



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# AW-1 Ausarbeitung

Matthias Vogt

Berühren fürs Begreifen

-

Multitouch-Steuerung moderner  
Computersysteme

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>3</b>
1.1 Ubiquitous Computing . . . . .	3
1.2 Seamless Interaction . . . . .	4
1.3 Mentale Modelle . . . . .	4
<b>2 Problemanalyse</b>	<b>5</b>
2.1 Motivation . . . . .	5
2.2 Szenario . . . . .	5
2.3 Problemstellung . . . . .	6
2.3.1 Probleme mit der Oberfläche . . . . .	6
2.3.2 Probleme mit der Interaktion . . . . .	7
2.3.3 Fazit . . . . .	8
<b>3 Technologien</b>	<b>10</b>
3.1 Multitouch . . . . .	10
3.2 Interface Design . . . . .	11
3.2.1 Enso . . . . .	11
3.2.2 Swype . . . . .	12
3.2.3 Dynambient . . . . .	12
<b>4 Lösungsansätze</b>	<b>14</b>
<b>5 Risiken</b>	<b>16</b>
5.1 Risikofaktoren . . . . .	16
5.2 Minimierung der Risiken . . . . .	16
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>17</b>

# 1 Einführung

Most important, ubiquitous computers will help overcome the problem of information overload. There is more information available at our fingertips during a walk in the woods than in any computer system, yet people find a walk among trees relaxing and computers frustrating. Machines that fit the human environment, instead of forcing humans to enter theirs, will make using a computer as refreshing as taking a walk in the woods. ( aus [Weiser \(1991\)](#))

Geht man wie Weiser von der Allgegenwärtigkeit von Computersystemen aus stellt sich Frage, wie man diese bedienen soll. Weiser stellt dabei ganz spezielle Anforderungen an die Bedienung von Computersystemen:

Machines that fit the human environment, instead of forcing humans to enter theirs

Dies ist ein Ziel, welches heutzutage immer mehr an Bedeutung gewinnt. Gerade die Erfolge der Wii ([Nintendo \(2007\)](#)) und der natürlichen Bedienbarkeit von Apples iPhone ([Apple Inc. \(2008b\)](#)) zeigen das Verlangen nach Anpassung und Überarbeitungen der Bedienkonzepte von heutigen Computersystemen. Weiser beschreibt eine Vielzahl von zusammenarbeitenden Geräten. Durch die rasanten technologischen Fortschritte ist es heute möglich, die Anpassung der Computersysteme an die Bedürfnisse des Menschen zu ermöglichen.

## 1.1 Ubiquitous Computing

Betrachtet man die den Menschen schon heute umgebenden Computer, so kann man von Allgegenwärtigkeit von Computern sprechen. Angefangen bei der Bankkarte über das Mobiltelefon bis hin zum Notebook oder dem heimischen PC. Selbst Kaffeemaschinen lassen sich heutzutage so programmieren, dass sie selbstständig zu einer angegebenen Zeit anfangen zu arbeiten. Ubiquitous computing ist die dritte Ära des Computing. Nach Mainframes und Personal Computern folgt jetzt die Allgegenwärtigkeit von Computern, wobei die Technologie dabei in den Hintergrund tritt. Dies wurde von [Weiser \(1991\)](#) bereits 1991 beschrieben. Da ein akzeptabler Umgang mit dieser Technik gewährleistet werden muss, ohne den Menschen

zu überfordern, wird ein Konzept wie Seamless Interaction zur Bedienung der Computersysteme notwendig.

## 1.2 Seamless Interaction

Seamless Interaction ([Ishii u. a. \(1994\)](#)) definiert zwei grundsätzliche Ziele.

**smooth transition** beschreibt, dass ein wechseln von Arbeitsumgebungen einfach und schnell möglich ist. Funktionsräume müssen schnell gewechselt werden können. Ebenso muss ein Wechsel zwischen verschiedenen Rechnern und Eingabemethoden möglich sein ohne einen hohen Aufwand bei der Mitnahme gewünschter Daten oder Funktionen zu verursachen.

**continuity** bezeichnet den einheitlichen Bedienungsstil. Die Bedienung von Computern soll sich auch bei unterschiedlichen Computern gleich bzw. logisch konsistent verhalten. Ein Wechsel zwischen unterschiedlichen Bedienungsarten mit Computersystemen in der Umgebungen erfordert einen hohen kognitiven Aufwand, der vermieden werden sollte.

Die Ära des Ubiquitous computing, welche heutzutage in großen Teilen schon erreicht ist, erfordert diese beschriebenen Teile um die Computer in der Umgebung bedienbar zu machen. Dabei bieten Mentale Modelle eine Grundlage, Seamless Interaction zu ermöglichen.

## 1.3 Mentale Modelle

Mentale Modelle ([Craik \(1943\)](#)) sind die Erwartungen eines Menschen an eine bestimmte Gegebenheit. Sie ergeben sich aus dem Wissen der Person und leiten sich oftmals aus physikalischen Gegebenheiten ab. Wird ein Stein in einer gewissen Höhe losgelassen, erwartet ein Beobachter, dass dieser Stein auf die Erde fällt. Er hat ein Mentales Modell, welches diesen Schluss zulässt. Überträgt man Mentale Modelle auf Computersysteme so sind es die Erwartungen, wie sich der Computer bei Interaktion verhält ([Rossberger und Luck \(2008\)](#)). Bei einem einfachen Klick mit der Maus erwarten wir heute, je nach Kontext, eine Selektion eines Objektes oder einen „Knopfdruck“. Diese Erwartungshaltung wurde gelernt. Es gibt keine reale Entsprechung, dennoch wurde ein entsprechendes Mentales Modell gebildet. So können Mentale Modelle durch Ableitung aus der Realität entstehen oder durch Lernen bzw. Beobachtungen. Je näher ein Mentales Modell an die Realität angelehnt ist, desto einfacher lässt sich eine Funktion erlernen und behalten. Somit haben Mentale Modelle eine wichtige Funktion in der Betrachtung von einfacher Computerinteraktion.

# 2 Problemanalyse

## 2.1 Motivation

Die in der Einführung (1) vorgestellten grundlegenden Konzepte sind Teile der heutigen Problemstellungen oder mögliche Lösungsansätze. Es wirkt eine ständige Flut an Informationen auf den Menschen ein. Es entsteht dadurch ein solcher Information Overload und es lassen sich Informationen kaum noch bearbeiten oder nach Priorität bewerten. Eine komplizierte Steuerung bzw. Navigation durch Informationen tritt dabei in den Vordergrund und erschwert die eigentliche Arbeit.

So muss eines der Ziele die einfache und intuitive Bedienung von Computersystemen sein. Die Interaktion mit Computersystemen soll dabei in den Hintergrund treten. Es werden bei genauerer Betrachtung mehrere Teilprobleme deutlich, welche jeweils gelöst werden müssen. So sind heutige Oberflächen überladen und entsprechen kaum noch den ursprünglichen Mentalen Modellen. Zum Beispiel ist der heutige Computer-Desktop weit entfernt von der „Schreibtisch“-Metapher an die er angelehnt war. Eine Anpassung an heutige Modelle könnte somit sinnvoll sein um eine Bedienung zu vereinfachen.

Ein zweiter Aspekt der betrachtet werden muss, ist der Umgang mit Eingabegeräten. Maus und Tastatur sind die am häufigsten verwendeten Eingabegeräte für Computer. Die technologische Entwicklung in den letzten Jahren hat aber neuartige, für Teilaufgaben besser geeignete Techniken hervorgebracht, dessen Einsatz weiter untersucht werden muss. Diese neuen Technologien (z.B. Multitouch, Speech und ähnliche) könnten helfen, das Ziel der einfachen Interaktion zu erreichen.

## 2.2 Szenario

Ein Szenario wo einfache und schnelle Bedienung notwendig ist, sind beispielsweise Leitstände oder Einsatzleitzentralen (Piening (2007))(Abbildung 2.1). Kombinationen von verschiedenen Bildschirmen, Arbeitsumgebungen, Kontexten und Kollaborativen Aufgaben erfordern eine einfache Bedienung um ggf. schnelle Entscheidungen fällen zu können. Es ist denkbar, dass Informationen zwischen Arbeitsplätzen hin und her geschoben werden oder



Abbildung 2.1: Einsatzleitzentrale der Internationalen Raumstation ISS ([Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt \(2008\)](#))

auf großen Anzeigesystemen (Powerwalls [Napitupulu \(2008\)](#)) zur Anzeige gebracht werden müssen. Eine einfache und natürliche Bedienung reduziert den Aufwand, der für die Bedienung der Systeme benötigt wird und ermöglicht einen größeren Fokus auf die eigentliche Aufgabe.

## 2.3 Problemstellung

Es gibt zwei Arten von Problemen mit heutigen Computersystemen in Bezug zu den definierten Zielen. Zum einen die Computer Interfaces und zum anderen die Interaktion mit Computern.

### 2.3.1 Probleme mit der Oberfläche

Mit den zunehmenden Funktionalitäten, die ein Computer heutzutage bewältigen muss, steigt auch die Komplexität der Bedienung. Funktionalitäten müssen bedient werden und dies ist mit heutigen, traditionellen Mitteln kaum noch möglich, ohne eine Art Experte zu sein. Vergleicht man beispielhaft die Oberfläche von MacOS 7 mit den aktuellen MacOS X

Betriebssystem (Abb. 2.3 und 2.2) sieht man keine grundsätzliche Änderung im Konzept.

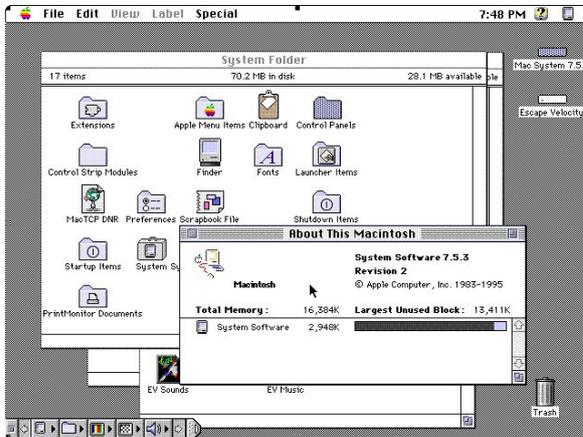


Abbildung 2.2: Oberfläche von MacOS 7 (WillyHoops blog (2008))



Abbildung 2.3: Oberfläche von MacOS X (Apple Inc. (2008a))

Fraglich ist hierbei, ob die über 10 Jahren alten Bedienkonzepte den heutigen Aufgaben gewachsen sind. Schaut man sich an, welche Aufgaben vor 10 Jahren ein einfacher Editor zu erfüllen hatte, konnte man die Funktionalitäten einfach verständlich in einer Menüstruktur unterbringen. Heutige Menüstrukturen kann man ohne Fachwissen kaum bedienen. Nicht nur die über die Jahre hinzugekommenen Funktionen sind schwer zu finden, sondern auch die grundsätzlichen Funktionen verlieren sich in der Menge. In Abbildung 2.4 ist ein solcher Fall zu sehen. Allein unter dem Menüpunkt „Bearbeiten“ finden sich 25 Punkte wieder, wovon diverse noch Submenüs und Dialoge beinhalten.

Ein weiteres Problem ist die fehlende Kontinuität in der Bedienung. Da Programme grundsätzlich anders geartet sind werden z.B. Tastaturkombinationen unterschiedlich belegt. Das @-Zeichen findet sich bei PC und Mac unter unterschiedlichen Tastenkombinationen. Für jedes Programm oder Betriebssystem müssen somit neue Schemen von Tastenkombinationen gelernt werden, was ein erheblicher Aufwand für den Nutzer ist. Ähnliche Probleme finden sich bei vielen Programmen und Bedienelementen wieder.

### 2.3.2 Probleme mit der Interaktion

Die Interaktion mit Computersystemen beruhte in den letzten Jahren auf Maus und Tastatur. Beobachtet man jemanden, der das Erste mal eine Maus bedienen soll ist auffällig, dass ein

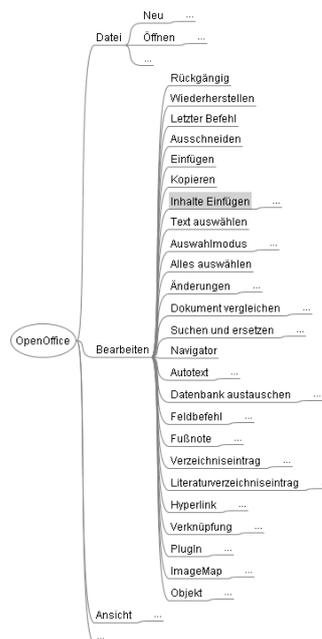


Abbildung 2.4: Unterpunkte des „Bearbeiten“ Menüs von OpenOffice

aufwendiger Lernprozess notwendig ist. Durch die Indirektion die durch die Maus entsteht, wird ein kognitiver Aufwand geschaffen der durch heutige Technologien nicht mehr zwingend notwendig ist. Leider sind Unterstützungen für neue Technologien, die diese Problematik lösen könnten nicht vorhanden oder werden nur schleppend umgesetzt. So besitzt keines der gängigen Betriebssysteme eine direkte Möglichkeit z.B. Multitouch einzusetzen. Zwar wird an diesem Thema gearbeitet aber Prognosen verweisen auf erste native Unterstützung im Jahre 2009 / 2010 ([Microsoft Corporation \(2008\)](#)).

Der Trackpoint, entwickelt von TED Selker bei IBM Research, ist ein einfaches Beispiel das zeigt, dass durch einfache Mittel eine Verbesserung im Umgang mit Computer erreicht werden kann. Durch die im Keyboard integrierte „Maus“ (Trackpoint) konnte die Zeit, welche zur Bedienung notwendig ist reduziert werden. Durch die einfache Tatsache, dass bei kleinen Mausaktion nicht mehr die Hände von der Tastatur genommen werden mussten, konnte man eine deutliche Verbesserung beim schreiben von Texten festgestellt werden [Ted Selker \(2008\)](#).

### 2.3.3 Fazit

Die Probleme sind vielseitig und erfordern eine Herangehensweise aus verschiedenen Sichten. Zum Einen muss mehr Akzeptanz für neue Technologien wie z.B. Multitouch geschaffen

werden und eine breite Unterstützung der entsprechenden Hardware zur Verfügung gestellt werden. Zum Anderen muss ein Umdenken bei der Oberflächengestaltung oder der Bedienelemente vollzogen werden. Eine Anpassung beider Sichtweisen an heutige Mentale Modelle sollte eine Vereinfachung der Bedienung schaffen.

## 3 Technologien

Es stehen heutzutage eine Vielzahl von Technologien zur Verfügung, die eine Verbesserung bewirken können. Gerade in den letzten Jahren ist eine große Anzahl an Technologien, wie z.B. Multitouch, Speech, (Motion-) Tracking etc., einsatzbereit geworden. Oftmals werden diese nur teilweise oder gar nicht unterstützt.

Ebenfalls werden neue Konzepte der Oberflächengestaltung und Bedienung entwickelt, welche gerade in Kombination mit neuen Eingabemöglichkeiten zur Verbesserung der Bedienung beitragen könnten.

### 3.1 Multitouch

Die Multitouch Technologie hat in den letzten Jahre einen enormen Aufschwung erlebt. Microsofts Surface ([Microsoft Corporation \(2007\)](#)) oder Apples iPhone ([Apple Inc. \(2008b\)](#)) und die Integration in den neuen MacBooks zeigt die Relevanz der Technologie für einen breiten Einsatz. Durch das direkte Anfassen der Oberfläche wird eine Indirektion von heutigen Eingabemethoden aufgelöst und eine intuitivere Bedienung möglich. Ebenfalls werden Konzepte, welche co-located kollaboratives Arbeiten z.B. an einem Tisch, durch Unterstützung mehrerer Berührungspunkte realisierbar. Durch den Einsatz der Hände ist ebenfalls eine weitere Annäherung an Mentale Modelle durch Gesten denkbar, die sich an die Realität anlehnen. Die fehlende Unterstützung von heutigen Betriebssystemen erschwert die Einführung der Technologie. Das enorme Interesse der letzten Jahre bewirkt eine baldige Einführung von entsprechender Funktionalitäten. So wird eins der neuen Features in Windows 7 ([D: All Things Digital \(2007\)](#)) Multitouch-Fähigkeiten sein. Unter Linux wird mit MPX ([The Multi-Pointer X Server \(2008\)](#)) an einer Integration gearbeitet und bei MacOS werden zur Zeit schon auf den neuen Notebooks ([Apple Inc. \(2008c\)](#)) mit entsprechender Hardware erste Multitouch Gesten eingesetzt. Eine erste Auseinandersetzung mit dem Thema Gestenbasierte Computerinteraktion auf Basis von Multitouch-Technologie ([Rahimi und Vogt \(2008\)](#)) sind bereits im Rahmen einer Bachelor Arbeit abgeschlossen und dienen als Grundlage für weitere Arbeiten in dieser Richtung.

## 3.2 Interface Design

### 3.2.1 Enso

Enso ist eine linguistische Kommandoingabe. Durch Drücken einer bestimmten Taste wird ein Overlay eingeblendet, welches textuelle Kommandos entgegen nimmt. Es können definierte Befehle wie z.B. „open target“ zum Öffnen eines Programmes oder „spellcheck“ zur Rechtschreibkorrektur eines Textes ausgeführt werden. Bei der Eingabe werden Vorschläge zu eventuell gewünschten Befehlen aufgrund des eingegebenen Textes gemacht, was die Eingabe weiter beschleunigt. [Raskin \(2008\)](#) beschreibt es als eine einfache Eingabemöglichkeit da es sich natürlicher Sprache bedient und somit intuitiv ist. Das Problem spezialisierter Befehle (wie z.B. unter Linux) ist, dass sie nicht intuitiv sind und aufwendig erlernt werden müssen. Zwar sind die Befehle länger, aber der Sinn des Befehls erklärt sich von selbst und ist somit einfach zu finden, auszuführen und zu merken.

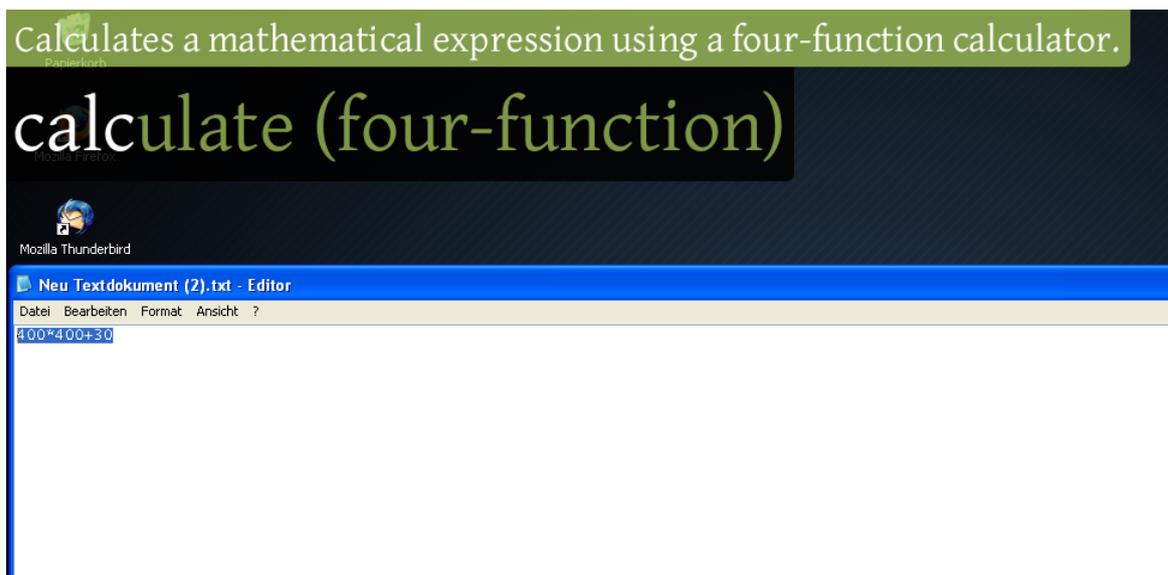


Abbildung 3.1: Benutzung von Enso

### 3.2.2 Swype

Die Problematik bei Touchbasierten Systemen ist häufig die Texteingabe. Fehlende Haptik bei Bildschirmtastaturen erschweren die Eingabe. Natürliche Nachregelung bei fehlerhafter Eingabe fällt gänzlich weg. Wenn auf herkömmlichen Tastaturen z.B. zwei Tasten gedrückt werden, fühlt man dies und ist sich der fehlerhaften Eingabe bewusst. Bei Bildschirmtastaturen fehlt diese Selbstkorrektur. Eine fehlerhafte Eingabe kann nur durch das Sichten des Ergebnis festgestellt werden. Ein anderer Ansatz der Texteingabe für Touch Systeme bietet Swype (Swype Inc. (2008)). Die Idee ist, dass die Buchstaben des Wortes in ihrer Reihenfolge mit dem Finger „abgefahren“ werden und somit eine Art Geste entsteht (Abb. 3.2). Anhand dieser Geste können ein oder mehrere Worte identifiziert werden, geschrieben oder zur Auswahl gegeben werden. Ersten Beobachtungen zufolge ist der verwendete Algorithmus zur Erkennung von Worten auch Fehlern gegenüber tolerant und lässt sich einfach erweitern. Die Texteingabe ist nach Aussage der Entwickler zwar nicht so schnell wie mit einer gewöhnlichen Tastatur, vereinfacht die Eingabe im Vergleich zu Bildschirmtastaturen aber erheblich.



Abbildung 3.2: Tastaturlayout von Swype (Swype Inc. (2008))

### 3.2.3 Dynambient

Ein Konzept welches sehr stark auf Mentalen Modellen basiert ist das von Phillip Roßberger (Roßberger (2007)) entwickelte Dynmabient (Abb. 3.3).

Es stellt eine auf Physik basierende Arbeitsumgebung dar, welche sich an das Verhalten in der Realität orientiert. Durch diese Eigenschaften werden die Mentalen Modelle fast vollständig abgebildet. Objekte auf dem Bildschirm verfügen über Masse und Oberflächeneigenschaften, welche das Verhalten z.B. bei Bewegung der Objekte mitbestimmen. Stoßen



Abbildung 3.3: Physikbasierte Interaktion mit Dynambient (Roßberger (2007))

Objekte aneinander wird durch die eingesetzt Physik Engine berechnet, wie die Objekte sich verhalten. Da das Verhalten annähernd der Realität entspricht, können Benutzer das Verhalten der Objekte vorhersehen und entsprechend reagieren. Zwar ist der effektive Einsatz und Funktionsumfang von Dynambient noch begrenzt, doch hat sich das Konzept in Verbindung mit Multitouch als sehr einfach verständliche Interaktion herausgestellt.

## 4 Lösungsansätze

Es gibt zwei essentielle Probleme die, einfache Computer Interaktion erschweren. Zum einen die veralteten Bedienkonzepte im Oberflächendesign zum anderen fehlende Hardwareunterstützung, die neue einfache Interaktion zwar ermöglichen könnte. Aber noch ein tiefgehendes Verständnis für den Umgang mit dieser Technologie fehlt. So beinhaltet eine Problemlösung zwei Ansätze. Zum einen müssen Oberflächen an neue Technologien angepasst werden und neue Konzepte wie Swype oder Enso auch unter Berücksichtigung von z.B. Touch integriert werden. Zum anderen muss ein fundiertes Verständnis geschaffen werden, welche Erwartungshaltungen ein Mensch an die Bedienung von Computersystemen hat.

Um ein Verständnis von Erwartungshaltungen zu gewinnen und entsprechende Gesten zu finden, die sich an Mentalen Modellen orientieren, kann ein MocUp aufgebaut werden. Den Testpersonen werden bestimmte Aufgaben gestellt und die Ausführung der Aufgaben kann gefilmt und ausgewertet werden. Aufgaben könnten Sortierung von Bildern, schreiben, lesen oder korrigieren von Texten oder Zeichnen von Bildern sein. Wird bei verschiedenen Testpersonen ein gleiches oder ähnliches Benutzerverhalten festgestellt, kann versucht werden aus den Beobachtungen eine Geste für die Multitouch Nutzung mit entsprechenden Objekten abzuleiten. Diese Geste muss auf Tauglichkeit und Intuitivität geprüft werden. Zu beachten ist, dass verschiedene Testgruppen ausgewählt werden müssen. Nicht nur verschiedene Altersgruppen sondern auch Kulturen und Personen mit verschiedenen Vorerfahrungen im Umgang mit Computern sollten nach Möglichkeit in den Test mit einbezogen werden.

Die Integration von Technologien wie Enso oder Swype setzt eine Untersuchung deren Tauglichkeit voraus. So müsste untersucht werden ob Benutzer diese Art von Bedienelementen annehmen und der Einsatz wirklich Vorteile in der Bedienung bringen würde. Untersuchungen der Entwickler zeigen eine Verbesserung im einzelnen Einsatz aber erst eine Kombination und ein Test in einem realen Szenario dürfte eine klare Aussage über die Einsetzbarkeit und Schwächen zeigen.

---

Eine Integration neuer Technologien wie Multitouch oder neuer Softwarekonzepte ist ein erster Ansatz zur Verbesserung der Interaktion. Langfristiges Ziel sollte eine Betrachtung von Multimodalität nicht außer acht lassen. Für spezielle Aufgabenbereiche sind verschiedene Hardware oder auch Bedienelemente besonders geeignet oder eine Kombination von verschiedenen. Erste Experimente mit Speech und Multitouch sind auch im Ambient Labor der HAW-Hamburg durchgeführt worden. Eine Betrachtung von Multimodalität sollte somit zusammen mit der Integration der einzelnen Techniken und Bedienkonzepte durchgeführt werden. Gerade im Bereich von Einsatzleitzentralen könnte eine Kombination von Technologien einen Vorteil in der Bedienung bringen.

# 5 Risiken

Beim durchführen der gesetzten Projektziele werden diverse Risiken deutlich, die ein Gelingen des Projektes gefährden könnten.

## 5.1 Risikofaktoren

**Fehlende Hardware** ist ein Risiko das im Vordergrund stehen. Die Vorhandene Hardware, auf der auch die Vorarbeiten beruhen, ist nicht ideal und hat einige Schwächen. Durch Einschränkungen der Hardware könnten ermittelte Gesten nicht umgesetzt werden.

**Missinterpretation von Benutzerverhalten** könnte ebenfalls einen erfolgreichen Abschluss der Untersuchungen gefährden. Wird nach den Voruntersuchungen deutlich, dass die Interaktion der Testpersonen nicht richtig interpretiert wurde, hat dies wahrscheinlich eine Ablehnung der Interaktion zur Folge.

**Fehlender Zugang zu Technologien** würde eine Integration schwierig gestalten. Swype befindet sich zur Zeit der Beta Phase und ist nicht öffentlich verfügbar. Wenn grundlegende Funktionen wie Tastatureingaben nicht einfach bedienbar sein, könnte das eine Untersuchung bezüglich des Gesamtkonzeptes verfälschten und die Aussagekraft einschränken

## 5.2 Minimierung der Risiken

Innerhalb des letzten Jahres sind mehrere Arbeiten rund um das Thema der Computerinteraktion in Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten im Kontext des Ambient Labors der HAW-Hamburg gelaufen. So wurden diverse Modalitäten auf ihre Einsetzbarkeit geprüft und verschiedenste Erfahrungen gesammelt. Angefangen bei Physikbasierter Interaktion [Roßberger \(2007\)](#) , Motion Tracking [Boetzer \(2008\)](#) und [Heitsch \(2008\)](#), EyeTracking [Charousset \(2008\)](#) oder Multitouch [Rahimi und Vogt \(2008\)](#) sowie grundsätzliche Überlegungen über Gesten [Boetzer u. a. \(2008\)](#) können als Basiswissen über einzelne Technologien dienen.

# Literaturverzeichnis

- [Apple Inc. 2008a] APPLE INC.: *Apple Inc.* Webseite. 2008. – URL <http://www.apple.com/>. – Letzter Aufruf am 14. Dezember 2008
- [Apple Inc. 2008b] APPLE INC.: *iPhone*. Webseite. 2008. – URL <http://www.apple.com/iphone/>. – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Apple Inc. 2008c] APPLE INC.: *MacBook Air*. Webseite. 2008. – URL <http://www.apple.com/macbookair/features.html>. – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Boetzer u. a. 2008] BOETZER, J. ; RAHIMI, M. ; VOGT, M. ; WENDT, P. ; K.V.LUCK: Gestenbasierte Interaktion mit Hilfe von Multitouch und Motiontracking. In: CLEVE, Jürgen (Hrsg.): *Proceedings WIWITA 2008* Hochschule Wismar (Veranst.), Hochschule Wismar, 2008, S. 38–49. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/papers/WIWITA2008.pdf>. – Zuletzt besucht: 24.08.2008
- [Boetzer 2008] BOETZER, Joachim: *Bewegungs und gestenbasierte Applikationssteuerung auf Basis eines Motion Trackers*, HAW Hamburg, Bachelorarbeit, 2008
- [Charousset 2008] CHAROUSSET, Dominik: Eignungsuntersuchung von Eyetracking als zusätzliche Interaktionstechnik in Computerspielen / Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. 2008. – Bachelorarbeit
- [Craik 1943] CRAIK, K.: *The Nature of Explanation*. 1943
- [D: All Things Digital 2007] D: ALL THINGS DIGITAL: *Windows7*. Webseite. 2007. – URL [http://d6.allthingsd.com/20080527/gates\\_ballmer/](http://d6.allthingsd.com/20080527/gates_ballmer/). – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt 2008] DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT: *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*. Webseite. 2008. – URL [http://www.dlr.de/DesktopDefault.aspx/tabid-4530/3681\\_read-10978/gallery-1/gallery\\_read-Image.1.4481/](http://www.dlr.de/DesktopDefault.aspx/tabid-4530/3681_read-10978/gallery-1/gallery_read-Image.1.4481/). – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Heitsch 2008] HEITSCH, Johann: Ein Framework zur Erkennung von dreidimensionalen Gesten / Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. 2008. – Bachelorarbeit

- [Ishii u. a. 1994] ISHII, Hiroshi ; KOBAYASHI, Minoru ; ARITA, Kazuho: Iterative design of seamless collaboration media. In: *Commun. ACM* 37 (1994), Nr. 8, S. 83–97. – ISSN 0001-0782
- [Microsoft Corporation 2007] MICROSOFT CORPORATION: *Microsoft Surface*. Webseite. 2007. – URL <http://www.microsoft.com/surface/>. – Letzter Aufruf am 14. August 2008
- [Microsoft Corporation 2008] MICROSOFT CORPORATION: *Microsoft Windows 7*. Webseite. 2008. – URL <http://www.microsoft.com/windows/windows-7/>. – Letzter Aufruf am 14. Dezemeber 2008
- [Napitupulu 2008] NAPITUPULU, Jan: *Ein System mit skalierbarer Visualisierung zur Entwicklung kollaborativer Serious Games*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Diplomarbeit, 2008. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/napitupulu.pdf>
- [Nintendo 2007] NINTENDO: *Wii*. Webseite. 2007. – URL <http://www.nintendo.com/wii/>. – Letzter Aufruf am 14. Mai 2008
- [Piening 2007] PIENING, Andreas: *Katastrophen-Leitstand: Current work and projects*. Seminararbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. 2007. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master06-07-aw/piening/report.pdf>
- [Rahimi und Vogt 2008] RAHIMI, Mohammadali ; VOGT, Matthias: *Gestenbasierte Computerinteraktion auf Basis von Multitouch-Technologie / Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg*. 2008. – Bachelorarbeit
- [Raskin 2008] RASKIN, Aza: FEATURE The linguistic command line. In: *interactions* 15 (2008), Nr. 1, S. 19–22. – ISSN 1072-5520
- [Roßberger 2007] ROSSBERGER, Philipp: *Physikbasierte Interaktion in kollaborativen computergestützten Umgebungen*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg, Diplomarbeit, 2007. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/master/rossberger.pdf>
- [Rossberger und Luck 2008] ROSSBERGER ; LUCK: *Seamless interaction in interactive rooms - some preliminary remarks*. World Usability Day 2008. 2008. – URL [http://www.worldusabilityday.de/2008/hamburg/vortraege/WUD2008HH\\_Luck.pdf](http://www.worldusabilityday.de/2008/hamburg/vortraege/WUD2008HH_Luck.pdf)
- [Swype Inc. 2008] SWYPE INC.: *Swype Inc.* Webseite. 2008. – URL <http://www.swypeinc.com/>. – Letzter Aufruf am 14. Dezember 2008

- [Ted Selker 2008] TED SELKER: *Ted Selker*. Webseite. 2008. – URL <http://web.media.mit.edu/~selker/>. – Letzter Aufruf am 14. Dezember 2008
- [The Multi-Pointer X Server 2008] THE MULTI-POINTER X SERVER: *The Multi-Pointer X Server*. Webseite. 2008. – URL <http://wearables.unisa.edu.au/mpx/?q=mpx>. – Letzter Aufruf am 8. August 2008
- [Weiser 1991] WEISER, Mark: The Computer for the Twenty-First Century. In: *Scientific American* 265 (1991), S. 94–104
- [WillyHoops blog 2008] WILLYHOOPS BLOG: *A Short History of the GUI, Apple & Microsoft*. Webseite. 2008. – URL [http://www.willyhoops.com/microsoft\\_vs\\_apple\\_history.htm](http://www.willyhoops.com/microsoft_vs_apple_history.htm). – Letzter Aufruf am 14. Dezember 2008