

## Entwicklung eines Multitouch-Konferenztisches

Alexander Phleps

Interactive Media / Human Factors  
Fraunhofer HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
alexander.phleps@hhi.fraunhofer.de

Micha Block

Universität Stuttgart  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
micha.block@iat.uni-stuttgart.de

**Abstract:** Die Gestaltung ergonomischer Multitouch-Interaktion ist mit Anforderungen verbunden, die bei klassischen Interaktionsformen nicht von Bedeutung waren. Die unterschiedlichen Gerätegrößen und User-Interfaces spielen dabei eine wichtige Rolle. Die Gestaltung von Multi-User-Interaktion an Multitouch-Surfaces ist mit besonderen Herausforderungen verbunden. Bei der Entwicklung von GADjet, einer Software für Multitouch-Konferenztische, wurden Lösungen für diese Probleme erarbeitet. Sie behandeln die Orientierung von Steuerelementen, das kollaborative Arbeiten mit verteilten Daten und die Identifikation von Benutzern.

## **1 Abgrenzung von Multitouch-Gerätetypen**

### **1.1 Multitouch-Trackpads und Multitouch-Monitore**

Multitouch-Trackpads werden hauptsächlich in Laptop-Computern verbaut und an Stelle der Maus verwendet. Sie stellen eine Erweiterung des WIMP-Paradigmas (Windows Icons Menus Pointer) dar, bilden jedoch keine neue Interaktionsform. Es handelt sich weiterhin um „Point-and-Click“-Interfaces, die jedoch zusätzlich Multitouch-Gesten erlauben. Diese werden auf das Steuerelement unterhalb des Mauscursors übertragen. Solche Gesten können zu einer Effektivitätssteigerung führen, welche anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht werden soll: Um in einem langen Text zu scrollen muss bei einem WIMP-UI (User Interface) der Cursor auf der Scrollbar platziert, geklickt und gezogen werden. Das Wiederfinden der zuvor betrachteten Textstelle ist mit einer neuen Suche verbunden. Mit einem Multitouch-Trackpad hingegen werden zwei Finger vertikal bewegt. Daher können die Augen den betrachteten Inhalt auch während des Scrollens fokussieren. Im Gegensatz zu den anderen Multitouch-Geräten findet die Interaktion indirekt statt [Ap11]. Dies hat den Vorteil, dass keine Verdeckungsprobleme durch die menschliche Hand bestehen.

Multitouch-Monitore stellen auf den ersten Blick eine evolutionäre Erweiterung herkömmlicher Monitore dar. Bei näherem Betrachten wird jedoch klar, dass sie aufgrund der Bauform an ergonomischen Defiziten leiden. Die Benutzung senkrechter Touch-Interfaces führt zum sogenannten „Gorilla-Arm-Syndrom“ [Ca10]. Es beschreibt Ermüdung und Schmerzen im Arm die durch eine andauernde horizontale Haltung entstehen. Ein weiteres Problem dieser direkten Form der Multitouch Interaktion besteht im Zusammenhang mit WIMP-UIs. Die Unterstützung von Multitouch-Eingabe durch Software ist nur dann sinnvoll, wenn sie bezüglich Usability und User-Experience nach entsprechenden Multitouch-Guidelines gestaltet wurde. Ein Beispiel hierfür ist die in nahezu jedem Programm verwendete Menüleiste. Sie befindet sich am oberen Rand des Fensters bzw. des Monitors, was einen langen Weg für die Hand bedeutet. Wird ein Menüpunkt ausgewählt, klappt das Menü nach unten auf und wird von der Hand verdeckt (Abb. 1). Des Weiteren würde der Arm einen Teil der Statusleiste und andere am unteren Rand des Bildschirms befindliche Elemente verdecken. Dies soll deutlich machen, dass viele der in WIMP-UIs verwendeten Konzepte für Touch-Interfaces nicht geeignet sind. In einer Multitouch Anwendung könnte ein solches Menü beispielsweise am unteren Rand platziert werden und sich nach oben hin aufklappen, dadurch wäre es leichter erreichbar und würde nicht verdeckt werden. Die Statusleiste hingegen sollte am oberen Rand platziert werden, da sie nur zur Informationsanzeige dient.

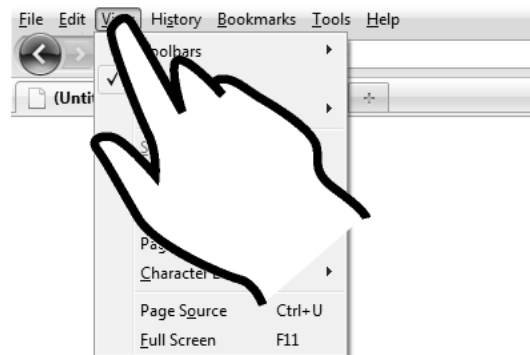


Abbildung 1: Verdeckung bei Touch-Eingabe an WIMP-UIs.

Die Erweiterung von WIMP-Applikationen durch Multitouch Technologien kann durchaus einen Mehrwert darstellen. Das Hinzufügen von Multitouch Funktionalität, ohne entsprechende Anpassungen des UIs, sollte jedoch vermieden werden.

## 1.2 Multitouch SmartPhones und Multitouch-Tablets

Multitouch-Smartphones und Tablets zählen zu den bekanntesten und am weitesten verbreiteten Multitouch-Geräten. Parallel zu deren Entwicklung entstanden neuartige Betriebssysteme wie *iOS*, *Android*, *WebOS* und *Windows Phone 7*. Diese bieten reduzierte Funktionalität im Vergleich zu ihren Desktop-Versionen, bieten jedoch neuartige UI-Konzepte mit dem Fokus auf Multitouch-Interaktion.

Diese Neuentwicklungen waren nötig, da die Umstellung auf Multitouch nicht erst auf Applikationsebene berücksichtigt werden darf, um konsistent für alle Anwendungen zu sein [Ap11]. So sind beispielsweise Steuerelemente sehr groß gestaltet um die Ungenauigkeit des menschlichen Fingers aufgrund seiner Dicke zu kompensieren. Visuelles Feedback wird eingesetzt um den Benutzer über Aktionen zu informieren [Wi09]. Während sich viele WIMP-Steuerelemente problemlos auf Touch-Interfaces übertragen lassen (z. B. Button, Slider, etc.) sind andere ungeeignet (z. B. Drop-Down-List, Menu-Bar, etc.). Hierfür mussten Alternativen gefunden werden, was eine Herausforderung dieses Paradigmenwechsels darstellt. Obwohl es aufgrund der direkten Interaktion zur Verdeckung durch die Hand kommen kann, stellt das nicht zwangsläufig ein Problem dar. Ergonomische Probleme, wie bei Multitouch-Monitoren, bestehen aufgrund der Gerätegröße nicht. Die Geräte werden in der Hand gehalten und sind sehr leicht. So können Elemente an allen Stellen des Displays leicht und ohne großen Aufwand erreicht werden. Wird das Gerät gedreht, bleibt das UI stets optimal zu dem Benutzer ausgerichtet. Das Betriebssystem erhält Informationen von eingebauten Lagesensoren und passt die Orientierung automatisch an. Ein wichtiger Einfluss auf den Erfolg dieser Geräte besteht in der reduzierten Komplexität mobiler Applikationen (Apps). Im Gegensatz zu Desktop-Systemen, sind ihre Funktionen meist stark reduziert. Die Gründe dafür liegen in der geringen Displaygröße, der Ungenauigkeit von Multitouch-Input sowie der Dateneingabe über virtuelle Tastaturen. Diese Eigenschaften führten dazu, dass bei der Entwicklung vieler Apps, der Funktionsumfang sehr gering gehalten wurde.

Der Erfolg von Multitouch-Smartphones und Multitouch-Tablets ist zum großen Teil der Entwicklung neuartiger Betriebssysteme. UI-Konzepte müssen auf Betriebssystemebene implementiert sein um konsistent zu sein.

### **1.3 Multitouch-Surfaces**

Bei Multitouch-Surfaces handelt es sich um großflächige Geräte die als Tisch oder Wand konzipiert sind. Neben bereits beschriebenen Problemen wie Verdeckung und Gorilla-Arm existieren weitere Anforderungen für eine ergonomische Gestaltung von Anwendungen.

Der Einsatz von Multitouch-Surfaces ist bisher häufig auf die Geschäftswelt beschränkt. Die Anschaffungskosten dieser Geräte sind für Privatpersonen meist zu hoch. Der Einsatz im kommerziellen Bereich beschränkt sich bisher hauptsächlich auf Verkaufsräume und Messen. Dort werden sie zur Präsentation, selten auch zur Kollaboration verwendet. Die Größe der Displays und der innovative Charakter dieser modernen Eingabetechnologien motiviert Aussteller zum Einsatz der Multitouch-Surfaces als „Publikumsmagnet“. Potenzial bieten diese beispielsweise bei interaktiven Datenvisualisierungen um nicht greifbare Produkte wie Versicherungen oder Verträge für Kunden greifbarer zu gestalten. Das Einbeziehen von physikalischen Objekten in die Interaktion (Tangibles), z. B. Produkten in einem Verkaufsraum, ermöglicht es weitere Informationen über sie zu beziehen oder etwa die Daten zweier Produkte miteinander zu vergleichen. Solche „Mixed Reality“-Anwendungen bilden eine Schnittstelle zwischen der realen und der virtuellen Welt [Oh99]. Horizontale Multitouch-Surfaces bieten viel Potential für kollaborative Anwendungen. Die Nutzung als gemeinsames Arbeitsgerät zur Unterstützung von Gruppenarbeit ist für viele Szenarien denkbar. Die Umsetzung solcher Anwendungen ist jedoch mit Hürden für das UI-Design verbunden. Der Aspekt der Multi-User-Interaktion an einem Gerät ist ein Novum für das UI-Design. Insbesondere die Orientierung von Steuerelementen kann bei Anwendungen für Multitouch-Surfaces mit mehreren Benutzern ein Problem darstellen.

Die ergonomischen Herausforderungen bei der Entwicklung von Multitouch-Surface UIs unterscheiden sich stark von anderen Gerätetypen. Dies ist vor allem auf die Größe der Interaktionsfläche zurückzuführen. Steuerelemente können schwer oder gar nicht zu erreichen sein. Es kann vorkommen, dass Anzeigeelemente nicht gleich erkannt werden, wenn sie sich im peripheren Blickfeld des Benutzers befinden. Das Auffinden eines bestimmten Elements ist dann mit längeren Suchzeiten verbunden sein [Wi00]. Bei anderen Gerätetypen besteht diese Problematik aufgrund kleinerer Displays nicht, da sich der Inhalt stets im fovealen bzw. parafovealen Blickfeld des Benutzers befindet. Displays mit ähnlichen Maßen wie Multitouch-Surfaces werden z. B. bei „10-foot UIs“ eingesetzt. Die Interaktion findet dabei jedoch nicht direkt statt da sich die Benutzer ca. 3 Meter entfernt befinden.

Multitouch-Surfaces bieten viel Potential für kollaborative Anwendungen, da sie erstmals ein Eingabegerät darstellen, an dem mehrere Benutzer gleichzeitig arbeiten. Zwar handelt es sich bei modernen Betriebssystemen um Multi-User-Systeme, dies bezieht sich jedoch auf Benutzerprofile, Rechteverwaltung und Remote-Zugriff. Die UIs haben jedoch Single-User-Charakteristik mit einer statischen Orientierung. Die Anforderung der Multi-User-Interaktion führt daher zu Herausforderungen, die in traditionellen Applikationen nicht beachtet werden mussten. Viele Interaktionskonzepte, die in WIMP-UIs verwendet werden, sind nicht übertragbar. Dies gilt z. B. für den Fokus, welcher in Desktop-Systemen anhand eines Cursors in dem zuletzt angeklickten Textfeld angezeigt wird. Tastatureingaben werden an das fokussierte Steuerelement weitergeleitet. Übertragen auf Multi-User-Interaktion müsste jedem Benutzer ein eigener Fokus zugeordnet werden. Wenn sich mehrere Benutzer den physikalischen Platz vor einem Gerät teilen, können sie sich im äußersten Fall an allen vier Seiten des Geräts befinden. Dies führt zu dem Problem der Orientierung von Steuerelementen, welche abweichend von der Blickrichtung der Benutzer sein können. Daher muss eine mentale Rotation durchgeführt werden, was mit erhöhter kognitiver Arbeit verbunden ist [Co73].

#### **1.4 Orientierung von Steuerelementen bei Multitouch-Surface UIs**

Um das Problem der Orientierung von Steuerelementen bei Multitouch-Surface UIs zu veranschaulichen, verwenden wir ein Modell welches die Anzahl und Positionen der Benutzer an den für die Interaktion vorgesehen Seiten berücksichtigt. Dabei werden Interaktionsfläche, Benutzer und Blickrichtung aus der Vogelperspektive betrachtet. Die Interaktionsfläche wird in Blöcke aufgeteilt, welche jeweils eine eigene Orientierung besitzen, welche mit einem Pfeil dargestellt wird. Zeigt dieser in die Richtung des nächsten Benutzers ( $0^\circ$ ), wird die Orientierung des Blocks als optimal bezeichnet. Die Orientierungspfeile werden dabei in Schritten von  $45^\circ$  gedreht. Unterscheidet sich die Orientierung von zwei aneinander grenzenden Blöcken um  $45^\circ$ , wird sie als suboptimal bezeichnet.

Folgende Abbildung veranschaulicht diese Problematik. Sie zeigt ein UI für mehrere Nutzer die sich an allen vier Seiten befinden können. Berücksichtigt werden in diesem Fall nur die Außenbereiche. Es erschließt sich, dass nur durch die Verwendung von suboptimal orientierten Blöcken, die optimale Orientierung der naheliegenden Blöcke gegeben werden kann.

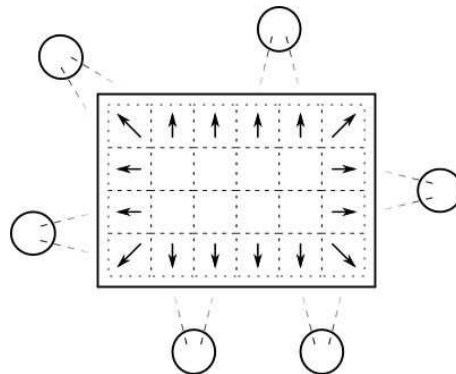


Abbildung 2: Das Problem der Orientierung von UI-Elementen.

Zusätzlich werden autarke Bereiche verwendet die anhand unterschiedlicher Graustufen dargestellt sind. Die folgende Abbildung zeigt zwei Möglichkeiten, wie autarke Bereiche in Kunden-Berater Szenarios eingesetzt werden können. Während eine Möglichkeit darin besteht, eine 50:50-Aufteilung des UI vorzunehmen (Abb. 3: Links), ist es auch denkbar, dem Kunden einen größeren Bereich als dem Berater zur Verfügung zu stellen (Abb. 3: Rechts). Seiten, die nicht dafür ausgelegt sind, dass sich Benutzer dort befinden, werden mit gestrichelten Linien dargestellt.

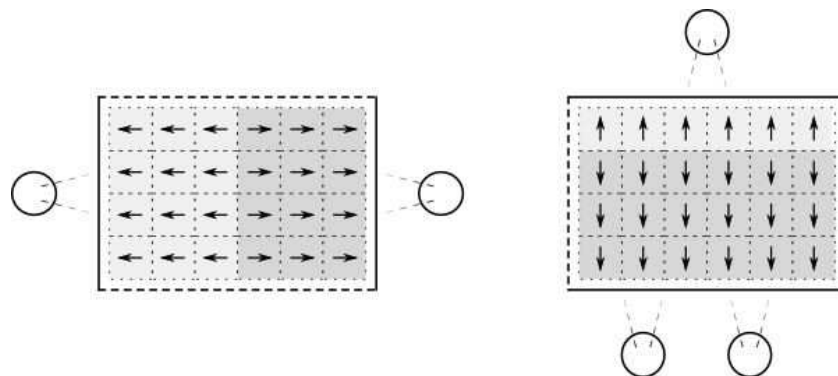


Abbildung 3: Orientierung von UI-Elementen in Kunden-Berater Szenarios.

Die im folgenden Kapitel erläuterten Interaktionskonzepte von GADjet werden anhand dieses Modells wie folgt beschrieben: Vier bis sechs Benutzer können sich an drei Seiten der Interaktionsfläche verteilen. Am oberen Rand gibt es einen autarken Bereich. Darin befinden sich Elemente, die von allen Benutzern verwendet werden. Zwar ist dieser Bereich nur für die Benutzer am unteren Rand optimal, angesichts der Seitenverteilung jedoch der beste Kompromiss.

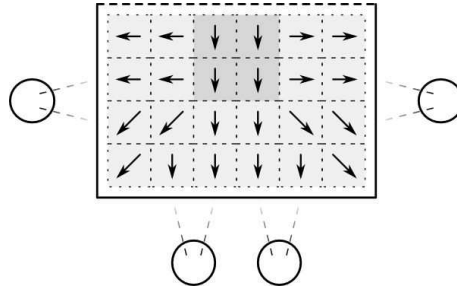


Abbildung 4: Orientierung von UI-Elementen bei GADjet.

Das beschriebene Modell ist keineswegs als vollständige Gestaltungsrichtlinie für Multitouch-Surface UIs gedacht. Es soll lediglich als Hilfsmittel dienen, um die Orientierung von Steuerelementen möglichst optimal zu gestalten. Die Implementierung wird dabei nicht berücksichtigt. So kann es dazu verwendet werden, die Notwendigkeit von Orientierungsanpassungen abzuschätzen oder als Basis für eine Implementierung dienen, welche die Orientierung der Steuerelemente je nach Position automatisch anpasst.



## 2 GADjet

Die Grundidee von GADjet war es, einen interaktiven Konferenztisch auf Basis eines Multitouch-Surfaces zu entwickeln. Dadurch könnten die Technologien, die uns am Arbeitsplatz unterstützen, auch dann verfügbar sein, wenn man mit einer Gruppe ein kreatives Meeting durchführt. Benutzer sollten ein solches Meeting jederzeit ohne Vorbereitung durchführen können. Seinem Gegenüber eine Datei zukommen zu lassen sollte nicht als E-Mail Anhang, sondern über eine Geste geschehen. Handelt es sich bei der ausgetauschten Datei um eine Grafik, möchte man in diese eventuell etwas einzeichnen, um Dinge hervorzuheben oder zu kommentieren. Für das Sammeln neuer Ideen sollten Mind-Maps verwendet werden [Bu93]. So könnten die Teilnehmer die besprochenen Inhalte festhalten und hierarchisch gliedern. Sämtliche Ergebnisse würden nach einem Meeting automatisch für die Teilnehmer verfügbar gemacht werden. Dieses Kapitel beschreibt die verwendeten Technologien, sowie die größten Herausforderungen und gewählten Lösungen bei der Durchführung des Projekts.

### 2.1 Verwandte Arbeiten

Aufgrund des hohen Potentials für kollaborative Aufgaben enthalten viele Multitouch-Surface Projekte Konzepte die diese Aspekte unterstützen. Der *reacTable* [ReT], eines der ersten modernen Multitouch-Surface Projekte, erlaubt es mehreren Benutzern gemeinsam an einem Klangteppich zu arbeiten. Dabei stehen verschiedene Klangquellen und Effekte in Form von Tangibles zur Verfügung, die auf die Oberfläche gelegt werden. Durch Rotieren und Verschieben können sie manipuliert und miteinander verknüpft werden. Die Klangelemente haben dabei keine Zuordnung zu den Benutzern. Die verwendete Visualisierung der Klänge ist unabhängig von der Blickrichtung der Benutzer. Da keine persönlichen Daten mit einbezogen werden, ist keine Authentifizierung notwendig. Die *Multi-Touch Collaboration Wall* [PeP] von Perceptive Pixel erlaubt den Benutzern Zugriff auf Daten die in Graphen präsentiert und manipuliert werden können. Durch den senkrechten Aufbau als Wand dient das System in erster Linie zu Präsentationszwecken. UI-Elemente haben eine statische Orientierung. Bei dem *meet.able* Interaktionskonzept von Dominic Kennedy liegt der Fokus auf Design-Meetings für kleine Gruppen [MeT]. Es beinhaltet Funktionen für den Austausch und die Präsentation von Daten, berücksichtigt jedoch nicht die Zuordnung zu Benutzern. Auch gibt es keine Form der Identifikation.

## 2.2 Verwendete Technologien bei GADjet

Der zur Entwicklung verwendete Hardware besitzt die Abmessungen 1156 x 700 x 501 mm und ein 47" großes Multitouch Display mit einer Auflösung von 1920x1080 Pixel. Diese Maße ermöglichen es vier bis sechs Personen gleichzeitig zu arbeiten. Das Erkennen von Touch-Eingabe geschieht per *Diffused Illumination* (DI) [NU11] bzw. einer modifizierten Variante namens *Integrated Through Screen Optics* (ITSO) die ein TFT-Display an Stelle eines Projektors einsetzt [Ev10]. Aus diesem Grund war die Verwendung der mitgelieferten Tracking-Software *Multitouch Input Manager* (MIM) ohne Alternativen. Optische Verfahren erlauben das Erkennen von Objekten sofern diese mit *Byte Tags* beklebt sind. Deren Präsenz, Position und Orientierung kann ausgelesen und softwareseitig verwendet werden [MiB].

Informationen über Touch-Events werden von der MIM Software per *WM\_TOUCH* weitergereicht [MiT]. Für die Objekterkennung kommt das quelloffene *TUIO*-Protokoll zum Einsatz [TUIO]. GADjet baut auf dem *Surface Toolkit for Windows Touch Beta* (Surface Toolkit) [MiS] auf, einer Software-Bibliothek, die eine reiche Palette an Multitouch Steuerelementen beinhaltet. Es basiert auf dem *.NET Framework 4.0* [MiN], *Windows Presentation Foundation 4.0* (WPF4) [MiW] und dem *XNA Framework* [MiX]. Die *.NET*-Plattform verfügt über eine Vielzahl von Klassen für typische Aufgaben wie Dateizugriff, Netzprotokolle, etc. Eine Besonderheit des Surface Toolkits ist das integrierte *Ripples*-Framework. Es dient zur Visualisierung der Touch-Eingabe, um eine Verbesserung der Benutzer-Interaktion zu erreichen [Wi09]. Abbildung 5 verdeutlicht das Zusammenspiel der verwendeten Technologien.

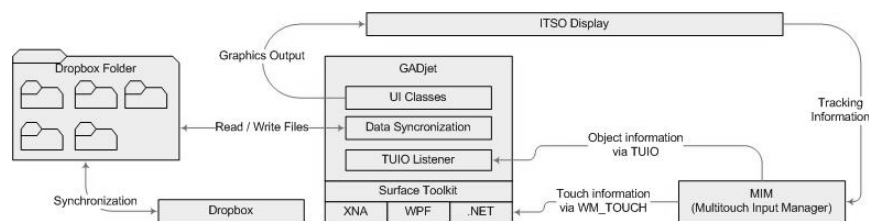


Abbildung 5: Verwendete Technologien für GADjet.

## 2.3 Aufbau des GADjet-UI

Die gesamte Fläche des UI wird als *Arbeitsbereich* betrachtet und besteht aus dem *Brainstorming* in Form einer *Mind-Map* sowie den *Assets* (Dateien, Grafiken, Kontakte, etc.) mit denen gearbeitet wird. Außerdem existiert ein *persönliches Menü* (PM) für jeden Benutzer.



Abbildung 6: Das GADjet-UI.

Das UI besteht aus einer Reihe von übereinander liegenden *ScatterViews*, einer Container-Komponente des Surface Toolkits, dessen Kind-Elemente *ScatterViewItem* standardmäßig auf Touch-Eingabe reagieren und daher verschoben, rotiert und in der Größe verändert werden können. Sämtliche Assets, sowie die PMs der Benutzer, basieren auf der dieser Komponente. Auf diese Weise können deren Orientierungen von den Blickrichtungen der Benutzer abhängig gemacht werden.

Die in Abbildung 7 beschriebenen Schichten des UI (Layer 0-3) setzen sich wie folgt zusammen. Auf *Layer 0*, der untersten Schicht, befinden sich die Assets. *Layer 1* beinhaltet die persönlichen Menüs der Benutzer. Dadurch ist sichergestellt, dass diese nicht von den Assets verdeckt werden. *Layer 2* enthält das Brainstorming. Das bedeutet auch, dass das persönliche Menü unter dem Brainstorming verschwindet. Dies ist gewollt, da dieser Bereich von allen Benutzern verwendet wird. Es ist die einzige Schicht, die nur einen kleinen Teil der Interaktionsfläche in Anspruch nimmt. *Layer 3* beinhaltet virtuelle Tangibles, die zu Testzwecken oder an Systemen eingesetzt werden, welche die Erkennung von physikalischen Objekten nicht unterstützen.

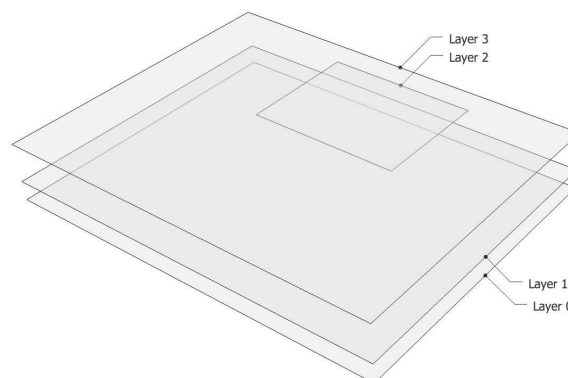


Abbildung 7: Layer des GADjet-UI.

## 2.4 Benutzer-Identifikation und Authentifizierung

Ein grundlegendes Problem stellte die Anforderung der Multi-User-Interaktion dar. Die Benutzer verteilen sich um das System und blicken aus unterschiedlichen Richtungen auf das Display. Außerdem müssen sie identifiziert werden, um ihnen Zugriff auf persönliche Daten über ein gemeinsam genutztes Eingabegerät zu ermöglichen. Dies sind Eigenschaften, die in klassischen UIs nicht berücksichtigt werden müssen.

Aus diesem Grund wurde das *Persönliche Menü* (PM) eingeführt. Es dient zum Zugriff auf persönliche Assets, eine virtuelle Tastatur sowie einem Hilfe-Menü. Um die Menüs an der Position und Blickrichtung der Benutzer auszurichten, wurden die Möglichkeiten der Objekterkennung eingesetzt. Jeder Benutzer erhält vor dem Meeting eine SmartCard mit einem Marker auf der Rückseite, das *Tangible*, welches ihn identifiziert. Sobald sie auf das Display gelegt wird, erscheint ein PM (Abb. 8). Durch das freie Bewegen und Drehen der SmartCard kann dieser Bereich je nach Position, Größe und Haltung des Benutzers optimal ausgerichtet werden. Das *Tangible* wurde in Form eines Mitarbeiterausweises gestaltet, um die Benutzer dazu zu verleiten, es als Wertgegenstand wahrzunehmen und zum Ende eines Meetings mitzunehmen. Dadurch wird der Logout ausgeführt.

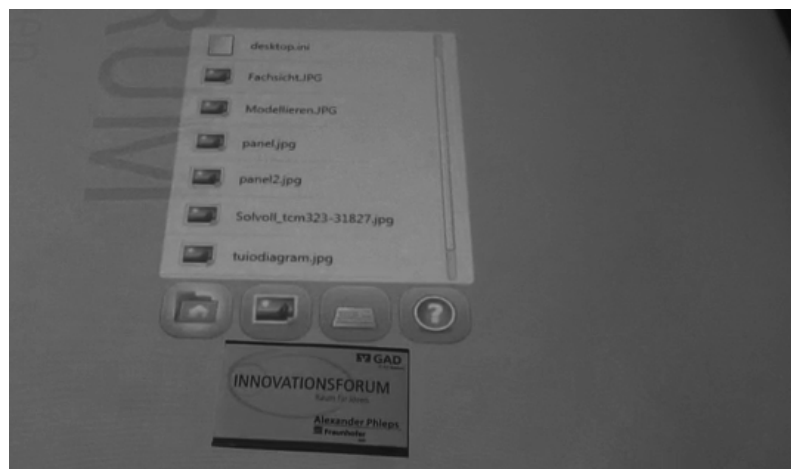


Abbildung 8: Das Persönliches Menü.

Die Tracking-Software leitet Touch-Informationen über das *WM\_TOUCH*-Protokoll von Windows 7 oder *TUIO* weiter. Das Surface Toolkit unterstützt lediglich *WM\_TOUCH*. Dieses berücksichtigt aber keine Objektinformationen. Aus diesem Grund musste ein *TUIO*-Listener implementiert werden. Informationen zu einem Meeting werden in einer *XML*-Datei (Extensible Markup Language) gespeichert. Diese ordnen Benutzern IDs sowie die Verzeichnispfade zu. Wird ein Objekt auf die Oberfläche gelegt, erhält GADjet Informationen über dessen ID, Position und Winkel. Es wird geprüft ob das aktuelle Meeting einen Benutzer enthält dem diese ID zugewiesen wurde. Ist das der Fall, so wird ein PM mit den Dateien des Verzeichnisses gefüllt und an der SmartCard angezeigt. Diese Informationen werden auch bei Bewegung und Rotation von Objekten empfangen, die sich bereits auf der Oberfläche befinden. In diesem Fall wird lediglich die Position und Orientierung angepasst. Wird das Entfernen eines Objekts registriert, so wird auch das PM ausgeblendet.

Assets werden im PM als *SurfaceListBoxItem* in einer *SurfaceListBox* bzw. als *ScatterViewItem* im Arbeitsbereich angezeigt. Es handelt sich dabei um Objekte derselben Klasse die durch verschiedene *Templates* unterschiedlich dargestellt werden. Diese Komponenten implementieren *Drag-and-Drop Listener*, so werden über Events die Funktionen für Dateiaustausch aufgerufen werden. Da alle Klassen des SurfaceToolkits auf Multitouch ausgelegt sind, können beliebig viele Assets gleichzeitig von einem PM zu einem anderen Benutzer gezogen werden.

Alternativ zur Nutzeridentifizierung über Tangibles bestand die Überlegung den *DiamondTouch* von Circle Twelve zu verwenden [DiT]. Das am MERL entwickelte System erlaubt die Zuordnung von Touch-Punkten zu Benutzern. Ermöglicht wird dies durch eine kapazitive Technologie in Kombination mit unterschiedlich getakteten Matten auf denen die Benutzer sitzen. Obwohl diese Möglichkeiten sehr vorteilhaft für Multi-User-Interaktion sind, wurden sie nicht eingesetzt. Auf dieses System ausgelegte Konzepte hätten nicht auf andere portiert werden können. Das Problem der Orientierung von Steuerelementen hätte auf diese Weise nicht gelöst werden können.

## 2.5 Datenhaltung und –austausch

Um während eines Meetings produktiv arbeiten zu können müssen sämtliche Assets, wie Dokumente oder Kontakte, jederzeit verfügbar sein. Der Zugriff auf diese geschieht bei GADjet über die PMs. Befinden sie sich jedoch auf einem anderen Rechner, ist das nicht ohne Weiteres möglich. Hochladen oder Versenden von Dateien würde zu unerwünschten Verzögerungen führen und sollte daher vermieden werden. Es sollte auch möglich sein an dem System zu arbeiten ohne weitere Geräte zu verwenden.

Entwicklungen aus dem Bereich des „Cloud-Computing“ haben Werkzeuge hervorgebracht, die das Synchronisieren von Daten zwischen einem oder mehreren Geräten und dem Internet erlauben. Das Unternehmen *Dropbox* bietet mit ihrer gleichnamigen Software [DrB] basierend auf *Amazon Simple Storage Service* (Amazon S3) [AS] eine komfortable Lösung. Anders als bei vielen Cloud-Diensten, bei denen sich die Daten ausschließlich „in der Wolke“ befinden und nur bei Bedarf geladen werden, befinden sie sich an verschiedenen Orten und werden durch die Client-Software synchronisiert. Benutzer können Ordner lokal auf ihren Rechnern erstellen, sodass sämtliche Inhalte automatisch abgeglichen werden. Änderungen an einer Datei auf einem System werden auf den anderen Systemen des Benutzers automatisch durchgeführt. Dropbox-Ordner können auch anderen Benutzern freigegeben werden. Dadurch kann beispielsweise für ein Projekt ein Ordner angelegt und allen Mitarbeitern zugänglich gemacht werden. GADjet greift diese Funktionalität auf. Es wird vorausgesetzt, dass jeder Benutzer einen Ordner mit dem Multitouch-System teilt. Optional kann ein gemeinsamer Ordner zwischen allen Nutzern und dem Multitouch System geteilt werden. Dieser beinhaltet die Assets die sich in dem gemeinsamen Arbeitsbereich befinden. Um diese während eines Meetings auszutauschen, werden sie aus dem PM in ein anderes bzw. in den Arbeitsbereich gezogen. Im Hintergrund werden sie von einem Benutzerordner in den anderen kopiert. Die Client-Software übernimmt die Synchronisation.

Folgende schematische Darstellung zeigt drei Benutzer (Alice, Bob und Carol), welche direkt mit dem Multitouch-System, sowie ihren eigenen Geräten interagieren. Auf allen Systemen läuft die Dropbox-Client-Software, welche die Synchronisation der Daten übernimmt. Dadurch haben die Benutzer Zugriff auf ihre privaten Ordner (a, b und c) und den gemeinsamen Projektordner (M). Dieser wird nicht mit Bobs Endgerät synchronisiert. Alice nutzt zwei Geräte. Die Besonderheit dieses Modells liegt darin, dass der Multitouch-Computer ein gemeinsam genutztes Gerät darstellt, an dem alle Benutzer gleichzeitig mit ihren persönlichen Daten arbeiten.

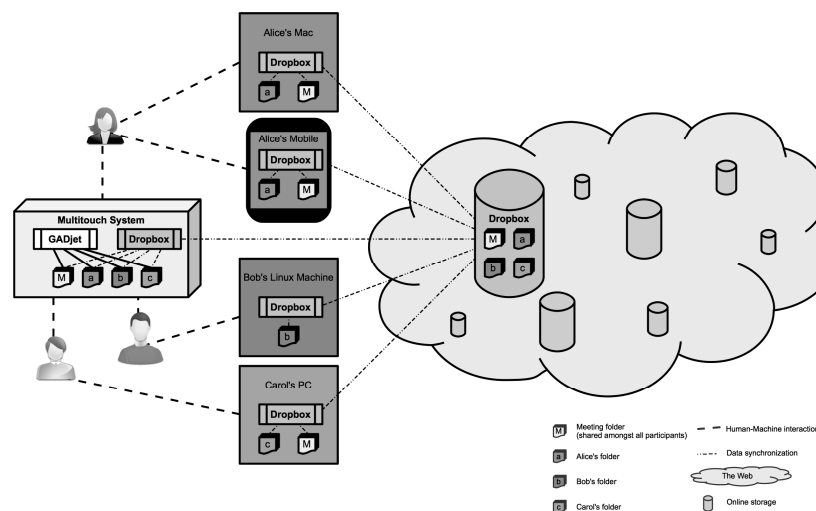


Abbildung 9: Dezentrale Datenhaltung.

Alternativ zu Dropbox können auch ähnliche Lösungen wie *Windows Live Mesh* [WiL] oder *SugarSync* [SuS] eingesetzt werden. Der Austausch ist problemlos, da der GADjet-Prototyp direkt mit den Verzeichnissen arbeitet. Eine bessere Lösung wäre etwa durch die Implementierung einer API dieser Cloud-Dienste möglich. So könnten sich Benutzer über das PM in ihren Account einloggen wodurch Ordner nicht mehr im Voraus mit dem System geteilt werden müssten.

## 2.6 Arbeitsbereich & Annotationen

Der gemeinsame Arbeitsbereich beschreibt die gesamte Fläche des Multitouch-Displays bzw. alles was sich unterhalb der SmartCards und PMs befindet. Neben dem Brainstorming sind das sämtliche Assets, welche die Benutzer aus ihren PMs herausgezogen und somit in das Meeting eingebracht haben. Diese werden in Form eines Labels mit Icon, Dateiname und Funktionsbuttons angezeigt. Je nach Typ soll mit ihnen direkt gearbeitet werden können. So werden Grafiken direkt angezeigt und können verschoben und skaliert werden. Der Annotationsmodus kann über einen Button aktiviert werden und ist durch einen farbigen Rahmen um die Grafik gekennzeichnet.

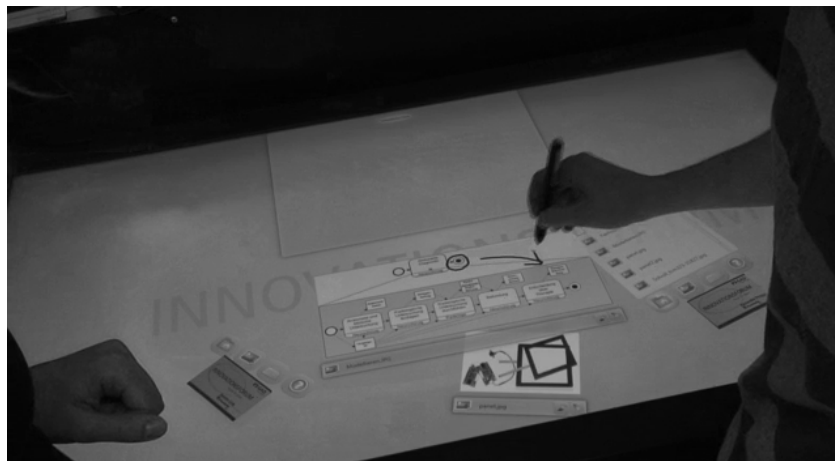


Abbildung 10: Annotationen.

Bei Assets in den PMs und auf der Arbeitsfläche handelt es sich um die gleichen Klassen, die durch *Templates* unterschiedlich dargestellt werden. In dem PM werden ein zum Dateityp passendes Icon und der Dateiname angezeigt. Im Arbeitsbereich wird zusätzlich der Bildinhalt dargestellt. Außerdem gibt es Buttons zum Löschen der Datei und Aktivieren des Annotationsmodus. Ist dieser aktiv, wird das Bild durch eine transparente *Canvas*-Komponente überlagert. Touch-Eingabe führt daher nicht zum Verschieben oder Rotieren des Bildes, sondern zum Zeichnen auf den *Canvas*. Beim Beenden des Meetings wird geprüft, ob etwas auf das *Canvas* gezeichnet wurde. Ist dies der Fall, so werden diese Informationen in das Bild gespeichert. Unterstützt werden die Formate *JPEG*, *BMP*, *GIF* und *TIFF*. Andere Dateiformate werden lediglich durch ein Label mit Icon und Name dargestellt.

## 2.7 Brainstorming

Das Sammeln von Ideen während eines Meetings geschieht bei GADjet in Form einer Mind-Map. Sie befindet sich zentral am oberen Rand des Arbeitsbereichs. Über das PM steht jedem Benutzer eine virtuelle Tastatur zur Verfügung. Sie dient zum Erstellen neuer Schlüsselwörter.

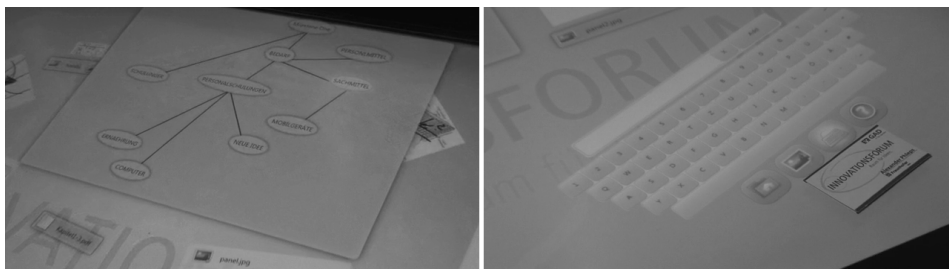


Abbildung 11: Brainstorming Mind-Map und Tastatur.

Die Mind-Map wurde mit einer *ScatterView* und *ScatterViewItems* implementiert. Diese Komponenten wurden gewählt da sie auf Touch-Events reagieren und dadurch mehrere Knoten gleichzeitig verschoben werden können. Rotation und Skalierung wurden deaktiviert. Unterhalb der *ScatterView* befindet sich eine *Canvas*-Komponente auf der die Verbindungen der Knoten gezeichnet werden. Die Mind-Map wird in Form einer *XML*-Datei gespeichert und im gemeinsamen Ordner abgelegt. Daher ist sie wieder verfügbar wenn das Meeting beendet und zu einem späteren Zeitpunkt fortgeführt wird. Da die Benutzer in der Zwischenzeit auf die erarbeiteten Daten zugreifen können sollen, die Mind-Map aber nicht als solche auf anderen Systemen interpretiert werden kann, wird beim Beenden des Meetings zusätzlich ein Bild davon erzeugt und im gemeinsamen Ordner sowie jedem Benutzerordner abgelegt. Bei der Tastatur handelt es sich um ein eigens entwickeltes *User Control*. Es besteht aus einer Reihe von *SurfaceButton*-Objekten die in einem *Grid* angeordnet sind.



## 2.8. Einsatz als Produktivsystem

Bei dem in diesem Artikel beschriebenen prototypischen System kann, sofern zuverlässiger Hardware verwendet wird, auch in einem produktiven Umfeld eingesetzt werden. Es bestehen jedoch Einschränkungen im Bezug auf die Sicherheit und den Datenschutz. Außerdem müssen bestehende Implementierungen erweitert werden.

Die einfache Form der Authentifizierung durch ein optisches Verfahren kann leicht übergangen werden. Sie sollte durch moderne *NFC* (Near Field Communication) Verfahren z. B. basierend auf *RFID*-Technologie (Radio-frequency identification) ersetzt werden. Die Implementierung von Cloud-Computing APIs stellt eine Alternative für die Notwendigkeit der geteilten Ordner zwischen Benutzer und System dar. Für die Integration in bestehende IT-Infrastrukturen ist die Anbindung an Groupware wie *Microsoft Exchange*, *Open Exchange*, etc. notwendig. Außerdem ist es denkbar, Schnittstellen zu Diensten wie *Google Docs* oder sozialen Netzwerken zu schaffen, um den Umgang mit Kontakten und Terminen zu erleichtern. Viele der existierenden Implementierungen müssen erweitert werden. Um den Mind-Map Guidelines [Bu93] zu entsprechen, sollte das Brainstorming Symbole und Farben unterstützten. Anstatt der einfachen Serialisierung in Form einer *XML*-Datei kann z. B. das Dateiformat einer Open Source Mind-Map Software implementiert werden. Des Weiteren ist die Verknüpfung einzelner Punkte mit Assets auf der gemeinsamen Fläche denkbar.

## 2.9 Ausblick

Im Bezug auf die Interaktion liegt viel Potential in neuen Technologien. Der inzwischen vorgestellte *Microsoft Surface 2* bietet mit *PixelSense* erweiterte Möglichkeiten der Objekterkennung [MiG]. Bei der von Samsung entwickelten Technologie agiert jeder einzelne Pixel als Kamera. So könnten beispielsweise Dokumente auf die Oberfläche gelegt und direkt digitalisiert werden. Mit der *Touch-to-Share* Funktion von WebOS ist es möglich URLs zwischen zwei Geräten auszutauschen wenn sich diese berühren [WeO]. In Verbindung mit GADjet könnte dies dazu genutzt werden, externe Geräte einzubinden um z. B. Daten auszutauschen. Das *Kinect SDK* ermöglicht es, die Körperhaltung von Personen anhand von Tiefenbildern zu erkennen [Sh11]. Dies kann dazu eingesetzt werden, die Orientierung der UI-Elemente für die Benutzer automatisch anzupassen. Es ist auch denkbar, Freihandinteraktion im Bereich über dem Multitouch-Surface, auf diese Weise zu realisieren.

### 3 Zusammenfassung

Für die Gestaltung ergonomischer Multitouch-Anwendungen ist es nötig, die unterschiedlichen Gerätetypen und ihre Eigenschaften zu kennen und bei der Entwicklung zu berücksichtigen. Multitouch-Interaktion stellt nur dann eine sinnvolle Eingabemethode dar, wenn auch entsprechende UIs verwendet werden, um sie unterstützen. Multi-User-Interaktion ist mit besonderen Herausforderungen verbunden. Um das Problem der Orientierung von Steuerelementen zu bewältigen, kann das in diesem Artikel vorgestellte Modell verwendet werden. Die beschriebenen Lösungen, die bei der Entwicklung von GADjet erarbeitet wurden, beziehen sich auf Eigenschaften kollaborativer Anwendungen für Multitouch-Surfaces. Das Konzept der Benutzeridentifikation durch Tangibles dient dabei der Bewältigung des Problems der Orientierung von Steuerelementen und erlaubt den Zugriff auf persönliche Daten. Änderungen an diesen, sowie während eines Meetings gesammelte Ideen, stehen den Benutzern im Nachhinein zur Verfügung. Dies wird durch die dezentralisierte Datenhaltung mit Cloud-Computing Diensten ermöglicht. Die gewonnenen Erkenntnisse können dazu dienen, Probleme bei der Entwicklung von Projekten ähnlichen Charakters zu bewältigen.

### Literaturverzeichnis

- [Ap11] Apple Inc.: iOS Human Interface Guidelines. 2011; S. 22.
- [AS] Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)  
<http://aws.amazon.com/s3/> (24. April 2011).
- [Bu93] Buzan, T.: The Mind Map Book. BBC Active, Harlow, England. 1993.
- [Ca10] Carmody, T.: Why 'Gorilla Arm Syndrome' Rules Out Multitouch Notebook Displays.  
<http://www.wired.com/gadgetlab/2010/10/gorilla-arm-multitouch/> (24. April 2011).
- [Co73] Cooper, Lynn A.; Shepard, Roger N.: Chronometric studies of the rotation of mental images. Visual Information Processing – VIP, 1973.
- [DiT] DiamondTouch by Circle Twelve Inc.  
<http://www.circletwelve.com/> (24. Juni 2011)
- [DrB] Dropbox  
<http://www.dropbox.com/> (24. April 2011).
- [Ev10] Evolve: Evolve introduces off-screen gesture computing to large format multi-touch LCDs. 11. Mai 2010.  
[http://www.evolve.com/en/company/pressreleases.php?we\\_objectID=19](http://www.evolve.com/en/company/pressreleases.php?we_objectID=19)  
(24. April 2011).
- [MeT] Kennedy, D.: meet.able  
<http://dominickennedy.de/ba/> (24. Juni 2011)
- [MiB] Microsoft: Byte Tags.  
[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee804885\(v=surface.10\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee804885(v=surface.10).aspx) (24. April 2011).
- [MiG] Microsoft and Samsung Unveil the Next Generation of Surface  
<http://www.microsoft.com/presspass/press/2011/jan11/01-06mssurfacesamsungpr.mspx>  
(24. April 2011).
- [MiN] .NET Framework 4  
<http://www.microsoft.com/germany/net/net-framework-4.aspx> (24. April 2011).
- [MiS] Microsoft® Surface® Toolkit for Windows Touch Beta.

- <http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id=13787> (24. April 2011).
- [MiT] Microsoft: WM\_TOUCH Message.  
[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd317341\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd317341(v=vs.85).aspx) (24. April 2011).
- [MiW] What's New in WPF Version 4  
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb613588.aspx> (24. April 2011).
- [MiX] Microsoft XNA Framework Redistributable 4.0  
<http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id=20914> (24. April 2011).
- [NU11] NUI Group: Diffused Illumination. [http://wiki.nuigroup.com/Diffused\\_Illumination](http://wiki.nuigroup.com/Diffused_Illumination)  
(24. April 2011).
- [Oh99] Ohta, Y.: Merging Real and Virtual Worlds. Springer-Verlag New York, USA 1999.
- [PeP] Perceptive Pixel  
<http://www.perceptivepixel.com/> (24. Juni 2011)
- [ReT] reacTable  
<http://www.reactable.com/> (24. Juni 2011)
- [Sh11] Shotton, J. et.al.: Real-Time Human Pose Recognition in Parts from Single Depth Images. Microsoft Research Cambridge & Xbox Incubation 2011.
- [SuS] SugarSync  
<https://www.sugarsync.com/> (24. Juni 2011)
- [TUIO] TUIO 1.1 Protocol Specification  
<http://www.tuio.org/?specification> (24. April 2011).
- [WeO] HP webOS  
<http://www.hpwebos.com> (24. April 2011)
- [Wi09] Wigdor, D. et.al.: Ripples: Utilizing Per-Contact Visualizations to Improve User Interaction with Touch Displays. Microsoft Research, Redmond 2009.
- [Wil] Windows Live Mesh  
<http://www.windowslive.de/Mesh/> (24. Juni 2011)