertigstellung des Living Place und der Weiterentwicklung der Ideen und Konzepte diverse Kooperationen mit Firmen und anderen Forschungsdisziplinen ergeben. Diese neuen Einflüsse werden zur Zeit diskutiert und zu Erweiterungen des Konzeptes entwickelt. Die Erwartungen an das Ziel, eine Plattform für interdisziplinäre Zusammenarbeit zu schaffen und Konzepte des modernen Lebens mit verschiedenen Sichtweisen zu entwickeln und zu untersuchen, wurden aufgrund der Anfragen übertroffen. Die entstehenden Kooperationen und Interessenbekundungen unterschiedlicher Bereiche ermöglichen ein breites Spektrum an zukünftiger Forschung und Entwicklung. Die Bestrebungen, das Living Place als einen lebendigen und sich ständig weiterentwickelnden Ort von interdisziplinärer Zusammenarbeit zu etablieren, haben sich als durchaus erfolgreich herausgestellt.

3 Interaktion

Die Interaktion mit dem Living Place und intelligenten Umgebungen im Allgemeinen ist erklärtes Ziel und Hauptaugenmerk dieser Arbeit. Interaktion mit digitalen Geräten und Gerätelandschaften hat eine lange Tradition in der Informatik.

Schon 1965 kamen die ersten Diskussionen bezüglich der Wichtigkeit der Mensch-Maschine-Interaktion im Bereich der Informatik auf. Frederick P. Brooks, Begründer des Departments für Computer Science an der University of North Carolina und später verantwortlich für OS/360 bei IBM, hat der Interaktion mit Computer Systemen einen prominenten Punkt in den Diskussionen gegeben.

“The whole discipline of system architecture has its central concern in the definition of the interface between computer system and its users” [Brooks Jr. (1965)]

Zu gleicher Zeit empfanden auch Engelbart und andere, dass die Interaktion mit Computersystemen nicht genügend erforscht wird und unternahmen ihre eigenen Versuche in diesem Bereich (s. Engelbart (1965)).

Dies waren die Anfänge des s.g. “interactive Computing”, aus deren Bemühungen später die Maus im Xerox PARC¹ entstand.

Die Bestrebungen Human-Computer Interaction (HCI) zu verbessern, wurden weiter verfolgt, so hat IBM 1987 einen Forschungsschwerpunkt für natürlichere Bedienschnittstellen eingerichtet.

“A considerable fraction of the computer’s power will go to make the machine easier to use by accommodating a natural human-machine interaction based for example on voice and handwriting.” [Peled (1987)]

Diese Entwicklungen führten zunächst zu Untersuchungen im Bereich der Virtual Reality, die dann von Überlegungen zu Ubiquitous Computing (s. a. 2.2) abgelöst wurden. Die natürliche Folgeentwicklung aus diesen Gedanken ist der Versuch, Rechenleistung mit Alltagsabläufen und Gegenständen zu verbinden, woraus Tangible und Graspable User Interfaces entstehen. Einige Forscher haben diese Ideen weiterentwickelt und gehen sogar von unsichtbaren Interfaces aus (Invisible User Interfaces nach Fishkin u. a. (1999)).

¹Xerox Palo Alto Research Center

Betrachtet man die Entwicklungen etwas abstrakter, ergibt sich eine Aufteilung der Interfaces in zwei Ebenen. Das Embodiment stellt die objektiv für den Menschen wahrnehmbare Gestalt des Interfaces dar. Hierzu gehört, ob die Oberfläche virtuell, z.B. eine GUI, oder ein physikalisch anfassbares Gerät ist.

Die zweite Ebene beschreibt die Aufmerksamkeitsanforderung des Interfaces (s. Abb. 3.1). [Mccullough \(2004\)](#) kritisiert dabei, dass die Desktop-Metapher den absoluten Fokus des Nutzers fordert, aber nur wenig die natürlichen Fähigkeiten des Menschen nutzt.

	<i>Virtual</i>	<i>Physical</i>
<i>Foreground</i>	Graphical User Interface	Haptic Interface
<i>Background</i>	Ambient Interface	Inhabitable Interface (smart space)

Abbildung 3.1: Klassifizierung der Interfaces aus [Mccullough \(2004\)](#)

Um diese Fähigkeiten zu nutzen, müssen die Interfaces und die dazugehörige Interaktion geplant und analysiert werden. Aus diesem Grund ist ein passender **Entwicklungsprozess** notwendig, der besonders bei haptischen und bewohnbaren Interfaces wie dem Living Place, die äußere Gestaltung der Interfaces unterstützt.

Hierzu werden folgend aus dem Bereich des **Interaction Design** Patterns abgeleitet und angepasst. Die Ergebnisse werden beim Design und bei der Entwicklung von zwei Fallstudien (**Multitouch und Cubical**) angewandt.

3.1 Interaction Design

Interaction Design wird im Bereich der HCI immer wichtiger (s.a. [Winograd \(1997\)](#)). Es versucht, die Struktur und das Verhalten von interaktiven Medien durch Definitionen, Patterns und "Best Practices" zu Verbessern.

Die letzten fünf Jahre haben viele neue Arten der Interaktion mit sich gebracht. Dies war aber zu erwarten, denn in den letzten 30 Jahren davor hat sich hinsichtlich der Interaktionsparadigmen nicht viel verändert, obwohl der Funktionsumfang, das Informationsangebot und die Aufgaben um ein Vielfaches gewachsen sind. Eines der herausragendsten Beispiele hierfür ist die Desktopmetapher, die seit ihrer Einführung keine große Entwicklungsdynamik gezeigt hat (s. Abb. 3.2)². Dies mag daran liegen, dass dieses Leitbild für die Interaktion mit PC's bisher ausreichte. Allerdings gibt es eine Vielzahl von Tätigkeiten, die am PC ausgeführt werden, aber durch andere Mechanismen einfacher zu lösen wären. Neuere Entwicklungen, wie z.B. die Nintendo Wii und Microsoft Kinect, zeigen den Bedarf an anderen Eingabemöglichkeiten, die das Nutzen der natürlichen Gegebenheiten der menschlichen Anatomie das Verarbeiten des aufkommenden Datenvolumens begünstigen.

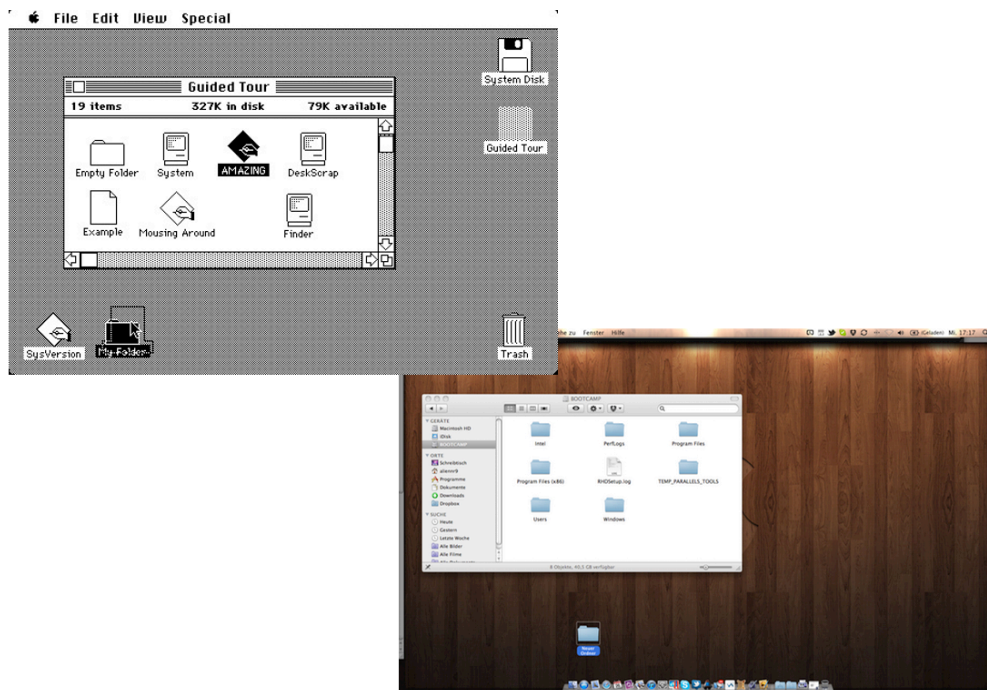


Abbildung 3.2: Oberflächen: Mac OS X von 2011 (unten), Mac OS 1 von 1984 (oben)

An dieser Stelle wird der Bereich des Interaction Design aktiv. Die Stärke des Interaction Design ist die interdisziplinäre Ausrichtung, bei der viele unterschiedliche Einflüsse von anderen Feldern die Methoden bereichern. Aus diesen Methoden entwickeln Interaction Designer Vorgehensmodelle für die Entwicklung von Interaktionen, auch Interaction Design Patterns genannt (s. a. Abschn. 3.1.3). Allen gemein sind gewisse Grundzüge, die im Fol-

²Aus <http://toastytech.com/guis/macOS1.html>

genden dargestellt werden.

Noch bevor erste Anwendungen realisiert werden, wird in Recherchen evaluiert, was die Benutzer im Kontext der speziellen Anwendung benötigen. Dieser Ansatz kommt aus dem User-Centered Design (nach Sharp u. a. (2007)), welches intensiv die Bedürfnisse und Beschränkungen der späteren Benutzer bei der Entwicklung berücksichtigt. Das kann durch o.g. Recherchen, aber auch durch die aktive Beteiligung der Benutzer an der Entwicklung erreicht werden (Participatory Design nach Sharp u. a. (2007)). Die Beobachtung der Benutzer wird üblicherweise innerhalb des Kontextes durchgeführt in dem sie arbeiten. Es können aber auch Versuchsräume als Basis dienen, ähnlich wie bei Usability Untersuchungen. Hier wird innerhalb einer Untersuchungsumgebung, bei der Kameras, Mikrofone und u.U. auch Eyetracker zur Beobachtung eingesetzt werden, die Benutzbarkeit eines Produktes analysiert.

Teamarbeit ist bei dieser Herangehensweise ein wichtiger Aspekt, da am Anfang des Prozesses ein möglichst großes Spektrum an diversen Sichtweisen und Ideen gesucht wird (s. Abb. 3.3)³.

Die meist schriftlichen, aber auch Foto- und Videoaufzeichnungen, werden im ganzen Team ausgewertet und ergeben so die erste Bedarfsanalyse. Das Team bildet daraufhin Gruppen, in denen unterschiedliche Ideen entwickelt werden. Hierzu werden Methoden aus deProdukt Design angewandt, wie z.B. das Zeichnen. Bei dem s.g. "Sketching" werden Szenarien abgebildet, die durch einfache, meist sehr abstrakte Zeichnungen den Kontext für die Benutzung verdeutlichen. Hat sich eine solche Zusammenstellung ergeben, werden weitere Zeichnungen angefertigt, die detailreicher die Situation und die Interaktion an sich darstellen. In einem iterativen Prozess werden diese ersten Prototypen für die Interaktion verfeinert. Die hierbei verwendeten Tools können sehr unterschiedlich sein, wie z.B. Bleistiftzeichnungen, Flipcharts, Post-Its, elektronische Whiteboards und animierte elektronische Zeichnungen (s. a. Buxton (2007b)). Die klassischen "analogen" Tools, Bleistift, Papier, Schere und andere, werden bei Paper Prototyping⁴ eingesetzt und haben den Vorteil, dass sich das Interface schnell und einfach analysieren und weiterentwickeln lässt.

Sie zeigen jedoch nur sehr begrenzt Wechselwirkungen auf und vernachlässigen damit einen essentiellen Anteil von interaktiven Elementen. In diesem Zusammenhang hat Bill Buxton (Principal Researcher, Microsoft) die Entwicklung der interaktiven Prototypenentwicklung bei Microsoft vorangetrieben. Das in Blend 4 vorgestellte Sketchflow⁵ ermöglicht das Produzieren von interaktiven Oberflächen, die das Aussehen einer Zeichnung haben. Auf diese Weise bleibt zum einen der Eindruck einer nicht fertigen Applikation bestehen und zum anderen können die interaktiven Anteile visuell erfahrbar gemacht werden. Dies ist wichtig, da weiterhin Kritik und Verbesserungsvorschläge gemacht werden sollen, was durch ein vollendetes

³<http://en.ddc.dk/denmarkbydesign>

⁴What is Paper Prototyping?: <http://www.paperprototyping.com/what.html>

⁵Sketchflow: http://www.microsoft.com/expression/products/Sketchflow_Overview.aspx

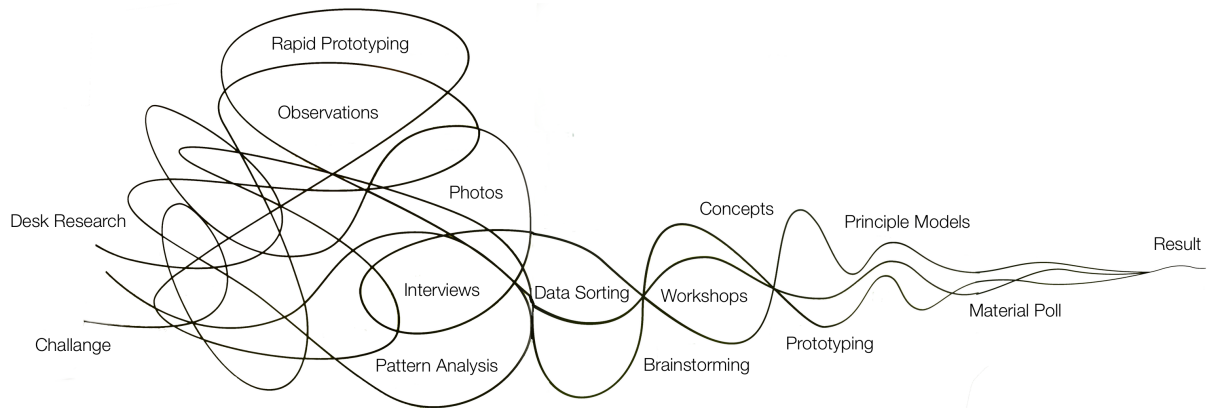


Abbildung 3.3: Design Process aus der Ausstellung DenmarkByDesign des Danish Design Center

Äußeres stark beeinträchtigt werden würde. Die Erfahrungen, die Nutzer bei der Interaktion machen werden bei Usability Untersuchungen nicht ausreichend Berücksichtigt. Auf diesen Nachteil geht die s.g. "User Experience" ein.

3.1.1 User Experience

User Experience beschreibt das (visuelle, physikalische und emotionale) Erlebnis eines Nutzers bei der Verwendung von Interaktion mit Produkten und Diensten. Es ist hauptsächlich eine Beschreibung, hat also keine inhärente Wertung. Zuerst 1995 von Donald Norman im Rahmen von der Advanced Technology Group bei Apple erwähnt, hat User Experience deutlich an Einfluss gewonnen, wie viele Veröffentlichungen der letzten Zeit bei IEEE und ACM zeigen.

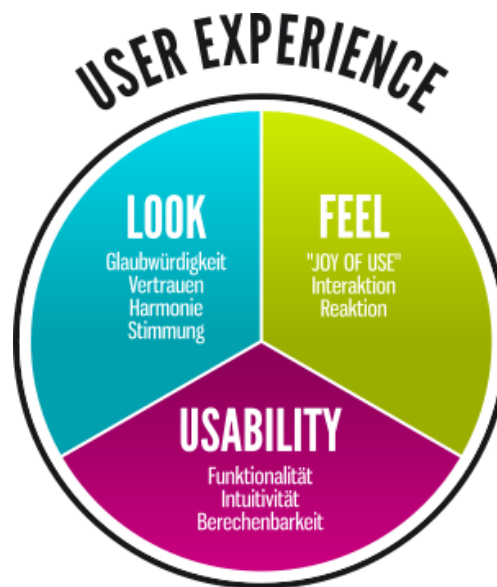


Abbildung 3.4: User Experience Zusammensetzung

“Usability, for example, is the practice of making things easy to use. It is often equated with user experience, but while bad usability can break a good product, good usability is insufficient to create a good experience.” [nach [Kuniavsky \(2010\)](#)]

Im Vergleich zur Usability werden hier explizit Look and Feel Aspekte mit in die Betrachtungen aufgenommen (s. Abb. 3.4)⁶. Auf diese Weise kann ein gesamtes Erlebnis und die Erfahrung mit dem Produkt abgedeckt werden. Die Faktoren, die bei User Experience zu berücksichtigen sind, gehen über die bloße Verwendung von Produkten und Diensten hinaus. Nach ISO 9241-210 beinhaltet User Experience die Wahrnehmung und Reaktion eines Benutzers auf die Verwendung **und/oder** seine Erwartungshaltung in Bezug auf die Verwendung des Produktes oder der Dienstleistung. Dieser Gesichtspunkt integriert die Haltung des Nutzers zum Produkt noch vor dem physikalischen Kontakt. Die Erwartung eines Benutzers und wie sich die Benutzung gestaltet, kann durch unterschiedliche Mittel assoziiert werden. Hierzu sind die mentalen Modelle und die s.g. Affordances zu beachten.

Der Begriff Affordance versucht diese Generierung von Erwartungen bezüglich der Art und Weise der Verwendung zu beschreiben. Erstmals von [Gibson \(1977\)](#) in seinem Buch *The “Theory of Affordances”* beschrieben, hat [Norman \(2002\)](#) im Buch *“The Psychology of Everyday Things”*, den aus der Psychologie stammenden Begriff für die Mensch-Computer Interaktion nutzbar gemacht. Hierzu dienen hauptsächlich äußere Merkmale des Produktes,

⁶Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/User_Experience

aber auch der mentale Zustand des Benutzers kann dienlich sein. Aus letzterem Grund spielen mentale Modelle bei der Betrachtung von Affordances eine wichtige Rolle. Diese durch Erfahrung mit der Umwelt gebildeten Funktionsmodelle formen das Fundament für zukünftige Annahmen über Funktionsweisen von unbekanntem Gegenständen. So sind etwaige mentale Modelle beim Design eines Produktes zu beachten. Jedoch kann dies nur bedingt gelingen, da die mentalen Modelle von jeder Person selbst gebildet werden und daher sehr unterschiedlich sein können. Deshalb ist es nötig, eine separate, einheitlichere Facette zu schaffen, die sich dem Benutzer hauptsächlich über physikalische, logische oder kulturelle Hintergründe erklärt. Die äußeren Merkmale, bzw. die Gestaltung des Produktes, sei es virtuell oder physikalisch, ermöglicht laut Norman Rückschlüsse auf Interaktionsoptionen mit dem Produkt. Zusammen ergeben diese beiden Faktoren den Aufforderungscharakter oder die Affordance.

Bill Buxton hat eine sehr einfache Ausdrucksweise dafür gefunden:

“Keep in mind one of my primary axioms: Everything is best for something and worst for something else.” [aus [Buxton \(2007a\)](#)]

Ein Lichtschalter kann also je nach Design unterschiedliche Affordances haben. Während ein Kippschalter die offensichtliche Möglichkeit bietet, den Schalter umzulegen, gibt er dem Nutzer nicht die Möglichkeit, diesen zu drehen, wie im Falle eines Drehschalters. Ein Stuhl hat die Affordance, dass sich eine Person darauf setzen kann, dieses weiß der Benutzer, da er schon viele Stühle benutzt hat. Die imminente Frage, die sich hier stellt ist folgende: Weiß auch ein Kind, das nie einen Stuhl gesehen hat, wie man diesen nutzt?

Es gibt einen weiteren, allgemeinen Faktor bei der Gestaltung von Interaktion. Das Lernen von Interaktionen mit unbekanntem Objekten durch Kommunikation. Beobachtet wurde diese besondere Art der Interaktionsvermittlung von den Autoren auf unterschiedlichen Messen im Rahmen der Bachelor These (s. a. [Rahimi und Vogt \(2008\)](#)). Es wurden Multitouch-Systeme entwickelt, die durch Gestensteuerung unterschiedliche Aktionen ausgeführt haben. Eine dieser Aktionen ist die Pinch-To-Zoom Geste, bei der zwei Finger auf einem Objekt abgelegt und diagonal der Abstand zwischen den beiden Fingern vergrößert wird (s. Abb. 3.5). Ziel dieser Geste ist es, die Größe des virtuellen Objektes auf dem Bildschirm in Relation zu der Bewegung zu verändern. Die Geste war vor der Veröffentlichung des iPhones vielen Menschen unbekannt, was sich durch Fragen der Messebesucher über die Funktionsweise zeigte. Mittlerweile ist sie zur allgemein gültigen Geste für das Skalieren von Objekten auf Touch-Bildschirmen geworden und wird von Benutzern aktiv verlangt. Dies liegt vor allem an der Werbung für das Gerät, bei der in Werbevideos extensiv gezeigt wurde, wie die Bedienung des Gerätes erfolgt (Mehr zu Gesten s. 3.3.1).



Abbildung 3.5: Pinch-To-Zoom Grafik aus Gestureworks.com

3.1.2 Interaction Design: Wie?

Durch das Kommunizieren des „Wie“, kann eine deutliche Beschleunigung des Lernens erreicht werden. Bei Kindern ist dies sehr gut zu beobachten, da sie häufig, neben learning by doing- Interaktionen lernen, indem sie ein Leitbild nachahmen und u.U. bei der Aktion korrigiert werden. Auf die Informatik angewendet ist dieses der Bereich des **Social Computings** bei dem soziale Aspekte, wie gemeinsames Lernen und Arbeiten und ein sozial verträglicheres Verhalten von Computersystemen wichtiger sind, als die technologische Machbarkeit.

Dieser Mechanismus zeigt einerseits Möglichkeiten auf, Problemfelder zu umgehen, andererseits aber auch eine der größten Schwierigkeiten beim Interaction Design in Software. In der virtuellen Umgebung gibt es keine direkten Hinweise, wie Affordances, die auf die Funktionsweise eines unbekanntes Objektes schließen lassen. Der allgegenwärtige „Button“ eines User Interfaces erklärt sich entgegen vieler Annahmen nicht von selber.

Es sind häufig Hilfestellungen notwendig, die die Eigenschaften des Objektes erklären, wie z.B. eine Beschriftung über oder auf dem Button. Dass diese Beschriftung dann eine bessere User Experience zur Folge hat, ist nicht selbstverständlich. Andere Faktoren haben in solchen Fällen größere Auswirkungen, wie die **Komplexität der Interaktion** (s.a. Complex Interaction 3.1.3) insgesamt. Die Bedienung solcher komplexer Systeme kann durch andere Interaktionsmetaphern einfacher gestaltet werden, z.B. durch Maßnahmen der **Simplicity** (s.a. Simplicity 3.1.3). Hierzu gibt es auch aus dem Bereich des Tangible Computing einige interessante Ideen, die aufgegriffen werden können.

Die Vernetzung unterschiedlicher Dienste ist Teilaspekt von Tangible Computing und bietet die Möglichkeit neben der Rechenleistung, auch die Interaktion auf verschiedene Geräte zu verteilen. So kann bei einer Vernetzung von Diensten und Geräten eine nahtlose Interaktion

oder auch **Seamless Interaction** (s.a. Seamless Interaction 3.1.3) erreicht werden, bei der Transitionen so abgewickelt werden, dass bei einem Wechsel von Dienst oder Gerät der Benutzer den Übergang nicht wahrnimmt.

Ein weiteres Problemfeld bei der Interaktionsgestaltung ist die Hemmschwelle des Benutzers mit einer Applikation in Kontakt zu treten. Besonders in reizüberfluteten Messehallen, Einkaufspassagen oder öffentlichen Treffpunkten kann es schwierig werden, vorbeigehende Besucher dazu zu bewegen, mit den Systemen zu interagieren.

Die oben beschriebenen Punkte geben nur eine kleine Perspektive auf ein sehr großes Spektrum an Gesichtspunkten, die bei der Gestaltung von neuen Interaktionsmetaphern beachtet werden müssen. Der Wandel in der Lebensart und die technologischen Entwicklungen führen zu vielen Möglichkeiten im Design von Interfaces. Es werden also einheitliche Pattern benötigt, die diesen Umständen mit Vorgehensmodellen begegnen, um die Hindernisse systematisch abzubauen.

3.1.3 Interaction Design Pattern

Sollen Interaktionsformen verbessert oder neue geschaffen werden, ist es hilfreich zu verstehen, wie Interaktion funktioniert. Bei der Erstellung und Konzipierung sind die Erfahrungen und das Wissen von vorangegangenen Designern wichtig. Somit gibt es fast unzählige Guidelines oder Interaction Pattern die beschreiben, wie neue Interaktion gestaltet werden sollten oder könnten.

Complex Interaction

Einer dieser Ansätze, um Interaktion besser zu verstehen und beim Erschaffen neuer Interaktion zu helfen, ist die Arbeit von [Janlert und Stolterman \(2008\)](#). Janlert und Stolterman beschränken sich hierbei speziell auf den Bereich, der nahelegt, wie man mit erhöhter Komplexität bei Interaktion umgehen kann. Dabei stellen sie deutlich heraus, dass die Komplexität nur ein Teil von Interaktions Design ist, der allerdings einer immer wichtigeren und größeren Teil in den Überlegungen einnimmt, da die Systeme mit denen wir heute arbeiten immer komplexer werden. Die nachfolgende Zitate in diesem Abschnitt stammen aus der Arbeit [Janlert und Stolterman \(2008\)](#).

“Modern information technology tends to increase the complexity of artifacts, whether they are small, personal devices or huge systems like industrial plants or traffic control systems. Limitless complexity is something the new digital technology can deliver that older technologies could not.[...] An almost explosive growth of complexity puts pressure on people in their everyday doings. At the

same time as the new technology gives us the power to increase our control of the world, we experience that we lose control due to increased complexity”

Dabei wird nicht versucht, Komplexität grundsätzlich auszuschließen, sondern die Komplexität in Systemen zu erkennen und sie besser in dem Kontext Interaktion zu verstehen und richtig einzusetzen.

Dabei beschränken sich die Autoren, um einen möglichst objektiven und analytischen Weg zu beschreiben, auf die Betrachtung der Komplexität in bzw. mit Artefakten.

“So we are trying to attribute complexity to the artifact as far as possible as a property of the artifact, given its purpose, rather than as a relation between object, user, context, purpose, history, and whatever more that is thought necessary. We want to attempt to explain without making complexity a relative concept the fact that some persons can handle an artifact with ease while others have great difficulty.”

Komplexität ist, um bestimmte Szenarien abzubilden und Kontrolle über bestimmte Systeme zu erhalten, unvermeidlich. Doch ist es eine besondere Herausforderung, diese Kontrolle dem Nutzer zu ermöglichen, ohne ihn zu verwirren. Der Umgang mit Komplexität hat sich in den letzten Jahren geändert. Ein höherer Grad an Sensibilität schafft eine neue Sichtweise auf diese Thematik. Janlert und Stolterman stellen dabei heute gängige Strategien vor, um Komplexität zu vermeiden.

- “(1) eliminate unnecessary complexity
- (2) make it simple by sacrificing (quality of) function
- (3) hide complexity
- (4) confine complexity
- (5) dilute complexity”

Strategie (1) ist dabei relativ selbsterklärend. So lassen sich bestimmte Teile oftmals bei genauer Betrachtung einfach und schnell verbessern. Den Umgang mit der Komplexität eines Gesamtsystems verbessert es aber in den meisten Fällen nicht.

Punkt (2) lässt das System vielleicht einfacher werden, zerstört damit aber auch die positiven Aspekte von komplexen Systemen und kann also bei einer Betrachtung von komplexen Systemen keine Rolle spielen.

Hide hompexity (3) versucht komplexe Abläufe zu verstecken. Es bleibt zwar die Komplexität erhalten, doch wird es schwerer diese umzusetzen. Automatismen könnten ein Weg sein diese Strategie umzusetzen, lässt dem Nutzer aber weniger Kontrolle über das System.

Strategie (4) *confine complexity* hat das Ziel, Komplexität aufzuteilen, bzw. sie bei Bedarf zu offenbaren. Als Beispiel hierfür werden “Erweitert” oder “Advanced Options” genannt. Somit kann dem normalen Nutzer Komplexität erspart bleiben und der Profi hat jederzeit Zugriff

auf erweiterte Funktionalität.

dilute complexity (5) zielt darauf ab, dass Komplexität über verschiedene Nutzer verteilt wird. Nicht einer allein muss mit der Komplexität des Systems zurecht kommen sondern jeder mit spezialisierten Teilen des Gesamtsystems. Diese Strategie setzt allerdings eine gute Vernetzung der einzelnen Artefakte innerhalb des verteilten Systems voraus.

Die Autoren Janlert und Stolterman sehen in diesen Strategien zwar einen möglichen Ansatz, der helfen kann mit der Komplexität in solchen System umzugehen, sind aber der Meinung, dass all diese Strategien auf der Annahme beruhen, dass Komplexität grundsätzlich etwas Schlechtes ist.

“In this article we explore the idea that complexity is not necessarily bad and therefore we argue for adding a strategy of a different kind, complementary to the already listed: (6) shape complexity into a benign form that humans can comfortably deal with. This article does not do more than begin to explore how such a strategy can be operationalized or implemented; our purpose is rather to make the case for such a strategy as a necessary complement to the ones already listed.”

Beispiele für gewollte Komplexität lässt sich oftmals in Spielen beobachten. Ohne ein gewisses Maß an komplexen Abläufen würden diese langweilig und reizarm erscheinen. Die hier gemeinte Komplexität wird als *richness* interpretiert. Das ist eine positive und gewollte Eigenschaft, bei der sich lohnt einen gewissen zusätzlichen Aufwand bei der Erstellung solcher Systeme, aber auch bei der Verwendung in Kauf zu nehmen.

Als Grundlage für das Verständnis von Komplexität klassifizieren die Autoren verschiedene Arten von Komplexität und stellen einen Zusammenhang her.

Internal Complexity Interne Komplexität stellt die innenliegenden Abläufe oder den Status eines Artefakts da. Normalerweise sind die internen Abläufe den Nutzern verborgen, sodass man nur erahnen kann in welcher Form ein Artefakt interne Komplexität aufweist. Eine Ahnung über die interne Komplexität können z.B. Verkabelungen, mechanische Aufbauten oder Platinenlayouts vermitteln.

External Complexity Externe Komplexität zeichnet sich durch die von außen sehbare Komplexität des Artefakts aus. Beispiele hierfür sind die Anzahl der Knöpfe oder Displays, oder die Fenster die das Artefakt aufweist. Auch die ersichtlichen Funktionalität, bzw. der Status sind Teil der externen Komplexität. Dabei spielen Erfahrungen des Nutzers bei der Bewertung eine gewisse Rolle. Angeeignetes Wissen bezüglich eines Artefaktes lässt die Nutzung einfacher erscheinen. Darum wird versucht eine objektive Sicht darauf zu wahren.

Als Beispiel für eine niedrige interne sowie externe Komplexität, dient ein Hammer. Eine hohe externe, sowie interne Komplexität wird einem Videorekorder zugeschrieben. Eine hohe externe Komplexität kann auf eine hohe interne Komplexität hinweisen muss es aber nicht zwingend. Als Beispiel wurde hierfür analoges Telefon gewählt, für den umgekehrten Fall ein Kühlschrank.

Interaction Complexity Interaktions Komplexität bezeichnen die Autoren als Relation zwischen Ein- und Ausgabe. Interaktion stellt eine dynamische Beziehung zwischen zwei (oder mehr) Parteien da. Interaktion ist mehr eine Beziehung als eine Eigenschaft, was den Umgang bzw. die objektive Betrachtung erschwert.

Sie ist allerdings ein essentieller Punkt im Umgang mit Artefakten. Das Beispiel der Violine, die weder große interne noch externe Komplexität besitzt, aber einen hohen Grad an Interaktionskomplexität. Zwar sei es verhältnismäßig einfach, einen Ton zu erzeugen aber ein wohlklingendes Musikstück erfordert ein hohes Maß an Erfahrung mit der Interaktion. Das Erlernen von Interaktion spielt hier eine entscheidende Rolle. Je besser der Umgang und die Übung mit dem Artefakt, desto weniger komplex erscheint die Interaktion. Entscheidend hierbei ist nach den Autoren die Motivation durch diesen Lernprozess zu schaffen.

Mediated Complexity Mediated Complexity lässt sich somit als die von der Umgebung vorgegebenen Parameter beschreiben. Als Beispiel wird hier über das Schnitzen von Holzfiguren gesprochen. So ist die interne oder externe Komplexität des Werkzeug gering. Die Interaktionskomplexität bezieht sich auf das Schnitzen selber die, vermittelte Komplexität ist dabei das Material des Holzes, welches ebenfalls Einfluss auf die Schwierigkeit der Aufgabe hat. Auf das Beispiel mit den Geigen bezogen, wäre es in dem Fall die Auswahl des Musikstückes, die unter Mediated Complexity fällt und den Schwierigkeitsgrad der Bewältigung entsprechend erhöhen oder verringern kann.

Profil Anhand dieser Aufteilung von Komplexität können eine Art Profile für Artefakte erstellt werden, die deren Komplexität beschreibt. So können anhand dieser Profile Diskussionen und analytische Auseinandersetzungen mit Interaktionskonzepten erfolgen. Die Autoren greifen das Holzschnitt-Szenario auf und beschreiben es als low internal and external und high interaction and mediated. Natürlich lassen sich viele Beispiele nicht so simplifizieren, aber dieses eignet sich gut, um bestimmte Probleme zu identifizieren und Teilaspekte zu betrachten.

Ebenfalls ist der Zusammenhang zwischen den einzelnen Klassifizierungen recht kompliziert und artefaktabhängig. So bedeutet eine Verringerung der externen Komplexität nicht zwingend eine Verbesserung mit dem Umgang des Artefakts oder eine vereinfachte Interaktion. So beobachten die Autoren folgenden Zusammenhang:

“In examples like these, we perceive how designers and makers are engaged in moving or transforming complexity, for various reasons and purposes. These moves seem to be constrained by trade-offs and proportionalities. We recognize, for example:

- (1) a trade-off between external complexity and internal complexity - increased internal complexity may require increased external complexity to enable the user to handle added (quality of) functionality (given a certain degree of user control);
- (2) a trade-off between external complexity and interaction complexity - decreased external complexity may lead to increased interaction complexity (as exemplified above);
- (3) a trade-off between interaction complexity and internal complexity - relating to control and automation (to be discussed further in the next subsection).”

Ein Beispiel, das zu dieser Transition wird, ist die Betrachtung des Grades der Kontrolle, die der Benutzer hat. Soll ihm der gleiche Grad an Kontrolle ermöglicht werden, kann möglicherweise die Reduktion von externer Komplexität zu Schwierigkeiten führen, dieses umzusetzen. Kompensiert man diese Reduktion nicht durch z.B. Interaktionskomplexität, kann Funktionalität verloren gehen.

Nach den Autoren ist Automatisierung in diesem Zusammenhang ein oft genutztes Mittel. So ermöglicht es die Kontrollmöglichkeiten auf einem höheren Level zu belassen, was aber eine vermehrte interne Komplexität zur Folge hat.

“Generally, the cognitive effort saved in not having to control a lower level can be spent on improved, more sophisticated, control at a higher level.

(...)

For instance, an artifact with built-in GPS technology does not have to ask the user where she is; instead the artifact communicates through the world interface to find that out. The less the artifact interacts explicitly with the user, the more it will have to interact directly with the world or rely on other ways of getting information from the user. Various forms of implicit interaction [Schmidt 2000] are likely to become common as a way to save users from a proliferation of trivial or redundant interaction tasks.”

Benign Complexity Janlert und Stolterman führen den Begriff **benign complexity** ein, um damit eine positiv behaftete Komplexität zu beschreiben. Sie bezeichnen es als “basically a matter of the shape of complexity”.

“ Nature is complex, but its complexity can be experienced as good. As we discussed earlier, in many situations complexity is actually enjoyed and sought after. Could we design our artifacts so that their interaction complexity could be high, but at the same time benign?”

Sie beschreiben es mit dem Ziel, eine gewollte Komplexität zu erreichen, ohne dass es den Benutzer abschreckt, oder es ihm unmöglich macht, mit Artefakten umzugehen. Das bezieht auch die Bereitschaft mit ein, die erforderlich sein kann, bestimmte Interaktionen erlernen zu müssen. Ist es aber die Motivation groß genug es erlernen zu wollen, ist es die einfachste Methode, jemanden mit komplexen Abläufen vertraut zu machen.

“ The richness existing in benign complexity opens up for user control and for advanced use. This means that when benign complexity is absent, potentiality for virtuosity is reduced.”

In ihrer Zusammenfassung beschreiben die Autoren, dass dieses Framework als erster Schritt dienen kann, Komplexität im Designprozess nicht als grundsätzlich schlecht zu sehen, sondern es als Ressource zu nutzen. Ebenso, dass eine neue Sicht auf Komplexität zu neuen Möglichkeiten führt, Artefakte zu entwerfen und neue Wege der Interaktion zu erschaffen. Sie erhoffen mittels dieses Frameworks einen Mehrwert in verschiedenen Bereichen zu erreichen:

“ We anticipate that there are at least three benefits from having a framework that includes appropriate concepts for describing and discerning forms of interaction complexity: it can be used for predictive purposes, analytic purposes, and theoretical purposes. Even though we do not believe that there is much predictive power in the framework as presented here, we believe that the framework can inform and challenge traditional thinking about interaction design, and by doing that, it can support and help designers to explore and develop new forms of interaction.”

Dabei sehen die Autoren die größten Möglichkeiten im analytischen Nutzen. Wobei sie ebenfalls klar stellen, dass dieses nur ein Anfang und eine Basis für weitere Untersuchungen und Erweiterungen des Frameworks darstellt. Abschließend stellen die Autoren heraus:

“ Our approach is based on the assumption that there is something like benign complexity, the hope that we can actually design complexity to become benign, and the conviction that benign complexity gives us opportunities to master our artifacts in ways otherwise not available to us. Our ambition in this article has not been to develop our approach into a full-fledged theory and operationalize its main concepts, but rather to argue for the overall necessity of finding new and more appropriate approaches to understand complexity in interaction design.”

Bewertung Der Ansatz von Janlert und Stolterman ein Framework zu schaffen, das sich speziell mit Komplexität in der HCI beschäftigt, ist gelungen. Mittels der Betrachtung von Artefakten, lassen sich Interaktionen auf analytische Art und Weise beschreiben, klassifizieren und ermöglichen eine spezielle Sichtweise auf bestimmte Designaspekte. So kann

es genutzt werden, um bei bestimmten Arten von Reviews Schwächen oder Unverhältnismäßigkeiten zu erkennen und mittels der vorgeschlagenen Transitionen zu beheben. Ebenfalls schafft es Raum für Entwickler, Komplexität nicht zwingend als schädlich anzusehen, sondern kann bei ausreichendem Verständnis und Geschick, als Ressource genutzt werden. Und zwar mit dem Ziel Komplexität als *richness* einzusetzen. Der Trend der letzten Jahre stärker zu simplifizieren, hat in manchen Fällen zur beschriebenen Ausdünnung von Funktionalität geführt.

Durch die besondere Sicht auf Artefakte werden viele dynamische Aspekte außer Acht gelassen, was neben den oben gezeigten Vorteilen diverse, ungewollte Seiteneffekte mit sich führt. So lassen sich beispielsweise kulturelle Unterschiede oder Prozesse, die auf der Beziehung zwischen Menschen und Objekt basieren, schlecht abbilden. Die teilweise doch sehr vereinfachte Sicht lässt Raum für Fehler und Fehlinterpretationen. Ebenfalls bleibt das Framework sehr ergebnisoffen. Die Arbeit schafft ein durchaus gutes Verständnis für Komplexität und dessen Nutzen. Doch geht es kaum über die analytischen Ansätze hinaus. Ebenfalls wären Anwendungsbeispiele wünschenswert. So bleibt die Frage nach erfolgreicher Nutzung des Frameworks offen und dem Leser selbst überlassen, wie er die vorgestellten Ansätze interpretiert und nutzt.

Der Ansatz, die Komplexität als Ressource aufzufassen und aktiv zu nutzen, ist zwar nicht neu, lässt sich aber dank des formulierten Frameworks leichter umsetzen. Es kann als ein weiterer noch "roher" Baustein verstanden werden, um Interaktion besser greifbar und verständlicher zu machen. Komplexität lässt sich nicht komplett vermeiden, sondern sollte als positiver Aspekt genutzt werden. Ein besseres Wissen, Verständnis und eine passende Herangehensweise kann dazu beitragen. Mit weiteren Untersuchungen und Überlegungen, Erfahrungen aus praktischer Anwendung und Einbindung in Entwicklungsstrategien, kann sich diese Methode als durchaus wertvoll für die Entwicklung von Interaktionsartefakten erweisen.

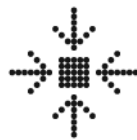
Im Rahmen dieser Arbeit wird am Beispiel des Cubicals eine Einschätzung auf Basis von Complex Interaction vorgenommen. Es wird nicht im bisher vollzogenen, kontinuierlichen Prozess genutzt, sondern als Review der aktuellen Fassung, mit dem Ziel, das Framework praktisch anzuwenden. Die gewonnenen Ergebnisse sind im Kapitel 3.2.7 zu finden.

Simplicity

Die Frage, was einfach ist, beschäftigt die Menschen seit geraumer Zeit, u. a. auch schon Aristoteles, Galileo und Newton. Laut Definition aus dem Stanford Encyclopedia of Philosophy⁷ beschreibt Simplicity, dass einfache Theorien besser die Umstände beschreiben und länger

⁷<http://plato.stanford.edu/entries/simplicity/>

Bestand haben, als komplexere Theorien, die das gleiche ausdrücken. Diese philosophische Interpretation lässt sich zwar nicht ohne Weiteres auf die Informatik übertragen, gibt aber Anhaltspunkte auf die Grundlagen der Simplicity. Eine für die Informatik relevantere Interpretation ist die von John Maeda, der in seinem Buch "The Laws of Simplicity" sehr plausibel die philosophischen Grundlagen für die Domäne der Designer und Techniker aufarbeitet (s.a. [Maeda \(2006\)](#)). Als Basis seiner Aussagen wählte er zehn Gesetze für Einfachheit, die seiner Meinung nach essentiell für den Ausgleich von "Viel" und "Wenig" darstellen. Maeda bringt aufgrund seiner asiatischen Herkunft viele Bezüge auf die asiatische Kultur, die er nutzt, um beispielhaft den Einsatz der Gesetze zu erläutern. Wichtig hierbei ist, immer der Ausgleich zwischen zwei Extremen, wie in der chinesischen Philosophie des "Ying und Yang". Mit Hilfe dieser Basis zeigt Maeda auf, dass es keine Einfachheit ohne Komplexität geben kann. So stellen seine Gesetze oder Regeln eine Hilfestellung dar, um die Oppositionen auszugleichen, denn wenn eine Seite dominiert, ergibt sich eine schlechtere User Experience. Die Folgenden Bilder und Beschreibungen stammen aus [Maeda \(2006\)](#).



reduce Es gilt, die Bedienbarkeit durch Reduktion von Funktionalität zu vereinfachen. Auch die äußere Erscheinungsform ist soweit wie möglich zu reduzieren, wodurch sich die Hemmschwelle des Benutzers, sich mit dem Interface auseinanderzusetzen, signifikant reduzieren lässt. Die Funktionalität baut im Verhältnis zur Reduktion gegensätzlich proportional ab. Wenn durch die Reduktion zu viele Funktionen ausgespart werden, ist die Interaktion sehr flach und langweilig. Den passenden Ausgleich zwischen Reduktion und Funktionalität zu finden, ist abhängig vom jeweiligen Kontext, in dem sich der Benutzer befindet. Während bei einer mobilen Applikation eine starke Reduzierung des Interfaces dienlich ist, wirkt sie bei einer Anwendung für die Steuerung eines Kraftwerkes stark einschränkend.



organize Eine Vielzahl von Objekten erscheint geringer, wenn sie organisiert bzw. aufgeräumt sind. Die Organisation von Informationen ist in zweierlei Hinsicht sinnvoll:

Durch Kategorisierung und Sortierung ergibt sich ein einfacherer Zugriff auf unüberschaubare Haufen von Informationen. Eine einfache Möglichkeit dieses zu erreichen, ist das Bilden von Stapeln, wie es auf Schreibtischen häufig gemacht wird.

Zudem setzt sich der Benutzer auf diese Weise wiederholt mit den Informationen auseinander und hat so die Gelegenheit, diese bewusst zu reduzieren.

Beides stellt allerdings Aufwand für den Benutzer dar und müsste automatisiert werden. Wie die Informationen zu organisieren sind, kann aber häufig nur der Nutzer selber entscheiden. Es gibt bestimmte Prioritäten und Orte, die jeder Mensch individuell für seine Information wählt. Diesen Vorgang zu automatisieren, birgt die Gefahr, den Benutzer zu verwirren. Es gilt die Balance zwischen Kontrolle und Automatismus zu finden.



time Zeitersparnis empfinden wir als Vereinfachung. Warten wird üblicherweise als unangenehm empfunden, wenn in dieser Zeit die Aufmerksamkeit des Nutzers auf das Warten fokussiert wird. Ist es jedoch möglich etwas anderes in dieser Zeit zu erledigen, führt dies zu einer gefühlten Zeitersparnis. Durch die Gestaltung des Erscheinungsbildes kann eine gefühlte Zeitersparnis erreicht werden. Ein interessantes Beispiel hierfür sind die allgegenwärtigen Progress Bars, bei denen die Modifikation des Verhaltens und Aussehens zu einer signifikanten Verbesserung der Wahrnehmung des Zeitverhaltens führen kann (s.a. [Harrison u. a. \(2007\)](#)).



learn Wissen vereinfacht viele sonst schwierige Situationen. Dies beschränkt sich nicht nur auf Expertenwissen, sondern schließt auch Erfahrungen mit ein. Allerdings dauert es oft länger, durch "learning-by-doing" ein kompliziertes Gerät kennen zu lernen. Wissen ist nicht in sofortigem Zugriff, sondern muss erst durch verschiedene Prozesse von

Datenverarbeitung gewonnen werden. Die puren Rohdaten, z.B. die Buchstaben eines Textes, werden durch einen Kontext bereichert, erhalten so erst eine Sinnhaftigkeit und werden zu Informationen. Die Reflektion über diese Informationen transformiert sie zu Wissen (s.a. [Cooley \(1980\)](#)).



differences Einfachheit und Komplexität sind voneinander abhängig. Einfaches erscheint nur dann einfach, wenn das Umfeld komplex ist. Genauso erscheint Komplexes nur dann schwierig, wenn alles andere einfach ist. In der heutigen Gerätelandschaft, die zumeist komplex ist, stechen einfache Produkte besonders hervor. Wie im Punkt *reduce* muss eine Balance zwischen Funktionalität und einfacher Bedienung gefunden werden.



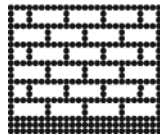
context Der Kontext ist häufig wichtiger, als nur bloße Peripherie. Bei der Fokussierung auf ein Objekt allein, verliert das Umfeld an Bedeutung. Dieses Umfeld kann allerdings sehr wichtig sein.



emotion Durch Emotionen ist man in der Lage, den Menschen an ein Gerät zu binden. Emotionen können durch Ästhetik oder durch soziale Aspekte hervorgerufen werden. Dieses Gesetz ist ein Kontrast zum ersten Gesetz der Reduktion, denn etwas zu stark Reduziertes kann klinisch und unschön wirken.



trust Der *normale* Benutzer hat ein Basisvertrauen, das sich durch Funktionen, die nicht das gewünschte Ergebnis liefern schnell, auflöst. Vertraut der Benutzer dem Gerät oder Dienst nicht, wird eine Hemmschwelle aufgebaut, die nur sehr schwierig aufzuheben ist. Besonders bei intelligenten Umgebungen können automatisierte Handlungen gefühlten Kontrollverlust bei einem Menschen auslösen, der das Vertrauen in das System einschränkt.



failure Durch Fehler lernt man. Dies gilt sowohl für den Benutzer, als auch für den Entwickler bzw. den Designer. Wichtig hierbei ist ein offener Umgang mit Fehlern. Das System sollte möglichst transparent gestaltet werden, so dass Fehler angezeigt und Maßnahmen zur Behebung mit dem Benutzer kommuniziert werden. Ein Beenden des Systems ohne Feedback für den Benutzer kann frustrierende Situationen hervorrufen, die wiederum das Vertrauen belasten. Fehler zeigen dem Designer, dass sich einige Dinge nicht vereinfachen lassen. Hierzu sind Ansätze wie z.B. Prototyping wichtig, da bei diesen iterativen Vorgehensmodellen ein *trial and error* Zyklus begünstigt wird.



the one Weglassen von Offensichtlichem und Hinzufügen von Bedeutsamen führt zu Einfachheit. Dieses Gesetz bezieht sich auf drei Schlüsseigenschaften, die jedes einfache System erfüllen sollte: Abstraktion, Offenheit und Kraft. Abstraktion lässt viel weniger wirken und gibt einen Überblick. Dies gilt auch für Software, denn wenn statt Programmen, Dienste angeboten werden, stellt dies eine Abstraktion dar, die vielen die Arbeit erleichtert. Offenheit vereinfacht Komplexität, z.B. durch die Verwendung

von Open Source Hard- und Software. Stromsparende Ansätze sollten bevorzugt werden.

Bewertung Die sehr einleuchtend und einfach dargestellten Gesetze und Regeln von Maeda zeigen, dass es durchaus möglich ist, philosophisch geprägte Meinungen für Design und Technik gangbar zu machen. Die Aufteilung in zehn einfache Regeln machte den Einsatz auch für die Experimente im Rahmen der Master Arbeit realisierbar. Besonders interessant ist der Ansatz der Balance zwischen den Extremen, der die Realität des Entwicklungsprozesses sehr gut abbildet. So muss bei der Entwicklung auch immer ein Ausgleich zwischen Funktionalität und Bedienbarkeit, Automatismus und Kontrolle, Zeitersparnis und benötigtem Minimalaufwand, Offenheit und Fehlertoleranz und nicht zuletzt durch Wahrnehmung und Realität, gefunden.

Die einfache und offensichtliche Darstellung der Regeln eröffnet die Möglichkeit sich mit Hilfe der Gesetze nachvollziehbare Ziele zu stecken. Es ist jedoch ist nicht immer ganz klar wie diese dann zu erreichen sind. Das liegt am recht hohen Grad der Abstraktion, den Maeda durch zu wenig tief gehende Exploration der einzelnen Punkte hervorruft. Er begründet dies durch seinen Willen, das Buch möglichst schmal und klein zu halten.

Auch in der Wissenschaft führt der Drang nach Vereinfachung nicht nur zu positivem Feedback. Einer der Begründer dieser Richtung, Donald Norman, hat sich z.T. von Simplicity abgewendet.

“Is the piano too complex because it has 88 keys and three pedals? Should we simplify it? Surely no piece of music uses all of those keys. The cry for simplicity misses the point.” [Norman (2008)]

Er argumentiert plausibel, dass der Wunsch der Benutzer nach Leistung, Flexibilität und Funktionalität vor einfacher Bedienung nicht mit Simplicity vereinbar ist. Ein Garagentüröffner hat nur einen Knopf, er kann aber auch nur die Garagentür öffnen und nicht ein Mobilfunkgespräch initiieren. Die Hersteller versuchen dem Wunsch der Benutzer nach mehr Features nachzukommen, können aber nicht zugleich die einfache Bedienbarkeit erzeugen. So kann man also nicht simple Bedienbarkeit erhalten, während man die Anzahl der Features erhöht, aber durchaus die Features erhöhen ohne die Usability zu gefährden (s. Abb. 3.6).

Durch ein gutes Vorgehensmodell im Design kann laut Norman die Anzahl der Features erhöht werden, während die Usability konstant bleibt. Hierzu zählt er unter anderen auch Modularisierung und ein einheitliches, konzeptionielles Modell, so dass der Benutzer zu jeder Zeit weiß, was zu tun ist, was gerade passiert und was zu erwarten ist.

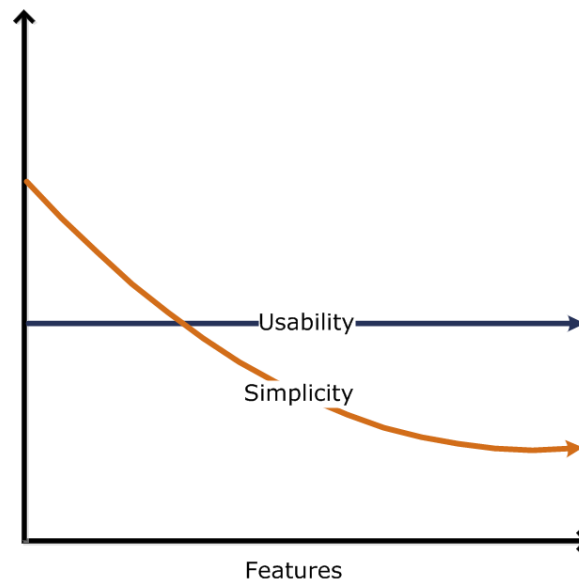


Abbildung 3.6: Grafische Darstellung der Beziehung von Features, Simplicity und Usability

Seamless Interaction

Hiroshi Ishii Direktor des MIT Media Lab und Begründer des dortigen Forschungsschwerpunktes *tangible media* vertritt die Position, dass wir deutlich mehr natürliche und vor allem nahtlose Interaktion in modernen Computing Umgebung brauchen. Dies bedeutet für ihn die Vernetzung und das Zusammenspiel der heutzutage sehr heterogenen und fragmentierten IT Landschaft in der unmittelbaren Umgebung des Menschen. Der ständige Wechsel des Kontextes dem ein Benutzer bei täglichem Umgang mit Computertechnologie ausgeliefert ist, wirkt sich negativ auf das Wohlbefinden und die Produktivität aus. Aus diesem Grund haben [Ishii u. a. \(1994\)](#) ein Design Pattern entwickelt, welches zwei Kernthesen aufweist.

1. Continuity:

Die nahtlose Verbindung mit bestehenden Arbeitsprozessen ist eine der wesentlichen Punkte. Menschen bei der Arbeit entwickeln ihre ganz persönlichen Praktiken, um effektiver zu werden. Hierzu nutzen sie eine Vielzahl von Werkzeugen und interagieren mit vielen anderen Menschen. Sie eignen sich viele Fähigkeiten an, die sie bei ihrem täglichen Umgang benötigen. Werden sie durch neue Werkzeuge dazu gezwungen diese Fähigkeiten zu verdrängen und alles neu zu lernen, ist es wahrscheinlich, dass sie sich gegen die Einführung wehren, auch wenn sie eigentlich eine Bereicherung wäre.

2. Smooth Transition:

Der nahtlose Übergang zwischen funktionalen Modi. Zusammenarbeit erfordert den dynamischen Wechsel zwischen unterschiedlichen funktionalen Räumen und Modi.

Seamless Design ermöglicht es, den kognitiven Aufwand des Benutzers zu vermindern, indem der Übergang zwischen funktionalen Räumen, wie Unterhaltung und Arbeit, für den Benutzer nicht wahrnehmbar gestaltet wird. Hierzu braucht man Tools, die diesen Wechsel automatisch feststellen und die nötigen Übersetzungen zwischen beispielsweise lokalen- und Netzwerkdaten automatisieren.

Bewertung Hiroshi Ishii hat in seiner Zeit bei NTT⁸ sehr viele Erfahrungen im Bereich der Vernetzung gemacht. Speziell haben er und seine Kollegen in den 90'ger Jahren in den NTT Human Interface Laboratories den Einsatz von moderner IT-Technologie für ihr Unternehmen untersucht. Sie haben dabei im Wesentlichen die Verbesserung der Arbeitsumgebung durch Computertechnologien betrachtet. Ursprünglich wurde dieser Designansatz also für den Bereich des Computer Supported Cooperative Work entwickelt. Hier wurde der Fokus hauptsächlich auf die effiziente Erledigung von Arbeit gelegt, bei der Computer unterstützend wirken sollte. So erklärt sich, dass bei den Kernthesen von Seamless Interaction eher die Integration und Vereinfachung von bestehenden Arbeitsprozessen maßgeblich betrachtet wird.

Die Ergebnisse lassen sich jedoch unproblematisch auf Smart Living Umgebungen anwenden, wenn eine aktivitätsorientierte Sichtweise verwendet wird. Hierzu wird, wie im User-Centered Design, der Mensch als Analysegegenstand betrachtet. Jedoch wird der Fokus bei dem Design auf die zu erfüllenden Aufgaben gelegt. Die Optimierung der Aktivität und des zugehörigen Tools werden so zu einem möglichen Lösungsweg beim **Activity-Centered Design**.

“To human-centered design community, the tool should be invisible; it should not get in the way. With activity-centered design, the tool is the way.” [Norman (2005)]

Als Grundlage hierfür wird die Annahme getroffen, dass Technologie den Alltag nachhaltig beeinflusst und Menschen sich an die Technologien anpassen. Sie lernen damit umzugehen und ermöglichen dadurch wiederum den Designern, dieses Wissen zu nutzen.

“People do adapt to technology. It changes social and family structure. It changes our lives. Activity-centered design not only understands this, but might as well exploit it.” [Norman (2005)]

Hat Ishii die Prozesse am Arbeitsplatz betrachtet, so lässt sich dies auch auf Aktivitäten im Bereich des Alltages abbilden. Denn auch die alltägliche Aktivität hat Abläufe, auf die sich der Nutzer einstellt und Tools, die er zu Nutzen lernt. Beim Versuch, die Interaktion bei Alltagsaufgaben mithilfe von Computertechnologien zu verbessern, spielt die nahtlose

⁸Nippon Telegraph and Telephone Corporation: Größter asiatischer Telekommunikationsanbieter.
<http://www.ntt.co.jp/>

Integration der Technologie in die Aktivitäten eine essentielle Rolle. Das wiederholte neu Erlernen von Funktionen und Umstellen von Workflows ist für den Nutzer mühsam und kann zu Resignation führen. Am Arbeitsplatz ist der User z.T. auf die Tools angewiesen, in einer Wohnumgebung ist aber von einer schnellen Abwendung des Nutzers auszugehen, da die Abhängigkeit von der jeweiligen Technologie nicht zwingend gegeben ist.

Wird von einer steigenden Technologiedichte im Alltag ausgegangen, wird auch der nahtlose Übergang zwischen Technologien für den Benutzer wichtig. Zwar hat der Nutzer jetzt die Möglichkeit viele Dinge gleichzeitig zu tun, wie z.B. das parallele Abrufen von aktuellen Nachrichten, ein Status-Update auf dem bevorzugten Social Network und des Hören der Lieblingsmusik, jedoch verlangen all diese Dienste und Geräte auch die Aufmerksamkeit des Benutzers. Wenn jeder Wechsel der Aufmerksamkeit eine andere Art der Interaktion erfordert, steigt der kognitive Aufwand stark an und führt zur Überforderung.

Aus diesen Gründen sind die Kernaussagen dieses Designpatterns wichtige Bestandteile eines Vorgehensmodells für intelligente Umgebungen.

3.1.4 Fazit: Interaction Design Prozess

Die oben beschriebenen und bewerteten Pattern geben nur einen kleinen Einblick in die Vielfalt des Bereichs. Sie stellen jedoch die für diese Arbeit wichtigen Punkte des Interaction Design zur Verfügung.

Keines der Pattern allein ist genügend, um die Anforderung der Interaktionsgestaltung in einer intelligenten Umgebung zu erfüllen. Zudem geben nicht alle Aufschluss über einen Prozess zur Umsetzung der vorgeschlagenen Ideen.

Daher wird ein Entwicklungsprozess benötigt, der die Pattern zusammen mit passenden Modellen für Umsetzungsphasen in einen für diesen Bereich erforderlichen Einklang bringt. Angefangen bei einem **Innovationsprozess**, der die Entwicklung von Ideen und deren Evaluation fördert, über einen **Interaction Design Prozess** zur Unterstützung der Interaktionsgestaltung, bis hin zu einem **Semaless Design Prozess** für nahtlose **Integration** der entwickelten Diensten und Geräten, werden im Folgenden einige Wege aufgezeigt.

Innovation Am Anfang jeder Entwicklung steht eine Idee. Die Güte und Reife dieser Idee entscheiden über den Fortgang des Prozesses. Doch woher kommen Ideen, wie gut sind sie einsetzbar und wie können sie an Reife gewinnen?

Die Antworten auf diese Fragen nach kreativem Denken finden sich bei Kindern und deren spielerischen Umgang mit ihrer Umwelt. Nach [Resnick \(2007\)](#) wird der Prozess, um innovative Lösung zu unerwarteten Problemen zu finden, von Kindern täglich durchgeführt. Das erste Bild von dem was Kinder tun wollen entspringt aus ihrer spielerischen Imagination. Sie verfolgen dieses Bild weiter, indem sie beginnen ihre Phantasie projektartig umzusetzen.

Darauf folgt eine Phase von Experimenten mit der ersten Version, die sich auch über mehrere Teilnehmer erstreckt. Bei diesen Spielen fallen ihnen Verbesserungsmöglichkeiten auf, sie Reflektieren also ihre Erfahrungen, und tauchen wieder in die Imagination zur Optimierung bzw. Erfindung neuer Ideen (s. Abb. 3.7).



Abbildung 3.7: "Creative Thinking" nach Resnick (2007)

Innovation ist ein essentieller Punkt im Living Place, da es ein Umfeld für zukünftige Entwicklungen im Bereich des modernen Lebens darstellen soll. Dies kann aber nur der Fall sein, wenn es genügend Ideen zur Umsetzung gibt, damit sich daraus einige so weit entwickeln können, dass sie einen realistischen Anwendungsfall abbilden. Aus diesem Grund muss ein Entwicklungsprozess für diese Umgebung und deren Geräte die Kreation und Weiterentwicklung der Ideen berücksichtigen. Der spielerische Ansatz von Resnick erfüllt diese Anforderungen aus zweierlei Hinsicht. Zum Einen gibt er die Möglichkeit der Ideenfindung durch freie Ausgestaltung der Imagination. Zum Anderen berücksichtigt er die Verfeinerung und Kultivierung der Ideen durch Teamarbeit, Reflektion und Neugestaltung. Dieser Prozess geht jedoch nicht auf spezifische Bedürfnisse von interaktiven Elementen ein. Hierzu müssen die Wechselwirkungen zwischen Erwartungen des Nutzers und tatsächlichen User Experience abgebildet werden. Zudem wird von Resnick nicht erläutert wie aus einer Imagination eine tatsächliche Idee entsteht.

Interaktion Bill Verplank (2000) hat einen Prozess vorgestellt, der die Anforderungen der Interaktion mit einer digitalen Umwelt berücksichtigt. Er strebt ein Modell an bei dem der

Mensch im Zentrum der Betrachtungen steht. Dies schließt seiner Meinung nach drei Kernfragen ein (s. Abb. 3.8):

- **How do you do?** Welche Möglichkeiten der Interaktion werden angeboten: Drücken, Ziehen, Manipulieren, Sitzen?
- **How do you feel?** Wie ist die Ausgestaltung der Interaktion und wie ist das Gefühl bei dabei: physikalische, digitale Form bzw. Repräsentation?
- **How do you know?** Welche Wege sind offengelegt die Interaktion zu lernen oder Was möchte der Designer induzieren: mentale Modelle, Affordances?

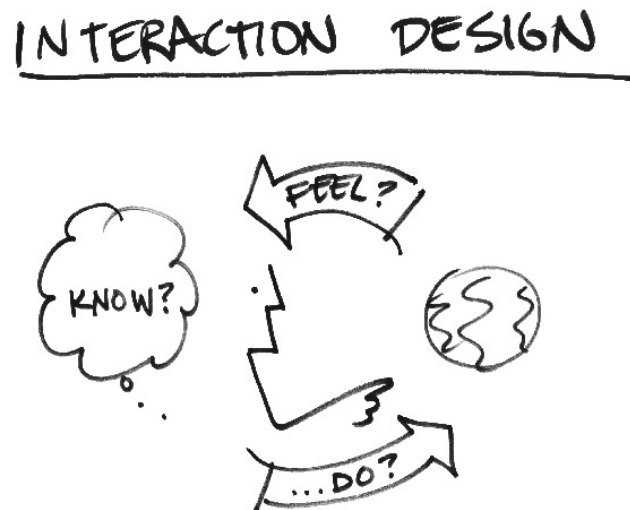


Abbildung 3.8: Zentrale Fragen bei der Ausgestaltung von Interaktion nach [Verplank \(2000\)](#)

Die Menschen-zentrierte Sicht von Verplank ermöglicht es, die Fragen aus dem Blickwinkel des Nutzers zu beantworten. Daher sind die Ergebnisse besonders für das Living Place interessant, da hier Untersuchungen der Benutzbarkeit von neuen graphischen Oberflächen und Interaktionsmetaphern durchgeführt werden sollen. Ein Entwicklungsprozess der so ein Modell beinhaltet bewirkt eine kontinuierliche Verbesserung der Interaktion aus Sicht des Nutzers.

Es ist jedoch im Living Place nicht ausreichend, wenn jedes sich Gerät für sich passend und gut bedienen lässt. Das Zusammenspiel von vielen unterschiedlichen Komponenten ist im Living Place ein wesentlicher Bestandteil der Konzepte. Aus diesem Grund sollte ein Vorgehensmodell die Integration der einzelnen Elemente berücksichtigen.

Intergration Ishii hat die Schwierigkeiten bezüglich der Integration von neu entwickelten Designs erkannt und stellt mit Seamless Design einen Prozess zur Verfügung. **Seamless Design** besteht aus drei Kernkomponenten die in einem iterativen Zyklus spiralartig zu einem besseren Ergebnis führen. Es wird auf Basis einer Benutzerstudie ein Mangel festgestellt. Dieser resultiert meist aus fehlender oder ungenügender Vernetzung von Geräten oder Diensten, so dass ein großer kognitiver Aufwand für den Benutzer bei der Bedienung entsteht. Anhand der zwei o.g. primären Gesichtspunkte wird eine Analyse durchgeführt. Hierbei ergeben sich die Möglichkeiten zur Verbesserung der Missstände. In einem darauf folgenden Design Abschnitt werden die gefunden Möglichkeiten in das Design des Gerätes oder Dienstes mit eingeflochten. Darauf muss eine weitere Analysephase folgen, um festzustellen ob die Änderungen zum Erfolg geführt haben (s. Abb. 3.9). Dieser Prozess wird iterativ wiederholt bis sich ein geeigneter und zufriedenstellender Zustand für das Design und die Umsetzung ergibt.

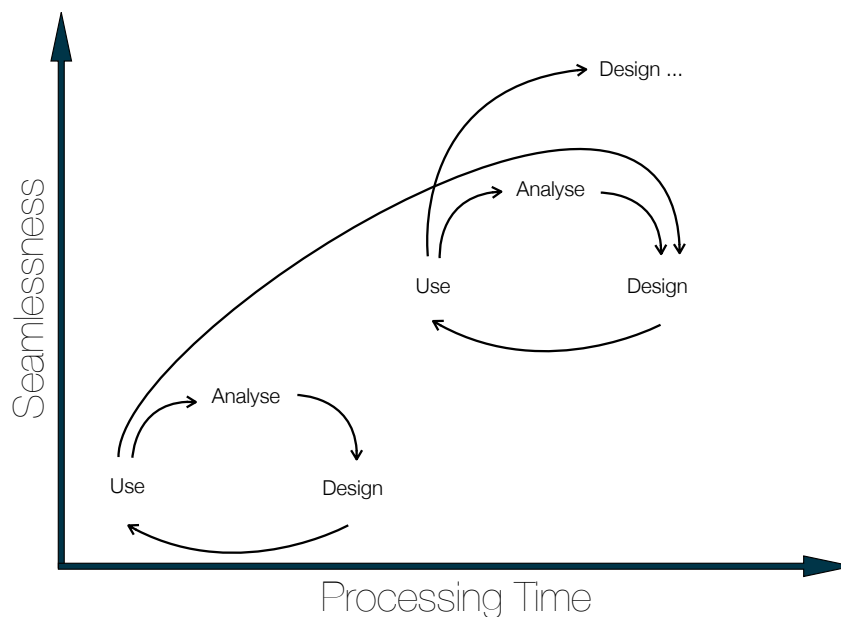


Abbildung 3.9: Seamless Design Entwicklung

Das Modell eignet sich sehr gut, um neu entwickelte Systeme möglichst nahtlos in einen bestehenden Kontext zu integrieren. Dies ist ein wichtiger Ansatz für das Living Place, da in diesem Zusammenhang in eine bestehende Wohnumgebung neue Geräte integriert werden sollen. Durch den iterativen Zyklus und den jeweils in sich geschlossenen Phasen kann intermediär gut abgeschätzt werden, wie viel Verbesserung der Durchlauf einer weiteren Phase bringen würde.

Eigenes Vorgehensmodell Aus den obigen Diskussionen wird ersichtlich, dass keines der Modelle für sich alleinstehend ein für das Living Place wirksamen und effektiven Prozess ergibt. Jedoch würde aus der Kombination der einzelnen Modelle einen Leitfaden entstehen, der die Palette der Bedürfnisse gut abbildet. Hierbei ist es wichtig, dass die Charakterzüge der einzelnen Bestandteile erhalten bleiben, ohne den gesamten Prozess zu dominieren. Insgesamt sollte aus der Verknüpfung wieder ein iteratives Modell generiert werden, denn die Stärke der jeweiligen Modelle ist die schrittweise Präzisierung und Verfeinerung des Ergebnisses.

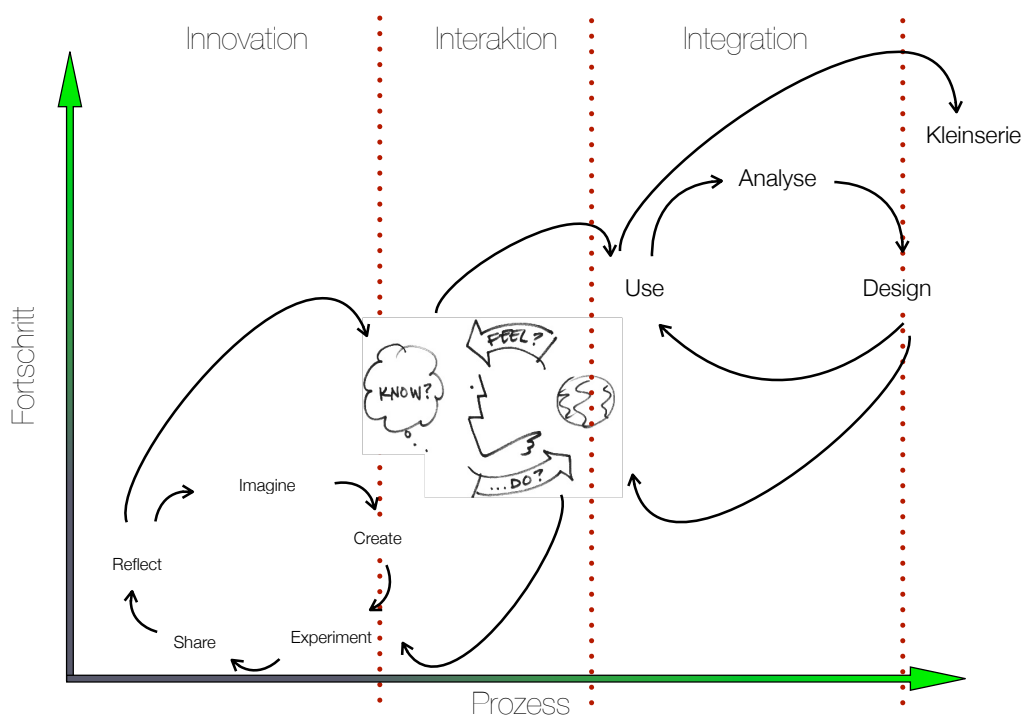


Abbildung 3.10: Abbildung des vorgeschlagenen Entwicklungsprozesses

Das Modell sollte mit der Ideenfindung von Resnick beginnen. Der so resultierende Pool an alternativen Ideen kann Schrittweise ausgestaltet werden, bis eine kleine Anzahl von Konzepten verbleibt. Mit Hilfe des verplankten Interaktionsrefinements kann effektiv die Interaktion geplant, umgesetzt und evaluiert werden, indem fortlaufend die Interaktion kritisch auf Basis der Kernaussagen hinterfragt wird.

Wurde eine ausreichende User Experience erlangt kann schrittweise die Integration in das System unter den Gesichtspunkten des Seamless Designs erfolgen (s. Abb. 3.10).

Interessant hierbei wäre ein Feedbackkanal zur Innovationsphase. So würden die Eindrücke und Erfahrungen in die Ideenfindung fließen und so die nächste Idee u.U. erst generieren.

Dies wäre eine Möglichkeit die Innovation so anzutreiben, dass tatsächlich aus der Imagination die Idee entsteht.

Auf Basis dieses Vorgehensmodells wurden die folgenden Fallstudien durchgeführt. Gegenstand der Untersuchungen sollte die Überprüfung des Modells sein.

3.2 Cubical

Im Rahmen der Arbeiten im Forschungsschwerpunkt "Ambient Intelligence" (s.a. [Aarts u. a. \(2001\)](#)) der HAW Hamburg wurde ein "Tangibles Interface" konzipiert und umgesetzt (s.a. [Gregor u. a. \(2009\)](#) und [Gregor u. a. \(2010\)](#)). Das Ziel war es, eine natürliche Eingabemethode zu schaffen, die sich in die Umgebung integriert, nicht direkt als Interface erkennbar ist und somit keine permanente Aufmerksamkeit erfordert.

3.2.1 Konzeption

Konventionelle Steuereinheiten, wie z.B. Fernbedienungen, zeichnen sich oftmals durch eine hohe Komplexität aus, was sich in unübersichtlichen Interfaces widerspiegelt. Ein Beispiel ist die Fernsehfernbedienung. So wird versucht, möglichst viele Funktionen zur Verfügung zu stellen, was allerdings zu einer "Button Hölle" führt, die unübersichtlich für den Nutzer ist. Untersuchungen zeigen, dass nur wenige Funktionen der Fernbedienung wirklich genutzt werden und ein Großteil der Funktionen zu einer unnötigen Erhöhung der externen Komplexität führt. Ein überzogenes Beispiel hierfür ist die Designstudie der Firma Art Lebedev in Abbildung 3.11⁹. Die Anzahl der möglichen verschiedenen Funktionen ist im Vergleich zu einer herkömmlichen Fernbedienung (s. Abb. 3.12¹⁰) beschränkt dennoch wird die Absurdität der Schaltflächenmenge verdeutlicht.

Die grundsätzliche Idee war es, mittels eines interaktiven Würfels Steuermöglichkeiten für verschiedene Geräte zur Verfügung zu stellen. Im Vergleich zu konventionellen Steuerungen sollte jedoch möglichst viel der externen Komplexität (vgl. 3.1.3) vermieden werden. So ist die ursprüngliche Idee, dass die sechs Seiten als Funktionsauswahl dienen und die Drehung des Würfels eine Wertänderung bewirkt.

Liegt der Würfel z.B. auf Seite A, ist die Steuerung der Helligkeit der Beleuchtung aktiv, wird der Würfel im Uhrzeigersinn gedreht, erhöht sich die Helligkeit. Liegt der Würfel auf Seite B kann die Lautstärke verändert werden. Die Drehung um die eigene Achse folgt dabei dem mentalen Modell eines Drehknopfes (Abb. 3.13).

Durch den Verzicht auf Schaltflächen ist der Cubical nicht direkt als Interface oder Eingabemedium zu erkennen und fügt sich nahtlos in die Umgebung ein.

⁹Quelle: <http://www.artlebedev.com/everything/pultius/>

¹⁰Quelle: http://www.player.de/wp-content/uploads/2009/10/denon-dvdalud_fernbedienung.jpg



Abbildung 3.12: Herkömmliche Fernbedienung

Abbildung 3.11: Designstudie der Firma Art Lebedev



Abbildung 3.13: Drehknopf eines Audiomischpultes

3.2.2 Aufbau

Der Cubical beinhaltet verschiedene Sensoren zur Erfassung der Bewegung und der Lage. In der ersten Version wurden Bewegungssensoren und Lagesensoren in xyz-Richtung verbaut. Somit konnten Lage und Bewegungsänderung wahrgenommen und entsprechend darauf reagiert werden. Als visuelle Rückmeldung wurde der Cubical mit RGB-LEDs ausgestattet. So kann der Cubical je nach Lage bzw. Funktion eine andere Farbe annehmen. Die Kommunikation erfolgt mittels eines ZigBee-Moduls welches eine serielle Kommunikation mit einem entsprechendem Server ermöglicht. Als Stromversorgung dient ein Lithium Ionen Akku, der induktiv geladen werden kann (siehe 3.14). Genauere Details über die Entwicklung

der Hardware, die verwendeten Komponenten und den Entwicklungsprozess an sich ist in der Arbeit von [Gregor \(2011\)](#) zu finden.

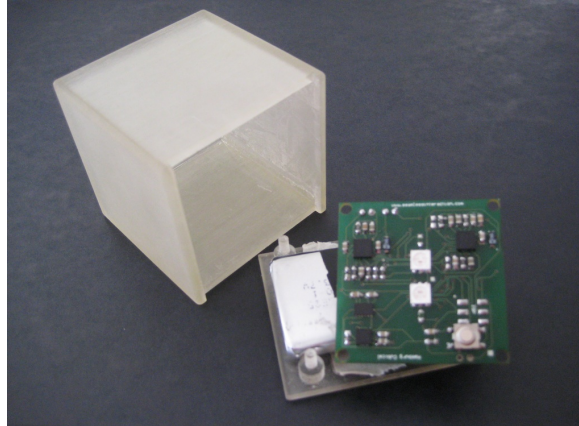


Abbildung 3.14: Hardware des Cubical

3.2.3 Interaktionsformen

Mit dem Cubical lassen sich verschiedene Formen von Interaktionen realisieren. Mittels der Sensoren können bestimmte Gesten, bzw. Bewegungen mit dem Cubical erfasst und ausgewertet werden.

Interaktionen wie das **Kippen** (Abb. 3.15) wurden in den ersten Überlegungen zur Auswahl von verschiedenen Funktionen genutzt. Somit wäre in erster Instanz der Würfel zwar auf sechs Funktionen beschränkt, die aber für viele Anwendungen ausreichen. Weiterhin kann man aber auch das Kippen zum Durchlaufen eines Menüs nutzen. Durch horizontales Kippen kann zwischen verschiedenen Menüs ausgewählt werden und vertikales Kippen kann die Auswahl eines Untermenüs bedeuten. Eine Bestätigung bzw. Abbrechen kann dann durch andere Gesten wie Klopfen oder Schütteln erfolgen.

Die nächste mögliche Geste ist das **Drehen** (Abb. 3.16). Wie schon beschrieben, ist es dem mentalen Modell eines Drehknopfes nachempfunden. Es eignet sich dadurch vor allem zur Eingabe von kontinuierlichen, bzw. analogen Werten, wie z.B. Lautstärke oder Lichtintensität. Beim Schalten von verschiedenen Stufen müssen geeignete Schwellwerte zum Umschalten gefunden werden. Diese variieren je nach Drehgeschwindigkeit oder gewünschter Funktion.

Die Drehgeschwindigkeit kann ebenfalls gesondert betrachtet werden. Extrem schnelle Änderungen können, z.B. im Fall von Lautstärkeregelung, als Stummschalten interpretiert werden.

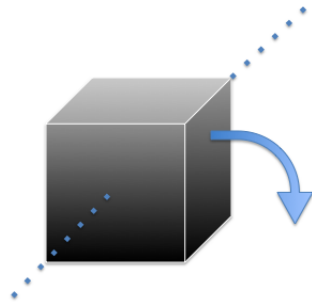


Abbildung 3.15: Kippen des Cubical

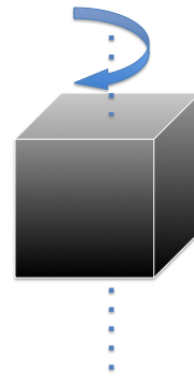


Abbildung 3.16: Drehen des Cubical

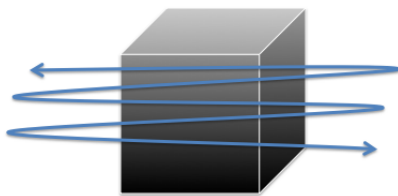


Abbildung 3.17: Schütteln des Cubical

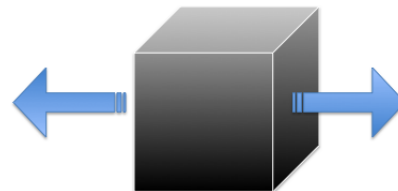


Abbildung 3.18: Schieben des Cubical

Zur Bestätigung oder Abbruch bestimmter Ereignisse können Gesten wie das **Schütteln** (Abb. 3.17) oder ein **Klopfen** (Abb. 3.19) verwendet werden. Ein Beispiel könnte eine *Undo*-Funktion sein oder das Entgegennehmen eines Telefonanrufes. Durch solche Eingaben könnten auftretende Probleme im Bereich des Midas-Touch-Problems gelöst bzw. umgangen werden. Zwar erhöht es die Komplexität der Interaktion, die verwendeten Gesten sind allerdings leicht erlernbar und natürlich in ihrer Anwendung. Eine weitere denkbare, aber aktuell nicht implementierte Geste ist das **Schieben** (Abb. 3.18).

(Un)Intendiertes Handeln

Eine offene Fragestellung bezieht sich auf ungewollte Interaktion. Was passiert, sollte der Cubical runterfallen oder aus anderen Gründen gedreht werden? Vergleichbar ist es mit dem in der HCI bekannten Midas Touch Problem, welches gerade im Bereich der 3D-Gesten auftritt. So stellt sich die Frage, wie bei einem Fall des Cubical reagiert werden kann.

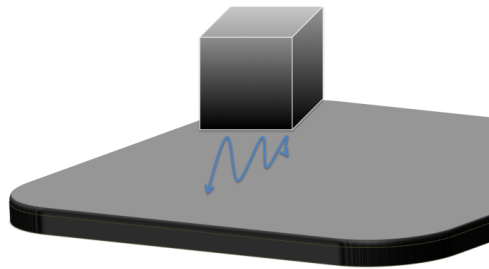


Abbildung 3.19: Klopfen des Cubical

Zur Lösung dieses Problems wurden verschiedene Lösungsansätze und deren Kombination in Betracht gezogen.

- Softwareseitige Erkennung von nicht gewollter Interaktion kann mittels bestimmter Muster der Sensordaten erkannt und unterbunden werden. Mit Hilfe von Annahmen über die Semantik der Interaktion können Fehlerverhalten, wie sprunghafte Lautstärkeänderungen vermieden werden. Tritt z.B. ein Muster der Sensorenwerte auf, das einem Herunterfallen ähnelt, ist eine ungewollte Interaktion wahrscheinlich und kann seitens der Software unterdrückt werden.
- Eine Hardwarelösung könnte das Einsetzen von Näherungssensoren sein. Mittels z.B. kapazitiver Sensoren lässt sich feststellen, ob der Cubical gerade von einem Menschen berührt wird. So würde erst nach Berührung des Cubicals eine Änderung von Werten möglich sein. Hierbei wäre kein beabsichtigtes Aktivieren des Nutzers notwendig.
- Eine weitere Möglichkeit ist das gewollte Aktivieren bzw. Deaktivieren des Cubicals. Würde man einen Mechanismus einbauen, mit dem man den Cubical ohne großen Aufwand aktivieren kann (denkbar wären z.B. druckempfindliche Seiten die nach einem gewissen Druck die Aktivierung auslösen), würde es zwar einen weiteren Schritt zur Interaktion benötigen, aber unintendiertes Handeln größtenteils ausschließen.

All diese Möglichkeiten haben ihre Vor- und Nachteile. Sollte die Software eine vermeintlich ungewollte Änderung erkennen, obwohl die bewusst durch den Nutzer durchgeführt worden ist, verschlechtert es die Usability ungemein. In Befragungen mit Dritten über diese Fehlinterpretation, wurde ein solches Verhalten als "zickig" oder "störrisch" bezeichnet. Welcher Lösungsansatz eine akzeptablen Balance bietet, muss in weiterführenden Experimenten überprüft werden. Wahrscheinlich ist ein kombinierter Einsatz von Hard- und Software notwendig um eine möglichst geringe Fehlerquote bei der Erkennung unbeabsichtigter Handlungen zu erzielen.

Lautstärke Erklärung: Geste:	Seite Top Änderung der Lautstärke Änderung des Wertes analog zur Drehung des Cubicals
Programmwechsel Erklärung: Geste:	Seite A Änderung des TV / Radio Senders Mittels einer kontinuierlichen Drehung um ca. 30° wird umgeschaltet
Timeshift Erklärung: Geste:	Seite B Vor-/Zurückspulen der aktuellen Aufnahme Analog zur Drehung wird innerhalb der Aufnahme gesprungen
Umgebungselligkeit Erklärung: Geste:	Seite C Die Helligkeit des Lichtes in der Umgebung Die Helligkeit ist direkt an die Drehung gekoppelt
Umgebungsfarbe Erklärung: Geste:	Seite D Die Farbe des Umgebungslichtes Ebenfalls eine direkte Kopplung an die Drehung des Cubicals
Pause / Standby Erklärung: Geste:	Seite Bottom Pausieren der Medienwiedergabe Durch Kippen des Würfels werden alle Medien gestoppt. Ein Drehen oder Warten bewirkt das Eintreten in den Stand-By Modus

Tabelle 3.1: Funktionsmapping der Mediensteuerung

3.2.4 Szenarien

Mediensteuerung

Der Cubical kann zur Steuerung von klassischen Medien, wie Fernsehen oder Radio, genutzt werden. In diesem Szenario dient er zur Steuerung eines aktuell ausgewählten Displays und der entsprechenden Raumbelichtung (vgl. Philips Ambient Light). Die einzelnen Zuordnungen von Seite zur Funktion mit entsprechender Erklärung ist in Tabelle 3.2.4 zu sehen. Dabei ist abhängig von der Funktion eine Interaktionsform ausgewählt worden, die möglichst einer realen Metapher bzw. einem Mentalen Modell entspricht.

Elaine betritt dem Raum, stellt ihr Tasche beiseite und setzt sich aufs Sofa. Vor ihr auf dem Tisch liegt ein Cubical. Sie dreht ihn auf die Seite mit dem TV Symbol. Im selben Moment erwacht der Fernseher aus dem Sleep Modus und zeigt das zuletzt laufende Programm. Elaine dreht den Würfel zweimal um ca. 30° nach rechts und landet bei einem Nachrichtensender. In drei Minuten müsste eine neue Nachrichtensendung beginnen. Sie kippt den Würfel auf die Seite mit dem Ton Symbol und justiert den Ton etwas nach. Zurzeit läuft noch Wer-

bung. Elaine holt sich noch schnell etwas zu trinken aus der Küche. Im selben Moment in dem die Nachriten beginnen, klingelt das Telefon. Es ist ein wichtiger Anruf, auf den sie schon den ganzen Tag wartet. Sie dreht noch schnell den Würfel auf timeshift und nimmt somit die Nachrichten auf bis, das Telefongespräch beendet ist. Nach dem Telefonat dreht sie den Würfel leicht, um die ersten zwei verpassten Minuten zurückzuspulen und lässt dann die Nachrichten laufen. Wenig später wechselt sie abermals das Programm und passend zum aktuellen Film ändert sich die Lichtstimmung des Raumes. Da es ihr etwas zu grell erscheint, kippt sie den Würfel und dimmt das Licht etwas. Das System im Hintergrund merkt sich diese Einstellung. Nachdem der Film vorbei ist, dreht Elaine den Würfel auf die Pause-Seite, dreht den Würfel noch leicht und der Fernseher sowie die Stereoanlage gehen in den Sleep Modus. Die Beleuchtung geht in eine allgemeine Hintergrundbeleuchtung über.

Filmschnitt

Das Szenario des Filmschnitts (siehe Tabelle 3.2) ist eher im Semi-Professionellen Bereich angesiedelt. Die Idee hierbei ist es, Funktionen der Videobearbeitung an den Cubical zu binden. Vor- und Zurückspulen, Filtereinstellungen, Tonspuranpassungen und weitere Funktionen können mittels des Cubical gesteuert werden. Dabei es nicht Ziel, die aktuellen Werkzeuge zu ersetzen, sondern eine weitere Modalität optional zur Verfügung zu stellen. So zeigt beispielsweise (Kabbash u. a. (1993)), das grobe Selektionen meistens von der nicht präferierten Hand¹¹ durchgeführt werden und die feinen Justierungen von der präferierten Hand. Die Selektion des zu verändernden Wertes kann somit z.B. über ein Keyboard oder ein Touchpad vorgenommen werden und Wertänderungen dann mittels des Cubicals.

Ambient notifier und Funktionsüberladung

Ein weiteres Konzept wie die Cubicals genutzt werden können, sind Ambient Notifier im Sinne von Liechti (2000). Stehen mehrere Cubicals in der Wohnung zur Verfügung, können sie als Anzeige diverser Informationen genutzt werden. Meisner (2010) beschreibt in seiner Arbeit das Anzeigen von Geräuschen innerhalb einer definierten Umgebung mittels bestimmter Lichtelementen für Gehörlose. So könnten gehörlose Eltern ortsbezogene Informationen bezüglich der Geräuschkentwicklung der Kinder (Schreien, Weinen etc.) erhalten. Als weitere Anwendung könnte z.B. das Türklingeln mittels farbigen Pulsieren und Vibration angezeigt werden. Mittels Funktionsüberschreibung könnten dann die normalerweise geltenden Funktionen mit den zur Situation passenden Funktionen temporär überschrieben werden. Wird

¹¹Die präferierte Hand ist bei Rechtshändlern die recht Hand

Wertänderungen	Seite Top
Erklärung:	Änderung des aktuell ausgewählten Wertes
Geste:	Wertänderung analog zur Drehung
Tonanpassung	Seite A
Erklärung:	Änderungen der Tonspurlautstärke
Geste:	Wertänderung analog zur Drehung
Vor-/Zurückspulen	Seite B
Erklärung:	Vor- und Zurückspulen der aktuellen Hauptspur
Geste:	Wertänderung analog zur Drehung
Filter A	Seite C
Erklärung:	Häufig verwendeter Filter
Geste:	Je nach Filterfunktion
Filter B	Seite D
Erklärung:	Häufig verwendeter Filter
Geste:	Je nach Filterfunktion
Filter C	Seite Bottom
Erklärung:	Häufig verwendeter Filter
Geste:	Je nach Filterfunktion

Tabelle 3.2: Funktionmapping des Filmschnitt Szenario

das Türklingeln angezeigt, könnte mittels einer Geste die Gegensprechanlage aktiviert, die Tür geöffnet oder sogar das Türklingeln abgewiesen werden. Nach der Situation fallen die Cubicals zurück in ihren eigentlichen Funktionszustand und können gewohnt genutzt werden.

Orts- und Kontextabhängige Funktion

Gekoppelt mit Ortsinformationen oder auch im Kontext des Cubicals ergeben sich weitere Möglichkeiten. So können sich die Funktionen entsprechend dem Kontext, wie oben schon teilweise beschrieben, oder dem Ort anpassen. Innerhalb einer Wohnumgebung mit verschiedenen Räumen könnte sich die Funktion nur auf dem Raum oder den entsprechenden Kontext beziehen.

3.2.5 System Aufbau

Tangible Computing Begriff

Tangible Computing wurde geprägt von Hiroshi Ishii vom MIT MediaLab Zum ersten Mal tritt der Begriff in dem Paper Tangible Bits(s.a. [Ishii und Ullmer \(1997\)](#)) auf. Hier wird beschrieben, dass der Mensch eine zwiegespaltene Interaktion mit Computern führt. Augen

und Ohren werden durch “Windows to the digital Worlds” (Monitore und gezogen, während der Körper und damit der Sinn des Fühlens in der Realität bei Mäusen und Tastaturen hängen bleibt. Ishii schlägt vor, den digitalen Informationen physikalische Repräsentationen zu geben (Ishii (2008)). Bei den s.g. “Tangibles” wird das aus dem MVC Model bekannte View (Abb. 3.20)) in zwei Teile aufgespalten. So entsteht die physikalische Repräsentation in der Realität und die digitale Repräsentation im Computer. Auch auf das Control wird Einfluss genommen, indem die physikalische Repräsentation eng mit der digitalen verkoppelt wird, so dass alle Interaktionen mit dem physikalischen Modell direkt auf die digitalen Informationen übertragen werden (Abb. 3.21).

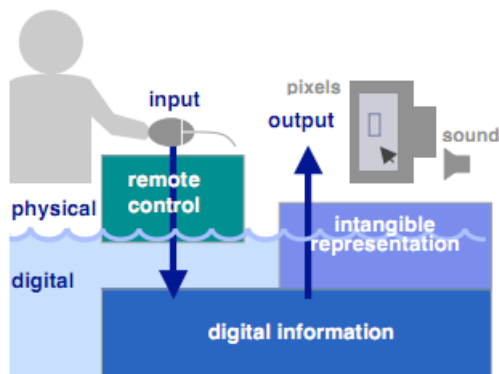


Abbildung 3.20: Desktop Metapher aus Ishii (2008)

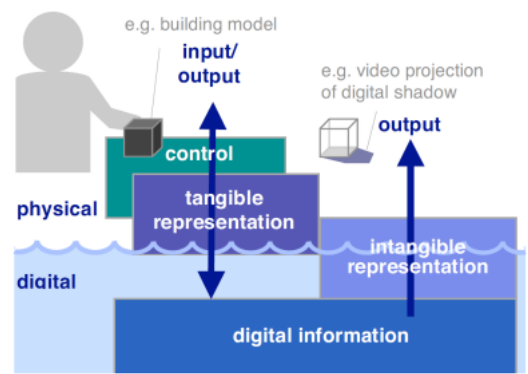


Abbildung 3.21: Tangible Metapher aus Ishii (2008)

Aufbau

Nimmt man den Cubical als konkretes Beispiel für das von Ishii vorgestellte Modell, kann man von drei verschiedenen Ebenen sprechen. Die physikalische Ebene, die digitale Ebene und die Einbettung in das Gesamtsystem (siehe Abb. 3.22). Die physikalische Ebene beinhaltet die Möglichkeiten eines direkten Feedbacks über den *physikalischen View* der mittels des Cubical selbst und den integrierten LED's realisiert ist. Die Lage und der aktuelle Status bilden die Basis für die daraus resultierende semantische Auswertung.

Auf digitaler Ebene ist kein direktes View für den Cubical vorgesehen. Die digitale Anzeige der Wertänderung wird vom angesprochenen System realisiert. Wird z.B. die Lautstärke des Fernsehers verändert, so wird das Anzeigesystem des Fernseher als digitales Feedback genutzt. Zusätzlich können weitere Systeme zur Anzeige, wie ein Peripheral Display, hinzugezogen werden.

Das Control bildet dabei das Bindeglied zwischen dem Cubical und dem Gesamtsystem. Das

Mapping der Funktionen an die verschiedenen Seiten und die Reaktion auf Wertveränderung wird hier festgelegt. Ebenfalls werden hier die entsprechenden Schnittstellen angesprochen, um die ermittelten Interaktionen umzusetzen.

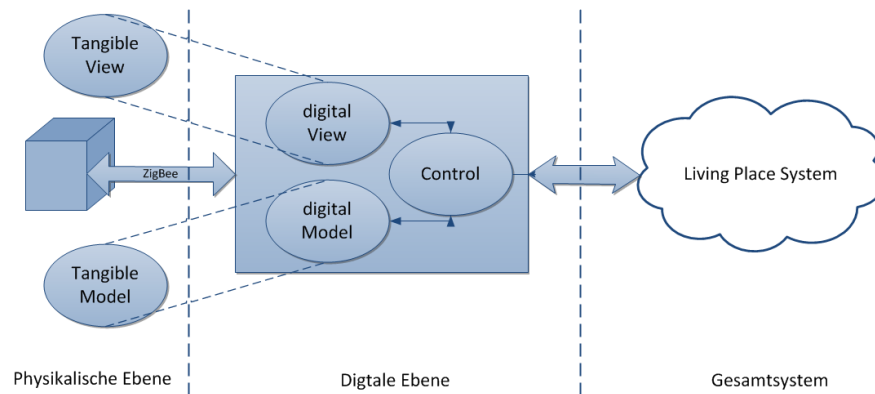


Abbildung 3.22: Übersicht des Cubical Softwareaufbau

So kann die Lageveränderung des Cubicals als Wechsel des aktuell bedienten Interface betrachtet werden. Mit der Lageänderung nimmt der Nutzer eine bewusste Handlung vor. Der Cubical wird damit an eine andere Funktion gebunden, welche im Control festgelegt ist (Abbildung 3.23).

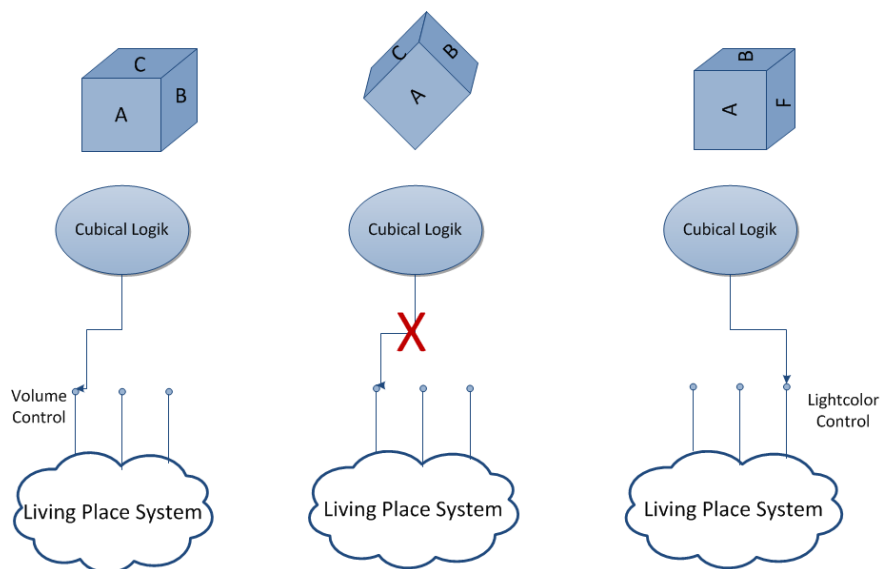


Abbildung 3.23: Wechsel des Interfaces bei Lageänderung

Dieser Aufbau lässt viel Flexibilität bezüglich der Funktionen und der Kombination von Interaktionen sowie eine Vielzahl von Erweiterungen zu. Bezogen auf die Interaktion und die

Natürlichkeit des Interface der einzelnen Elemente kann man folgende Punkte nennen: Die tangible Repräsentation dient als direkte Vermittlung der Funktion und ihrem aktuellen Status. Die Änderung der Farbigkeit ermöglicht ein direktes Feedback über die Änderung der Funktion bzw. den aktuellen Status. Eine weitere Ebene des Feedbacks ist die des Applikationsfeedbacks, welches z.B. bei Veränderung von Werten auftritt. Ziel dabei ist es, immer dem Nutzer einen aktuellen Status über seine Interaktion zu geben und ihm möglichst das Gefühl der Kontrolle über das System zu ermöglichen.

Dadurch, dass der Cubical als physikalisches Objekt einen Rückkanal bietet wird die Interaktion für den Nutzer erfahrbar. So wird eine Indirekte Interaktion, wie z.B. mit der Maus, beim Kontrollieren von Systemen aufgelöst und lässt Wertänderungen direkt erfahrbar machen.

3.2.6 Implementation

Die Architektur der Software wurde von Beginn an darauf ausgelegt, dass sie sich in das Gesamtkonzept der Living Place Architektur integrieren lässt. So kann man es als ein Subsystem wie in 2.4.3 beschrieben betrachten.

Die physikalische Ebene stellt dabei die Hardware-Realisierung dar. Die Verbindung mit der digitalen Ebene bzw. der Software Implementation, wurde mittels einfachen seriellen Übertragungsprotokollen realisiert. Die Umsetzung der Erkennung von Lage- und Bewegungsänderungen wird in Abschnitt 3.2.6 genauer betrachtet.

Systemintegration ins Living Place Hamburg

Bei der Implementation wurde ein möglichst flexibler Ansatz gewählt, um verschiedene Szenarien abbilden zu können. So wurde dem Control Zugriff auf alle Daten gewährt. Das beinhaltet die entstanden Rohdaten, sowie die bei der Interpretation gewonnen Daten.

Auf Basis dieser Überlegungen wurden zwei Varianten realisiert, um eine Integration des Cubical in ein Gesamtsystem zu ermöglichen.

Variante 1 basiert darauf, dass das Subsystem die Daten lediglich zur Verfügung stellt, die Daten auf dem ActiveMQ ablegt, und anderen Subsystemen damit ermöglicht, die Funktionen des Cubical in ihre Logik zu integrieren. Das Control übernimmt dabei lediglich die Aufgabe der Kommunikation und die Ausführung der über eine auf dem ActiveMQ befindlichen Queue. Der Agent kapselt die notwendige Hardwareverbindung mit dem Cubical gegenüber dem Gesamtsystem ab. Das Control wird sozusagen in ein anderes System ausgelagert (Abb. 3.24). Um die Integration möglichst einfach zu gestalten, wurde eine Klassenbibliothek erstellt, die intern jegliche Kommunikation übernimmt. Somit können Entwickler auf den Cubical zugreifen, ohne einen direkten Hardwarezugriff haben zu müssen.

Variante 2 beinhaltet Steuerungslogik und greift auf Subsysteme im Gesamtsystem zu (Abb. 3.24). Ein Beispiel hierfür ist die vorgestellte Mediensteuerung. Die Auswertung über

Wertänderungen geschieht mit "direkten" Zugriff auf die Hardware und zeichnet sich durch schnelle Reaktionszeiten aus. Bei zeitkritischen Anwendungen, die hohe Verantwortlichkeit erfordern, kann es sein, dass der Weg über die Middleware wie in Variante eins vorgestellt eine zu große Verzögerung verursacht.

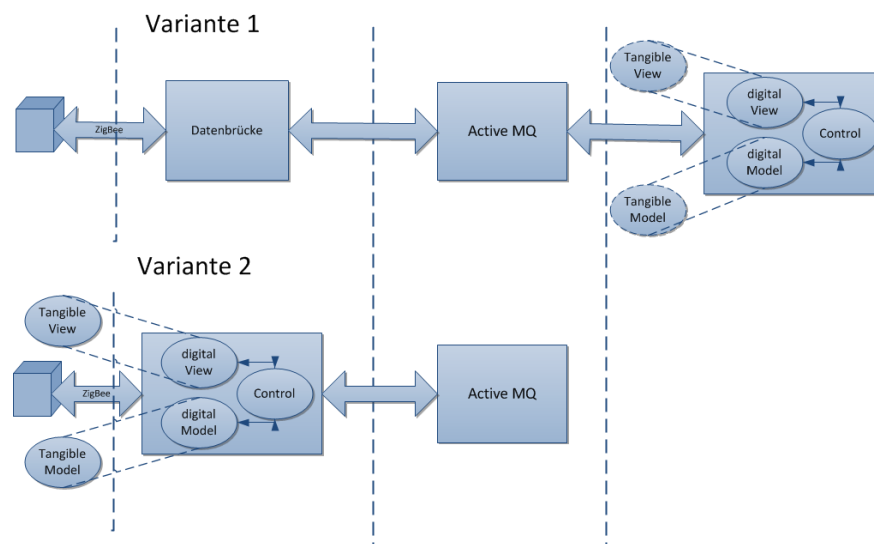


Abbildung 3.24: Varianten der Systemintegration des Cubicals

In Planung ist eine Integration auf Basis einer XML Beschreibung. So kann eine Sammlung von zu steuernden Funktionen zur Verfügung stehen, die an ebenfalls vorgefertigte Interaktionsformen wie Drehen, Kippen etc. gebunden werden können. Mit dieser Lösung wäre es sehr schnell möglich, verschiedene Szenarien zu erstellen bzw. die Konfigurationen anzupassen. Ebenfalls könnten so für den Nutzer konfigurierbare Verhalten erstellt werden, um eine Individualisierung zu ermöglichen. Eine Konfiguration des Cubicals könnte z.B. durch den in Abschnitt 3.3 beschriebenen Multitouch Tresen vorgenommen werden. Legt man den Cubical auf den Tresen, könnte man ein entsprechendes Interface herstellen in dem man einfach per Toucheingaben Funktionen auf den Cubical ziehen kann. Somit würde selbst die Konfiguration kein Fachwissen erfordern, sondern könnte auch ohne Handbuch oder großen Lernaufwand vom Nutzer die Konfiguration selbst durchgeführt werden.

Hardwareanbindung

Die aktuelle Anbindung wird über den seriellen Zugriff auf ein ZigBee Modul, welches über USB angeschlossen ist, realisiert. Die empfangenden Daten werden auf ihre syntaktische Korrektheit bezüglich des nachfolgenden Protokolls überprüft. Es wird keinerlei Prüfung auf semantische Korrektheit durchgeführt, um keine unnötigen Abhängigkeiten zu schaffen und

eine schnelle Portierung auf andere Übertragungsformen, wie z.B. Bluetooth, zu ermöglichen.

Protokoll Innerhalb des Entwicklerteams wurde ein einfaches String-basierendes Protokoll zum Datenaustausch zwischen der Hardware und dem Empfangsmodul festgelegt. Hierbei wurde JSON als Austauschformat gewählt. Durch den im Web verbreiteten Standard existieren viele verschiedene Bibliotheken zum Parsen dieser Daten. So konnten fertige Implementierungen genutzt werden um die Rohdaten in eine Objektrepräsentation umzusetzen.

```
{
    "LX": "value",
    "LY": "value",
    "LZ": "value",
    "BX": "value",
    "BY": "value",
    "BZ": "value"
}
```

Listing 3.1: Erste Protokollversion

Eine Verbesserung des aktuellen Protokolls (siehe 3.2) soll mittels dem Einsatz von JSON-Arrays erreicht werden, da sich so die gesendeten Bytes reduziert werden würden. Die Verbesserungen sind Bestandteil der kommenden Version. Im Beispiel 3.2 ist das zukünftige Protokoll zu sehen. Zusätzlich zu den Lagesensoren (L) und den Bewegungssensoren (B) sind die Werte eines geplanten Kompass (K) vorgesehen.

```
{
    "L": [ "x", "y", "z" ],
    "B": [ "x", "y", "z" ],
    "K": [ "x", "y", "z" ]
}
```

Listing 3.2: Verbessertes Protokoll

Der Einsatz von JSON hat sich im Laufe der Entwicklung als durchaus positiv herausgestellt. Durch viele fertige Bibliotheken lässt es sich schnell und sauber integrieren. Ebenfalls lassen sich die Daten fast ohne weitere Eingriffe auf die zentrale Infrastruktur des Living Place weiterleiten.

Lageänderung

Zur Erfassung der Lageänderungen wurden Referenzwerte (ein dreidimensionaler Vektor aus den Werten der Lagesensoren) zum Vergleich genutzt. Diese sind entweder fest codiert und auf die Hardware angepasst, oder werden mittels einer Kalibrierung ermittelt. Die

Kalibrierung ermittelt ein Mittelwert aus den ersten 50 empfangenen Werten, der dann als Referenz dient. Da ausgehend von einer Anfangslage ein festes Verhältnis zu den anderen Seiten besteht, können alle anderen Referenzwerte für die verschiedenen Seiten errechnet werden.

Zur Ermittlung der Lage und zur anschließenden Eventgenerierung wird ein Zustandsautomat genutzt. Werden bei neuen Datenpaketen größere Wertänderungen festgestellt, änderte sich der Zustand des Automaten und ein *PositionChangedEvent* wird erzeugt das innerhalb der Applikationslogik mittels eines entsprechenden Handlers abgefragt werden kann. Neben der aktuellen Position wird auch die vorherige Position übermittelt, um auf spezielle Lageänderungen reagieren zu können.

Bewegungsänderung

Die Analyse der Bewegungsänderungen basiert auf den Differenzen zum vorherigen Wert. Hierbei ist allerdings eine genaue Betrachtung der Sensorwerte notwendig, um ungewolltes Verhalten zu vermeiden. In Abbildung 3.25 ist der Verlauf der rohen Sensorwerte bei einer Drehung zu sehen.

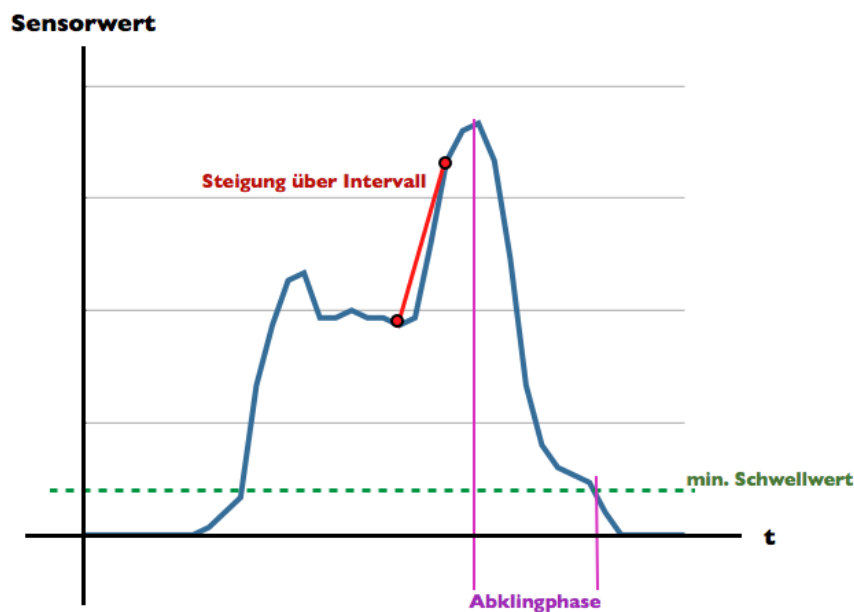


Abbildung 3.25: Beispielhafte Werte eines Beschleunigungssensors

Der Anstieg der Werte bewirkt die Veränderung des anlogenen Wertes innerhalb der Logik. Die abfallenden Werte können jedoch teilweise ein ungewünschten Effekt des "Nachschwingens" haben. Da der Sensor eine bestimmte Zeit braucht, um wieder auf den Nullpunkt

zurückzufallen, kommt es zu einer unbeabsichtigten Wertänderung. So bezieht sich die Betrachtung der Wertänderung nicht nur auf positive sowie negative Werte (Drehrichtung), sondern auch auf die Steigung der Geraden über die letzten Werte, um abfallende Flanken zu identifizieren und somit das Auspendeln des Sensors zu erkennen und zu ignorieren (s. Abb. 3.25). Mittels der Steigung kann auch die Drehgeschwindigkeit ermittelt werden, um in die in Abschnitt 3.2.3 vorgestellten Interaktionsformen zu ermöglichen. Bei der Entwicklung stellte sich heraus, dass selbst leichte Berührungen von dem Sensor erfasst werden und oftmals ungewollte Aktionen erfolgen. Aufgrund dessen wurde ein Schwellwert realisiert, der bewirkt, dass die bloße Berührung oder das Rütteln an der Unterlage nicht schon Aktionen ausführen, sondern wirklich eine Drehung durchgeführt werden muss.

Genauso wie bei der Lage, werden die Daten mittels eines Events *RotationEvent* der Applikationslogik zur Verfügung gestellt.

Zusammenfassung und Fazit

Die Entwicklung des Cubical ist keinesfalls abgeschlossen. Es kann vielmehr als offene Workbench gesehen werden, um Konzepte neuer Interaktionsarten zu überprüfen. Durch die offene Struktur und die einfache Anbindung an verschiedene Systeme, kann es schnell in die verschiedensten Projekte integriert werden. Weitere Versionen des Cubicals sind fest geplant und teilweise umgesetzt. Der hier vorgestellte Stand ist nur eine Aufnahme des aktuellen Standes. Gerade die Entwicklung eines XML-basierten Funktionsmapping könnte hilfreich sein, um schnelle Ergebnisse bezüglich der Nutzbarkeit zu erhalten und den Cubical in weitere Projekte zu integrieren.

3.2.7 Evaluation

Cubical vs. Complex Interaction

Aufgrund der Auseinandersetzung mit der Arbeit von Janlert und Stolterman (2008) in Kapitel 3.1.3, wurde am Beispiel des Cubicals eine Einordnung und ein Review auf der Basis der vorgestellten Konzepte vorgenommen. Dabei wurde das Szenario der Mediensteuerung gewählt und der Einordnung einer herkömmlichen Fernbedienung nach dem gleichen Muster gegenübergestellt. Es wurden die vier Unterteilungen (internal, external, interaction und mediated complexity) für die beiden zu untersuchenden und vergleichenden Artefakte vorgenommen (siehe Abb. 3.26) und sind nachfolgend entsprechend aufgeschlüsselt. Abschließend wurde eine Bewertung mit daraus resultierenden Ergebnissen erstellt.

Die Bewertung der einzelnen Punkte wurde in einer Skala von eins bis zehn vorgenommen. Dabei stellt eins ein geringes Maß an vorhandener Komplexität dar und zehn das Maximum. Die Bewertung wurde von den Entwicklern selbst durchgeführt. Auf eine weitere externe Einschätzung wurde bis auf weiteres verzichtet, da in diesem Fall die noch nicht

erschlossene Methodik und die Reviewmöglichkeiten für Designer und Entwickler im Vordergrund stand. Somit ist dieser Abschnitt nicht als Usability Untersuchung zu verstehen, sondern als Reflektion eines Entwicklungsprozesses und dessen Ergebnis.

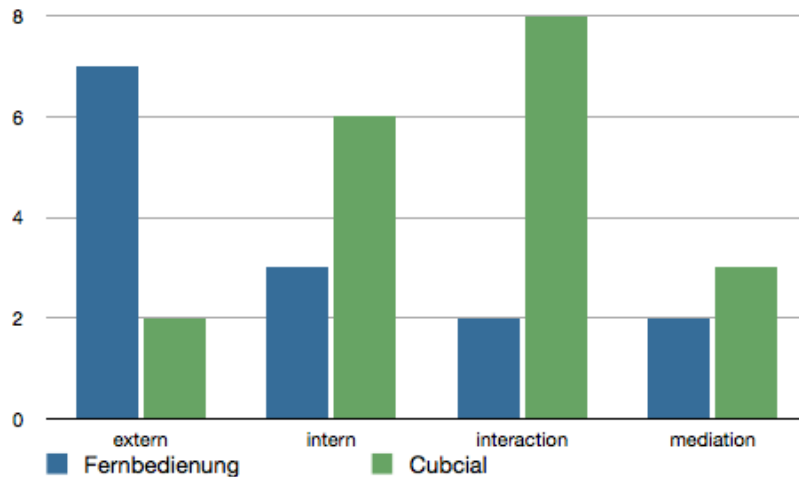


Abbildung 3.26: Complex Interaction Profil des Cubical im Vergleich zur Fernbedienung

Bewertung Fernbedienung

external complexity Die externe Komplexität wurde bei der Fernbedienung recht hoch mit 7 bewertet. Dies ist zwar abhängig von Typ und Ausprägung, doch machen viele wenig oder garnicht benutzte Schaltflächen es oftmals durch ihre Unübersichtlichkeit schwer dem Umgang zu erlernen. Viele Funktionen werden kaum oder gar nicht benutzt. Beschriftungen waren kaum hilfreich, da sich die Funktion nicht daraus ableiten ließ.

internal complexity Die interne Komplexität wurde mit 3 bewertet, die Abläufe sind leicht zu durchschauen und erwecken nicht den Eindruck von hohem, internen Aufwand der entsteht, wie es etwa durch Automation oder kontextabhängiger Funktionsanpassung entsteht.

interaction complexity Hier wurde ebenfalls eine geringe Komplexität angenommen. Das Drücken eines Knopfes und die Ausrichtung auf die Mediengerät, um eine Infrarotübertragung zu ermöglichen, wurde mit 2 bewertet.

mediation complexity Auch hier wurde ein geringer Wert angenommen. In diesem Fall wurde ein Wert von 2 gewählt, da lediglich das Material der Fernbedienung in Form von Griffigkeit einen geringen Einfluss hat.

Bewertung Cubical

external complexity Im Vergleich zur Fernbedienung wurde hier ein deutlich geringerer Wert festgelegt. Durch die sehr einfache Grundform und nicht vorhandener Schaltflächen, sind lediglich Farbe und Symbole in Teilen der externen Komplexität zuzuordnen. Mit einer Bewertung von 2 erscheint die externe Komplexität sehr gering.

internal complexity Die interne Komplexität wirkt dagegen mit einer Bewertung von 6 sehr viel höher. Kontextabhängige Funktionen, Bewegungssteuerung, sich anpassende Farbigekeit und zur Zeit halbtransparente Gehäuse, lassen auf eine hohe interne Komplexität schließen.

interaction complexity Ebenso ist die Bewertung der Interaktionskomplexität im Vergleich sehr viel höher. So wurde hier ein Wert von 8 gewählt, da es die Basis der Kontrolle ist. So sind zwar die möglichen Gesten beschränkt, müssen aber im Kontext betrachtet werden. Die Gesten ergeben sich teilweise erst aus ihrer gewählten Funktionalität, was zu Verwirrungen führen kann.

mediation complexity Auch bezüglich der Mediation-Komplexität wurde ein leicht höherer Wert angenommen. So wurden im Entwicklungsprozess die Kanten des Würfels abgerundet, was zu einer deutlich besseren Wahrnehmung und Handhabung führte. Ebenfalls hat z.B. der Würfel, wenn die Seiten eine leichte Wölbung haben, bessere Rotaionseigenschaften, was hilfreich bei der Interaktion mit dem Cubical ist.

Die aufgeführte Bewertung, die dadurch entstandenen Diskussionen und die dezidierte Betrachtung spezieller Aspekte hatte als Resultat bestimmte zu verbessernde Aspekte zur Folge. Gerade die deutliche Verschiebung von der externen hin zur interaction complexity, deutet darauf hin, dass die Interaktion unter Umständen besser erkenntlich sein muss. So sind Symbole auf den Seiten als Funktionsbeschreibung nicht ausreichend. Ein Ansatz ist, zu untersuchen ob zusätzlich zu den Symbolen noch Piktogramme zur Kenntlichmachung der Interaktionsform (kontinuierliches Drehen, schrittweises Drehen etc.) nötig sind.

Ein weiterer Punkt, der innerhalb der Diskussion besprochen wurde, ist, das die generelle Interaktionen einen höheren, spielerischen Effekt hat. So entstand die Vermutung, dass der Würfel schneller zum nachjustieren genutzt wird, und zwar weniger aufgrund der Notwendigkeit der Nachreglung sondern aufgrund des "Spieltriebs" des Nutzers. Dieses Verhalten wurde auch in den nachfolgend beschreibenden Tests innerhalb des Entwickler Büro beobachtet. Deutlich wurde bei der Auseinandersetzung mit dieser Methode, dass Fernbedienung und Cubical schwer zu vergleichen sind. Sie haben in Teilen zwar die gleiche Aufgabe, sind aber von der Intention grundsätzlich verschieden. So ist die Fernbedienung allein schon aus historischer Sicht zweckgebunden und soll sichtbar und präsent sein. Der Cubical reiht sich

als Element des UbiComp ein und soll nicht direkt als Element wahrgenommen werden, sondern sich natürlich in die Umgebung einbinden. Es hat eher den Flair eines peripheral Device bzw. Ambient displays. Als alleinstehendes Artefakt wurde für den Cubical die Kennzeichnung der Funktion, der Interaktionsformen und die Ermöglichung der einmaligen initialen Lernphase als weitere zu prüfende Fragestellungen festgehalten.

Evaluation der aktuellen Fassung

Die ersten Prototypen bezüglich Hardware wie in Gregors Arbeit beschrieben, führten zu Miniaturisierung und Anpassung der äußeren Form. Die aktuelle Form mit dem 3D gedruckten Gehäuse und der entwickelten Hardware, stellte sich bei ersten Tests als geeignet heraus, darauf aufbauend konnten erste Evaluationen vorgenommen werden.

Als erste Testumgebung wurde das Entwicklerbüro genutzt. Dem Cubical wurde allein die Funktion der Lautstärkenregelung zugewiesen und über den Tag im Büro mit vier Entwicklern platziert. Die Lautstärke der im Hintergrund laufenden Musik konnte so mit dem Cubical gesteuert werden. Verschiedene Aspekte konnten dabei beobachtet werden. Zum einen bewirkte die extrem helle LED einen eher störenden Effekt. Der Cubical, der in dem Versuchsaufbau rot leuchtete, stellte eine permanente Präsenz dar, die im visuellen Blickfeld zur Ablenkung führte. Eine Reduktion der Intensität verbesserte die Wahrnehmung. Ein komplettes Ausschalten des Lichtes nach einer gewissen Zeit ist einer der angestrebten Versuche bezüglich der Wahrnehmung. Damit wäre auch eine deutliche bessere Abgrenzung zwischen einer Notifikation und dem *idle*¹² Modus erkennbar.

Deutlich aufgefallen ist, wie schnell die Interaktion unterbewusst vorgenommen wurde. Entstand im Arbeitsalltag eine Diskussion, konnte ohne großen Aufwand oder Unterbrechung der Aufmerksamkeit die Lautstärke angepasst werden. Die Interaktionsdauer reduzierte sich auf ein Minimum und beließ den Fokus aller Personen bei der eigentlichen Aufgabe. In kurzer Zeit wurde der Cubical und seine Funktion von allen als natürliche und nicht invasive Interaktionsform wahrgenommen und genutzt.

Um die einfache Erlernbarkeit und das Verständnis von Nutzern zu testen, die nicht mit dem Konzept vertraut sind, wurde auf einer Firmenmesse verschiedenen Nutzern kurz die Funktionsweise des Cubical erklärt und dann der Umgang damit beobachtet. Als Funktionen wurden die Regelung der Lautstärke gewählt und ein Tisch so umgerüstet, dass er eine mittels Cubical eine steuerbare Beleuchtung aufwies. Dabei konnten dann die Farbigekeit, Helligkeit bei Farb- und Weißlicht verändert werden. Um die Reaktion auf nicht interaktive Elemente zu testen, wurde ein einfaches Pulsieren implementiert, welches keinerlei andere Funktion besaß. So war die Drehung um die eigene Achse fast allen Nutzern in ihrer Art intuitiv klar. Die Funktionalitäten der einzelnen Seiten wurde hingegen nur bei besonders

¹²Der idle Modus beschreibt einen Zustand, in dem das Gerät nicht genutzt wird und inaktiv ist.

klarer Symbolik dem Nutzer klar. Symbole wie Lautstärke und Lichtfarbe wurden schnell mit den Funktionen assoziiert. Helligkeit und ein eingebautes Pulsieren des Würfels, um eine Art Ruhemodus zu repräsentieren, wurde meist erst bei Rückfragen geklärt. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass vor allem die Symbolik der einzelnen Seiten eine große Rolle für das Verständnis des Nutzers spielt. Welche Arten von Piktogrammen gewählt werden können, um die Funktion besser zu verdeutlichen sind zukünftige Untersuchungsgegenstände, bei denen auch die Unterstützung von Kommunikationsdesignern hilfreich sein könnte.

Anders war es bei stillen Beobachtern, die anderen Nutzern bei den ersten Tests zusahen. Innerhalb weniger Minuten wurde ihnen die Funktionsweise komplett klar und sie konnten ohne jegliche Einweisung einen Großteil der Funktionen, trotz der teilweise schwer zu interpretierenden Symbolik, nutzen, und ihren Zweck erläutern.

Diese Vorstudien lieferten erste Ansatzpunkt zur Verbesserung weiterer Entwicklungssituationen. Ausführliche Test nach klassischen Usability Methoden sollen im Rahmen einer natürlichen Testumgebung wie dem Living Place Hamburg entstehen. Ein weiterer Punkt hierbei, könnte die Gegenüberstellung dieser Ergebnisse von Untersuchungen in klassischen Usabilitylaboren sein.

3.2.8 Fazit

Die Entwicklung des Cubicals hat sich als durchweg positiv herausgestellt. Der Entwicklungsprozess, wie in 3.1.4 beschrieben, konnte anhand dieser Fallstudie erprobt und verfeinert werden. Die verschiedenen Iterationen führten zu akzeptablen Ergebnissen, die in nachfolgenden Entwicklungen einfließen konnten. Durch Betrachtungen, wie in 3.2.7, konnten neue Betrachtungswinkel gewonnen werden, die bestimmte Review-Phasen innerhalb der Entwicklung unterstützen können. Die Entwicklung hat gezeigt, dass die kombinierte Hard- und Software Prototypenentwicklung mit Hilfe von offenen Entwicklungsplattformen erfolgreich eingesetzt werden kann. Dieses Vorgehen der schnellen Prototypenentwicklung ließ sich inzwischen auch auf anderen Projekte übertragen.

Das Konzept des Cubicals konnte ebenfalls in den ersten Untersuchungsergebnissen bestätigt werden. Die ersten Tests des Cubicals in seiner aktuellen Form (s. Abb. 3.27) zeigen die Einfachheit und intuitive Bedienbarkeit. Die geschaffenen Hard- und Softwareschnittstellen lassen eine Vielzahl an weiteren Einsatzmöglichkeiten und Szenarien zu. So könnte der Cubical als Eingabeinstrument für Spiele genutzt werden. Für zukünftige Entwicklungen sind vereinfachte Integration in Systeme, Umsetzung weiterer Szenarien und eine neue Hardwarerevision mit verbesserter Sensorik und Funkanbindung geplant. Der geplante Einsatz einer Vielzahl von Cubicals innerhalb der Wohnung im Zusammenhang mit der kontextabhängigen Steuerung von Geräten und Funktionsoverlays, sind die aktuell anstehenden Ar-

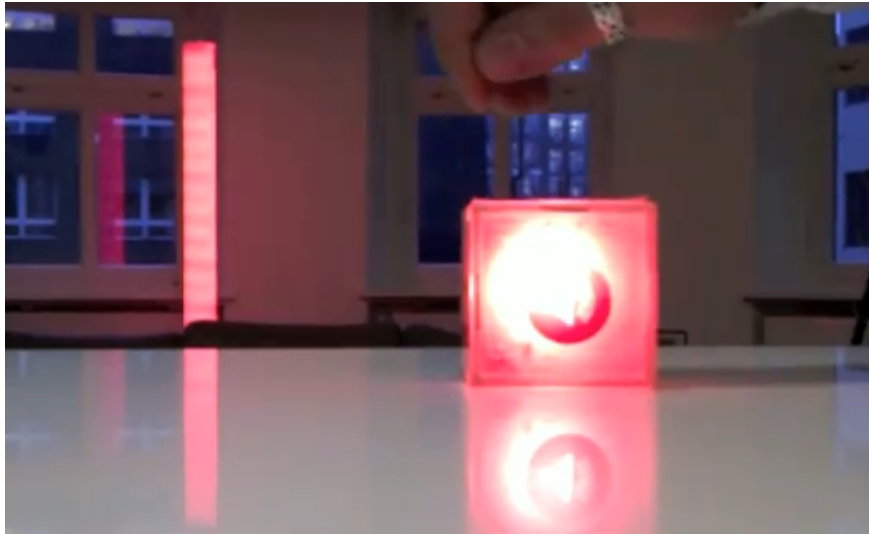


Abbildung 3.27: Aktuelle Fassung des Cubical

beitspakete, die allerdings an den Fortschritt der Wohnungsinfrastruktur gekoppelt sind. Es gibt weitere Überlegungen, den Cubical als offene Plattform zur Verfügung zu stellen, um eine Vielzahl von Projekten und verschiedenen Perspektiven zu erhalten.

3.3 Multitouch

Seit 2003 wird an der HAW Hamburg am Department Informatik untersucht, wie sich die Interaktion mittels Touch und Multitouch verbessern lässt. Speziell die Entwicklung von Multitouch Hard- und Software war primäres Ziel der Autoren während ihrer Arbeiten im Ambient Intelligence Labor. Begonnen wurden die Arbeiten an Multitouch Technologien mit einem einfachen infrarot Rahmen, der im Rahmen der Forschungen von Computer Supported Cooperative Work erworben wurde. Dieser Frame bot erstmals die Möglichkeit, mit mehreren Fingern Touch Gesten auszuführen, die die Bedienung deutlich interessanter und einfacher gestalten können. Hierzu wurde ein Framework erstellt, das die Rohdaten der Eingabe mittels unterschiedlicher Algorithmen zu Gesten verarbeitet. Als Erweiterung wurden dann GUI-Elemente erstellt, die diese Gesten nutzten.

Aufgrund der guten Erfahrungen und interessierten Firmen wurden weiterführend einige Applikationen entwickelt, die auf verschiedenen Messen getestet werden konnten. Diese Interaktionsstudien zeigten viele Gestaltungsoptionen zur Verbesserung der Technologie auf. So wurde mit den kooperierenden Firmen die Technologie weiter verbessert und mit Prototypen auf weiteren Messen getestet. Die Ergebnisse dieser Prototypenevaluation mündeten im Produkt *dreaMTouch* der Firma Citron¹³. Das Ergebnis wurde verfeinert und dient heute der weiteren Entwicklung von infrarot-basierten Multitouch-Rahmen an der HAW.

Die Untersuchungen mit vielen tausend Menschen auf Messen haben auch viele Erkenntnisse in Bezug auf des Interaktionsdesign geschafft. Es konnten Einblicke in Fragen wie:

- Was sind die Merkmale von Touchinteraktion?
- Wie verläuft eine Interaktion mit einem Multitouch-Gerät?
- Was sind die Mittel für möglichst einfache und intuitive Interaktion?
- Welche Folgen hat die fehlende Haptik?
- Wann und warum ist der Einsatz von Gesten sinnvoll?
- Wie kann die Aufmerksamkeit eines Passanten geweckt werden?

gewonnen werden. Allerdings war zu diesem Zeitpunkt keine ausreichende wissenschaftliche Auswertung dieser Ergebnisse möglich. Dies wurde erst im Laufe des Masterstudiums nachgeholt. Hierzu wurden einige Berichte angefertigt, die weiter die Interaktion (Vogt (2009)) und die Haptik (Rahimi (2009)) für Multitouch untersuchen.

Weitere Hardware und Technologien wurden hinzugezogen um möglichst viele Facetten der

¹³<http://www.citron.de/>

Interaktion abzudecken und so einen besseren Überblick über das Thema Interaktionsdesign zu gewinnen. Auf diese Weise wurden auch die Bereiche des tangible-, mobil- und social Computing (s. auch [Bry u. a. \(2010\)](#)) zum Untersuchungsgegenstand. Hierzu wurde die Analyse der Touch Interaktion auf das Microsoft Surface¹⁴, Jazzmutant Lemur¹⁵ und später das Apple iPad¹⁶ erweitert. Dadurch wurden dann erste Untersuchungen mit passiven *tangibles* auf dem Surface durchgeführt. Die Interaktion auf kleineren Bildschirmgrößen und mobilen Geräten wurde durch Analyse des iPads und der zugehörigen Interaktionsmetaphern erforscht. Die Beschränkung der Fingerinteraktion wurde durch die Erfassung von Ganzkörperbewegungen mit Hilfe der Nintendo Wii-Mote und Balance-Board aufgebrochen. Zusätzlich wurde der Einsatz von Sprachsteuerung zur Verbesserung der Interaktion bei komplizierten Aktionen hinzugezogen.

Diese vielfältigen Erfahrungen mit Interaktions- Design, Technologie und Modalitäten finden Anwendung im Living Place, das eine große Auswahl an verschiedenen Interaktionen benötigt, um eine möglichst intuitive und nahtlose Interaktion zu ermöglichen. Die Interaktion mit einer hochkomplexen, intelligent automatisch agierenden Umgebung, kann nur mit Hilfe von gutem Design und einem ausgeprägten Verständnis über mögliche Technologien gelingen. Im Folgenden wird der Einsatz der Technologie im Living Place beschrieben. Von der Konzeption, über die Realisierung bis hin zur Evaluation mittels Usability soll dies zur Verdeutlichung eines Vorgehensmodells dienen.

3.3.1 Konzeption

Eine intelligente Umgebung wie das Living Place bietet für den Benutzer einen Zugang zu vielen Informationen aus der Umgebung selbst oder aus dem Internet. Hinzu kommen dann auch die vielfältigen Einstellungsmöglichkeiten für die Umgebung selbst. Hierzu gehören beispielsweise die Temperaturregelung, das Öffnen von Fenstern und die Steuerung von Medien.

Der Zugang zu den o.g. Funktionen muss möglichst einfach und intuitiv gehalten werden, um den Benutzer nicht zu verwirren. Dazu ist es nötig, einige Grundregeln einzuhalten, die in Interaction Design (s. Abschnitt 3.1) erläutert wurden. Besonders hervorzuheben sind dabei die einfache Gestaltung der Bedienoberfläche und eine möglichst gleichartige Interaktion bei allen Geräten mit Multitouch-Funktionalität. Der erste Schritt hierbei ist das Weglassen oder Entfernen von unnötig komplizierten Menüstrukturen. Einerseits sind diese Strukturen notwendig, um viele Funktionen unterzubringen, andererseits fällt es "normalen" Benutzern

¹⁴<http://www.microsoft.com/surface>

¹⁵<http://www.jazzmutant.com/>

¹⁶<http://www.apple.com/iPad>

sehr schwer sich in diesen Strukturen zurechtzufinden.

Multitouch Interaktion

Die Erkennung mehrerer Finger ermöglicht den Einsatz von Gesten zur Interaktion. Um zu verdeutlichen welche Möglichkeiten sich dadurch ergeben, sind an dieser Stelle die Interaktionen abgebildet, die im darafu Folgenden verwendet werden¹⁷.



Abbildung 3.28: Tap

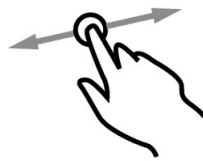


Abbildung 3.29: Drag

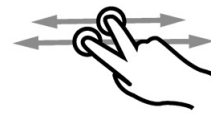


Abbildung 3.30: Scroll



Abbildung 3.31: Pinch

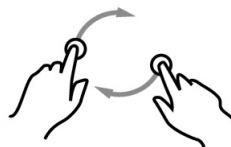


Abbildung 3.32: Rotate



Abbildung 3.33: Hand-Drag



Abbildung 3.34: Touch-Up

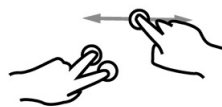


Abbildung 3.35: Pan

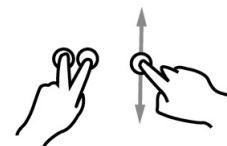


Abbildung 3.36: Tilt

¹⁷Die Bilder stammen aus der Open Source Gesture Library von Gestureworks (<http://gestureworks.com/features/open-source-gestures/>)

Gesten haben Semantiken, die sich zum einen über gewisse mentale Modelle bilden, aber zum anderen auch über die Zeit herauskristallisieren¹⁸. Einige, wie z.B. *Tap* (einfaches Zeigen mit dem Zeigefinger zur Auswahl eines Objektes, s. Abb. 3.28), sind relativ eindeutig, während andere, wie *Pan* und *Tilt* (Interaktion im 3D Raum: Neigen und Kippen der Kamera Ansicht, s. Abb. 3.35 und 3.36), nicht unbedingt intuitiv sind.

Es wird ersichtlich, dass eine Klassifizierung von Gesten notwendig ist, um herausarbeiten zu können, welche Gesten in welchem Rahmen einzusetzen sind. Die Autoren haben in Boetzer u. a. (2008) bereits eine erste Taxonomie vorgenommen, die die Gesten in die Gruppen kontinuierlich und symbolisch-manipulativ einteilt¹⁹ (s. Abb. 3.37).

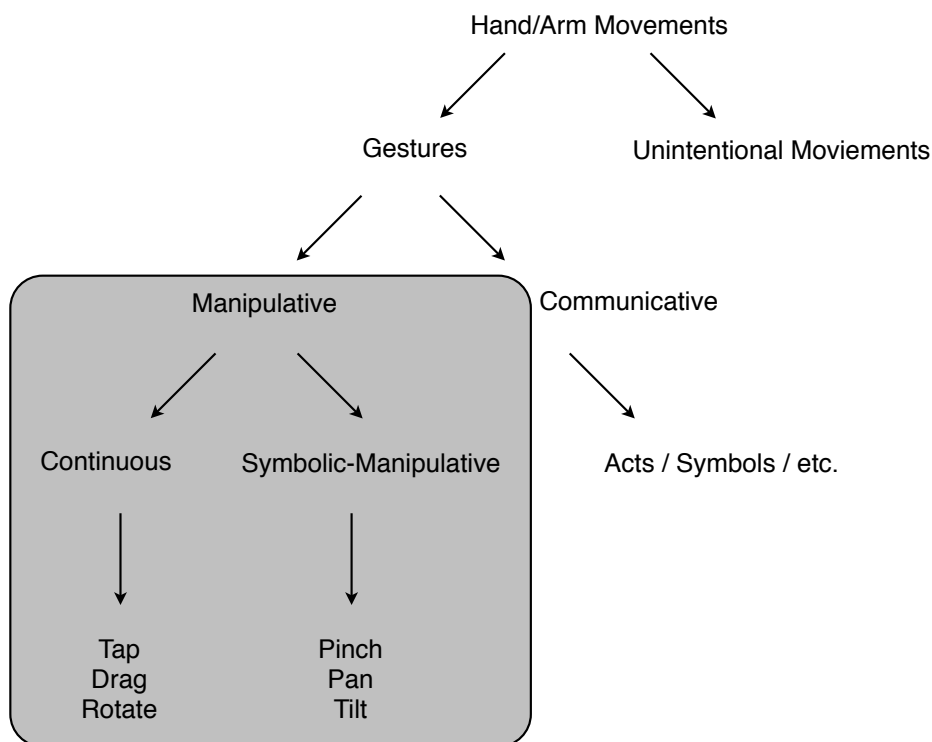


Abbildung 3.37: Gestentaxonomie aus Boetzer u. a. (2008)

¹⁸Der Einsatz von Werbung beschleunigt die Adaption von Semantiken für Gesten. Siehe User Experience 3.1.1

¹⁹Die Gruppe der unbeabsichtigten Bewegungen wurde auch analysiert, wird aber hier nicht weiter in Betracht gezogen.

Die Anwendung von kontinuierlichen Gesten, wie *Tap* und *Drag* (s. Abb. 3.29 und 3.33), stellt in meisten Fällen kein Problem dar, da die Funktionen für den Benutzer schnell verständlich werden. Das Zeigen auf ein Objekt und das darauf folgende Bewegen des Fingers, führt zu einer analogen Translation des virtuellen Objektes auf dem Bildschirm. Dies entspricht nahezu der realen Interaktion mit einem Bild auf einem Tisch oder auf einem Whiteboard und ist somit recht intuitiv. Das Bewegen mit der ganzen Hand (Hand-*Drag*) entspricht somit dem Bewegen von mehreren Objekten gleichzeitig und wird somit als Translation der gesamten Ebene umgesetzt.

Die symbolisch-manipulativen Gesten bedürfen jedoch nach den Untersuchungen erst eine Lernphase. Diese Lernphase wird länger, je höher der Abstraktionsgrad der Geste in Relation zur Realität ist. Der Vergleich zwischen *Rotate* (s. Abb. 3.32) und *Pinch* (s. Abb. 3.31) verdeutlicht diesen Sachverhalt. Während *Rotate* einen sehr kleinen Abstraktionsgrad vorweist (Die Rotation eines Objektes durch das Auflegen von zwei Fingern und Bewegen in einer Kreisform), ist die Semantikzuschreibung des *Pinch* zum Vergrößern und Verkleinern von Objekten in der Realität nicht auszumachen. Dies führt jedoch nicht sofort zu einer schlechteren User Experience, denn trotz der Realitätsferne ist die *Pinch* Geste eine der häufigsten Gesten bei Multitouch Software. Hier spielt das Gefühl des Nutzers bei der Verwendung eine wichtige Rolle. Ist die Umsetzung also gelungen, kontinuierliche zielgerichtete Animation mit gutem Verhältnis zwischen Fingerbewegung und Skalierung des Objektes, wird die Geste trotz des zunächst fehlenden Affordance von den Benutzern angenommen.

Gesten für das Rollen von Bildschirminhalten sind besonders bei Anwendungen mit viel Inhalt wichtig. Der Inhalt ist in diesen Fällen häufig zu groß für den Bildschirm und wird nicht komplett angezeigt, er befindet sich somit außerhalb des Bildbereichs des Bildschirms. Um diesen Inhalt in den sichtbaren Bereich zu transportieren gibt es u.a. die allgemein anerkannte Geste *Scroll* (s. Abb. 3.30), bei der zwei Finger aufgelegt und in die gleiche Richtung bewegt werden. Der Bildschirminhalt wird in Abhängigkeit zu der zurückgelegten Strecke der Finger verschoben. Bei dem s.g. *Snap-In* werden häufig Pakete von Inhalten gebildet, die dann im ganzen verschoben werden, so dass es nicht vorkommen kann, dass nur Teile von Inhalten zu sehen sind, sondern immer Inhalte im Ganzen (s. Abb. 3.38). Dieses wird bei kleineren Bildschirmformaten eingesetzt, da hier ohnehin schon eine eingeschränkte Sichtfläche besteht.

Es ist bisher nicht möglich, alle Funktionen eines normalen PC-Systems auf Gesten abzubilden. Dies sollte aber auch nicht Ziel der Bestrebungen sein, wichtiger ist ein ausgewogenes und passendes Gestenrepertoire für den speziellen Anwendungszweck. Eine unüberschaubare Masse an Gesten für alle möglichen Funktionen würde für den Benutzer eine sehr lange Einarbeitungszeit voraussetzen. Aus diesem Grund sind Smartphones mit



Abbildung 3.38: iPhone Bilder Applikation: Drag mit Snap-In

Touchscreens und Gesteneingaben im Moment deutlich erfolgreicher, als Feature-Telefone. Das Gestenrepertoire ist bei diesen Geräten bewusst beschränkt und gezielt für den Einsatzzweck ausgewählt. Auf diese Weise trägt die Toucheingabe positiv zur User Experience bei, ohne den Benutzer zu überfordern oder zu wenig Funktionalität zu bieten.

Im Vergleich zum Mobiltelefon ist das "Living Place" allerdings deutlich umfangreicher bezüglich der angebotenen Funktionalität. Der Status der Umgebung kann helfen, die adäquate Balance zwischen angebotener Funktionalität, einfacher Bedienung und simpler Oberfläche zu finden. Dazu zählen nicht nur die Daten der Sensoren des Umfelds, wie z.B. die Temperatur, sondern auch die Position des Benutzers innerhalb der Umgebung. Die Ausprägung der Interaktion muss unterschiedlich sein, je nachdem in welchem Bereich der Wohnung sich der Benutzer aufhält. So sind in der Küche andere Dinge wichtiger als im Wohnbereich. Es ist auch wichtig, darauf zu achten, eine möglichst hohe Transparenz über den Zustand der Wohnung zu schaffen. Hierzu ist es nötig, Möglichkeiten zu bieten, auch peripher Daten gesehen werden können. Aus diesen Gründen wurden drei feste Positionen in der Wohnung ausgemacht, an denen Multitouch Elemente verbaut werden sollten (s. Abb. 3.39).

Für die Dateneinsicht und kurze Informationen ist im Flur ein Bildschirm mit Touchinteraktion vorgesehen, der weiterhin als **Schaltzentrale** bezeichnet wird (s. Abb. 3.40).

Im Bereich zwischen Küche und Esstisch ist ein **Küchentresen** vorteilhaft, da dieser sowohl von der Küche als auch vom Essbereich aus bedienbar ist. Im Wohnbereich bietet es sich an, einen **Couchtisch** als interaktives Element zu wählen.

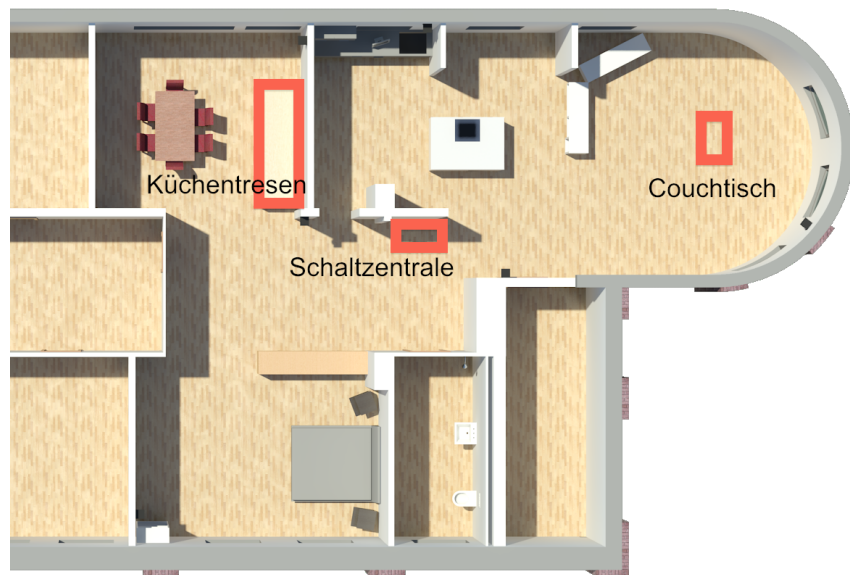


Abbildung 3.39: Vorgesehene Positionen für Multitouch Elemente



Abbildung 3.40: Beispielhafte Montage eines Displays im Flur

Architektur der Teilsysteme

Für die o.g. Elemente sind folgende Dienste erforderlich, die von allen gleichartig genutzt werden. Diese Dienste werden als MVC Architekturen umgesetzt, da so die Wiederverwendbarkeit sichergestellt wird, ohne Einschränkungen bei der Funktionalität hinnehmen zu

müssen. Die Dienste wurden wie folgt benannt:

- **Channel Manager**
- **Media Manager**
- **Home Manager**

Die View dieser Dienste wird von dem jeweiligen Element implementiert, so dass für jedes Element eine spezifische Gestaltung der Oberfläche vorgenommen werden kann. Auf diese Weise wird ermöglicht, dass sich die GUI situationsgerecht anpassen kann, ohne den Dienst ändern zu müssen.

Der **Channel Manager** (s. Abb. 3.41) ist für die Informationskanäle des Bewohners mit der Umwelt verantwortlich. Dies beinhaltet u.a. das Abrufen und Finden von Informationen, die

Channel Manager

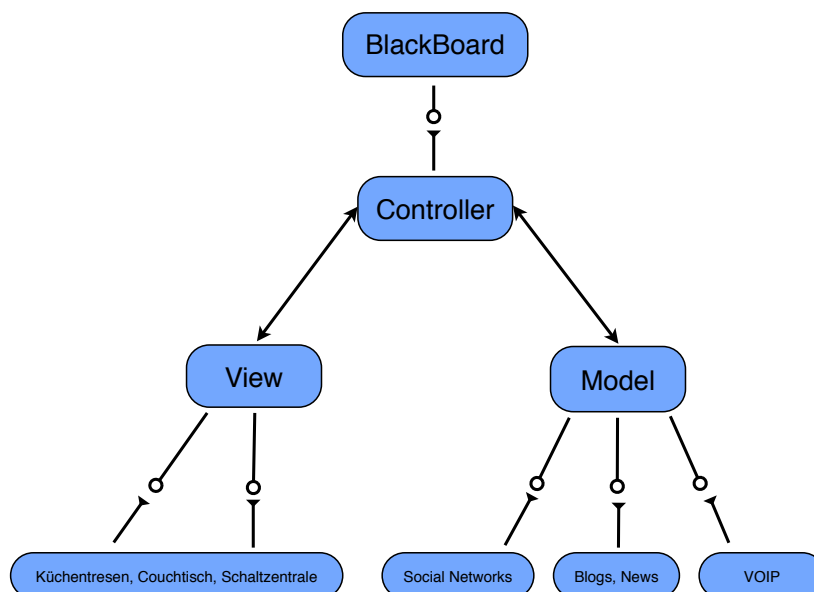


Abbildung 3.41: Channel Manager Architektur

für den Benutzer interessant sind. Hierzu bedient sich der Channel Manager den öffentlichen

APIs von Nachrichten. Eine der vielen Quellen ist die von Google aggregierte Google News Sektion²⁰. Google bietet auch Optionen auf die Einschränkung der Informationen auf ein bestimmtes Gebiet an, so dass der Benutzer sehr einfach auswählen kann aus welchen Bereichen die Nachrichten kommen sollen.

Blogs sind andere Informationskanäle, die typischerweise über RSS Reader verwaltet werden. Die Blogs bieten als Schnittstelle RSS Feeds an, die jeder Benutzer einzeln abonnieren kann, um immer über neue Nachrichten informiert zu werden. Es haben sich zahlreiche Newsfeed Aggregatoren entwickelt, die die Newsfeeds abrufen und dem Benutzer über ein Portal zur Verfügung stehen. Diese Sammlung vereinfacht die Integration der Blogs in andere Systeme um ein Vielfaches, da nur noch eine Quelle abgerufen werden muss. Hierzu soll auch die öffentliche Schnittstelle von Google²¹ genutzt werden, da diese sich besonders einfach integrieren lässt.

Ein essentieller Kanal sind Social Networks, in denen der Benutzer aktiv ist. Die Aufnahme von Nachrichten aus diesen Netzen ist also unerlässlich. Die Anbindung von Facebook und Twitter ist mit wenig Aufwand zu bewerkstelligen und stellt eine große Bereicherung für den Modern Living Aspekt des Living Places dar. Die APIs basieren auf einer OAUTH²² Authentifizierung für die Anmeldung und JSON oder XML Strings für die darauf folgende Kommunikation. Auf diese Weise lassen sich Informationen, wie z.B. Kontakte und Neuigkeiten aus diesen Netzwerken erheben. Die Anbindung der Social Networks und der Blogs erlaubt auch das Veröffentlichen von Informationen und kommt somit dem modernen Zyklus von Read/Reflect/Republish zugute.

Als weiteres Kommunikationselement ist eine Telefonanlage zu implementieren. Diese beschränkt sich vorerst auf den Einsatz von Skype als VOIP-System zur Audio- und Videokommunikation.

Der **Media Manager** stellt die Medien des Benutzers zur Verfügung. Die Medien können Audio, Foto und Videodaten sein, aber auch Texte, wie z.B. Bücher. Die Bereitstellung erfolgt über DLNA²³, einem Netzwerkprotokoll auf Basis von UPNP²⁴. Ähnlich zu Webservices werden hier über Service Discoveries Geräte erkannt, die bestimmte Dienste anbieten. In DLNA-Netzen gibt es drei Kernkomponenten: Media Server, Media Renderer und Media Controller. Die Struktur ist somit ähnlich zur Model-View-Controller Architektur.

Media Renderer sind alle Geräte, die Medien wiedergeben können und stellen die View dar. Es werden hier alle Geräte abgebildet, die das Protokoll zur Ausgabe von Daten implementieren. Voraussetzung hierfür ist das Dekodieren der Daten mit den entsprechenden Codecs. Die angebotenen Funktionen des Gerätes werden dabei berücksichtigt, so dass nur Medien

²⁰<http://news.google.com/>

²¹<http://reader.google.com/>

²²OAuth ist ein offener Standard zur Authentifizierung.

²³<http://www.dlna.org/>

²⁴<http://www.upnp.org/>

zur Verfügung gestellt werden, die das Gerät wiedergeben kann. Ein Display bekommt also Video- und Bilddaten, während ein E-Reader nur Textdateien einsehen kann. Fernseher und Audioanlagen der neueren Generation verfügen bereits über alle nötigen Funktionen, um in ein DLNA Netzwerk als Renderer integriert zu werden. Üblicherweise haben diese Geräte eine Netzwerkschnittstelle, die eine Verbindung über Ethernetport oder W-Lan erlaubt.

Media Server entsprechen der persistenten Schicht aus IT-Architekturen und bieten Medien an. Die Medien sind typischerweise nach Art des Mediums kategorisiert, z.B. Audio, Video oder Fotos. Die meisten Media Server bieten Filterfunktionen an, mit denen der Content eingeschränkt werden kann. Als Media Server kann ein beliebiger PC mit Netzwerkschnittstelle dienen. Einzige Voraussetzung ist eine Software, die den Rechner in die DLNA Infrastruktur integriert. Typischerweise ist das eine Server Applikation, die das UPNP/AV Protokoll implementiert und damit die Service-Discovery und Streaming Mechanismen zur Verfügung stellt. Media Controller stellen das Control aus MVC dar und agieren als Vermittlung zwischen Media Server und Renderer. Sie nutzen die Service-Discovery, um die Renderer und Server der Struktur ausfindig zu machen und bieten diese dem Benutzer oder einem anderen System an. Media Controller können beliebige Rechner sein, die eine Anbindung an das Netzwerk haben und die UPNP/DLNA-Protokolle umsetzen. Sie bieten als einzige Module im DLNA-Kontext die Fernsteuerung von anderen Geräten. So kann mittels eines Media Controllers automatisch ein bestimmtes Medium vom einem Media Server ausgewählt und auf einem beliebigen Renderer ausgegeben werden. Dies ist wichtig, um Teilaspekte einiger Szenarien im Living Place abbilden zu können, bei denen die Wiedergabegeräte und Medien dynamisch gewechselt werden, wie z.B. bei einer, dem Benutzer folgenden Telefonkonferenz. Der Media Manager ist die Kommunikationsschicht zwischen Blackboard und DLNA-Infrastruktur. Er muss die Schnittstellen des Blackboards und der DLNA Geräte implementieren, um allen anderen Geräten im Living Place Anzeigegeräte anbieten zu können und den Anzeigegeräten den Zugriff auf Daten zu ermöglichen (s. Abb. 3.42). Die Streams brauchen u.U. sehr viel Bandbreite, deshalb werden sie nur über das Blackboard vermittelt, während die eigentliche Übertragung direkt erfolgt.

Der **Home Manager** bindet die Sensoren und Aktuatoren der Wohnumgebung an die Multitouch Elemente an. Der Zugang zu den Sensoren und Aktuatoren ist über das Blackboard gegeben. Hierzu müssen die nötigen Protokolle implementiert werden, so dass die Umsetzung der Daten auf die Multitouch Elemente erfolgen kann.

Die Controller der Elemente sind gleichartig in der Umsetzung und verwenden TUIO als Protokoll zum Übertragen der erkannten Touchpunkte. Sie unterscheiden sich lediglich bei der Erkennung der Interaktion durch die verwendeten Technologien, die im Abschnitt Implementation 3.3.3 genauer betrachtet werden.

Media Manager

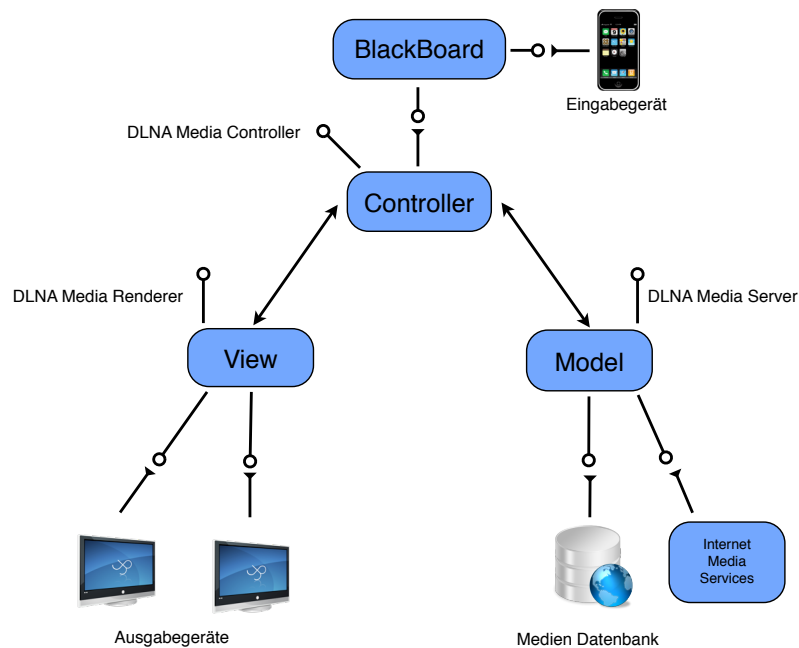


Abbildung 3.42: Media Manager Architektur

Schaltzentrale

Die Position im Flur des Living Place ist geeignet, um ein Display anzubringen, auf dem der Status des Living Place und andere für den Benutzer interessante Informationen angezeigt werden. Der Durchgang befindet sich zwischen den einzelnen Bereichen und der Bewohner geht durch diesen Bereich um zum WC, zur Küche, zum Wohnbereich und zum Schlafbereich zu gelangen. Deshalb ist es hier wichtig, Daten so zu präsentieren, dass sie auch beim Vorbeigehen aufgenommen werden können. Das Display wird im Gegensatz zu den folgenden Multitouch Elementen an der Wand angebracht und stellt somit eine vertikale Interaktionsfläche dar. Dies hat Auswirkungen auf die nutzbaren grafischen Elemente der GUI. Physiksimulationen und typische Desktopelemente erfüllen bei einer vertikalen Fläche nicht die Erwartungen des Benutzers bei der Bedienung.

Die Schaltzentrale soll genutzt werden, um die Aktivitäten im Living Place anzuzeigen. Die Aktivitäten können Vorgänge in der Küche, z.B. ein aktueller Kochvorgang, im Wohnbereich z.B. ein gerade laufender Film, sein. Zu den anzuzeigenden Aktivitäten gehört auch der

Zustand der Teilsysteme der Wohnung, wie z.B. der Status der Sensoren, des Lichts und des Stromverbrauchs. Je nach Situation können auch Informationen über Medien, wie z.B. verfügbare Filme und Songs oder Ein- und Ausgabegeräte, interessant sein.

Es laufen viele Prozesse im Hintergrund ab, wie die Kommunikation der Teilsysteme über das Blackboard des Living Place, oder die Netzwerkinfrastruktur der Systeme (s.a. 2.4.3). Um diese transparenter zu gestalten, sollte es an dieser Stelle Zugang zu einer entsprechenden Visualisierung geben. Hier muss ansprechend dargestellt werden, was gerade passiert und welche Geräte an welcher Aktivität beteiligt sind. Dies bietet neben der Transparenz auch den Vorteil, dass es für den Benutzer deutlich einfacher wird, Fehlverhalten des Systems auf ein bestimmtes Teilsystem einzugrenzen.

Um der Prämisse des Modern Living (s.a. Kap. 2) gerecht zu werden, sind neben den lokalen Diensten auch Internetdienste angebunden, wie z.B. Neuigkeiten aus Nachrichten, Social Networks oder Blogs. Dazu ist ein Management der Kanäle notwendig, um den Benutzer nicht zu überfordern und um die Daten auf allen Geräten konsistent zu halten.

Neben dem Anzeigen ist natürlich auch ein gewisser Konfigurationsgrad von Interesse. Das Steuern der Heiz- und Fenstersysteme ist hierbei wichtig, da der Benutzer im Vorbeigehen schnell eine Änderung vornehmen kann. Dazu muss die Oberfläche diese Art der schnellen Bedienung auch zulassen. Für den erfahrenen Benutzer können noch Optionen auf die Administration des Netzwerkes freigeschaltet werden.

Die Interaktion mit der Schaltzentrale Nach den Pattern der Interaktionsgestaltung (s.a. Interaction Design Patterns 3.1.3) wurde ein Interaktionskonzept entwickelt, das möglichst alle o.g. Erwartungen erfüllt, ohne zu kompliziert zu werden. Dies wird durch die modulare Segmentierung der einzelnen Funktionen erreicht (s. Abb. 3.43). Die Unterteilung erfolgt in die "Information Tiles" (iTiles): News, Blogs, Social Networks, Media und Status, die kachelartig auf dem Display verteilt sind. Sie ist dynamisch und ändert sich während des Gebrauchs, passt sich also an das Nutzerverhalten an. Dadurch wird erreicht, dass die wichtigsten iTiles immer zentral auf dem Bildschirm stehen. Diese Dynamik wird auch auf die Interaktion übertragen, so dass bei einem einfachen Tap auf ein iTile eine Vergrößerung desselben erfolgt (s. Abb. 3.44, 3.45 und 3.46).

Daraufhin kann mittels Scroll-Gesten zwischen den einzelnen Inhalten gewechselt werden. Um eine bessere User Experience zu erreichen, wird hier ein Snap-In Mechanismus verwendet, damit nur ganze Inhalte angezeigt werden. Im unteren Bereich der iTiles wird ein Page Indicator eingeblendet, wenn es z.B. mehrere Seiten gibt, so dass der Benutzer die Anzahl der Seiten kennt und weiß auf welcher er sich zur Zeit befindet. Einzelne Inhalte können mit einem Pinch skaliert werden, um dem Benutzer die Möglichkeit der genaueren Betrachtung zu geben.



Abbildung 3.43: Schaltzentrale



Abbildung 3.44: Blättern durch aktuelle Nachrichten mit zwei Fingern



Abbildung 3.45: Freies Skalieren und Rotieren von Inhalten



Abbildung 3.46: Medienbibliothek der Schaltzentrale zur Auswahl von Ambient Musik

Architektur der Schaltzentrale Die Inhalte werden durch die Manager über das Blackboard des Living Place bereitgestellt. Die Schaltzentrale implementiert hierfür Interfaces zum Blackboard und einige Protokolle für die Dienste. Die Kommunikation erfolgt über Ethernet und basiert auf JSON Paketen, die das Protokoll der Dienste abbilden (s. Abb. 3.47).

Küchentresen

Der Küchentresen befindet sich an der Durchreiche zur Küche und verbindet so die Küche mit dem Essbereich. Er ist als Tisch ausgeprägt und bietet durch die große Fläche von ca. zwei mal einem Meter nicht nur die Möglichkeit der Ablage zwischen Küche und Essbereich, sondern kann auch als große Arbeitsfläche genutzt werden (s. Abb. 3.48).

Die Interaktion mit dem Tresen erfolgt sowohl in aufrecht sitzender als auch in stehender Position. Durch die Multitouch-Oberfläche kann je nach Situation eine andere GUI eingeblendet werden. So können hier unterschiedliche Szenarien abgebildet werden, die sowohl das Wohnen und Essen, als auch das Arbeiten beinhalten. Die nutzbaren Gesten sind bei dem Küchentresen sehr vielfältig, beschränken sich im Kern jedoch auf die in Multitouch Interaktion 3.3.1 genannten Gesten.

Bei der Größe der Interaktionsfläche kann der Benutzer nicht alle angezeigten Dokumente immer erreichen, daher sind Mechanismen notwendig die diesem Gegenstand entgegenwirken. Hierzu haben [Roßberger \(2008\)](#) und [Barnkow \(2010\)](#) einige Untersuchungen

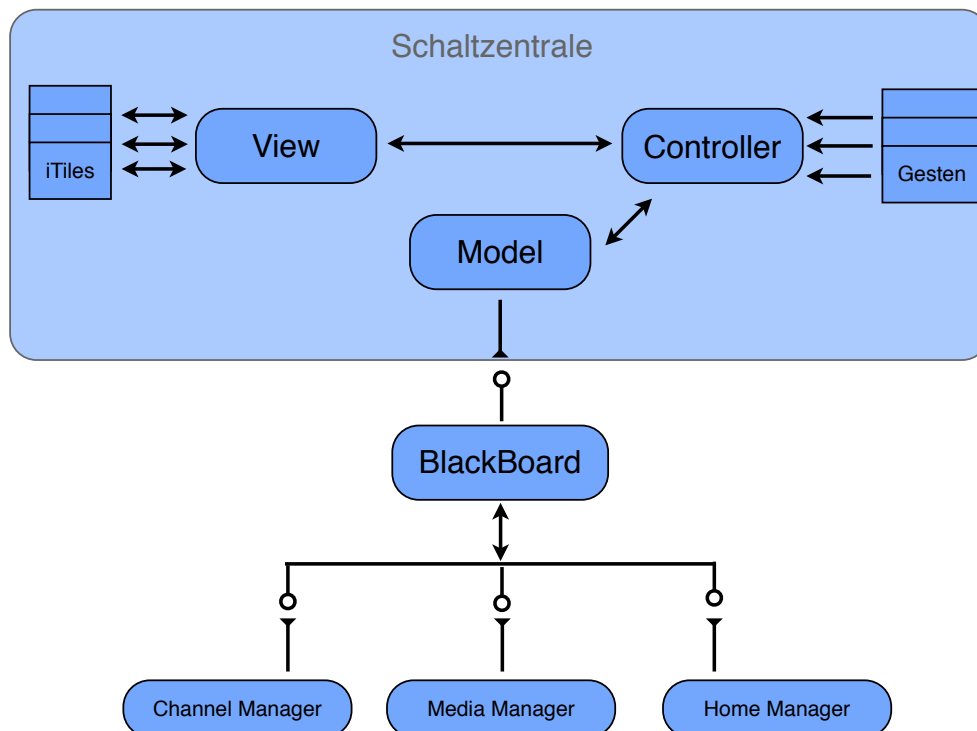


Abbildung 3.47: Architektur der Schaltzentrale

durchgeführt, bei denen Kooperation und die Platzierung von Dokumenten analysiert wurden. Die Ergebnisse werden in das Interaktionsdesign des Küchentresens aufgenommen. Dieses wird erreicht, indem kapazitive Sensoren angebracht werden, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, wo sich der Benutzer am Tresen befindet. Dokumente, die den Benutzer betreffen oder Interaktion benötigen, können so direkt in der Nähe des Benutzers angezeigt werden.

Die Integration von tragbaren Geräten des Nutzers erweitert die Interaktion. Für Szenarien, wie z.B. den Tagesplaner, ist die Integration unerlässlich, denn es werden hier Daten zwischen Smartphone und Umgebung ausgetauscht.

Zusätzliche Haptik wird bei Multitouch-Tischen üblicherweise über Tokens realisiert, die mit einem Marker versehen sind. Durch die Markierung kann der Tisch diese Objekte identifizieren und ihre genaue Position und weitere Eigenschaften erkennen. Auf diese Weise lässt sich die fehlende Haptik von Touchinteraktion kompensieren und eine weitaus natürlichere Interaktion generieren (Bekannt ist diese Art der Interaktion auch aus Filmen s. Abb. 3.49)²⁵.

²⁵Quelle: <http://www.theisland-themovie.com/>



Abbildung 3.48: Mockup des Küchentresen



Abbildung 3.49: Touch und Tangible Interaktion aus dem Film The Island

Ein sehr gutes Beispiel aus der Wissenschaft ist der Reactable (s.a. [Kaltenbrunner \(2009\)](#)), der diese markierten Objekte nutzt, um dynamisch Musik zu generieren (s. Abb. 3.50)²⁶. Hier wird der Abstand des Objektes zur Bildschirmmitte und die Rotation der Objekte genutzt, um die Musik zu anzupassen. So hat jedes Objekt eine bestimmte Funktion oder einen Klang, wie z.B. die Geschwindigkeit der Wiedergabe oder der Bass, das Klavier oder die Gitarre.

²⁶Quelle: <http://reactable.com>



Abbildung 3.50: Reactable mit Tokens

Ein großer Nachteil bei diesen Objekten ist, dass sie ausserhalb der Tischoberfläche ihre Funktionalität verlieren. Aus diesem Grund wird bei dem Küchentresen als tangibles Objekt der Cubical eingesetzt, der je nach Situation als Token für den Tisch zur speziellen Annotation oder außerhalb der Tischoberfläche als Fernbedienung verwandt werden kann (s. Abschnitt Cubical 3.2). Zudem bietet der Cubical an dieser Stelle den Vorteil des aktiven Tokens. Er kann also mittels Licht und Vibration ein Feedback über die Funktion geben. Dies führt zu einer gesteigerten Transparenz und somit auch zu einer besseren User Experience.

Die Architektur des Küchentresens ist durch die modular konzeptionierten Dienste ähnlich der Architektur der Schaltzentrale. Ein wesentlicher Unterschied ist hierbei die Anbindung des Cubicals, die bei der Schaltzentrale aufgrund der Ausprägung als vertikale Interaktionsfläche keinen Sinn macht. Die Kommunikation zum Cubical erfolgt drahtlos über ZigBee und als Protokoll wird JSON verwendet. Es muss also aufgrund des modularen Aufbaus nur ein weiteres Protokoll implementiert werden, um auch diesen Dienst zu verbinden (s. Abb. 3.51).

Couchtisch

Der Couchtisch ist im Wohnbereich angesiedelt und wird hauptsächlich die Unterhaltung im Fokus haben. Die deutlich kleinere Fläche von ca. 40 Zoll bietet weniger Ablagemöglichkeiten als der Küchentresen, jedoch ergibt sich hier durch die umliegende Sofalandschaft eine andere Situation, bei der Ablagefläche nicht so wichtig ist (s. Abb. 3.52).

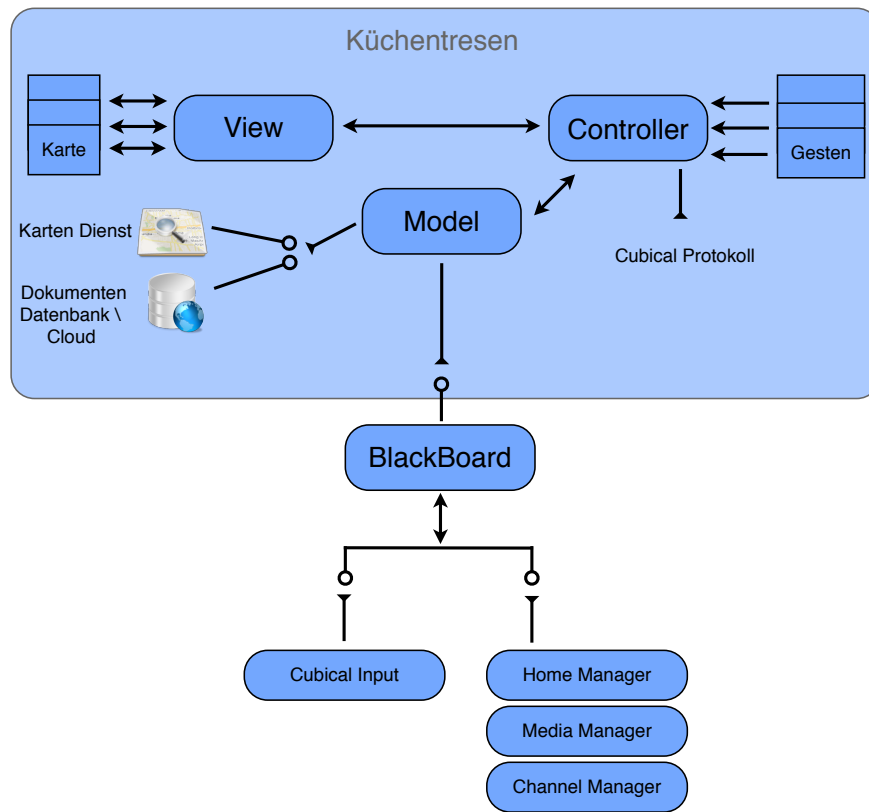


Abbildung 3.51: Architektur des Küchentresen

Die bequeme Sitzposition fördert hier eher Situationen der Entspannung, wie z.B. Fernsehen oder soziale Aktivitäten wie gemeinsames Spielen. Dies ergibt sich auch aus der Sitzrichtung, die auf einen Fernseher und die Küche ausgerichtet ist. Die grafische Oberfläche muss hier die Auswahl der Unterhaltung unterstützen, wie das Selektieren von Filmen oder Musik.

Durch den Einsatz eines Displays und der Multitouch Interaktion ist die Wandlungsfähigkeit je nach Situation gegeben, so dass auch hier gearbeitet werden kann. Der Kontextwechsel zwischen Unterhaltung und Arbeit sollte nahtlos erfolgen, da es u.U. für den Benutzer sehr kompliziert werden kann, den Überblick zu behalten. Um dieses zu erreichen, müssen die zwei Regeln für Seamless Interaction nach Ishii (s. Abschnitt Seamless Interaction 3.1.3) eingehalten werden. Einerseits sollte der Wechsel für den Benutzer einfach durchzuführen sein. Hier bietet sich der Einsatz einer einfachen Geste an, wie z.B. eine Bewegung über den Schirm mit der Handkante. Andererseits darf sich die Interaktion mit dem System nicht schlagartig verändern, daher wird auch in beiden Kontexten mit dem gleichen Gestenreper-



Abbildung 3.52: Montage eines Couchtisches im Wohnbereich des Living Place

toire gearbeitet.

Das **Interaktionskonzept des Couchtisches** beruht auf der Unterhaltung des Nutzers. Um dies zu fokussieren, sind im Zentrum der Anwendung die auswählbaren Medien kreisförmig angeordnet. Die Medien werden als Icons dargestellt, um die Oberfläche möglichst leicht, also ohne Text, zu darzubieten (s. Abb. 3.53).

Zur Auswahl eines bestimmten Mediums zieht der Benutzer das passende Symbol in den zentralen Kreis. Handelt es sich hierbei um eine kleinere Funktionalität, werden in diesem Kreis direkt die möglichen Aktionen angezeigt. Die kleineren Kreise um den Mittelpunkt werden dann dementsprechend angepasst. Im Falle der Musikauswahl werden im Zentrum die typischen Musikaktionen mittels Icons angezeigt, wie z.B. Play, Stop und Skip. Die äußeren Kreise zeigen in diesem Fall die auswählbaren Interpreten und Songs an.

Im Falle einer komplizierteren Funktion, wie z.B. der Auswahl des Fernsehprogramms, wird die GUI angepasst, um die Auswahl besser zu unterstützen. Es bietet sich an, die Oberfläche einer Zeitung nachzuempfinden, da die Interaktion mit Fernsehzeitungen bekannt ist (s. Abb. 3.54).

Die Seiten sind den einzelnen Quellen zugeordnet, so hat jede Seite als Überschrift den Namen der Quelle. Die Einträge auf den Seiten sind Uhrzeiten angegliedert, so dass ersichtlich ist, welches Programm zu welcher Zeit läuft oder wann der Artikel erschienen ist. Bei einem Tap auf den gewünschten Titel wird die Zeile vergrößert und es werden Details eingeblendet, wie z.B. eine Beschreibung der Sendung mit Video-Trailer oder der Nachrichtentext. Zudem ist jedem Eintrag ein Aufnahme-Button angegliedert, der die Aufnahme einer Sendung oder das Speichern einer Nachricht ermöglicht. Durch einen Play-Button wird zusätzlich die



Abbildung 3.53: Interface der Couchtisch Anwendung

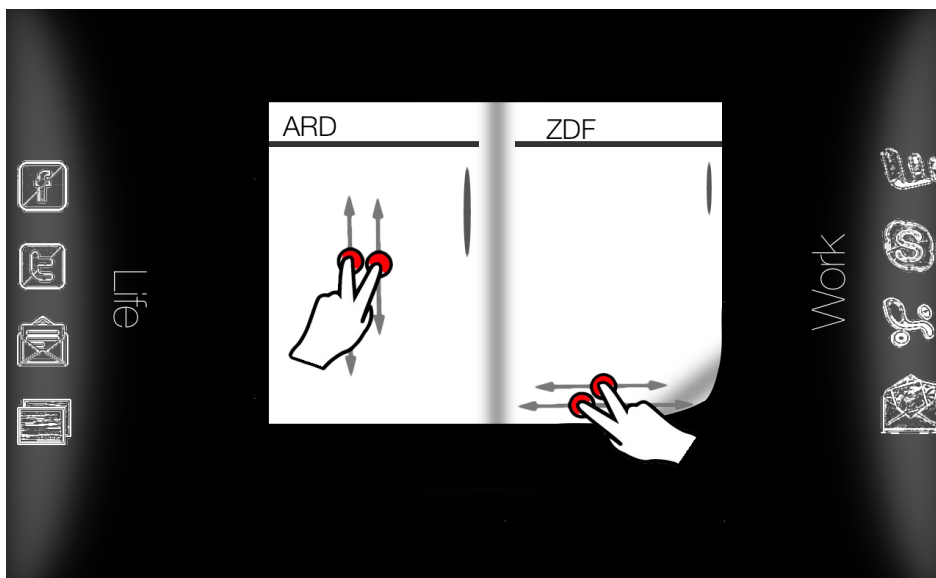


Abbildung 3.54: Mockup: Auswahl des Fernsehprogramms/ der Nachrichten / Social Networking News

Möglichkeit gegeben, den Eintrag auf einem anderen Gerät wiederzugeben. Die verfügbaren Geräte und das Aushandeln der Wiedergabe übernimmt der Media Manager.

Da die Einträge größer sein können als der Bildschirm, ist jede Seite per Scroll-Geste

vertikal scrollbar. So kann eine minimale Schriftgröße garantiert werden, um die Texte lesbar zu machen. Die Blätter der Zeitung können mittels einer Drag-Geste umgeblättert werden. Der passende grafische Effekt des Umblätterns dient hierbei nicht nur der visuellen Ästhetik, sondern auch der Orientierung des Nutzers. Auch hier wird sich einem Snap-In Mechanismus bedient, damit keine Seiten auf halbem Weg stehen bleiben, sondern immer ganze Seiten angezeigt werden.

Dieses Interaktionsparadigma ist auch geeignet, um die aktuellen Nachrichten aus den Social Networks des Benutzers anzuzeigen. Hier stellen die Seiten die einzelnen Social Networks dar und Einträge sind Nachrichten der Bekannten des Benutzers.

Rechts und links am Rand des Bildschirms sind besondere Bereiche gekennzeichnet. Diese können in das Bild mittels der Handkante gezogen werden, um einen Kontextwechsel durchzuführen. Am rechten Rand befindet sich der Bereich für den Arbeitskontext, der Symbole für spezielle Anwendungen der Arbeit enthält. Hierzu gehören u.A. Skype, Mail und Anwendung zur Dokumentenanzeige und -bearbeitung. Bei einem Ereignis von außen, wie z.B. die Aktualisierung eines Dokumentes oder einem eingehenden Skype-Anruf, leuchtet das entsprechende Symbol auf. Wird dann der Bereich hineingezogen, öffnet sich die Applikation, die die Aufmerksamkeit fordert und der Benutzer kann sofort anfangen, sich damit zu beschäftigen.

Arbeitsfläche

Damit Küchentresen und Couchtisch als Arbeitsfläche nutzbar werden, müssen sie an weitere Dienste angebunden werden, die die benötigten Funktionen bereitstellen. Zudem müssen sie erweiterte Funktionen zur Verknüpfung mit mobilen Geräten des Benutzers anbieten, wie z.B. der Near-Field-Kommunikation mit Smartphones zur direkten Datenübertragung oder Positionsübermittlung. Erst durch die Anbindung dieser Dienste und Geräte wird eine Arbeitssituation ermöglicht.

Die Schaltzentrale eignet sich nur bedingt für Arbeitssituationen, da hier nur stehend interagiert werden kann. Sollte sich eine längere Arbeitsphase einstellen, kann dies für den Nutzer unangenehm werden.

Die benötigten Dienste sind im Falle der Arbeit anders als die für private Zwecke. Hier sind z.B. Daten über Aktienstände und Nachrichten, die die Arbeit betreffen, wie z.B. Pressemitteilungen, wichtiger, als die News aus den Blogs. Es müssen des Weiteren Applikationen zur Verfügung stehen, die das Anzeigen, Annotieren und Bearbeiten von Dokumenten zulassen. Hierzu ist u.U. die Hilfe oder das Zusammenarbeiten mit anderen notwendig. Aus diesem Grund muss es Möglichkeiten für Konferenzschaltungen geben über die per Audio oder

Video eine Diskussionsmöglichkeit eröffnet wird.

Ein Arbeitsablauf oder Workflow kann nur erfolgreich sein, wenn die Dienste komplett integriert sind und nicht einen ständigen Wechsel der Oberfläche und Interaktion benötigen. Zu diesen Diensten gehören neben den Aktienkursen auch Landkarten (Google Maps²⁷ oder Microsofts Bing Maps²⁸) zur Bestimmung von Orten und Routen. Aktuelle Wetter und Verkehrsdaten helfen dem System dabei, bessere Voraussagen über Reisezeiten zu ermitteln und damit dem Benutzer Klarheit über den Tagesablauf zu geben. Die Vernetzung der unterschiedlichen Dienste zu einem Gesamtsystem ist also die Schlüsseleigenschaft eines effektiven Arbeitsumfeldes.

3.3.2 Szenarien

Im Anschluss sollen einige Szenarien den Einsatz der drei oben beschriebenen Elemente verdeutlichen. Auch die situationabhängige Funktionalität wird hierbei genauer beschrieben, so dass klarer wird, wie diese angewendet wird. Die Szenarien beschäftigen sich mit der Tagesplanung des Benutzers als Teil des Workflows, der Haussteuerung für die Verwendung von Aktoren der Wohnung und der Mediensteuerung zur Unterhaltung sowie dem Home Office Einsatz.

Tagesplaner

Nachdem Elaine angenehm vom System, passend zu den Wetterverhältnissen geweckt wurde, geht sie ins Badezimmer. Im Hintergrund wurde schon die Kaffeemaschine vorgeheizt und im Badezimmer die Lichtstimmung entsprechend der Stimmung Elaines angepasst. Entsprechend ihrer Termine des Tages, werden auf dem Küchentresen die Tagesroute, die aktuellen Termine und alle wichtigen Dokumente des Tages aufbereitet und angezeigt.

Sie nimmt sich ihren Espresso und stellt diesen auf den Küchentresen, neben ihr Mobiltelefon. Elaine begutachtet die vom System für sie vorbereitete Route, während sie ihren Kaffee trinkt. Sie muss noch zur Post um einen Brief per Einschreiben aufzugeben. Sie gibt im Suchfenster Post ein und auf der Karte werden die Filialen in ihrer Umgebung eingeblendet. Die Linie die auf der Karte ihre Route darstellt, zieht sie über die Filiale, die sie besuchen möchte. Die Route wird gespeichert und auf ihr Smartphone und auf das Navigationssystem ihres Autos übertragen.

²⁷<http://maps.google.com>

²⁸<http://maps.bing.com>

*Die Linie weißt heute viele Punkte auf, es sind einige Kundentermine abzu-
arbeiten. An den Wegpunkten sind Symbole für unterschiedliche Dokumente
angeheftet. Elaine will kurz die Folien für die Präsentation bei der Bank durchse-
hen. Ein Tap auf das Keynote Symbol und die Präsentation wird über der Karte
aufgefächert. Sie scrollt mit zwei Fingern durch die Slides und korrigiert einen
Fehler. Double Tap und die Tastatur wird eingeblendet, ein Wort markiert, es
über die Tastatur geändert, automatisch gespeichert und auf ihre Cloud geladen.*

*Die Route ist geplant, Elaine hat noch etwas Zeit und setzt sich gemütlich auf
das Sofa. Sie liest noch ein paar Mails auf ihrem iPad, als ein Anruf eingeht. Der
Anrufer wird vom System als Werbeanruf identifiziert und auf dem Fernseher
in Elaines Nähe wird ein entsprechender Hinweis angezeigt. Elaine greift nach
dem Cubical, der neben ihr auf dem Sofa liegt und schüttelt ihn kurz um den
Anruf abzulehnen. [...]*

Das Interface des Küchentresens ist der Situation stark angepasst. Als Basis dient die Karte auf der Annotationen vermerkt sind. Die Symbole und Informationen sind dynamisch, und lassen sich genauer betrachten und bearbeiten. Die hier benötigten Dienste sind Karten und Routenplanungssysteme, die durch ein Ortungssystem zur Bestimmung der Position erweitert wurden. Dadurch wird ermöglicht, dass eine Suchanfrage nach Post, die örtlich naheliegenden Filialen ermittelt und nicht einfach alle möglichen Filialen. Durch den Kontext wurde so ein Filter selektiert, der die vielen möglichen Informationen auf eine begrenzte, sinnvolle Anzahl beschränkt (s.a. Reduce [3.1.3](#)).

Für das Arbeiten mit Dokumenten sind Dokumentendienste für die Darstellung und Bearbeitung von typischen Office-Anwendungen notwendig. Diese müssen nahtlos in die Kartenumgebung integriert werden, damit kein Wechsel in eine andere Applikation erzwungen wird, in der wieder andere Interaktionen gefordert werden. Aus diesem Grund wird hier ein Symbol für die angehängten Dokumente verwendet. Durch ein einfaches Antippen des Symbols öffnet sich das Dokument oberhalb der Kartenoberfläche und integriert sich somit in die Applikation. Zur Navigation innerhalb des Dokuments werden Gesten verwendet, die in allen Teilsystemen mit Multitouch-Oberfläche gleichartig gehalten sind. So wird die nahtlose Interaktion sichergestellt (s.a. Seamless Interaction [3.1.3](#)).

Auch hier ist wieder der Ort ein Merkmal des Dokumentes, denn dadurch lassen sich die Dokumente auf bestimmte Bereiche beschränken und es ergibt sich eine Sortierung statt eines unüberschaubaren Haufens (s.a. Organize [3.1.3](#)).

Durch eine Anbindung des Systems an die Geräte des Bewohners, wie z.B. dem Handheld und dem Tablet, und Cloud Diensten für die Online Speicherung von Dokumenten, wie

iFolder²⁹, ist eine automatische Speicherung und Synchronisation der Daten möglich. Dies ist eine große Zeitersparnis im Verhältnis zur manuellen Speicherung und gleichmäßige Verteilung der Daten auf alle Teilsysteme (s.a. Time 3.1.3).

Haussteuerung

Es ist an der Zeit zur Arbeit zu fahren. Als Elaine die Wohnungstür passiert, erkennt die Wohnung ihr Austreten und schaltet alle Systeme auf Standby. Heizungen werden heruntergefahren, die Bildschirme ausgeschaltet und als sie die Tür hinter sich schliesst, hört sie, wie das Schloß schließt.

Bei der Arbeit kann Elaine auf ihrem Smartphone den Zustand der Wohnung überprüfen. Es ist recht kalt in der Wohnung und sie hat sich später mit ihrem besten Freund Guybrush verabredet, also hebt sie den Slider für die Temperatur an. Sie hat noch viel zu tun, zurück zur Arbeit.

Guybrush tritt vor die Tür der Wohnung, der Bildschirm der Türklingel geht an und zeigt ihm sein Gesicht. Türklingel: "Hallo Guybrush, Elaine ist leider nicht zu Hause! Möchtest du ihr eine Nachricht hinterlassen? Ja / Nein". Die Wohnung hat ihn erkannt, er entscheidet sich dafür, ihr eine Nachricht zu hinterlassen. Kurz darauf erscheint Elaine auf dem Bildschirm. Sie hat ihr Smartphone in der Hand und ist unterwegs.

Elaine "Hi Guybrush! Es tut mir Leid, aber ich hatte heute echt viel zu tun, hab es nicht ganz geschafft. Bin aber um die Ecke! Geh doch schon mal rein und mach dir einen Kaffee." Sie lächelt.

Guybrush: "Hi! Macht doch nichts. Ich mach es mir gemütlich. Bis gleich!" Elaine: "Bis gleich"

Guybrush hört, wie sich das Schloß öffnet und betritt die Wohnung. Elaine war noch einkaufen, um die restlichen Zutaten für Ron Gilbert's Lieblingskuchen zu besorgen, denn sie wollen gemeinsam einen Film schauen. Was sie noch braucht, hat sie sich von der Wohnung auf ihr Handy schicken lassen. Die abweichende Route, am nahegelegenen Supermarkt vorbei, wurde ihr automatisch auf das Navigationssystem übertragen.

Endlich da! Die Türklingel erkennt Elaine und schliesst die Tür auf, indem sie ihr Handy davor hält. Sie begrüßt ihren Gast und beide stellen sich an den Küchentresen, an dem Guybrush seinen Kaffee getrunken hat, während er seine E-Mails gelesen hat. Die Oberfläche des Küchentresen ist nun keine Karte mehr, sondern besteht aus Kacheln mit Symbolen. Elaine ruft auf dem

²⁹<http://www.ifolder.com/>

Tresen die Temperatursteuerung auf. Die Fenster öffnen sich und die Heizungen werden runtergefahren, nachdem sie einen Regler nach unten geschoben hat. Sie gehen gemeinsam in den Kochbereich.

Die Wohnung hat bereits auf der Küchenarbeitsplatte ein Rezept für den Kuchen eingeblendet und verfolgt die durchgeführten Schritte der beiden, während sie den Kuchen zubereiten. Die einzelnen Punkte werden abgehakt. Guybrush möchte diesmal weniger Zucker, dieses wird aufgenommen und das System fragt nach, ob dies so abgespeichert werden soll. Es klingelt. Ein Anruf von Ron. Das Rezept wurde ausgeblendet und an der gleichen Stelle erscheint der Name Ron Gilbert und Symbole für Annehmen und Auflegen. Elaines Finger sind voller Mehl, sie tippt auf das Annahmesymbol. Nach kurzer Unterhaltung machen sie eine Uhrzeit aus und Elaine kann, nachdem sie fertig ist, die Oberfläche einfach wieder abwischen. Das Interface ist verschwunden, die Arbeitsplatte wieder eine ganz gewöhnliche, weiße Platte.

Später am Abend sitzen Elaine, Guybrush und Ron gemütlich auf dem Sofa. Bereits als Ron eingetreten ist, hat die Wohnung eine Besuchssituation erkannt und das Licht leicht gedimmt. Es ist jetzt nicht mehr so hell wie beim Kochen und der Farbton hat ins Orange gewechselt. Mittlerweile ertönt Nora Jones aus den Boxen [...]

Werden Teilsysteme nicht verwendet, können sie ausgeschaltet werden, z.B. wenn der Bewohner die Umgebung verlässt. Als Basis hierfür sind Schaltungen notwendig, die das Zu- und Abschalten von Strom ermöglichen. Dazu eignen sich Systeme wie KNX oder BacNet, deren Anbindung in der Regel über Ethernet erfolgt und sich somit in das Heimnetz integriert.

Das Smartphone des Nutzers wird bei passenden Situationen zu einer Fernsteuerung für das Wohnumfeld. Um dies zu realisieren, müssen viele Dienste der Wohnung, wie z.B. Heizungs- und Fenstersystem oder Türklingel, über das Internet verfügbar sein³⁰.

Wichtig ist hierbei, dass nicht alle Funktionen einer solchen Wohnumgebung auf einem kleinen Smartphonedisplay Platz finden. Dementsprechend muss das Interface auf essentielle Objekte eingeschränkt werden, wie z.B. wenige Slider und Buttons. Mehr GUI Funktionen führen bei kleinen Displays schnell zur Überforderung.

Viele der Funktionen werden durch die Nähe zu bestimmten anderen Geräten ausgelöst, wie z.B. die Türklingel, welche bei Nähe von Elaines Handy die Tür öffnet. Es wären auch noch andere Methoden für das Öffnen der Tür denkbar, bei denen ein bewussteres Handeln notwendig ist, wie z.B. ein klassischer Schlüssel, der elektronisch angereichert wurde. Die Balance zwischen Automatismus und Kontrolle zu finden, stellt gerade bei diesen Fragestellungen eine große Herausforderung dar und muss in separaten Untersuchungen beleuchtet

³⁰Auf Seiten der Smartphones wird dies durch die dauerhafte Konnektivität zum Internet ermöglicht, die bei modernen Geräten per Voreinstellung gegeben ist

werden. Die Sicherheitsaspekte sind auch ein sehr umfangreiches Thema und müssen gesondert betrachtet werden.

Der Küchentresen hat ein situationsangemessenes Interface, das als Basis nicht mehr die Karte hat, sondern kachelartig aufgebaute Symbole, die die wichtigsten Unterhaltungs- und Steuerungsfunktionen darstellen. So können hier Nachrichten gelesen oder gesehen, aber auch Einstellungen an der Wohnung vorgenommen werden.

Für Besucher werden Profile angelegt, so dass diese auch ihre persönlichen Nachrichten und Mails aus der Wohnung abrufen können. So konnte Guybrush auf dem Tresen seine Mails abrufen, Nachrichten schauen und seine social Networks besuchen, ohne viel Konfigurationsaufwand zu haben.

Mediensteuerung

Inzwischen hat jeder ein Glas Wein in der Hand, aber die Musik könnte etwas schneller sein. Elaine tippt auf das Musiksymbol auf dem Couchtisch und ihre Musikbibliothek wird angezeigt. Gemeinsam wählen sie einige Titel aus und ziehen sie auf eine Playlist. Nach einem Tap auf den Play Button beginnt die Audioanlage die Songs wiederzugeben.

Nach einiger Zeit entschließen sie sich, einen Film zu schauen. Elaine wählt auf dem Couchtisch das Filmsymbol aus. Ihre Filme werden in einem Gitter dargestellt, jeder Film wird durch das zugehörige Cover repräsentiert. Ron tippt auf "Der Pate", darauf vergrößert sich das Element und es werden neben dem Cover nun auch weitere Informationen angezeigt. Dazu gehören Details zum Film, wie Schauspieler, Regisseur und Länge, aber auch ein Trailer und wie Freunde von Elaine diesem Film finden.

Da die Wohnung weiß, wo sich die drei befinden stehen zur Auswahl für das Abspielen Elaines iPad und ihr Fernseher im Wohnbereich zur Verfügung. Die Schaltzentrale, der Küchentresen und der Fernseher im Schlafbereich wurden ausgeblendet.

Ron und Guybrush diskutieren noch etwas über den Film und schauen sich weitere Details zu den Schauspielern an, während Elaine ihren Followern auf den social Networks schreibt, dass sie gleich zu dritt diesen Film schauen.

Nachdem Elaine den Play Button gedrückt hat stellt die Wohnung auf Filmsituation um. Die Lichter werden weiter gedimmt, bis sie im Wohnbereich fast komplett aus sind. Einige Spots scheinen weiterhin leicht auf bestimmte Orte, wie Küche oder Badezimmer. [...]

Bei der Mediensteuerung müssen viele unterschiedliche Geräte zusammengeführt werden. Dies ist meist nur mit Hilfe einer Mittelschicht möglich, die Schnittstellen für die Geräte

bereitstellt und die Daten verteilt. Als Basis hierfür hat sich Ethernet herauskristallisiert, welches viele Konsumer-Geräte schon heute unterstützen. Hauptdienst bei Medien ist DLNA und wurde im Rahmen der Konzeption bereits beschrieben.

Erst durch eine Datenbank, die alle Medien zur Verfügung stellt, wird es möglich ad-hoc eine Playlist zusammen zu stellen, die dann sofort auf beliebigen Geräten abgespielt werden kann. So müssen auch keine Vorkehrungen zur Synchronisation aller Titel auf den unterschiedlichen Geräten getroffen werden, da sich alle Medien an einem zentralen Ort befinden³¹. Von hier aus werden allen Geräten, die Anfragen stellen, passende Streams zur Verfügung gestellt.

Der Media Manager kennt alle Ein- und Ausgabe-Geräte und kann zwischen diesen vermitteln. Die Applikation auf dem Couchtisch jedoch begrenzt die auswählbaren Daten und Endgeräte, da sie dem Benutzer die Oberfläche präsentiert. Dazu braucht sie einige Informationen, wie Position der Menschen in der Wohnung und Anzahl der Besucher. Welcher Position welche Displays und Audioanlagen zugehören, kann die Applikation über das Blackboard von einem anderen Dienst erfragen. Sind diese Daten bekannt, kann der Couchtisch einen Filter über die Möglichkeiten bilden und nur solche präsentieren, die Sinn machen.

Die Anbindung an Dienste aus dem Internet wird hier durch die zusätzlichen Informationen über die Filme gezeigt. So können von Movie Datenbanken, wie z.B. IMDB³² oder rotten tomatoes³³ alle nötigen Daten zu Filmen abgerufen werden. Dazu gehören auch eine Synopse, Schauspieler, Trailer und Bewertungen, die durch die Vernetzung mit anderen Diensten noch erweitert werden können.

In diesem Fall wird die Erweiterung durch eine Verbindung zu den social Networks des Bewohners vorgesehen, so dass man immer weiß, was die Freunde von den Filmen halten. Dies kann z.B. ein effektiver Filter sein über den das System für den Nutzer geeignete Vorschläge heraussuchen kann.

Home Office

Elaine hat am vorigen Tag viele Kundentermine gehabt, die jetzt aufgearbeitet werden müssen. Diese Arbeit lässt sich für sie auch gut von zu Hause erledigen und deshalb bleibt sie nach ihrem Kaffee am Küchentresen sitzen. Sie ruft ihre Route des Vortages auf und tippt auf den ersten Punkt, den Kundenbesuch bei der Bank. Sie hat von den dortigen Mitarbeitern einige Dokumente zugesandt

³¹Dieser zentrale Ort kann wiederum ein verteiltes System sein, um die Verfügbarkeit zu verbessern.

³²<http://www.imdb.com>

³³<http://www.rottentomatoes.com>

bekommen, die das System für sie mit diesem Besuch verknüpft hat. Sie scrollt durch die Dokumente und beginnt mit der Arbeit.

Als sie mit der Bearbeitung fast durch ist, klingelt es und vor ihr, am Rand des Tresens, taucht ein leuchtendes Konferenzsymbol mit darunter stehendem Text auf. Es ist ein Anruf eines Start-Ups, das Elaine in der Gründungsphase unterstützt. Sie nimmt den Anruf entgegen, indem sie mit ihrer Handkante den leuchtenden Bereich nach oben zieht. Es öffnet sich ein Video, worauf einer der Gründer zu sehen ist. Sie haben eine Frage zu einem Auftrag, deren AGBs sehr schwierig sind. Bei Elaine wird ein Dokument eingeblendet, auf dem einige Markierungen sind.

Sie gehen gemeinsam die kritischen Zeilen durch und während Elaine Anmerkungen dazu schreibt, können die anderen noch Fragen dazu stellen und eigene Notizen hinzufügen. Nachdem sie fertig sind, schiebt sie mit einer Geste den Bereich wieder nach unten und das Gespräch wird beendet.

Die ständige Verfügbarkeit ihrer Daten führt dazu, dass sie sich nicht um das Speichern und Laden der für ihre Arbeit wichtigen Dokumente kümmern muss. Hierzu ist eine ständige Verbindung zum Internet notwendig, damit diese Daten bei einem Cloud Dienst gelagert werden können. Zudem können, wenn der Ort der Dokumente bekannt ist, diese gleich einem passenden Ereignis zugeordnet werden. So muss sie nicht erst in allen Dateien nach den Richtigen suchen.

Das Telekonferencing unterstützt die gemeinsame Arbeit an einem Dokument. Die Synchronisation des Dokuments und der Annotationen darauf werden von anderen Diensten übernommen, auf die der Tresen zugreift (Dienste wie Google Wave bieten sich hierfür an³⁴).

Trotz der unterschiedlichen Szenarien wurde versucht, die Interaktion mit dem System insgesamt gleichartig zu halten. Das bedeutet für die Gesten, dass sie immer die gleiche oder eine sehr ähnlich Funktion haben. Zudem wurden die Übergänge zwischen einzelnen Kontexten möglichst nahtlos gehalten, so dass dem Benutzer nicht auffällt, dass ein anderer Dienst oder andere Applikationen in Anspruch genommen werden.

3.3.3 Implementation

Die Multitouch Elemente im Living Place haben einige technologische Voraussetzungen, die im folgenden Abschnitt genauer beleuchtet werden. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen wurden unterschiedliche Technologien evaluiert. Im Fazit dieses Abschnittes wird das Ergebnis dieser Evaluationen präsentiert und die zu verwendenden Komponenten bestimmt.

³⁴<http://wave.google.com>

Multitouch Technologien

Für die Realisierung von Multitouch-Oberflächen sind verschiedene, in erster Linie unabhängige Teilsysteme notwendig. Hierzu gehören Teilsysteme für die **Erkennung** der Finger auf der Oberfläche, die **Interpretation** von Gesten aus den erkannten Berührungspunkten und Bewegungen und das **visuelle Feedback** einer bildgebenden Einheit.

Die Einheit für die Erkennung von Berührungspunkten muss eine hohe Abtastrate bieten, so dass die Interaktion möglichst flüssig verläuft. Nach Angaben von Microsoft sollten die Daten 50 mal in der Sekunde erfasst werden. Hardware mit geringerer Abtastrate wird das Zertifikat von Microsoft verwehrt³⁵.

In eigenen Untersuchungen mit unterschiedlicher Hardware wurde eine deutlich schlechtere Interaktion mit sampling Raten unterhalb von 50HZ festgestellt. Dies äußert sich in sprunghaften Bewegungen der Objekte auf dem Bildschirm oder Fehlverhalten beim Tracking der Finger. Ab einer Abtastrate von weniger als 30HZ wird die Interaktion so stark beeinträchtigt, dass keine gute User Experience mehr zu gewährleisten ist (s. a. [Rahimi und Vogt \(2008\)](#)).

Die Interpretation der Daten aus der Erkennung kann unabhängig von der technologischen Umsetzung der Vorstufe umgesetzt werden. Die Autoren haben hierzu bereits für die Bachelor Thesis ein Framework entwickelt, jedoch gibt es mittlerweile auch andere Frameworks, die frei verfügbar und weiter entwickelt sind, wie z.B. GestureWorks von Adobe³⁶.

Als Protokoll zur Übertragung der erkannten Berührungen an die interpretierende Einheit kommt TUIO zum Einsatz³⁷. Es ist ein String-basiertes Protokoll das das Senden von abstrakten Beschreibungen der Interaktion via Netzwerk ermöglicht.

Die bildgebende Einheit für das visuelle Feedback und die Darstellung der GUI ist unabhängig von der Interpretation, allerdings beschränkt die verwendete Technologie zur Erkennung der Berührungen die möglichen Anzeigen. Üblicherweise werden als Displays LCDs und Beamer eingesetzt.

Je nach Größe der gewünschten Oberfläche variiert die Hardware der Teilsysteme zur Erkennung zum Teil stark. Es gibt grundlegend vier Technologien, die zur Erkennung von Fingern auf Oberflächen angewendet werden.

Technologien zur Erkennung von Berührungen

Infrarot LED basierte Technologien nutzen infrarot-LEDs und Transistoren. Der Einsatz variiert je nach Hersteller der Technologie. Viele Hersteller bauen Rahmen in denen LEDs und Empfänger eingelassen sind. Sie bauen einen Lichtvorhang aus infrarotem Licht auf

³⁵<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd834310.aspx>

³⁶<http://gestureworks.com/>

³⁷<http://www.tuio.org>

und nutzen den Schatten des Fingers, der das Licht bei Eintreten in den Vorhang unterbricht, zur Messung der Position. Der Nachteil der Technologie sind die s.g. "Ghost Points", die entstehen können, wenn sich die Schatten von unterschiedlichen Unterbrechungen überlagern und zu einer Potenzierung der erkannten Finger führen (s. Abb. 3.55).

Um diese Nachteile zu umgehen gibt es verschiedene Lösungswege, die aber alle noch

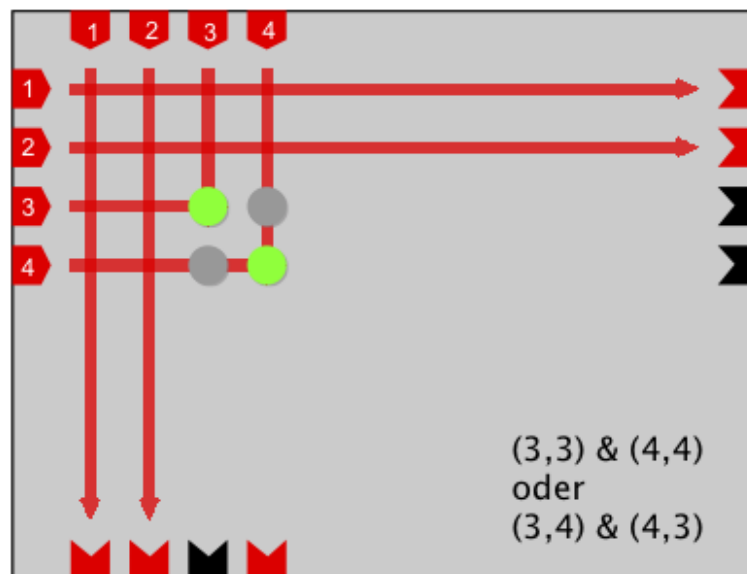


Abbildung 3.55: Ghost Points Darstellung aus [Gehn \(2007\)](#)

nicht zu Ergebnissen führen, die vergleichbar sind mit denen der kapazitiven oder kamera-basierten Technologien.

Diese Technologie eignet sich also hauptsächlich für Single-Touch Interaktion bei Diagonalen ab 10 Zoll bis 80 Zoll. Das visuelle Feedback kann durch den unabhängigen Rahmen über ein beliebiges, bildgebendes Element erzeugt werden, wie z.B. LCDs oder Beamer.

Die Interpretation der Daten des Rahmens über Fingerpositionen gestaltet sich bei Single-Touch Anwendungen relativ unkompliziert, da nur ein Datensatz zur Zeit verarbeitet werden muss. Wenn allerdings mehrere Unterbrechungen gemessen werden sollen, wird durch die "Ghost Points" eine sichere Interpretation nahezu unmöglich.

Eine andere Möglichkeit infrarot-LEDs für Multitouch zu nutzen, ergibt sich aus der Messung der Reflexion des Lichts. Hierzu werden die LEDs und Empfänger hinter einem LCD Panel angebracht. Ein Objekt, welches sich vor einem solchen Schirm bewegt, reflektiert das Licht der LEDs, welches wiederum von den Sensoren aufgefangen wird (s. Abb. 3.56). In Kooperation mit Samsung hat Microsoft eine ähnliche Technologie weiterentwickelt und in ihrem Surface 2 verbaut (s. Abb. 3.57)³⁸. Ein großer Vorteil bei dieser Technologie ist ei-

³⁸Quelle: <http://www.microsoft.com/surface>

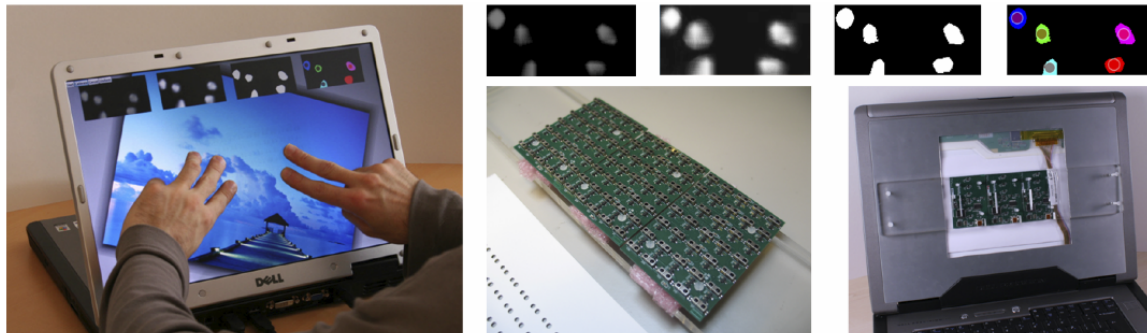


Abbildung 3.56: Thinsight von Microsoft Research aus Hodges u. a. (2007)

ne sehr genaue Erkennung von Objekten bei geringer Bautiefe. Die Nachteile sind die sehr aufwändige Produktion von Panels, die fehlende Marktreife und die Abhängigkeit zum bildgebenden Medium.



Abbildung 3.57: Microsoft Surface 2

Resistive Touchtechnologien sind seit langer Zeit bekannt und werden als Massenware gefertigt. Sie sind unabhängig vom bildgebenden Medium und können auf unterschiedlichen Flächen aufgebracht werden. Sie bestehen aus drei Schichten und erkennen die Berührungspunkte durch einen Druckkontakt zwischen der oberen und unteren Schicht, die durch eine Spacer Schicht getrennt sind³⁹ (s. Abb. 3.58). Diese Technologie hat den wesentlichen Nachteil, dass sich hiermit aufgrund der drei Schichten keine großen Interaktionsoberflächen

³⁹<http://www.stantum.com/en/offer/technology-ip>

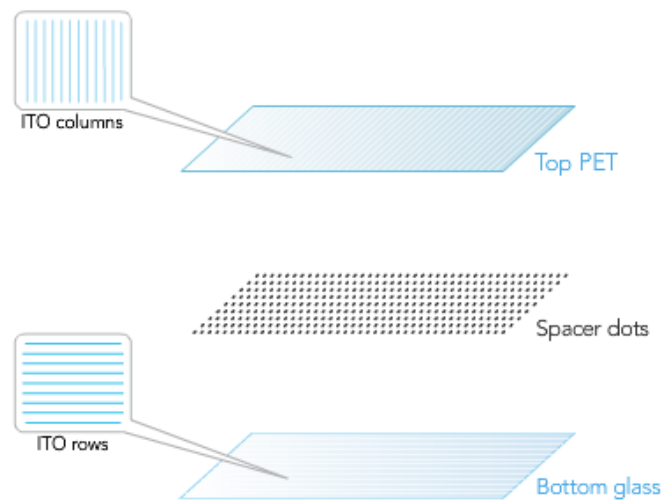


Abbildung 3.58: Resistive Touch Technologie von Stantum

realisieren lassen.

Kapazitive und resistive Technologien haben ähnliche Eigenschaften. Auch sie sind hauptsächlich für kleine Displays geeignet, bergen aber den weiteren Nachteil, dass sie nicht unabhängig von der Eingabemethode sind, lassen sich also nur von Fingern bedienen. Dieses ist darin begründet, dass sie Veränderungen im elektrostatischen Feld der Oberfläche messen, die nur bei Objekten mit gewissen Kapazitäten auftreten (s. Abb. 3.59⁴⁰).

Kamerabasierte Touchtechnologien lassen sich auf unterschiedliche Weise realisieren. Sie haben alle gemein, dass der Sensor, der zur Erkennung verwendet wird, aus einer oder mehreren Kameras besteht. Die Kameras werden je nach Typ der Implementation oberhalb oder unterhalb der Interaktionsoberfläche angebracht. Filmen die Kameras von oben, ist meist keine genaue Positionsbestimmung der Finger möglich. Hier werden eher die Bewegungen der ganzen Hand aufgenommen und in Gesten umgesetzt.

Bei der Anbringung der Kameras unterhalb der Oberfläche werden meist Infrarotscheinwerfer und Filter für die Kameras eingesetzt, um die Erkennung zu optimieren. In diesem Fall gibt es verschiedene Nuancen im Aufbau, die alle verschiedene Vor- und Nachteile haben. Eine sehr detaillierte Beschreibung und Anleitung für diese Art der Erkennung findet sich im Open Source Buch Multitouch Touch Technologies der NUI Group (Group (2009)). Die bekannteste Umsetzung dieser Technologie ist die erste Version des Microsoft Surface⁴¹.

⁴⁰<http://www.touchscreenguide.com>

⁴¹surface.microsoft.com

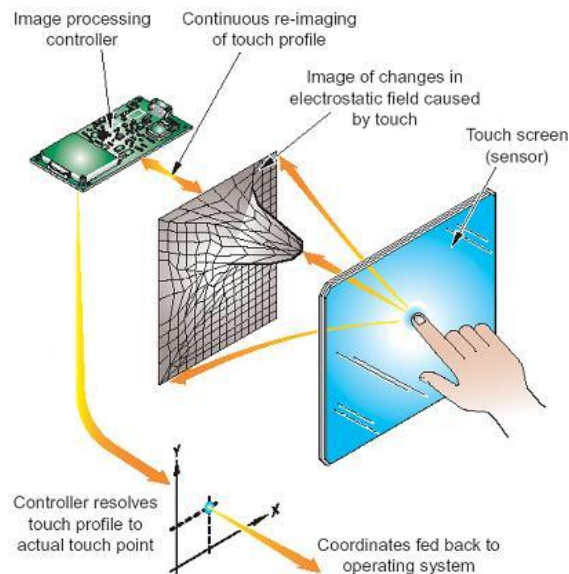


Abbildung 3.59: Kapazitive Touchtechnologie

Ein wesentlicher Vorteil dieser Variante ist, dass fast beliebige Objekte auf der Interaktionsoberfläche erkannt werden können. Der Nachteil ist die sehr hohe Einbautiefe, die durch die Verwendung von Beamern als bildgebende Medien hervorgerufen wird. Der Einsatz von Beamern führt zudem zu deutlich schlechteren Bildergebnissen, was eine Folge der niedrigen Auflösung ist. Einige Firmen versuchen diesen Nachteil zu beheben indem sie LCD Panels einsetzen, wie beim Evoluce One⁴². Ab einer Bildschirmdiagonale von ca. 40 Zoll wird es bei LCDs schwierig, das Panel horizontal, also als Tischfläche, anzubringen. Die meisten Panels biegen sich unter ihrem eigenen Gewicht durch und können brechen.

3.3.4 Fazit

Die vielfältigen Technologien, Einsatzmöglichkeiten und der schnelle Fortschritt in diesem Bereich machen es einerseits schwer einen Überblick zu schaffen, aber eröffnen andererseits viele Optionen eine möglichst passende Lösung für jedes Multitouch Element zu finden. Welche Technologie zum Einsatz kommt, ist abhängig von der Art der Interaktion mit dem Element. Zudem müssen die einzelnen Technologien in das Gesamtsystem auf modulare Weise integriert werden, so dass sie sich jederzeit erweitern lassen.

⁴²http://www.evoluce.com/de/produkte/multitouch_lcd.php

Hardware der Schaltzentrale

Die Schaltzentrale ist von hauptsächlich kurzen Interaktionsphasen mit Single-Touch geprägt. Die Gesten mit mehreren Fingern sind bei diesem System so beschränkt, dass sich eine Infrarotrahmen Lösung anbietet. Aus diesem Grund wurde für die Schaltzentrale ein Standarddisplay vorgesehen, welches durch einen Rahmen für Touchinteraktion erweitert wird. Da das Interface u.U. viele Daten anzeigen muss, wurde eine Displaygröße von 46 Zoll gewählt.

Die konkrete Implementierung dieses Elements wird zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Arbeit begonnen. Die Konzepte für Hard- und Software werden bis dahin noch weiter verfeinert.

Hardware des Tresen

Der Küchentresen muss für lange und komplexe Interaktionen mit Gesten und anderen Geräten geeignet sein (s. Szenario). Dies hat zur Folge, dass die eingesetzte Technologie Finger und andere Objekte erkennen muss. Die Größe der Oberfläche von ca. 2 mal 1 m braucht mind. zwei Displays, die eine Diagonale von 46 Zoll aufweisen. Der Einsatz von Beamern ist hier durchaus denkbar, die aber aufgrund der Nachteile bzgl. Bildqualität und Auflösung verworfen worden.

Zur Zeit wird der Einsatz von zwei Evoluce One evaluiert, die ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Bild- und Erkennungsqualität versprechen. Eine Herausforderung in diesem Zusammenhang ist der Abstand zwischen den zwei LCD Panels. Soll eine große und gleichmäßige Bildoberfläche dargestellt werden, muss dieser Abstand minimiert werden.

Der Tresen wird durch Near Field Kommunikation (Bluetooth, ZigBee und RFID) erweitert, so dass die Anbindung von tragbaren Geräten des Nutzers nahtlos erfolgen kann. Zusätzlich werden kapazitive Sensoren an den Seiten des Tresens angebracht um zu erkennen, wo sich die interagierenden Personen befinden. Dies ist nötig, da die Oberfläche zu groß ist, als dass der Benutzer alles erreichen könnte. Somit müssen die Elemente sich in der Nähe des Nutzers öffnen.

Für dieses Element wurde bisher ein prototypischer Aufbau realisiert, bei dem die Ausmaße des Tresens analysiert wurden. Nach dem Erkennen der Hürden einer großen Interaktionsfläche (Dokumente tauchen am anderen Ende des Tresen auf) wurden Konzepte evaluiert und entwickelt, die diese Umstände verbessern sollen.

Zudem wurden erste Tests mit einer kamerabasierten Hardware durchgeführt, die keine zufriedenstellenden Ergebnisse lieferten. Dies lag vor allem an der schlechten Ausleuchtung mit Infrarotlicht des Innenraumes dieser Konstruktion. Zur Behebung dieser Schwierigkeit

wird nun der Einsatz von zwei Evoluce One evaluiert.

Die Entwicklung dieses Elementes wird fortgeführt und es wird eine baldige Fertigstellung erwartet.

Hardware des Couchtisch

Für den Couchtisch ist eine Größe von einem m Diagonale vorgesehen, was etwa einem Display mit 40 Zoll entspricht. Die Interaktionen im Wohnbereich sind komplexer als bei der Schaltzentrale, somit reicht hier kein Infrarotrahmen mehr aus. Eine weitere Einschränkung ist die Höhe eines üblichen Couchtisches von ca. 50cm.

Das erste Microsoft Surface ist zwar ein potentieller Kandidat, hat jedoch eine zu kleine Interaktionsfläche (30 Zoll), um gemeinsame Aktivitäten optimal zu unterstützen. Die zweite Generation des Surface bietet eine größere Bildfläche und hat den weiteren Vorteil, dass die Fläche unterhalb des Tisches frei ist. So ist es möglich, die Füße unter den Tisch zu stellen, was zu einem angenehmeren Sitzen beiträgt.

Bisher wird das Konzept des Couchtisches weiterentwickelt, während für die Hardware noch die Veröffentlichung des Microsoft Surface 2 abgewartet wird.

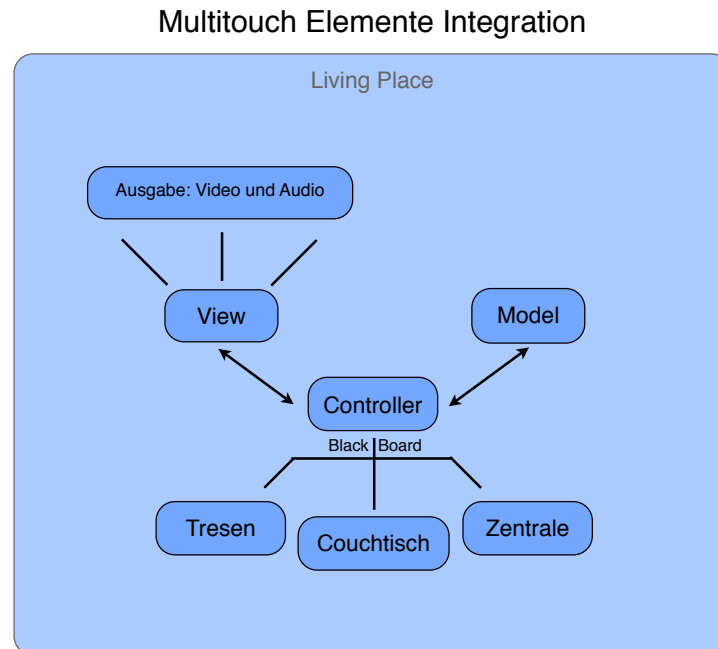


Abbildung 3.60: Integration der Multitouch Applikationen in die Living Place Architektur

Systemintegration

Die Integration der Elemente in das Living Place Umfeld erfolgt nach MVC Pattern. Jedes Multitouch Teilsystem stellt dabei einen Controller im Gesamtsystem dar (S. Abb. 3.60). Durch das Display kann ein direktes visuelles Feedback an den Benutzer gegeben werden, das die User Experience stark verbessert. Die Interaktion wird zwar direkt am Element ausgewertet, braucht aber in einige Fällen die Unterstützung anderer Dienste aus dem Living Place.

Durch die Gestaltung der Manager als Dienste wird es möglich, die nötigen Bestandteile als Module einzubinden, deren Implementation die einzelnen Applikationen nicht beeinflusst. So sollte die Integration der Multitouch-Elemente ins Gesamtsystem des Living Place direkt nach Fertigstellung erfolgen können.

4 Schluss

4.1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Projekte und Arbeiten des Masterstudiums und dieser Thesis konnte ein Beitrag zur Neudefinition modernen Lebens vorgestellt werden. Grundsätzliche gesellschaftliche Verhaltensänderungen wurden in Kapitel 2 vorgestellt. Passend dazu wurde die technologische Vision Weisers 2.2, die diesen Veränderungen in großen Teilen entspricht, in ihren Komponenten beschrieben. Basierend auf diesen Grundsatzüberlegungen wurde gegenüber heutigen Bedingungen und Möglichkeiten in Kapitel 2.4 die Konzipierung einer realen Ausprägung, dem Living PLace Hamburg, beschrieben.

Dabei wurden über die angestrebte Software Architektur bis hin zum realen Aufbau berichtet. Als Teil dieses Aufbaus wurden zwei Fallstudien und ein damit eingeführter Entwicklungsprozess beschrieben. Neben der Betrachtung des Interaction Designs (3.1), wurden verschiedene Leitfäden für Interaktionsgestaltung untersucht und diskutiert. Aufgrund dieser Auseinandersetzung und der gewonnenen Erfahrung der letzten Jahre, wurde ein Modell vorgeschlagen, an dem sich zukünftige Entwicklungen orientieren können (3.1.4). Die erste der Fallstudien umfasst dabei ein tangibles Gerät, welches zur Erprobung physischer Interaktion dient (3.2) und im Rahmen des Living PLace erprobt werden soll. Des weiteren soll es als Workbench für weitere Arbeiten, Ideen und Konzepte dienen. Als zweite Fallstudie wurde die Konzipierung von Multitouch-fähigen Eingabeflächen im Living Place vorgestellt. Angefangen von einem Einsatz als Küchentresen über den Einsatz von peripheren Displays bis hin zu Überlegungen eines Couchtisches (3.3).

Es wurde versucht, einen übergreifenden Kontext bezüglich der Ideen modernen Lebens und den damit verbundenen Möglichkeiten und Interaktionen vorzustellen. Die damit verbundene Größe und Komplexität des Themenbereichs erschwert dabei die gesamtheitliche Betrachtung und beschränkt sich dabei auf einen bestimmten Blickwinkel. Es konnte gezeigt werden, wie sich eine solche Architektur für Laborumgebungen mit diesen speziellen Anforderungen aufbauen lässt und wie sich angepasste, schnelle Entwicklungsprozesse in Form von Fallstudien entwickeln lassen.

4.2 Fazit und Ausblick

Die Autoren konnten in den zwei Jahren des Masterstudiums nicht nur technologisch, sondern auch zwischenmenschlich, von der interdisziplinären Ausrichtung der Arbeiten profitieren. Der außerordentlich große Bereich der Smart Environments erforderte zunächst eine gemeinsame Sprache über die fachübergreifende Zusammenarbeit. Neben technologischen Aspekten mussten so auch Design und Soziologie verstanden und einbezogen werden. Durch diese enorm großen Betrachtungsspektren wird Modern Living immer wieder, abhängig von technologischen Entwicklungen, neu definiert und ist so stetig im Wandel.

Die Dynamik und Geschwindigkeit mit der die Entwicklungen voranschreiten bestimmt stark den Eintritt von Ubicomp-Technologien in den Alltag. Die Innovationsphasen werden durch Open Source Hard- und Software kürzer. Der Reifegrad der heute zur Verfügung stehenden Technologien steigt weiter und die wirtschaftliche Umsetzbarkeit wird möglich. Aus diesem Grund werden die Konzepte und zugehörigen Technologien für den Endverbraucher erschwinglich und das Smart Home als eine Ausprägung der Smart Environments realistisch.

Mit dem Einzug in den Alltag müssen jedoch alle Perspektiven einbezogen werden, denn die Akzeptanz der Ambient Intelligence wird maßgeblich von der User Experience und Wahrnehmung der Nutzer bestimmt. Hierzu sollten für die Bereiche Informatik, Design, Kognition und Soziologie kreative Freiräume zur Kooperation und Entwicklung geschaffen werden. Auf diese Weise können Entwicklungen frühzeitig erkannt und bewertet werden. Brauchten Forschungs- und Entwicklungsabteilungen noch jahrelange Entwicklungsphasen, die u.U. aufgrund von einseitiger Anschauung am Zeitgeschehen vorbeigingen, braucht es heute einen Playground interdisziplinärer Zusammenarbeit. Es werden Integrationsplattformen benötigt, in denen mit Hilfe von Prototypingtechnologien Konzepte umgesetzt und evaluiert werden können. Dieses, zusammen mit einem agilen und schnellen Entwicklungsprozess, ist ein weiterer Schritt zur Komplettierung der Vision Weisers.

Das Living Place in seiner jetzigen Form ist eine solche Integrationsplattform. Es stellt eine mögliche Realisierung des modernen digitalen Lebens dar. Von großer Bedeutung war für die Autoren bei der Konzipierung und Umsetzung des Living Places und den darin enthaltenen Elementen, ein einheitliches Vorgehensmodell. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit viel Wert auf die Analyse von Interaktion Designs und Modellen gelegt, mit deren Hilfe die Ideenfindung, Interaktion und Integration vorangetrieben werden kann. Trotz der fortgeschrittenen Realisierung und einem passenden Vorgehensmodell befinden sich noch viele der geplanten Umsetzungen in Arbeit. Die Folgenden Arbeiten werden sich mit der Integration dieser Umsetzungen beschäftigen und so die nächsten Ideen und Visionen antreiben. Das Living Place wird so zu einem Ort interdisziplinärer Ideenfindung und Skizze zukünftiger Entwicklungen digitalen Lebens.

Eine Fertigstellung des Living Place sollte dabei keineswegs Ziel der Arbeiten sein. Es sollte vielmehr ein lebendiger Ort, der den ständigen Wandel von Technologie und Leben repräsentiert verbleiben.

Die facettenreiche Umgebung lässt sich jedoch nicht innerhalb einer Theses abbilden. Es gibt noch viele offene Fragen bezüglich des Technologieeinzuges in den Alltag:

Innerhalb von Smart Environment hat jede Tat eine Konsequenz, doch wenn jede Aktion eine Reaktion des Systems hervorruft, wie kann ein Mensch dann noch konsequenzlos leben?

Zwar ist die Vision Weisers nahezu erfüllt, doch wie viele Generationen technophiler Menschen braucht es, bis sie komplettiert ist, wie setzt sich diese Vision fort und welcher Visionär übernimmt die schwierige Aufgabe in Weisers Fußstapfen zu treten?

Literaturverzeichnis

- [Aarts u. a. 2001] AARTS, Emile ; HARWIG, Rick ; SCHURRMANS, Martin: Ambient Intelligence. In: *The Invisible Future*, 2001, S. 235–250
- [Barkhuus und Tashiro 2010] BARKHUUS, Louise ; TASHIRO, Juliana: Student socialization in the age of facebook. In: *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2010 (CHI '10), S. 133–142. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1753326.1753347>. – ISBN 978-1-60558-929-9
- [Barnkow 2010] BARNKOW, Lorenz: *Das intelligente Bett*. HAW Hamburg, Anwendungen 2. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-aw2/barnkow/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Bernin 2009] BERNIN, Arne: *Räumliche Segmentierung mit Differenzbildern*. Projektbericht, Haw Hamburg. 2009. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-proj/bernin.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Bernin 2010] BERNIN, Arne: *Erkennung minimaler dynamischer Gesten im Living Place Hamburg*. Ausarbeitung, Haw Hamburg. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-10-aw1/bernin/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [BITKOM 2009] BITKOM: Leitfaden zur Heimvernetzung / Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. URL http://www.bitkom.org/de/publikationen/38337_61814.aspx, 2009. – Forschungsbericht. [Online; accessed 01-February-2011]
- [Boetzer u. a. 2008] BOETZER, Joachim ; RAHIMI, M. A. ; VOGT, Matthias ; PIOTR, Wendt ; LUCK, Kai von: Gestenbasierte Interaktion mit Hilfe von Multitouch und Motiontrack. In: *WIWITA 2008* (2008), S. 48–49
- [Brooks Jr. 1965] BROOKS JR., Frederick P.: The Future of Computer Architecture. In: *Information Processing: Proceedings of IFIP Congress, Bd.2 S 87-91*. New York, NY, USA, 1965, S. 87–91

- [Bry u. a. 2010] BRY, Francois ; CAP, Clemens ; DAHM, Ingo ; MAINTZ, Julia ; SCHAFFERT, Sebastian: 10041 Manifesto – Perspectives Workshop: Digital Social Media. In: BRY, Francois (Hrsg.) ; CAP, Clemens (Hrsg.) ; DAHM, Ingo (Hrsg.) ; MAINTZ, Julia (Hrsg.) ; SCHAFFERT, Sebastian (Hrsg.): *Perspectives Workshop: Digital Social Networks*. Dagstuhl, Germany : Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Germany, 2010 (Dagstuhl Seminar Proceedings 10041). – URL <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2010/2565>. – ISSN 1862-4405
- [Buxton 2007a] BUXTON, Bill: *Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved*. <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>. 2007. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Buxton 2007b] BUXTON, Bill: *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. First. Morgan Kaufmann, 2007
- [Cooley 1980] COOLEY, Mike: *Architect or bee? : the human-technology relationship*. Brooklyn, New York, United States : South End Press, 1980. – ISBN 0896081311
- [Cooperstock u. a. 1997] COOPERSTOCK, Jeremy R. ; FELS, Sidney S. ; BUXTON, William ; SMITH, Kenneth C.: Reactive environments. In: *Commun. ACM* 40 (1997), September, S. 65–73. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/260750.260774>. – ISSN 0001-0782
- [Costanza u. a. 2006] COSTANZA, Enrico ; INVERSO, Samuel A. ; PAVLOV, Elan ; ALLEN, Rebecca ; MAES, Pattie: eye-q: eyeglass peripheral display for subtle intimate notifications. In: *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. New York, NY, USA : ACM, 2006 (MobileHCI '06), S. 211–218. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1152215.1152261>. – ISBN 1-59593-390-5
- [Crockford] CROCKFORD, D.: *JSON - RFC4627*. – URL <http://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt?number=4627>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Doering 2000] DOERING, Tanja: *Identität plus Internet gleich Virtuelle Identität*. Forum Medienethik Nr.2/2000, München, S.65-75. 2000. – URL http://www.mediaculture-online.de/fileadmin/bibliothek/doering_identitaet/doering_identitaet.html. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Dreschke 2009] DRESCHKE, Oliver: *Umsetzung eines intelligenten Stuhls als Beispiel für Computational Furniture*. Projektbericht, Haw Hamburg. 2009. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2009-proj/dreschke.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]

- [Ellenberg 2011] ELLENBERG, Jens: *Erkennung von Kontext aus Sensordaten in einer intelligenten Wohnung*. Seminar, Haw Hamburg. 2011. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master10-11-seminar/ellenberg/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Engelbart 1965] ENGELBART, Douglas C.: Augmented Human Intellect: A conceptual Framework. In: *AFOSR-3233 Summary Report 1*, URL <http://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html>, Oktober 1965
- [Erman u. a. 1980] ERMAN, Lee D. ; HAYES-ROTH, Frederick ; LESSER, Victor R. ; REDDY, D. R.: The Hearsay-II Speech-Understanding System: Integrating Knowledge to Resolve Uncertainty. In: *ACM Comput. Surv.* 12 (1980), June, S. 213–253. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/356810.356816>. – ISSN 0360-0300
- [Fishkin u. a. 1999] FISHKIN, Kenneth P. ; MORAN, Thomas P. ; HARRISON, Beverly L.: Embodied User Interfaces: Towards Invisible User Interfaces. In: *Proceedings of the IFIP TC2/TC13 WG2.7/WG13.4 Seventh Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*. Deventer, The Netherlands, The Netherlands : Kluwer, B.V., 1999, S. 1–18. – URL <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=645349.650706>. – ISBN 0-412-83520-7
- [Florida 2003] FLORIDA, Richard: *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. Basic Books, December 2003. – URL <http://www.worldcat.org/isbn/0465024777>. – ISBN 0465024777
- [Gamma u. a. 1995] GAMMA, Erich ; HELM, Richard ; JOHNSON, Ralph E. ; VLISSIDES, John: *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1995. – ISBN 978-0-201-63361-0
- [Gehn 2007] GEHN, Stefan: *Ausarbeitung – Techniken für Interaktion mittels Bewegungen und Gesten* / Hamburg University of Applied Sciences. URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08-aw/gehn/bericht.pdf>, 2007. – Forschungsbericht. [Online; accessed 01-February-2011]
- [Gibson 1977] GIBSON, J. J.: *The Theory of Affordances*. In: SHAW, R. (Hrsg.) ; BRANSFORD, J. (Hrsg.): *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology*, Lawrence Erlbaum, 1977
- [Gregor 2011] GREGOR, Sebastian: *FORTHCOMING: Seamless Interaction - Entwicklung von Tangible Interaction im Kontext von Smart Homes*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2011. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/>. – [Online; accessed 01-February-2011]

- [Gregor u. a. 2009] GREGOR, Sebastian ; RAHIMI, Ali M. ; VOGT, Matthias ; SCHULZ, Thomas ; LUCK, Kai von: Tangible Computing revisited: Anfassbare Computer in Intelligenten Umgebungen. In: *4. Kongress Multimediatechnik Wismar*, 2009
- [Gregor u. a. 2010] GREGOR, Sebastian ; RAHIMI, Ali M. ; VOGT, Matthias ; SCHULZ, Thomas ; LUCK, Kai von: Tangible Interaction - vom Konzept zur Realisierung. In: *5. Kongress Multimediatechnik Wismar*, 2010
- [Group 2009] GROUP, NUI: *Multi-Touch Technologies*. 1st. URL <http://nuicode.com/projects/wiki-book>, 2009. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Hardenack 2010] HARDENACK, Frank: *Das intelligente Bett*. HAW Hamburg, Anwendungen 2. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-aw2/Hardenack/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Hardian u. a. 2006] HARDIAN, Bob ; INDULSKA, Jadwiga ; HENRICKSEN, Karen: Balancing Autonomy and User Control in Context-Aware Systems - a Survey. In: *Proceedings of the 4th annual IEEE international conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 2006 (PERCOMW '06), S. 51–. – URL <http://dx.doi.org/10.1109/PERCOMW.2006.26>. – ISBN 0-7695-2520-2
- [Harper und Shatwell 2003] HARPER, Richard ; SHATWELL, Brian: Paper-mail in the Home of the 21st Century. In: HARPER, Richard (Hrsg.): *Inside the Smart Home*. Springer London, 2003, S. 101–114. – URL http://dx.doi.org/10.1007/1-85233-854-7_6. – 10.1007/1-85233-854-7_6. – ISBN 978-1-85233-854-1
- [Harrison u. a. 2007] HARRISON, Chris ; AMENTO, Brian ; KUZNETSOV, Stacey ; BELL, Robert: Rethinking the progress bar. In: *Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2007 (UIST '07), S. 115–118. – ISBN 978-1-59593-679-2
- [Hill und Culler 2002] HILL, J.L. ; CULLER, D.E.: Mica: a wireless platform for deeply embedded networks. In: *Micro, IEEE* 22 (2002), Nr. 6, S. 12 – 24. – ISSN 0272-1732
- [Hodges u. a. 2007] HODGES, Steve ; IZADI, Shahram ; BUTLER, Alex ; RRUSTEMI, Alban ; BUXTON, Bill: ThinSight: versatile multi-touch sensing for thin form-factor displays. In: *Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2007 (UIST '07), S. 259–268. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1294211.1294258>. – ISBN 978-1-59593-679-0

- [Hollatz 2010] HOLLATZ, Dennis: *Entwicklung einer nachrichtenbasierten Architektur für Smart Homes*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/hollatz.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Ilyas und Mahgoub 2006] ILYAS, Mohammad ; MAHGOUB, Imad: *Smart Dust*. Boca Raton, FL, USA : CRC Press, Inc., 2006. – ISBN 084937037X
- [Ishii 2008] ISHII, Hiroshi: Tangible bits: beyond pixels. In: *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*. New York, NY, USA : ACM, 2008 (TEI '08), S. xv–xxv. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1347390.1347392>. – ISBN 978-1-60558-004-3
- [Ishii u. a. 1994] ISHII, Hiroshi ; KOBAYASHI, Minoru ; ARITA, Kazuho: Iterative design of seamless collaboration media. In: *Commun. ACM* 37 (1994), August, S. 83–97. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/179606.179687>. – ISSN 0001-0782
- [Ishii und Ullmer 1997] ISHII, Hiroshi ; ULLMER, Brygg: Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 1997 (CHI '97), S. 234–241. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/258549.258715>. – ISBN 0-89791-802-9
- [Janlert und Stolterman 2008] JANLERT, Lars-Erik ; STOLTERMAN, Erik: Complex interaction. In: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 17 (2008), May, S. 8:1–8:32. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1746259.1746262>. – ISSN 1073-0516
- [Johannsen 2010] JOHANNSEN, Benedikt: *Ambient Intelligence Networks*. HAW Hamburg, Anwendungen 2. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-aw2/johannsen/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Johanson 2003] JOHANSON, Bradley E.: *Application coordination infrastructure for ubiquitous computing rooms*. Stanford, CA, USA, Dissertation, 2003. – AAI3085383
- [Johnson-Laird 1980] JOHNSON-LAIRD, P. N.: Mental models in cognitive science. In: *Cognitive Science* 4, 1980, S. 41–115
- [Kabbash u. a. 1993] KABBASH, Paul ; MACKENZIE, I. S. ; BUXTON, William: Human performance using computer input devices in the preferred and non-preferred hands. In: *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 1993 (CHI '93), S. 474–481. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/169059.169414>. – ISBN 0-89791-575-5

- [Kaltenbrunner 2009] KALTENBRUNNER, Martin: reactIVision and TUIO: a tangible tabletop toolkit. In: *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. New York, NY, USA : ACM, 2009 (ITS '09), S. 9–16. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1731903.1731906>. – ISBN 978-1-60558-733-2
- [Kindberg und Fox 2002] KINDBERG, Tim ; FOX, Armando: System Software for Ubiquitous Computing. In: *IEEE Pervasive Computing* 1 (2002), January, S. 70–81. – URL <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=612822.612834>. – ISSN 1536-1268
- [Kirstgen 2010] KIRSTGEN, Benjamin: *CSCW - Grundlagen und Herausforderungen*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Seminarbericht, 2010
- [Krumm 2009] KRUMM, John: *Ubiquitous Computing Fundamentals*. 1st. Chapman & Hall/CRC, 2009. – ISBN 1420093606, 9781420093605
- [Kuniavsky 2010] KUNIAVSKY, Mike: *Smart things : ubiquitous computing user experience design*. 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA : Elsevier, 2010. – ISBN 978-0-12-374899-7
- [Liechti 2000] LIECHTI, Olivier: Awareness and the WWW: an overview. In: *SIGGROUP Bull.* 21 (2000), Nr. 3, S. 3–12
- [Living Place Hamburg Team] LIVING PLACE HAMBURG TEAM: *Living Place Hamburg - Projektseite*. – URL <http://www.livingplace.org/>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [von Luck u.a. 2010] LUCK, Prof. Dr. K. von ; KLEMKE, Prof. Dr. G. ; GREGOR, Sebastian ; RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: Living Place Hamburg – A place for concepts of IT based modern living / Hamburg University of Applied Sciences. URL http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/content/LivingPlaceHamburg_en.pdf, Mai 2010. – Forschungsbericht. [Online; accessed 01-February-2011]
- [Maeda 2006] MAEDA, John: *The Laws of Simplicity (Simplicity: Design, Technology, Business, Life)*. The MIT Press, August 2006. – ISBN 0262134721
- [Mattern 2001] MATTERN, Friedemann: *Pervasive Computing / Ubiquitous Computing*. 2001
- [McCullough 2005] MCCULLOUGH, M.: *Digital ground: architecture, pervasive computing, and environmental knowing*. MIT Press, 2005. – URL <http://books.google.com/books?id=Mw4dQAAACAAJ>. – [Online; accessed 01-February-2011]. – ISBN 9780262633277

- [McCullough 2004] MCCULLOUGH, Malcolm: *Digital Ground : Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing*. The MIT Press, April 2004. – URL <http://www.worldcat.org/isbn/0262134357>. – ISBN 0262134357
- [Meisner 2010] MEISNER, Stefan: *Realisierung von Sound und Event Awareness durch verteilte Sensoren*. Master Thesis, Haw Hamburg. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/meissner.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Meyer und Rakotonirainy 2003] MEYER, Sven ; RAKOTONIRAINY, Andry: A survey of research on context-aware homes. In: *Proceedings of the Australasian information security workshop conference on ACSW frontiers 2003 - Volume 21*. Darlinghurst, Australia, Australia : Australian Computer Society, Inc., 2003 (ACSW Frontiers '03), S. 159–168. – URL <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=827987.828005>. – ISBN 1-920682-00-7
- [Microsoft 2010] MICROSOFT: *Microsoft Home*. Website. 2010. – URL <http://www.microsoft.com/presspass/presskits/mshome/default.aspx>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Najem 2010] NAJEM, Hosnia: *Modellbasiertes Suchen von Objekten*. HAW Hamburg, Anwendungen 1. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-10-aw1/najem/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Norman 2002] NORMAN, Donald A.: *The Design of Everyday Things*. Basic Books, September 2002. – URL <http://www.worldcat.org/isbn/0465067107>. – ISBN 0465067107
- [Norman 2005] NORMAN, Donald A.: Human-centered design considered harmful. In: *interactions* 12 (2005), July, S. 14–19. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1070960.1070976>. – ISSN 1072-5520
- [Norman 2008] NORMAN, Donald A.: THE WAY I SEE IT: Simplicity is not the answer. In: *interactions* 15 (2008), September, S. 45–46. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1390085.1390094>. – ISSN 1072-5520
- [Ott u. a. 2010] OTT, Florian ; RICHTER, Alexander ; KOCH, Michael: Einsatz halböffentlicher Touchscreens als ubiquitäre Benutzerschnittstellen für Social Networking Services. In: *Proc Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010* 1 (2010), Nr. 1, S. 1–12
- [Otto und Voskuhl 2010] OTTO, Kjell ; VOSKUHL, Sören: *Entwicklung einer Architektur für den Living Place Hamburg*. Projektbericht, Haw Hamburg. 2010. –

- URL http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-proj1/otto_voskuhl.pdf. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Park u. a. 2003] PARK, Sang H. ; WON, So H. ; LEE, Jong B. ; KIM, Sung W.: Smart home - digitally engineered domestic life. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 7 (2003), July, S. 189–196. – URL <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-003-0228-9>. – ISSN 1617-4909
- [Pautz 2010] PAUTZ, Alexander: *Analyse von Feldbussystemen in Hinblick auf Ambient Intelligence*. HAW Hamburg, Anwendungen 1. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-10-aw1/pautz/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Peled 1987] PELED, Abraham: The next computer revolution. In: *Sci. Am.* 257 (1987), October, S. 56–64. – URL <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican1087-56>. – ISSN 0036-8733
- [Pierce und Nichols 2008] PIERCE, Jeffrey S. ; NICHOLS, Jeffrey: An infrastructure for extending applications' user experiences across multiple personal devices. In: *Proceedings of the 21st annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2008 (UIST '08), S. 101–110. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1449715.1449733>. – ISBN 978-1-59593-975-3
- [Raffler und Wahlster 2008] RAFFLER, Hartmut ; WAHLSTER, Wolfgang: *Forschen für die Internet-Gesellschaft: Trends, Technologien, Anwendungen*. (2008)
- [Rahimi 2009] RAHIMI, Mohammad A.: *Tangible Computing Haptic für Computer Intermedien*. HAW Hamburg, Anwendungen 2. 2009. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2009-aw2/rahimi/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Rahimi und Vogt 2008] RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: *Gestenbasierte Computer-Interaction auf Basis von Multitouch-Technologie*. HAW Hamburg, Bachelor Thesis. 2008. – URL http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/bachelor/rahimi_vogt.pdf. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Rahimi und Vogt 2010] RAHIMI, Mohammad A. ; VOGT, Matthias: *Aufbau des Livgin Place Hamburgs*. Projektbericht, Haw Hamburg. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-10-proj2/rahimi-vogt.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Resnick 2007] RESNICK, Mitchel: All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI*

- conference on Creativity & cognition*. New York, NY, USA : ACM, 2007 (C&C '07), S. 1–6. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1254960.1254961>. – ISBN 978-1-59593-712-4
- [Roßberger 2008] ROSSBERGER, Philipp: *Physikbasierte Interaktion in kollaborativen computergestützten Umgebungen*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2008. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/rossberger.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [de Ruyter und Aarts 2004] RUYTER, Boris de ; AARTS, Emile: Ambient intelligence: visualizing the future. In: *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*. New York, NY, USA : ACM, 2004 (AVI '04), S. 203–208. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/989863.989897>. – ISBN 1-58113-867-9
- [Sharp u. a. 2007] SHARP, Helen ; ROGERS, Yvonne ; PREECE, Jenny: *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. 2. Wiley, March 2007. – URL <http://www.worldcat.org/isbn/0470018666>. – ISBN 0470018666
- [Stegelmeier u. a. 2010] STEGELMEIER, Sven ; WEND, Piotr ; LUCK, Kai von: *iFlat - Eine dienstorientierte Architekturstil für intelligente Räume*. Proc. of the VDE 2. AAL Congress, Berlin. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/papers/aal2009.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Strese u. a. 2010] STRESE, Hartmut ; SEIDEL, Uwe ; KNAPE, Thorsten ; BOTTHOF, Alfons: Smart Home in Deutschland - Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie / Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE-IT. 2010. – Forschungsbericht
- [Surowiecki 2004] SUROWIECKI, James: *The Wisdom Of Crowds: Why The Many Are Smarter Than The Few And How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies And Nations*. London, UK : Little, Brown & Company, 2004. – ISBN 0-316-86173-1
- [Verplank 2000] VERPLANK, Bill: *Sketch Lecture*. HCI Technology Course, Stanford University. 2000. – URL <http://www.billverplank.com/Lecture/>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Vogt 2009] VOGT, Matthias: *Interaktion in Intelligenten Umgebungen*. HAW Hamburg, Anwendungen 2. 2009. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2009-aw2/vogt/bericht.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]

- [Warneke u. a. 2001] WARNEKE, Brett ; LAST, Matt ; LIEBOWITZ, Brian ; PISTER, Kristofer S. J.: Smart Dust: Communicating with a Cubic-Millimeter Computer. In: *Computer* 34 (2001), January, S. 44–51. – URL <http://dx.doi.org/10.1109/2.963443>. – ISSN 0018-9162
- [Weiser u. a. 1999] WEISER, M. ; GOLD, R. ; BROWN, J. S.: The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. In: *IBM Syst. J.* 38 (1999), Nr. 4, S. 693–696. – ISSN 0018-8670
- [Weiser 1999] WEISER, Mark: The computer for the 21st century. In: *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.* 3 (1999), July, S. 3–11. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/329124.329126>. – ISSN 1559-1662
- [Winograd 1997] WINOGRAD, Terry: The design of interaction. (1997), S. 149–161
- [Witt 2009] WITT, Kristoffer: *Spracherkennung im Kontext des Living Lab Hamburg*. Projektbericht, Haw Hamburg. 2009. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2009-proj/witt.pdf>. – [Online; accessed 01-February-2011]
- [Witt 2011] WITT, Kristoffer: *FORTHCOMING:TBA*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Thesis, 2011. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/>. – [Online; accessed 01-February-2011]

Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichern wir, dass wir die vorliegende Arbeit im Sinne der Prüfungsordnung nach §24(5) ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt haben.

Hamburg, 3. Februar 2011
Ort, Datum

Unterschrift

Hamburg, 3. Februar 2011
Ort, Datum

Unterschrift