

*Interaktiver Kochassistent Jean-Pierre.
Konzeption und Umsetzung eines Multi-Touch
Aufbaus und der Assistenzsoftware.*

Masterarbeit im Studiengang Computer Science and Media im Fachbereich Druck und Medien an der Hochschule der Medien Stuttgart.

Vorgelegt von Georgios Kaleadis
am 03. Dezember 2010.

Erstprüfer:

Prof. Dr. Jens Uwe Hahn, Hochschule der Medien Stuttgart

Zweitprüfer:

M.Comp.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Uwe Laufs, Fraunhofer IAO

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Georgios Kaleadis, an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel »Interaktiver Kochassistent Jean-Pierre. Konzeption und Umsetzung eines Multi-Touch Aufbaus und der Assistenzsoftware.« selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§ 19 Abs. 2 Master-SPO der Hochschule der Medien Stuttgart) sowie die strafrechtlichen Folgen (§ 156 StGB) einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Datum:

Georgios Kaleadis

Abstract

Diese Arbeit beschreibt die Erstellung eines interaktiven Multi-Touch Aufbaus zur Kochassistenz mit dem Namen Jean-Pierre. Dargestellt werden alle ergriffenen Maßnahmen von der Konzeption über die Umsetzung bis hin zur Prüfung von kommerziellen Nutzungsoptionen.

Der interaktive Aufbau gliedert sich in die zwei Teile Software und Hardware, die im Rahmen der Konzeption auf Basis von Anforderungen genau definiert werden. Zur Konzeption der Anwendungssoftware werden unter anderem Anwendungsfälle, Klassendiagramme, Interface Skizzen und Ablaufbeschreibungen erfasst. Die Anfertigung der Hardware erfordert die Auswahl und detaillierte Beschreibung eines geeigneten Erkennungssystems für Berührungen, die Auswahl adäquater Hardwarekomponenten und die Anfertigung von Konstruktionsplänen.

Die konzeptionellen Erzeugnisse dienen als Basis für konkrete Ausarbeitungen der Hardware und Software. Dabei wird die Entwicklung prototypbasiert vorangetrieben. Durch diesen Ansatz kann die Funktionsfähigkeit aller Hardwarekomponenten zu einem frühen Zeitpunkt sichergestellt werden. Zudem erlaubt diese Herangehensweise die Implementierungsarbeiten an der Anwendungssoftware vorzeitig zu beginnen, da nicht auf die Fertigstellung des Hardwareaufbaus gewartet werden muss.

Nach der Umsetzung wird das angefertigte Gerät auf kommerzielle Nutzungsoptionen geprüft. Dargestellt werden nötige Anpassungen für den Praxiseinsatz, technische Erweiterungsmöglichkeiten und Chancen für alternative Einsatzmöglichkeiten.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein funktionsfähiger Kochassistent mit einigen Abweichungen zu den gestellten Anforderungen, die für einen Praxiseinsatz korrigiert werden müssen. Anzupassen sind Defizite der Hardware, die sich aus Einschränkungen in Bezug auf Reinigung, Verschleiß, Erkennungsleistung, Anzeigeleistung und Größe des Geräts ergeben. Auf Seiten der Software sind kaum funktionale sondern inhaltliche Defizite zu berichten.

Inhaltsverzeichnis

<i>Abstract</i>	<i>i</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>v</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>vi</i>
<i>Vorwort</i>	<i>vii</i>
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Aufgabenstellung	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Basiswissen Multi-Touch	4
2.1 Einordnung des Begriffs Multi-Touch	4
2.1.1 Abgrenzung zu Single- und Dual-Touch	4
2.1.2 Multi-Touch als Form der direkten Manipulation	4
2.2 Erkennung von Berührungen	5
2.2.1 Kapazitives Verfahren	5
2.2.2 Resistives Verfahren	6
2.2.3 Optisches Verfahren	7
2.2.4 Vergleich der Erkennungsverfahren	8
2.3 Optische Erkennungssysteme	9
2.3.1 Gemeinsamer Aufbau aller Verfahren	9
2.3.2 FTIR	10
2.3.3 Diffused Illumination	12
2.3.4 Diffused Surface Illumination	13
2.3.5 Laser Light Plane	14
2.3.6 LED Light Plane	15
2.4 Software Verarbeitung der optischen Signale	16
2.4.1 Protokoll/Schnittstelle	17
2.4.2 Tracker	19
2.4.3 Tracker Ersatzsoftware	21
2.4.4 Client	23
2.5 Verarbeitungsprinzip von Berührungsgersten	23
2.5.1 Lernfähige Algorithmen	23

2.5.2 Konventionelle Algorithmen	24
2.5.3 Erkennung per konventionellem Algorithmus	24
2.6 Adobe Flash Plattform	26
2.6.1 Unterschied Flash Player, Flex und AIR	26
2.6.2 TUIO Unterstützung	26
3 Konzeption	28
3.1 Anforderungen an Jean-Pierre	28
3.2 Gesamtstruktur	30
3.3 Analyse und Entwurf der Anwendungssoftware	31
3.3.1 Anwendungsfälle	31
3.3.2 Software Architektur	33
3.3.3 Technologieauswahl Software	35
3.3.4 Leitsystem	36
3.3.5 Hilfesystem	36
3.3.6 Skizzen und Ablaufbeschreibung	37
3.4 Hardware Planung	39
3.4.1 Auswahl des optischen Erkennungssystems	39
3.4.2 Aufbau LLP	39
3.4.3 Komponenten Auswahl	40
3.5 Aufbau der Hardware	45
3.5.1 Bestimmung der Abmessungen	45
3.5.2 Laser Montage	46
3.5.3 CAD Zeichnungen der Holzkonstruktion	49
4 Umsetzung	52
4.1 Vorgehensweise	52
4.2 Erstellung des Prototyps	52
4.2.1 Aufbau	52
4.2.2 Installation der Kamera	53
4.2.3 Laser Justierung	54
4.2.4 Tracker Anbindung und Kalibrierung	55
4.3 Software zur Erprobung der Tracker Daten	55
4.3.1 Einrichtung eines TUIO Gateways	56
4.3.2 AIR 2.0 UDP Unterstützung	57
4.3.3 Vereinfachung des Testprozesses	58
4.3.4 Test auf einem anderen Computersystem	58
4.4 Interface Design	59
4.4.1 Leitsystem	61
4.4.2 Auswahl geeigneter Gesten	62
4.5 Gesten Anbindung	64

4.5.1 <i>Gestureworks</i>	64
4.5.2 <i>TUIO AS3 Library</i>	65
4.6 Rezept Daten	65
4.6.1 <i>Datenstruktur</i>	65
4.6.2 <i>Rezept Erfassung</i>	69
4.7 Abschließender Aufbau von Jean-Pierre	70
5 Anpassungen und kommerzielle Nutzungsoptionen	73
5.1 Anpassungen für den Praxiseinsatz	73
5.1.1 <i>Allgemeine Reinigung</i>	73
5.1.2 <i>Auswirkungen einer verschmutzten Oberfläche</i>	73
5.1.3 <i>Projektionsfläche</i>	74
5.1.4 <i>Projektor</i>	74
5.1.5 <i>Verschleiß von Komponenten</i>	74
5.1.6 <i>Rechnersystem</i>	75
5.1.7 <i>Zusammenfassung</i>	75
5.2 Variationen und Erweiterungen von Jean-Pierre	76
5.2.1 <i>Interaktives Fenster im Restaurant</i>	76
5.2.2 <i>Digitale Speisekarte</i>	76
5.2.3 <i>Rezeptvorschläge aus gegebenem Zutatenbestand</i>	77
5.2.4 <i>Rezept Shopsystem in Verbindung mit Lizenzgebern</i>	77
6 Evaluation von Jean-Pierre	78
6.1 Erfüllte Anforderungen	78
6.2 Abweichungen der Anwendungssoftware	78
6.3 Abweichungen der Hardware	79
7 Schlussbemerkung	81
Anhang A: Bilder der Entwicklungsarbeiten	82
Anhang B: Einstellungsmanager	85
Literatur	88

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Reactable im Einsatz (16)	vii
Abbildung 2: Funktionsweise kapazitives Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (27)	6
Abbildung 3: Elektromagnetisches Spektrum, mit Anpassungen entnommen aus (12)	8
Abbildung 4: Totalreflexion Wasser/Luft, Quelle: (26)	11
Abbildung 5: FTIR Totalreflexion und Reflektion am Finger, mit Anpassungen entnommen aus (15)	12
Abbildung 6: DI Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)	13
Abbildung 7: DSI Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)	14
Abbildung 8: Laser Light Plane Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)	15
Abbildung 9: LED LP Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)	16
Abbildung 10: Aufbau OSC Nachricht, vgl. (72)	17
Abbildung 11: Screenshot von CCV 1.3 im Demo Modus ohne angeschlossene Kamera, vgl. (39)	20
Abbildung 12: Screenshot des TUIO Simulator Interface, vgl. (25)	21
Abbildung 13: MSA Remote in Kombination mit MSA Fluid, Quelle: (5)	22
Abbildung 14: Definition der Geste OneFingerMoveGesture, vgl. (8)	25
Abbildung 15: Gesamtstruktur der Installation	30
Abbildung 16: Anwendungsfälle für Jean-Pierre	32
Abbildung 17: Klassendiagramm Jean-Pierre Anwendung	34
Abbildung 18: Beispielhafte Skizzen der einzelnen Views	37
Abbildung 19: Skizze LLP Aufbau	40
Abbildung 20: Firefly MV, eingesetzter Infrarotfilter, rechts Objektiv von Tamron	42
Abbildung 21: Frequenzgang Firefly MV Mono, mit Anpassungen entnommen aus (41)	43
Abbildung 22: Frequenzgang Bandpass Filter, mit Anpassungen entnommen aus (40)	44
Abbildung 23: Berechnung des Mindestabstands zur Projektionsfläche, vgl. (55), (33)	46
Abbildung 24: Achsen am Laser zur Ausrichtung	47
Abbildung 25: Laser Montage per Aufhängung	48
Abbildung 26: Laser Montage per Einschub	49
Abbildung 27: CAD Zeichnung des Jean-Pierre Aufbaus	50
Abbildung 28: Aufbau Prototyp	53
Abbildung 29: Prüfung der Laserfläche	54
Abbildung 30: MSA Fluid, Quelle: (6)	56
Abbildung 31: Übersicht der Gateway Einbindung	57

Abbildung 32: Layouts von Jean-Pierre	60
Abbildung 33: Leitsystem am unteren Bildrand von Jean-Pierre	61
Abbildung 34: In Jean-Pierre verwendete Gesten, mit Anpassungen entnommen aus (17)	62
Abbildung 35: Beziehungsübersicht der Datensätze	68
Abbildung 36: Ablagesystem für Rezeptdaten in Form von textbasierten XML Dateien	69
Abbildung 37: Massive Holzbox von Jean-Pierre in der Komplettansicht	71
Abbildung 38: Kategorieauswahl von Jean-Pierre im Einsatz	72
Abbildung 39: Nahansicht der Projektionsoberfläche von Jean-Pierre	72
Abbildung 40: Elektrische Bauteile zur Stromversorgung der Laser	82
Abbildung 41: Prototyp, Metallbock als Basis	83
Abbildung 42: Testaufbau ohne Projektor, Darstellung von Jean-Pierre am Monitor, LLP Verfahren aktiv	83
Abbildung 43: Testaufbau Laptop und MSA Remote auf dem iPhone	84
Abbildung 44: Rudimentärer Aufbau Projektor, Kamera, Rechnersystem in der Holzbox.	84
Abbildung 45: Administrative Einstellungen in Jean-Pierre	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Erkennungsverfahren, vgl. (71), (38), (28)	9
Tabelle 2: Auswahlkriterien optischer Verfahren, vgl. (38)	39
Tabelle 3: Leistungsmerkmale digitale Kameras, Quellen innerhalb der Tabelle	41
Tabelle 4: Attribute eines Rezepts in Jean-Pierre	68

Vorwort

In diesem Vorwort möchte ich kurz erläutern, wie die vorliegende Thematik ausgewählt wurde.

In Barcelona wurde im Jahr 2005 der Reactable der Music Technology Group vorgestellt. Dabei handelt es sich um einen Synthesizer, ein Musikinstrument, in Form eines interaktiven Tischs. Ein Benutzer legt Würfel, die mit speziellen Mustern markiert sind, auf dem Tisch ab. Jeder Würfel erzeugt, je nach Position, Drehung und Muster, einen anderen Ton. Befinden sich mehrere Würfel auf dem Tisch, so werden diese mit farbigen Lichtbahnen verbunden, die bei jedem gespielten Ton ihre Form oder Farbe ändern. Bei der Kombination von vielen Würfeln entsteht auf dem Tisch ein farbenfrohes Spektakel aus Verbindungslien, die sich im Rhythmus zur erzeugten Musik bewegen. Abbildung 1 zeigt diesen Tisch und die besonders markierten Plexiglaswürfel.

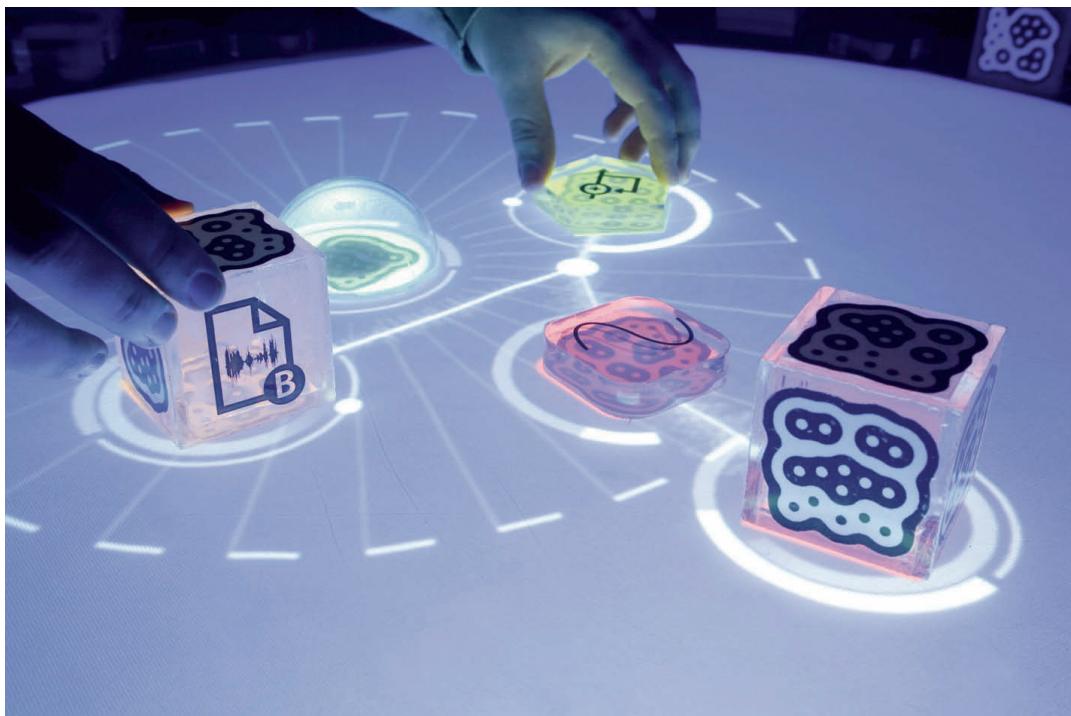


Abbildung 1: Reactable im Einsatz (16)

Dieser Musiktisch hat Multi-Touch weit über die Lehre hinaus bekannt gemacht und in mir die Euphorie für berührungssempfindliche Installationen geweckt. Mit der Veröffentlichung des Tisches wurde die zu Grunde liegende Software für die Allgemeinheit zugänglich, sodass Interessenten mit geeigneter Hardware eigene Experimente durchführen konnten.

Zu dieser Zeit unterstützte ich eine Diplandrin bei der Umsetzung eines Systems, welches auf den Grundprinzipien von Reactable beruhen sollte. Hier sammelte ich meine ersten Erfahrungen mit der Materie Multi-Touch. In den folgenden Jahren verfolgte ich aufmerksam die Multi-Touch Szene.

Ende des Jahres 2009 rückte die Erstellung einer Master Thesis in meinen studentischen Fokus. Der Themenkreis Multi-Touch war von Beginn an im Zentrum meiner Überlegungen, doch fehlte mir eine geeignete Vision und Idee.

Ich überlegte wie ein Multi-Touch Gerät die Attribute Nutzen und Ästhetik erfüllen könnte. Ungeachtet vieler Gedanken, Skizzen und Recherchen waren diese beiden Anforderungen von mir erst einmal nicht zu verknüpfen. Dies möchte ich anhand zweier verworfener Ideen zeigen.

Die erste Idee ist die digitale und berührungsempfindliche Variante der Kühlschrankskulptur. So werden kleine Magneten am Kühlschrank genannt, die in einer studentischen Wohngemeinschaft als Zeitvertreib oder sogar als Kommunikationsweg genutzt werden. Die Magneten enthalten einzelne Wörter oder nur Silben und können in beliebigen Kombinationen zu Wörtern, Phantasieausdrücken oder Sätzen zusammengefügt werden. Meine Variante einer Multi-Touch Installation sollte die Magneten sowie die Oberfläche für Magnetenhaftung digitalisieren und über Multi-Touch genauso natürlich und intuitiv bedienbar machen, wie es das analoge Pendant vermag. Die identische Umsetzung einer bereits gut funktionierenden Magnetentafel war mir noch zu wenig. Ich konnte allerdings keinen Mehrwert für die elektronische Variante schaffen. Ideen wie elektronischer Einkaufszettel, Übertragung aufs Mobiltelefon und andere naheliegende Ideen konnten mich nicht zufriedenstellen. Ich verwarf die Idee und wandte mich meiner zweiten Überlegung zu.

Diese lässt sich als »Interaktive Klo Graffiti« umschreiben. Bei dieser Idee faszinierte mich weniger die Interaktivität, sondern die Möglichkeit der Installation. Ich stellte mir in einem großen Raum eine quaderförmige Box vor. Ein interessanter Besucher würde dieses Objekt schnell als Toilettenhäuschen identifizieren. Der Eindruck sollte schäbig sein, sodass man entsprechend viele Klo Graffitis und Botschaften erwartet. Nach dem der geneigte Besucher sich in dem Häuschen niedergelassen hat und die Türe schloss, hätte er allerdings keine klassischen Graffitis gesehen, sondern ein integriertes Multi-Touch Display. Dieses sollte Klo Graffitis darstellen und dem Benutzer erlauben, mit den Fingern neue Botschaften zu hinterlassen. Das wäre »User-generated content«, sprich Web 2.0, im Sanitärbereich.

Zugegeben, die geistige Höhe war hierbei nicht hoch, doch war die Verbindung der weit verbreiteten Kunst aus den stillen Orten der Party Gesellschaft, die jeder junge Mensch kennt, mit einer faszinierenden und natürlichen Technik wie Multi-Touch es darstellt, ein sehr spannender Gedanke. Doch ich verwarf diese Idee genauso wie die Kühlschrankskulptur. Ich hielt mir vor Augen, wie sich der Sanitärbereich in den letzten Jahren hin zur berührungslosen Interaktion verändert hat und stellte fest, dass Multi-Touch eine zu drakonische Gegenströmung darstellt. Multi-Touch führt völlig unbegründet die Idee berührungsloser Sanitäranlagen ad absurdum.

Ich war nun wieder am Anfang und das Jahr 2010 war angebrochen. Ich hatte gelernt, dass Multi-Touch nicht für Sanitäranlagen geeignet scheint und dass in der Küche der bloße digitale Ersatz einer funktionierenden Magnetwand nicht in Frage kommt. In dieser Art und Weise habe ich das meinen Freunden mitgeteilt. Diese waren allesamt von den zwei bisherigen Ideen begeistert, konnten aber meine Gegenargumente nachvollziehen.

Ich bekam den entscheidenden Tipp, der mich zurück in die Spur brachte. Mir wurde vorgeschlagen ein Kochbuch am Kühlschrank zu realisieren. Die Idee erzeugte in mir einen Funkenschlag weiterer Ideen. Ich kannte bereits computerunterstützte Kühlschränke und wollte schnell davon Abstand gewinnen. Kühlschränke mit Computersteuerung, die sich womöglich automatisch über Nachbestellungen befüllen, sind meinem Empfinden nach Jahrzehnte alt und haben es bis heute nicht geschafft, den Konsumenten zu überzeugen.

Ich hielt an den Schlagwörtern Rezept und Küche fest. Entstanden ist die Idee des Kochassistenten Jean-Pierre. Eine Multi-Touch Installation, die sich in einer Küche wie ein gewöhnlicher Herd integrieren lassen soll und den Nutzen eines Kochbuchs mit einer Assistenz vereinen soll.

In dieser Arbeit lesen Sie über dieses spannende Thema.

Vielen Dank!

Danke für die Korrekturen, die Hilfe beim Bau der Hardware, der Anfertigung von Konstruktionsplänen, das Kochen der Rezepte und der Gestaltung des Benutzerinterfaces: Markus Haase, Armin Oster, Boris Martin, Paddy Dietz, Petroula Kaleadis, Tassos Agathagelidis, Nina Kaleadis, Marko Puclin, Vincent Perlinger, Familie Hollstein, Jochen Beck, Timo Schortz, Florian Schwarzbeck, Becklyn GmbH und meinen Prüfern Jens Uwe Hahn sowie Uwe Laufs.

1 Einleitung

»Tea. Earl Grey, hot«

Eine Maschine piept, summt und blinkt. Nach wenigen Sekunden steht wie aus dem Nichts eine Tasse Earl Grey, selbstverständlich heiß, im Entnahmefach bereit. Ein gut gekleideter Mann entnimmt den Tee und genießt den ersten Schluck.

Wir befinden uns auf dem Raumschiff »USS Enterprise« im 24. Jahrhundert. Unser Protagonist heißt Jean-Luc Picard, er ist der Kapitän des Raumschiffs und hat sich gerade von einem sogenannten Replikator einen heißen Tee zubereiten lassen. Dieses Gerät kann jedes erdenkliche Gericht und Getränk herstellen, sofern die jeweilige atomare Struktur zuvor in einer Datenbank abgelegt wurde. Der Replikator ist eine elementare Erfindung der Fernsehserie »Star Trek – The Next Generation« und löst das Problem, wie die Besatzung von über 1000 Menschen mit Nahrung und Flüssigkeit über Jahre hinweg versorgt werden kann, ohne dazu riesige Vorräte anlegen zu müssen (64). Der Replikator funktioniert ähnlich wie ein Teleporter, wie er ebenfalls aus Star Trek bekannt ist. Im Unterschied zum Teleporter wird keine Materie von einem Ort zum anderen befördert, sondern lose Materie wird zu einer bestimmten Struktur zusammengesetzt.

Ein Replikator erzeugt im ersten Schritt aus Energie Materie, welche sodann als Ausgangsmaterial für den folgenden Schritt dient. Auf Basis einer Vorlage, die in einer Computer Datenbank abgelegt ist, wird aus der Materie eine bis aufs Atom exakte Kopie des Musters nachgebildet. Dieser Vorgang basiert entfernt auf dem Prinzip der Kernfusion und benötigt entsprechend hohe Energiemengen (65).

Das 24. Jahrhundert ist einige Jahrhunderte entfernt, trotzdem muss man sich die Frage stellen, ob ein ähnliches Gerät nicht eines Tages unsere gewöhnliche Küche obsolet macht. Unter der Voraussetzung, dass die Menschheit ihr Energieproblem löst, wäre eine derartige Maschine auf der Erde die Antwort auf alle Fragen der Lebensmittelversorgung. In einer romantischen Perspektive wäre eine Küche heruntergeschrumpft auf ein einziges Gerät ein schmerzlicher Verlust. Kochen ist schließlich nicht nur ein Mittel zum Zweck oder ein Handwerk, Kochen ist eine Philosophie, welche die Menschheit kulturell bereichert und als solche zu behüten ist.

Jean-Pierre, der Protagonist der vorliegenden Arbeit, betritt hier die Bühne. Er ist keine Person, sondern eine Gerätschaft. Würde der Kapitän Jean-Luc Picard mit den Worten »Tea. Earl Grey, hot« an Jean-Pierre herantreten, so würde dieser mit einer Bilderstrecke antworten, wie ein richtiger Earl Grey zuzubereiten ist. Jean-Pierre kann keine Lebensmittel aus dem Nichts herzaubern, aber er tritt an, um die Kultur des Kochens an diejenigen heranzutragen, die tagtäglich am liebsten einen Replikator benutzen würden. Das soll nicht konservativ oder gar reaktionär klingen. Ganz und gar nicht. Jean-Pierre ist eine Innovation für die Küche und diese Arbeit zeigt wieso das so ist.

1.1 Motivation

Jean-Pierre soll Kochanfänger zum Kochen ermutigen- das ist die schlichte Motivation dieser Arbeit. Gelingen soll dies über den technologischen Anreiz, den Multi-Touch ohne Zweifel bietet. Stellen Sie sich das iPhone in den ersten Wochen in den Händen der Konsumenten vor. Ein jeder, der dieses Gerät nicht besaß, verspürte einen Drang das Gerät in den Händen halten zu wollen, um sogleich die verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten auszuprobieren. Jean-Pierre soll ein unterschwelliges Bedürfnis zum Ausprobieren auslösen. Dies könnte bei vielen Menschen den letzten und entscheidenden Impuls auslösen, um diese zum Kochen zu ermuntern. Dies soll nicht missionarisch klingen. Fragt man eine Reihe von Menschen, ob sie kochen können, so antworten viele, sie können es nicht, würden es jedoch gerne, trauen sich jedoch nicht. Jean-Pierre soll, wie dargestellt, der entscheidende Auslöser sein und nicht nur das, Jean-Pierre ist in letzter Konsequenz ein Assistent und wird den etwaigen Koch während seinem Handeln unterstützen.

1.2 Aufgabenstellung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption sowie Anfertigung einer Multi-Touch Installation zur Kochassistenz und die Prüfung weiterer Nutzungsoptionen. Die Installation beinhaltet einen Hardwareaufbau und die Anwendungssoftware. Beide Bestandteile werden unter der Bezeichnung »Jean-Pierre« zusammengefasst.

Innerhalb der Konzeption von Jean-Pierre sollen verschiedene planerische Erzeugnisse erstellt und festgehalten werden. Dazu gehören beispielweise die Auflistung funktionaler und nichtfunktionaler Anforderungen an die Software, Skizzen der einzelnen Ansichten innerhalb der Software sowie die Beschreibung des Gesamtsystems. Innerhalb der Planung des Hardwareaufbaus sollen die wichtigsten Hardware-Komponenten in einem Auswahlverfahren bestimmt sowie konkrete Konstruktionspläne angefertigt werden.

Mit Hilfe der konzeptionellen Vorgaben soll Jean-Pierre umgesetzt werden. Die Umsetzung soll prototypbasiert vorangetrieben werden, sodass Fehler und Mängel an der Hardware sowie Software inkrementell korrigiert werden können. Durch diesen Ansatz ergibt sich in der Umsetzung zuerst ein Hardwareprototyp, auf dem die Anwendungssoftware schrittweise finalisiert wird. Der Vorteil ist die Parallelisierung der Entwicklungsarbeiten, wodurch der Beginn der Implementierungsarbeiten vorgezogen werden kann. Erst nach Abschluss der Arbeiten an der Software wird der finale Hardwareaufbau angefertigt und mit der Software verbunden.

Dieser abschließende Aufbau soll im Anschluss auf kommerzielle Nutzungsmöglichkeiten geprüft werden.

1.3 *Aufbau der Arbeit*

Diese Arbeit gliedert sich in die folgenden Bereiche:

Kapitel 2 - Basiswissen Multi-Touch stellt eine Reihe von Erkennungsverfahren für Berührungen vor und das optische Erkennungsverfahren wird im Detail erläutert. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie optische Erkennungssysteme softwareseitig Daten verarbeiten. Der Abschluss des Kapitels bildet die kurze Einführung in die Adobe Flash Plattform, die als Softwarefundament der Anwendungssoftware zum Einsatz kommt.

Kapitel 3 - Konzeption beinhaltet alle konzeptionellen Bestandteile der Arbeit. Dazu gehören beispielweise die Auflistung funktionaler und nichtfunktionaler Anforderungen an die interaktive Installation, die Analyse und der Entwurf der Anwendungssoftware sowie alle nötigen Schritte zur Planung des Hardwareaufbaus.

Kapitel 4 - Umsetzung zeigt welche Schritte zur Umsetzung von Hardware und Software ergriffen werden. Insbesondere werden Details zur Installation der Kamera und der Laser aufgezeigt und die Inbetriebnahme der Software zur Verarbeitung von Berührungssignalen vorgestellt. Dieses Kapitel zeigt zudem die angefertigten Layouts der Software, die Auswahl der verwendeten Berührungsgeräte und die Datenstruktur der Rezeptdaten.

Kapitel 5 - Anpassungen und kommerzielle Nutzungsoptionen beinhaltet Erläuterungen zu Anpassungen, die für den Praxiseinsatz nötig sind. In einem weiteren Kapitel werden Möglichkeiten zur Variation von Jean-Pierre offen gelegt. Beschrieben werden alternative Einsatzorte und Erweiterungen der Software.

Kapitel 6 - Evaluation von Jean-Pierre zeigt die Abweichungen des vollendeten Aufbaus von den gestellten Anforderungen. Die Anwendungssoftware und der Hardwareaufbau werden jeweils getrennt betrachtet.

Kapitel 7 - Schlussbemerkung bildet den Abschluss der Arbeit und vermittelt einen Ausblick für zukünftige Entwicklungen.

2 Basiswissen Multi-Touch

Multi-Touch¹ stellt einen für die meisten Leser sehr abstrakten Begriff dar. Die nachfolgenden Unterkapitel dienen einerseits der Begriffsklärung, andererseits werden Anwendungsmöglichkeiten sowie Verfahren zur Erkennung von Berührungen aufgezeigt.

2.1 Einordnung des Begriffs Multi-Touch

Multi-Touch stellt einen sehr abstrakten Begriff dar. Dieses Kapitel soll den Begriff erläutern, indem dieser von Single- und Dual-Touch abgegrenzt wird und der Unterschied zu herkömmlichen Eingabegeräten skizziert wird.

2.1.1 Abgrenzung zu Single- und Dual-Touch

Touchscreens und vergleichbare Geräte lassen sich in die drei Kategorien Single-Touch, Dual-Touch oder Multi-Touch einordnen (9). Die Vorsilben beziehen sich auf die Anzahl der möglichen Berührungspunkte und nicht auf die tatsächlich verwendete Anzahl von Berührungen. Das ist eine wichtige Feststellung und bedeutet, dass ein Multi-Touch Aufbau nicht in jedem Fall unzählige Berührungen während der Nutzung vorschreibt (44).

Single-Touch Geräte sind einfache Systeme mit nur einer Berührung zur Benutzerführung und ersetzen häufig die Maussteuerung. Ein verbreitetes Einsatzgebiet sind Automaten, beispielsweise Geld- und Fahrkartautomaten. Reine Dual-Touch Geräte erkennen bis zu zwei gleichzeitige Berührungen. Sie erlauben die Interaktion mit zwei Fingern, beispielsweise um Bilder direkt auf einem Bildschirm zu skalieren oder zu rotieren. Reine Dual-Touch Eingabemedien sind einige berührungsempfindliche Displays (20) und viele Trackpads von Laptops, die über Dual-Touch das Scrollen von Inhalten ermöglichen.

2.1.2 Multi-Touch als Form der direkten Manipulation

Ein Touchscreen basiert, im Unterschied zu klassischen Eingabegeräten wie Maus und Tastatur, auf der Interaktion mittels Berührung durch die menschliche Hand oder eines anderen Objekts. Diese Berührungen stellen eine direkte Manipulation dar. Der Begriff wurde 1983 von Ben Shneiderman geprägt (19). Eine direkte Manipulation ist demzufolge die Fähigkeit, digitale Objekte ohne Umwege, wie z.B. unter Zuhilfenahme einer Kommandozeile, zu beeinflussen. Die Einführung von grafischen Benutzeroberflächen samt Maussteuerung ist bereits ein Schritt in Richtung direkter Manipulation, da der Benutzer mit seiner Maus digitale Daten und Bedienelemente anfassen kann. Multi-Touch ist nicht nur eine Weiterentwicklung der direkten Manipulation durch die Maus oder eines Joysticks, sondern stellt eine

¹ Deutsch: Mehrfachberührung

Revolution der Benutzerführung dar. Der Mensch erlebt die Interaktion direkter denn je (19).

2.2 Erkennung von Berührungen

Wie werden Berührungen von technischen Geräten erkannt? Diese Frage stellt sich der durchschnittliche Benutzer in der Regel nicht, jedoch ist die Frage elementar, da diese Arbeit unter anderem die technische Realisation einer berührungssempfindlichen Oberfläche beinhaltet.

Die Erkennung von Berührungen kann mittels unterschiedlicher Techniken durchgeführt werden. Zu nennen sind resistive², akustische³, induktive⁴, kapazitive⁵ und optische Verfahren (67). Drei weit verbreitete Ansätze werden im Weiteren erläutert und im Anschluss kurz gegenübergestellt.

2.2.1 Kapazitives Verfahren

Das kapazitive Verfahren beruht auf dem Effekt der statischen Aufladung eines Trägermediums (27). Populär wurde das Verfahren mit der Einführung des Apple iPhones, dessen berührungssempfindliches Display auf diesem Verfahren beruht (34).

In allen vier Ecken einer rechteckigen Fläche wird eine geringe und für den Menschen ungefährliche, nicht wahrnehmbare Spannung angelegt. Die gesamte Fläche ist infolgedessen gleichmäßig mit einem elektrischen Feld aufgeladen. Bei der Berührung dieser aufgeladenen Fläche springt ein Teil der Ladung aus dem Feld auf den Finger über (27). Die Sensoren an den vier Ecken messen die Reduktion ihres elektrischen Felds. Der gemessene Spannungsabfall bei jedem der vier Sensoren wird in Relation gesetzt und erlaubt die Bestimmung der genauen Position des Fingers (67). Die Anzahl der maximalen Berührungspunkte ist begrenzt und stark abhängig von der Größe des Displays. Beispielsweise kann das iPhone in der aktuellen Version fünf gleichzeitige Berührungen feststellen, das iPad elf Berührungen (30).

Das kapazitive Verfahren ist sehr empfindlich und bietet dadurch eine hohe Erkennungsleistung. Der Nachteil des kapazitiven Verfahrens ist die Voraussetzung, dass das berührende Objekt leitfähig sein muss (71). Bei menschlichen Händen ist das kein Problem, jedoch stellen gewöhnliche Handschuhe oder Prothesen des menschlichen Arms ein Hindernis dar, da deren Materialien nicht leitfähig sind. Soll in diesen Fällen der kapazitive Bildschirm weiterhin bedienbar bleiben, muss zum Beispiel der Handschuh eine leitfähige Beschichtung aufweisen (67).

² Prinzip: Elektrischer Kontakt zwischen zwei Schichten

³ Prinzip: Ultraschall Abtastung

⁴ Prinzip: Elektromagnetische Abtastung

⁵ Prinzip: Statische Aufladung

Kapazitiver Aufbau

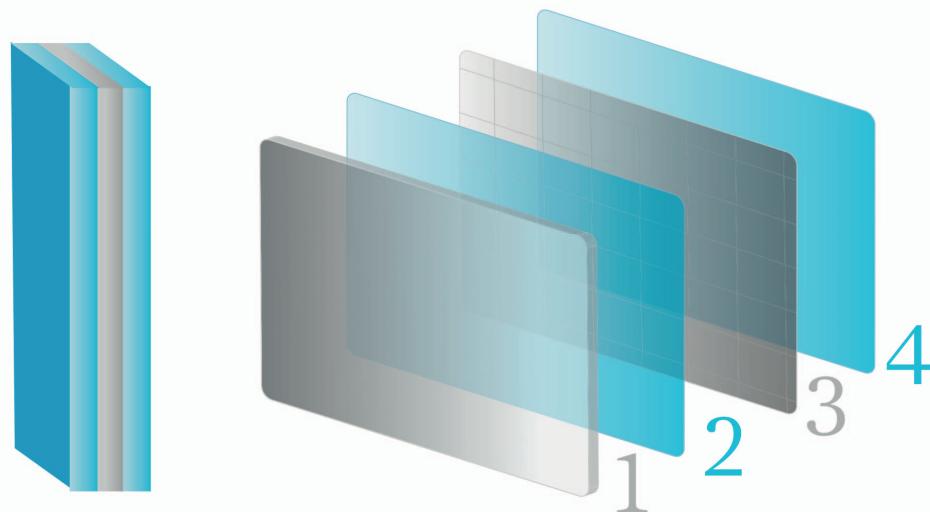


Abbildung 2: Funktionsweise kapazitives Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (27)

Die Herstellung von kapazitiven Touchscreens ist nicht trivial. Abbildung 2 zeigt den schematischen Aufbau. Die Zahlen eins bis vier kennzeichnen die einzelnen Schichten⁶.

Eine Glasscheibe, in der Abbildung Nummer 3, wird mit einem Metallocid⁷ beschichtet, sodass das gewöhnlich als Isolator geltende Glas eine gewisse elektrische Leitfähigkeit aufweist (27). Zum Schutz der Beschichtung befindet sich vor und hinter dem beschichteten Glassubstrat jeweils eine weitere Glasplatte. Nummer 2 und 4 markieren diese zwei Scheiben. Optional kann eine vierte Glasscheibe, Nummer 1 in der Abbildung, an vorderster Seite platziert werden. Diese Glasplatte kann aus gehärtetem Glas bestehen, damit das Display bei einem Sturz vor Schäden geschützt ist. Die Erkennung von Berührungen wird durch die zusätzliche Glasfläche nicht beeinträchtigt (27). Die linke Seite der Abbildung zeigt die Seitenansicht dieser Schichtstruktur ohne den optionalen Schutz an vorderster Seite. Der Herstellungsprozess ist kostspielig, sodass sich der Einsatz von kapazitiven Displays auf Kleingeräte wie Mobiltelefone und andere kleinformative Bedienungsdisplays beschränkt. Für den großflächigen Einsatz ist dieses Erkennungssystem zu kostenintensiv.

2.2.2 Resistives Verfahren

Das resistive Verfahren ist im Vergleich zum kapazitiven Verfahren die ältere und gängigere Methode (34). Im Aufbau ähnelt es dem kapazitiven Verfahren, basiert jedoch auf einem anderen technischen Prinzip. Resistive Displays bestehen aus zwei Schichten, die über Abstandshalter, sog. Spacer-Dots, voneinander getrennt sind

⁶Vgl. dazu (27).

⁷Indium-Zinn-Oxid

(34). Während einer Berührung wird der Abstand zwischen den zwei Schichten überwunden und ein Strom fließt von der einen zur anderen Schicht.

Der bei einer Berührung auszuübende Druck ist bei einem resistiven Display, im Vergleich zu einem kapazitiven Display, hoch. Für den Benutzer fühlen sich resistive Bildschirme deshalb tendenziell träge an und nicht selten muss eine Berührung mehrmals ausgeführt werden, damit diese erkannt wird. Der Vorteil von resistiven Displays liegt in der uneingeschränkten Bedienbarkeit. Ein Benutzer kann mit jedem Stift und mit gewöhnlichen Handschuhen weiterhin das Display bedienen und handschriftliche Notizen erfassen, da das berührende Medium keine Leitfähigkeit aufweisen muss. Im Vergleich zu kapazitiven Bedienelementen ist das resistive Verfahren zudem kostengünstiger.

2.2.3 Optisches Verfahren

Optische Verfahren setzen eine Kamera und eine oder mehrere Licht emittierende Quellen voraus (38). Die Lichtquelle beleuchtet eine Oberfläche. Die Kamera überwacht einen vordefinierten Bereich dieser Oberfläche. Aufgrund von Lichtreflexionen, die bei einer Berührung zu beobachten sind, kann die Position der berührenden Finger berechnet werden. Der ausgeübte Drucks ist nicht bzw. nur sehr ungenau messbar, da eine Reflexion entweder stattfindet oder nicht. Die Abstufungen dazwischen sind nicht eindeutig auf den ausgeübten Druck zurückzuführen.

Für dieses Verfahren eignet sich prinzipiell jede Lichtquelle im oder nahe am sichtbaren Lichtspektrum. Dieses erstreckt sich über den Wellenbereich von 380nm bis zu 780nm. 780nm entsprechen einem sehr dunklen Rot.

Abbildung 3 zeigt das für den Menschen sichtbare Lichtspektrum im Kontext anderer elektromagnetischer Wellen. Optische Verfahren zur Berührungserkennung verwenden meistens Lichtquellen im Infrarotbereich, da sich die Wellenlänge von Infrarotlicht außerhalb des sichtbaren Lichts befindet. Ein Benutzer wird dadurch nicht bei der Interaktion gestört und das Erkennungssystem wird nicht durch das visuelle Feedback, welches für den Benutzer generiert wird, beeinflusst (38). Ohne eine entsprechende Trennung entstünde eine ungewollte Rückkopplung. Das für den Benutzer erzeugte Bild könnte vom Erkennungssystem fälschlicherweise als Berührung interpretiert werden. Durch die Trennung in sichtbares und nicht sichtbares Licht wie Infrarot kann das Erkennungssystem vom Bild gebendem Verfahren getrennt werden.

In der Abbildung 3 ist das Infrarotlicht auf der rechten Seite zu finden.

Elektromagnetisches Spektrum

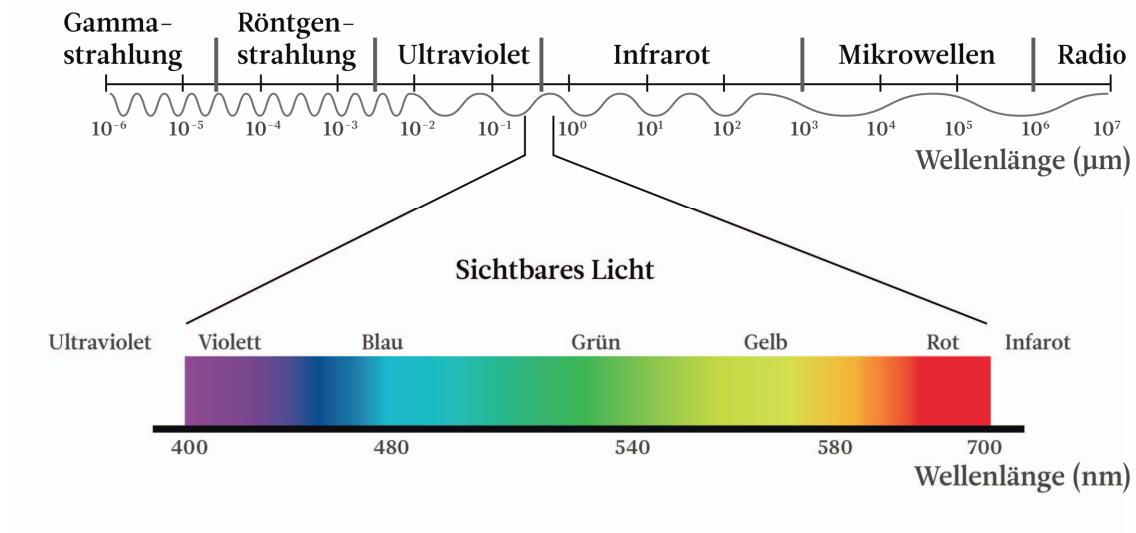


Abbildung 3: Elektromagnetisches Spektrum, mit Anpassungen entnommen aus (12)

Elektromagnetische Strahlung mit sehr kleinen Wellenlängen wie Röntgen- oder UV-Strahlung ist aufgrund der hohen und damit energiereichen Frequenz schädlich für den menschlichen Organismus⁸ (13). Strahlungen mit zu großen Wellenlängen wie Mikrowellen und Radiowellen sind aufgrund der Bandlücke des Siliziums zu groß für die verwendeten Siliziumchips.

Siliziumchips erfassen die elektromagnetische Strahlung bis zur Wellenlänge von 1110nm, welche im nahen Infrarotbereich liegt (56). Siliziumchips können keine Strahlung mit höheren Wellenlängen aufnehmen, da die sogenannte Bandlücke des Siliziums bei diesem Wert liegt. Die Bandlücke stellt die physikalische Grenze zur Absorption von Photonen dar und ist für jedes chemische Element unterschiedlich. Jede Strahlung mit einer höheren Wellenlänge als die Bandlücke eines Materials dringt spurlos durch dieses hindurch. Könnte der Mensch den Bereich von mehr als 1110nm wahrnehmen, so würde das Silizium für ihn transparent erscheinen (57).

Gängige optische Verfahren sind Diffused Illumination (DI), Frustrated Total Internal Reflection (FTIR), Diffused Surface Illumination (DSI), LED Light Plane (LED-LP) und Laser Light Plane (LLP). Die genannten Verfahren werden im Kapitel 2.3 Optische Erkennungssysteme näher erläutert.

2.2.4 Vergleich der Erkennungsverfahren

Die drei beschriebenen Erkennungsverfahren unterscheiden sich hinsichtlich der technischen Komplexität, den Produktionskosten sowie den Abmessungen. Tabelle 1 zeigt die Verfahren im Vergleich.

⁸ Vor allem aufgrund der ionisierenden Wirkung, die im menschlichen Organismus Mutationen erzeugen kann.

	<i>Komplexität</i>	<i>Kosten</i>	<i>Bauweise</i>	<i>Empfindlichkeit</i>	<i>Besonderheiten</i>
<i>Kapazitives Verfahren</i>	sehr hoch	hoch	kompakt	sehr hoch	Berührendes Objekt muss leitfähig sein.
<i>Resistives Verfahren</i>	hoch	hoch	kompakt	mittelmäßig	Hoher Druck bei einer Berührung erforderlich
<i>Optisches Verfahren</i>	gering	gering bis mittel	voluminös	mittelmäßig bis hoch	

Tabelle 1: Vergleich der Erkennungsverfahren, vgl. (71), (38), (28)

Der Vorteil der optischen Verfahren sind die geringen technischen und finanziellen Hürden. Selbst großflächige Installationen sind in der Umsetzung vergleichsweise kostengünstig durchführbar. Nachteilig ist die Notwendigkeit einer Kamera. Diese benötigt einen Mindestabstand zur Oberfläche, sodass keine flachen Bauweisen möglich sind. Der Einsatz optischer Verfahren in einem Smartphone ist gänzlich ausgeschlossen. Hier kommen die kapazitiven und resistiven Ansätze zum Einsatz (71). Diese haben den Vorzug der kompakten Bauweise, werden allerdings mit zunehmender Größe unverhältnismäßig teuer. Das resistive Verfahren ist dem kapazitiven Verfahren preislich überlegen und unterliegt keinen Einschränkungen während der Bedienung. Das kapazitive Verfahren überzeugt durch eine unmittelbare Reaktion auf Berührungen und bietet dem Benutzer folglich einen angenehmen Bedienungskomfort (28).

Die Herstellung kapazitiver oder resistiver Systeme ist wesentlich komplexer als die Anfertigung eines optischen Erkennungssystems. Kapazitive und resistive Systeme werden überwiegend industriell hergestellt. In der Lehre sowie unter technisch affinen Laien wird das optische Verfahren oft in Versuchsaufbauten verwendet. Optische Systeme sind finanziell erschwinglich und in der Komplexität bis ins Detail begreifbar. Nachfolgend werden gängige optische Verfahren beschrieben, um im weiteren Verlauf dieser Arbeit eines davon auszuwählen.

2.3 Optische Erkennungssysteme

2.3.1 Gemeinsamer Aufbau aller Verfahren

Der Aufbau aller optischen Systeme ähnelt sich aufgrund des gemeinsamen Wirkungsprinzips. Wie bereits in Kapitel 2.2.3 Optisches Verfahren erläutert, fängt eine für Infrarotlicht empfindliche Kamera, die bei einer Berührung gebrochene Infrarotstrahlung auf. Die Sonne und selbst künstliche Lichtquellen wie Glühbirnen und Leuchtstoffröhren emittieren Infrarotstrahlung (62). Damit diese Umgebungsstrahlung nicht die Erkennung beeinflusst, werden alle optischen Systeme normalerweise in einem schützenden Würfel aus lichtundurchlässigem Material wie Holz oder Plastik verbaut. Optische Systeme sind aufgrund dieser Bauform und dem benötigten Mindestabstand für die Kamera generell sehr voluminös.

Bei einer Berührung erscheint das am Berührungs punkt gebrochene und reflektierte Infrarotlicht als Lichtpunkt, der gemeinhin als Blob⁹ bezeichnet wird (32). Die Kamera zeichnet diesen Punkt auf und ein Computersystem kann daraus die Koordinaten der Berührung berechnen. Ein Computerprogramm kann darauf entsprechend reagieren.

Ein digitaler Projektor wirft von innerhalb oder oberhalb des Würfels ein entsprechendes Bild der Anwendung auf die Oberfläche. Aufbauten, in denen das Bild durch modifizierte LCD Bildschirme erzeugt wird sind ebenfalls möglich, allerdings technisch anspruchsvoller, da das LCD Panel in separate Komponenten zerlegt werden muss (36). Der Benutzer sieht durch das erzeugte Bild ein direktes Feedback seiner Berührung. Die Oberfläche besteht oft aus Acryl- oder Plexiglas, seltener aus Glas, da dies schwerer und bruchempfindlicher als Kunststoff ist.

2.3.2 FTIR

FTIR steht für Frustrated Total Internal Reflection und bedient sich dem physikalischen Effekt der Totalreflexion (15). Eine Totalreflexion ist ein Wellenphänomen des Lichts beim Übergang von einem optisch dichten zu einem optisch dünnerem Medium, beispielsweise von Wasser zu Luft. Normalerweise tritt das Licht lediglich gebrochen in das optisch dünnere Medium ein. Ab einem bestimmten kritischen Winkel tritt eine Totalreflexion auf. Dieser Winkel ist abhängig von den beteiligten Stoffen (66).

Abbildung 4 zeigt eine Lichtquelle in einem mit Wasser gefülltem Aquarium. Die Lichtstrahlen werden abhängig vom Auftreffwinkel an der Wasseroberfläche unterschiedlich stark gebrochen. Die Totalreflexion tritt zwischen Wasser und Luft ab einem Winkel von 48,6° auf (66). Der auf der rechten Seite äußerste Lichtstrahl in der Abbildung zeigt den Effekt deutlich.

⁹Deutsch: Klecks

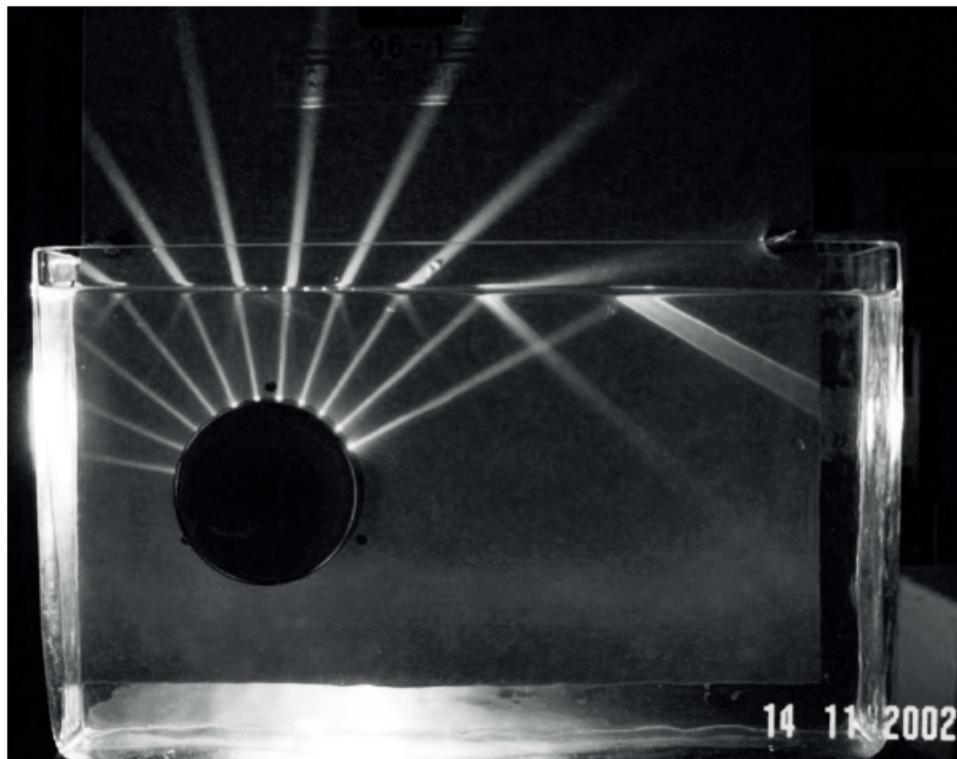


Abbildung 4: Totalreflexion Wasser/Luft, Quelle: (26)

Das FTIR Verfahren erzeugt zwischen Plexiglas und Luft eine Totalreflexion und nutzt diese, durch die gewollte Aufhebung des physikalischen Effekts während einer Berührung, gezielt aus. Ausgangsmaterial ist eine durchsichtige Plexiglasplatte, an deren Rändern eine Vielzahl von Infrarot LED angebracht sind. Die LED strahlen in die Platte hinein und werden aufgrund der Totalreflexion zwischen Luft und Acrylglas gleichmäßig innerhalb der Platte verteilt. Die Platte ist damit komplett ausgeleuchtet ohne dass Infrarotstrahlung austritt (48). Bei einer Berührung wird die Totalreflexion aufgehoben¹⁰, da die menschliche Haut kein optisch dünneres Medium wie die Luft darstellt.

¹⁰ Englisch: frustrated

Frustrated Total Internal Reflection

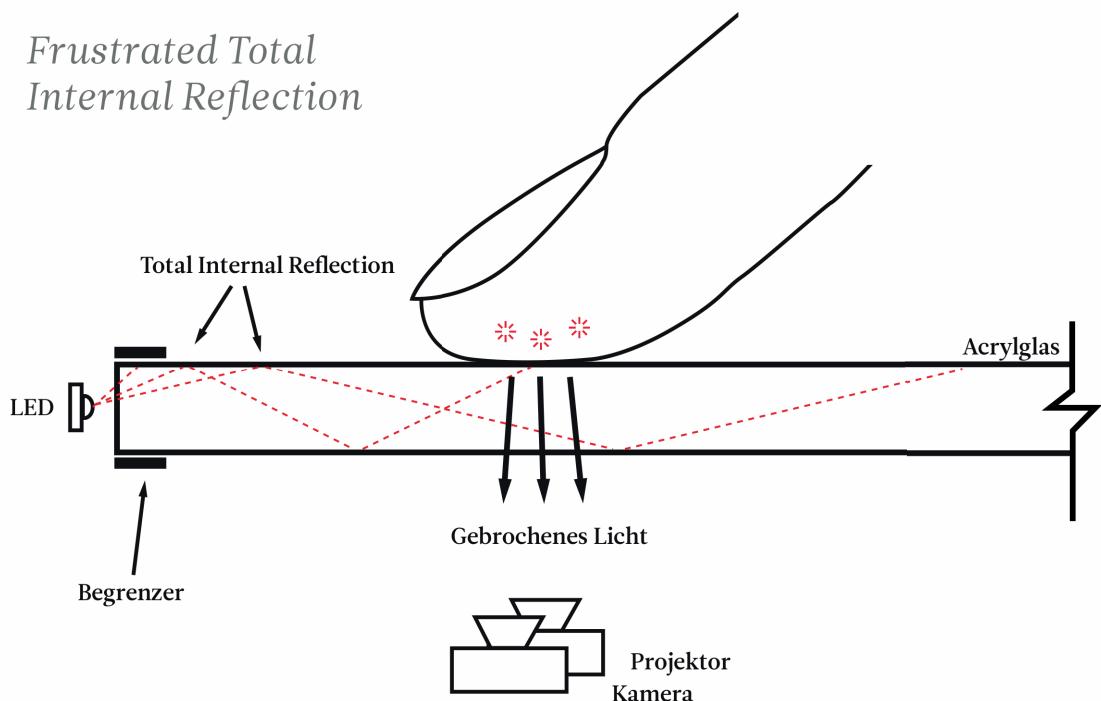


Abbildung 5: FTIR Totalreflexion und Reflektion am Finger, mit Anpassungen entnommen aus (15)

Abbildung 5 zeigt das Grundprinzip des Verfahrens. Zu sehen ist der Moment, an dem Infrarotlicht am Finger gebrochen wird, da die Totalreflexion aufgehoben ist (15). Das Infrarotlicht verlässt am Berührungsrand die Plexiglasplatte und erzeugt den gewünschten Infrarot Blob.

Ohne weitere Anpassungen ist die Oberfläche empfindlich gegenüber Verschmutzungen und ölichen Verschmierungen, da diese den gewollten Prozess der Aufhebung der Totalreflexion stören können. Durch den Einsatz einer sogenannten Compliant Surface¹¹ kann das Verhalten stabilisiert werden (38). Diese Oberfläche liegt über der Plexiglasfläche, dazwischen befindet sich eine dünne Luftsicht. Durch den Druck eines Fingers wird die zusätzliche Schutzschicht so nahe an die Plexiglasscheibe gedrückt, dass die Luft entweicht und an deren Stelle das optisch dichtere Medium Compliant Surface tritt. Wie bei einer direkten Berührung mit dem Finger wird an dieser Stelle die Totalreflexion aufgehoben. Verschmutzungen auf dieser Compliant Surface beeinflussen nicht mehr den FTIR Effekt.

2.3.3 Diffused Illumination

Die Diffused Illumination ist ein weiteres optisches Verfahren. In einer geschlossenen Box mit einer Plexiglasoberfläche befinden sich starke Infrarotquellen und eine für Infrarotlicht empfindliche Kamera. Abbildung 6 zeigt den schematischen Aufbau. Die Infrarotquellen sind Strahler, bestehend aus mehreren gebündelten Infrarot LED. Die Strahler sind ihrerseits in mehrfacher Ausführung innerhalb der Box verteilt.

¹¹ Deutsch: nachgiebige Oberfläche

Diffused Illumination

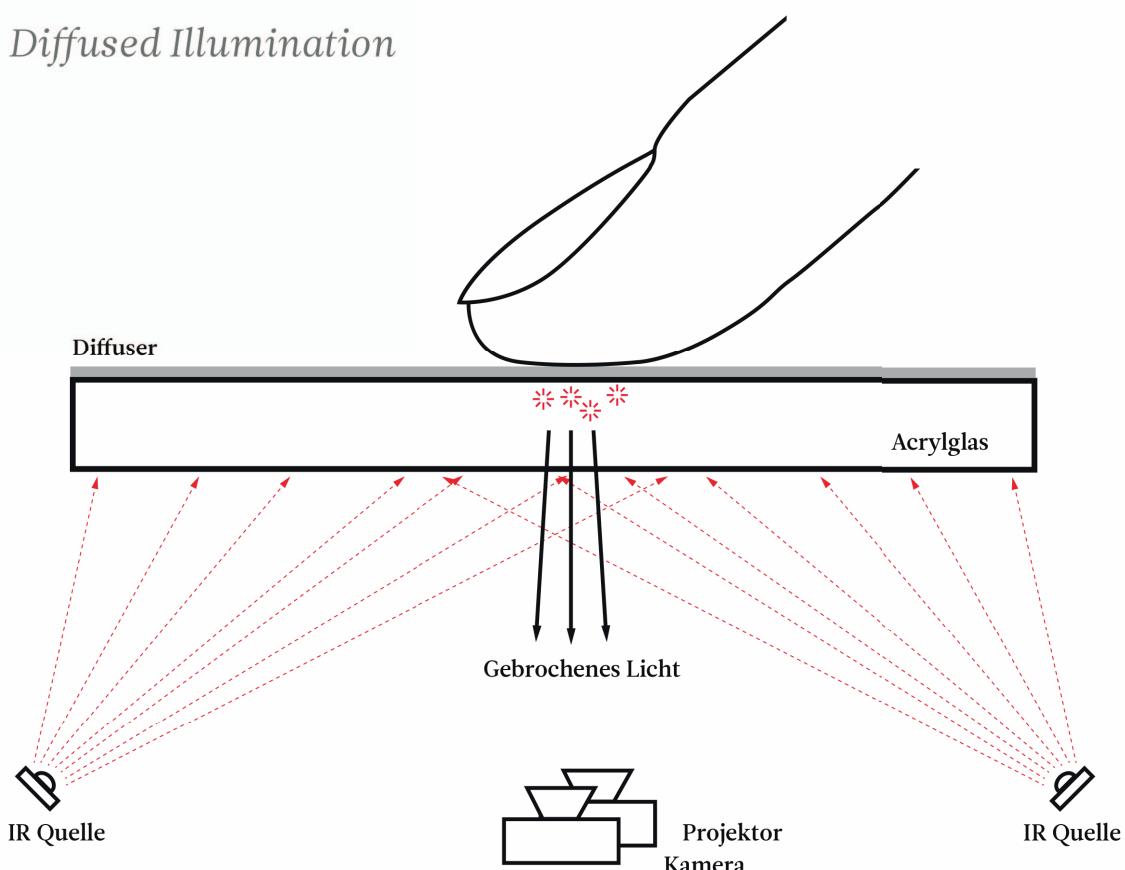


Abbildung 6: DI Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)

Die durchsichtige Oberfläche wird damit gleichmäßig von innen mit Infrarotlicht beleuchtet. Bei einer Berührung reflektiert das berührende Objekt die Infrarotstrahlen zurück in die Box, in der die fixierte Kamera einen Infrarot Blob aufzeichnen kann (45).

Im Unterschied zu FTIR ist der direkte Kontakt mit der Oberfläche nicht zwingend notwendig. Ein Objekt, welches sich oberhalb der Oberfläche befindet, erzeugt trotz fehlender Berührung bereits einen eindeutigen Blob und suggeriert dem Erkennungssystem eine Berührung. Mit Hilfe eines Diffusers kann dieses Verhalten abgeschwächt werden, sodass nur noch tatsächliche Berührungen eindeutige Blobs erzeugen. Der Diffuser ist ein lichtdurchlässiges, mattes Kunststoffmaterial und schwächt indirekte Infrarotstrahlung soweit ab, dass Objekte oberhalb der Oberfläche keinen eindeutigen Blob mehr erzeugen (38).

2.3.4 Diffused Surface Illumination

Der Aufbau einer Diffused Surface Illumination Installation entspricht dem FTIR Verfahren einschließlich seitlich positionierter LED und einer durchsichtigen Acryglasplatte. Der Unterschied besteht in der Materialeigenschaft der verwendeten Acryglasplatte. Diese besteht aus Plexiglas EndLighten¹², einem speziellen Material,

¹² Siehe: www.plexiglas-magic.com/DE/Materialien/PLEXIGLAS_EndLighten.php5

welches die seitlich einfallenden Infrarotstrahlen vertikal zur Oberfläche nach oben reflektiert.

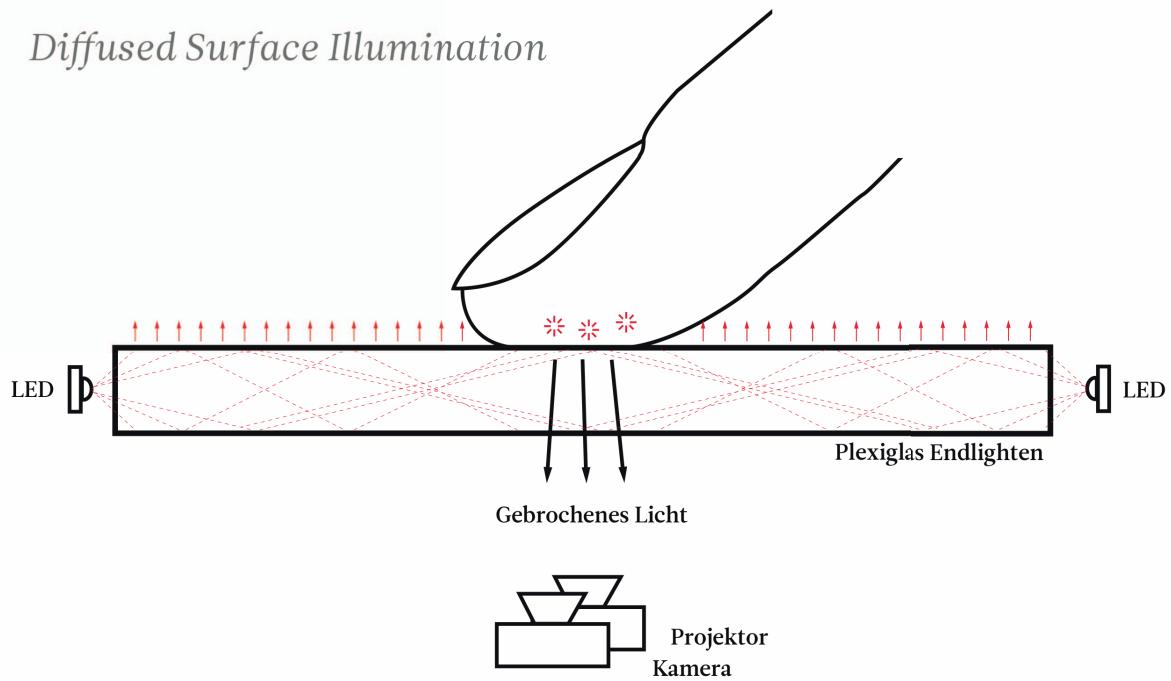


Abbildung 7: DSI Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)

In Abbildung 7 ist das Grundprinzip des Verfahrens abgebildet. Das Plexiglas EndLighten enthält kleine Partikel, die jeweils als winziger Spiegel agieren und so die seitlich einfallende Infrarotstrahlung nach oben hin reflektieren (45). Im Gegensatz zu FTIR wird keine direkte Berührung mit der Acryglasplatte vorausgesetzt, da keine Totalreflexion stattfindet, die aufgehoben werden müsste. Objekte kurz oberhalb der Oberfläche reflektieren in dieser Installation bereits Infrarotlicht. Ein Diffuser kann hier ebenfalls ungewollte Blobs verhindern. Der Aufbau entspricht damit FTIR, der grundlegende Effekt auf DI.

2.3.5 Laser Light Plane

Beim LLP Verfahren befinden sich in der Regel ein bis vier Infrarot Lasermodule in den Ecken der zu berührenden Fläche. Die Laser erzeugen aus dem punktförmigen Laserstrahl mittels einer geriffelten Linse, die in diesem Zusammenhang als Liniengenerator bezeichnet wird, eine aufgefächerte Laser-Linie. Bei einer optimalen Ausrichtung entsteht damit eine geschlossene Laser-Fläche¹³ genau oberhalb der zu berührenden Fläche (38). Abbildung 8 zeigt das Grundprinzip von LLP.

¹³ Englisch: Laser Light Plane

Laser Light Plane (LLP)

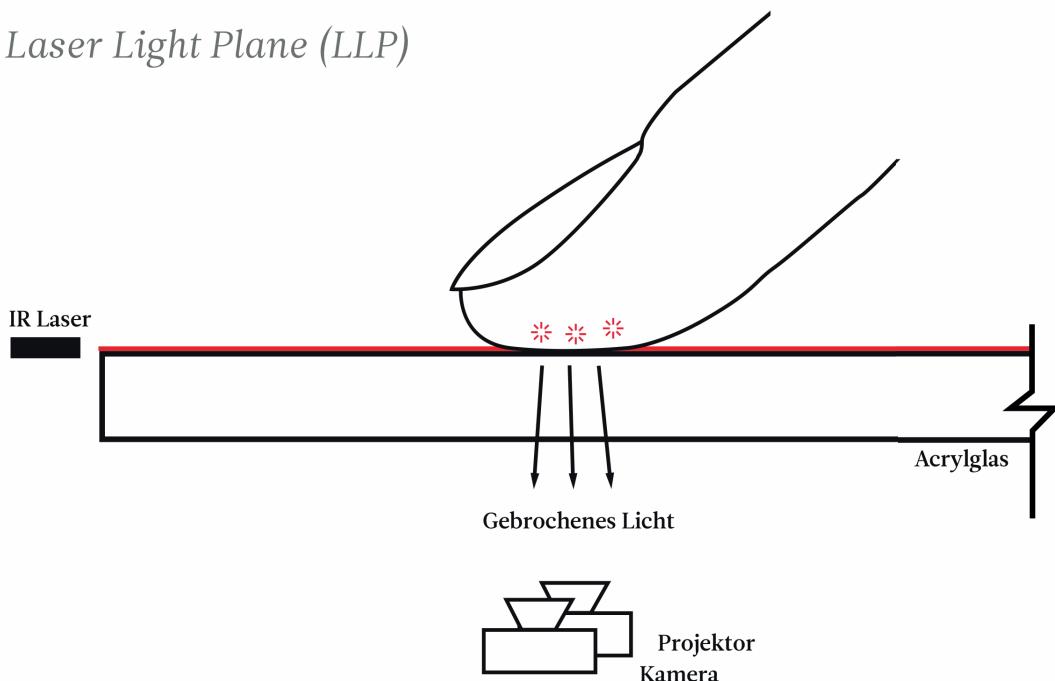


Abbildung 8: *Laser Light Plane Verfahren*, mit Anpassungen entnommen aus (45)

Findet eine Berührung statt, so wird an dem Berührungspunkt das Lasernetz durchbrochen. Die Kamera zeigt aufgrund des gebrochenen Infrarotlichts an diesem Punkt einen Blob. Damit das System mehrere Berührungen gleichzeitig feststellen kann sollten zwei oder mehr Laser verwendet werden (21). Bei einer Berührung verursacht ein Finger einen Schatten, der einen anderen berührenden Finger verdecken kann. Die zusätzlichen Laser beleuchten den zweiten Finger aus einem anderen Winkel, sodass dieser ebenfalls einen Lichtfleck erzeugen kann.

2.3.6 LED Light Plane

Bei einem LED LP Aufbau sind rund um eine Plexiglasplatte Infrarot LED platziert, die über der Oberfläche ein Netz aus Infrarotlicht aufspannen. Abbildung 9 zeigt den schematischen Aufbau des LED LP Verfahrens.

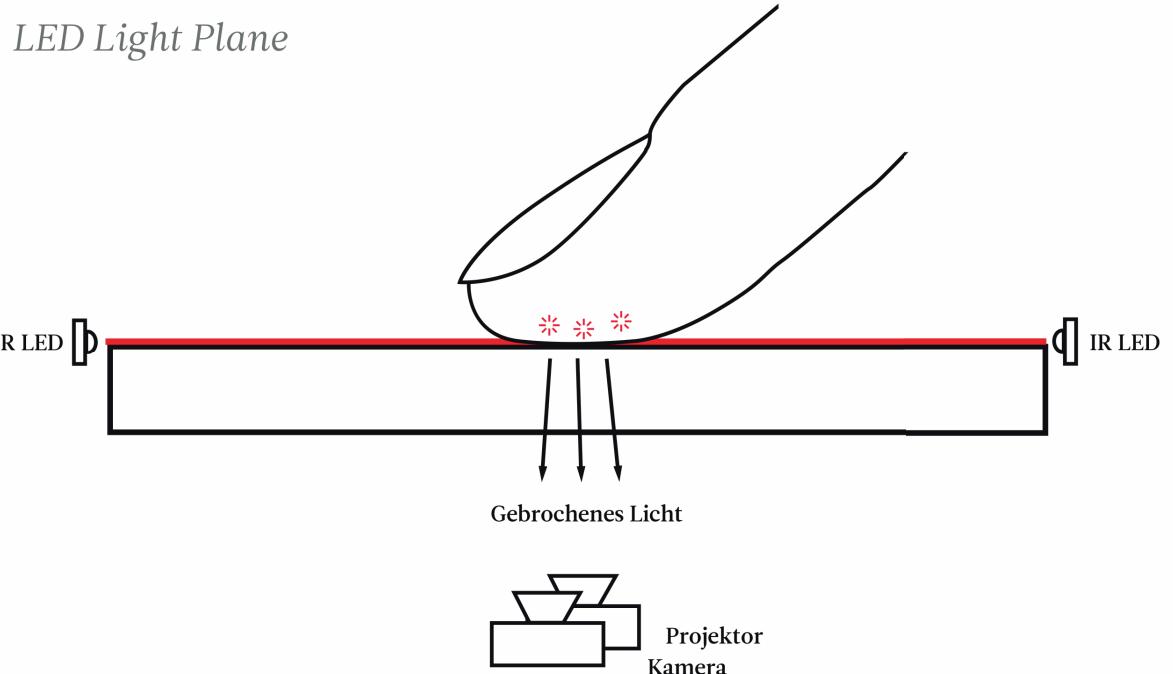


Abbildung 9: *LED LP Verfahren, mit Anpassungen entnommen aus (45)*

Der Aufbau kann mit dem LLP Verfahren verglichen werden. Oberhalb der zu berührenden Oberfläche wird ein Lichtvorhang aus Infrarotlicht aufgebaut (38). Dieser Vorhang ist im Vergleich zum LLP Verfahren nicht scharf umrissen, da die Infrarotstrahlung nicht von Lasern, sondern von Streulicht emittierenden LED erzeugt wird. Bei größeren Flächen sind Bereiche im Zentrum weniger stark ausgeleuchtet als beim LLP Verfahren. Wie bei allen anderen Verfahren wird bei einer Berührung das Licht gebrochen und kann von der Kamera unterhalb der Platte als Blob aufgezeichnet werden.

2.4 Software Verarbeitung der optischen Signale

Zu einer funktionierenden Multi-Touch Umgebung werden je nach gewähltem Verfahren zusätzlich zur Hardware weitere Komponenten benötigt. In den optischen Systemen sind das mindestens ein Tracker, ein Client und eine adäquate Schnittstelle zwischen Tracker¹⁴ und Client (39).

Das Fundament in einer Touch Installation sind die sogenannten Tracker, welche einen Berührungsplatz über spezielle Bilderkennungs-Algorithmen erkennen und eindeutig verfolgen können. Ein Client agiert als Konsument der vom Tracker generierten Positionsdaten der Blobs. Ein Benutzer interagiert häufig direkt mit diesem Client, der demnach nicht nur Daten konsumiert, sondern gleichzeitig ein Interface für den Benutzer erzeugt.

¹⁴ Einen großen Fundus an Software Links rund um das Thema Bewegungsverfolgung und anderer verwandter Technologien bietet Quelle (50).

Der Transport vom Tracker zum Client wird über die Kommunikation mittels einem vereinbarten Protokoll und den dazugehörigen Schnittstellen durchgeführt. Nachfolgende die Erläuterungen zu den drei Bereichen Tracker, Client und Protokoll.

2.4.1 Protokoll/Schnittstelle

Zum Transport der vom Tracker festgestellten Blob Koordinaten zum Client kommt prinzipiell jedes Datenprotokoll in Betracht. Ein Datenprotokoll stellt ein Übereinkommen zwischen Client und Tracker hinsichtlich Datenstruktur und Transportweg dar (59). In der Multi-Touch Szene hat sich das Protokoll TUIO de facto als Standard durchgesetzt (52).

Der Vorteil eines Standards bzw. eines de facto Standards ist die Austauschbarkeit der Daten liefernden Instanz. So kann eine bestehende Installation problemlos auf einen anderen Tracker umgestellt werden, falls dieser das TUIO Protokoll unterstützt. Das TUIO Protokoll basiert auf dem OSC Standard und wird nachfolgend vorgestellt.

Open Sound Control

Das Open Sound Control (OSC) stellt ein Kommunikationsprotokoll zwischen Computern, Synthesizern, elektronischen Musikinstrumenten und Softwareprodukten dar. Entwickelt wurde das OSC Protokoll am UC Berkley Center for New Music and Audio Technology (CNMAT). Federführend bei der Entwicklung sind Adrian Freed und Matt Wright, die laufende Weiterentwicklung findet weiterhin am CNMAT statt. Zur Nutzung von OSC sind weder Gebühren zu entrichten, noch besondere Lizenzvereinbarungen zu erfüllen (72).

OSC stellt ein alternatives Protokoll zum Musical Instrument Digital Interface (MIDI) Protokoll dar, ist jedoch für weitaus mehr Anwendungsgebiete ausgelegt als MIDI. Dies ist durch die jüngere Geschichte von OSC begründet. MIDI wurde 1981 veröffentlicht, OSC mehr als 15 Jahre später im Jahr 1997 (73) (63).

Die kleinste Einheit des OSC Protokolls stellen OSC Pakete dar. Ein Sender von OSC Paketen nennt sich OSC Client, der Empfänger wird als OSC Server bezeichnet. Ein OSC Paket besteht aus dem Inhalt und der Angabe der Größe des Inhalts zur rudimentären Prüfung des Pakets auf Vollständigkeit (72). Der Inhaltsbereich eines OSC Pakets enthält entweder konkrete OSC Nachrichten oder eine Sammlung weiterer OSC Pakete, sodass mit einem Paket zahllose Informationen übertragen werden können.

Eine beispielhafte OSC Nachricht hat den in Abbildung 10 dargestellten Aufbau.



Abbildung 10: Aufbau OSC Nachricht, vgl. (72)

Der erste Teil der Nachricht ist die OSC Adresse und beschreibt den gewünschten Empfänger der Nachricht. Der zweite Teil benennt den zu modifizierenden Parameter.

Der dritte Teil stellt die Typendeklaration dar und beschreibt über eine Auswahl von vordefinierten Zeichen welches Datenformat geliefert wird. Der vierte Teil enthält erst den eigentlichen Wert (72).

Im Beispiel in Abbildung 10 wartet ein Empfänger auf OSC Nachrichten, die jeweils mit der Zeichenfolge »/application/oscreceiver« beginnen. Wird ein entsprechendes Paket geliefert, so weiß der Empfänger, dass die Nachricht für ihn bestimmt ist. Alle folgenden Zeichen dienen der näheren Bestimmung des zu ändernden Werts. In diesem fiktiven Beispiel ist die Lautstärke der zu ändernde Parameter und wird auf den Wert von 50 gesetzt. Die Zahl 50 stellt nicht zwangsläufig 50% dar, sondern ist abhängig von der Semantik auf Seiten des Empfängers.

TUIO

TUIO wurde im Jahre 2005 von Martin Kaltenbrunner et. al veröffentlicht (24). TUIO basiert auf dem Open Sound Control Format und wurde für den Reactable entworfen und mit dessen Veröffentlichung ebenfalls der Allgemeinheit zugänglich gemacht (24).

Für den Transport von TUIO Daten kommt UDP¹⁵ zum Einsatz. Dieses Transportprotokoll ist verlustbehaftet (70), sodass TUIO redundante Informationen beinhaltet. Bei Berührungen ohne jede Bewegung wird beispielsweise immer der Zustand aller Berührungen mitgeteilt. Der Vorteil von UDP als Transportprotokoll ergibt sich im Vergleich mit dem TCP¹⁶ Protokoll. TCP stellt sicher, dass alle Pakete den Client erreichen, hat jedoch den Nachteil einer höheren Latenzzeit (69). Je höher die Latenzzeit ist, desto weniger entspricht das Datenpaket dem tatsächlichen Berührungsstatus. Eine hohe Latenzzeit empfindet der Benutzer als träge Reaktion des Geräts auf sein Verhalten.

Ein TUIO Paket enthält FSEQ, ALIVE und SET Informationen (51).

FSEQ Nachrichten dienen der Abgrenzung einzelner Updates, die ihrerseits aus ALIVE und SET Nachrichten bestehen. FSEQ entspricht einer fortlaufenden Zahl, die bei jeder Aktualisierung erhöht wird.

ALIVE Nachrichten enthalten die Identifikationsnummern aller bestehender Berührungen in einer abgeschlossenen Aufzählung (51).

SET Nachrichten enthalten die ID einer Berührung mit den absoluten Angaben zu Position, Winkel, Abmessungen, Beschleunigungswerten und vielen anderen relevanten Eigenschaften (51).

Ein TUIO 2D SET Nachricht hat beispielsweise folgende Form (24),(51):

/tuio/2Dobj set sid xpos ypos angle width height area xvel yvel rvel macc racc

Die Ähnlichkeit zum Basis-Format von OSC ist offensichtlich. Die Anzahl der Eigenschaften hängt vom gewählten TUIO Profil ab. So gibt es Profile für 2D, 2.5D, 3D sowie benutzerdefinierte Profile (51). 2.5D erweitert ein Paket um zusätzliche

¹⁵ User Datagram Protocol

¹⁶ Transmission Control Protocol

Informationen in Hinblick auf den Abstand zur Oberfläche. 3D beinhaltet Informationen zur Rotation von Objekten im Raum (24). Für Multi-Touch Installationen kommt üblicherweise das TUDIO 2D Profil zum Einsatz.

TUIO Gateways

Manche Clients sind nicht in der Lage UDP Daten zu empfangen. Dazu zählt bisweilen der Adobe Flash Player. Dieser kann nicht direkt auf das UDP Transportprotokoll zugreifen (31). Trotzdem hat sich Flash als Multi-Touch Client bewährt. Dies liegt an der Verfügbarkeit von TUIO Gateways, welche einem Flash Client den Empfang von TUIO Daten über TCP erlauben. Ein Gateway bezeichnet in der Informatik eine Software zur Kopplung zweier unterschiedlicher Protokolle (61). Im vorliegenden Fall empfängt ein Gateway TUIO Pakete über UDP und wandelt diese in eine XML Struktur um. Diese werden über das TCP Protokoll an Flash versendet. Dort können die Daten über eine permanente Verbindung¹⁷ empfangen und weiterverarbeitet werden.

Das verbreitetste TUIO Gateway für Flash ist ein Programm mit den Namen fosc, ein leichtgewichtiger Java Server, der auf allen gängigen Betriebssystemen lauffähig ist (10). Für die Mac OSX Plattform ist Oscar (11) ein alternativer Gateway.

2.4.2 Tracker

Ein Tracker, im Deutschen Verfolger, ist eine Softwarelösung zur Erkennung von eindeutigen optischen Formen und deren Verfolgung in zeitlicher und räumlicher Abfolge. Tracken kann man beispielsweise ein gestohlenes Auto per GPS oder die Sonne über optische Systeme, damit in einer Photovoltaikanlage die einzelnen Komponenten der Sonne nach ausgerichtet werden können (68).

Bei Multi-Touch Erkennungsverfahren sind die aufgelegten Finger zu erkennen, eindeutig zuzuordnen und zu verfolgen. Die bloße Erkennung, dass eine bestimmte Anzahl von Fingern eine Multi-Touch Oberfläche berührt, genügt im Regelfall nicht. Darüber hinaus sind Informationen über jeden eindeutigen Kontaktspunkt hinsichtlich Position oder ausgeübter Druck zu erfassen.

Verbreitete Software Tracker (24) sind reactIVision (25), touchlib, Community Core Vision (CCV) (39) sowie touché (23) für Mac OSX. Diese Software Lösungen sind jeweils im Open Source Umfeld entstanden und daher für den Benutzer ohne Lizenzgebühren verwendbar. Nachfolgend werden die Programme CCV und Touché skizziert.

CCV

CCV steht für Community Core Vision und entstand in der NUI Group Community (39). Das Programm basiert auf der Programmiersprache C++ und ist für alle gängigen Betriebssysteme als ausführbares Programm und Quellcode verfügbar.

¹⁷ Sogenannte Socketverbindung

Abbildung 11 zeigt das Interface von CCV. Dieses besteht aus einer Reihe von Fenstern. Die Abbildung zeigt links oben das aufgenommene Video, rechts oben die Tracker-Ansicht mit den Blobs sowie im unteren Bereich kleinere Fenster, die das Video nach jeweils einer Bildfilterung zeigen. Die Filter dienen der Optimierung des Eingangsbildes, damit keine Fremdkörper im Bild als Blob wahrgenommen werden. Maßnahmen zur Bildkorrektur sind das Entfernen statischer Leuchtpunkte, beispielweise von Lichtquellen in der Nähe des Benutzers, sowie Standardfilter wie Weichzeichner, Highpass und Kontrastverstärkung, um Streulicht und andere optische Einflüsse abzuschwächen oder komplett herauszufiltern. Die Tracker Ansicht zeigt abschließend das Bild, welches analysiert wird und die Ergebnisse der Analyse in Form von eindeutig nummerierten Blobs.

Weitere Features sind der Versand von TUIO Daten über UDP und speziell für Flash übersetzte TUIO Daten in XML Form über TCP. Beim Versand der XML Daten übernimmt CCV die Aufgabe eines Gateways, wie er in Kapitel 2.4.1 beschrieben wird.

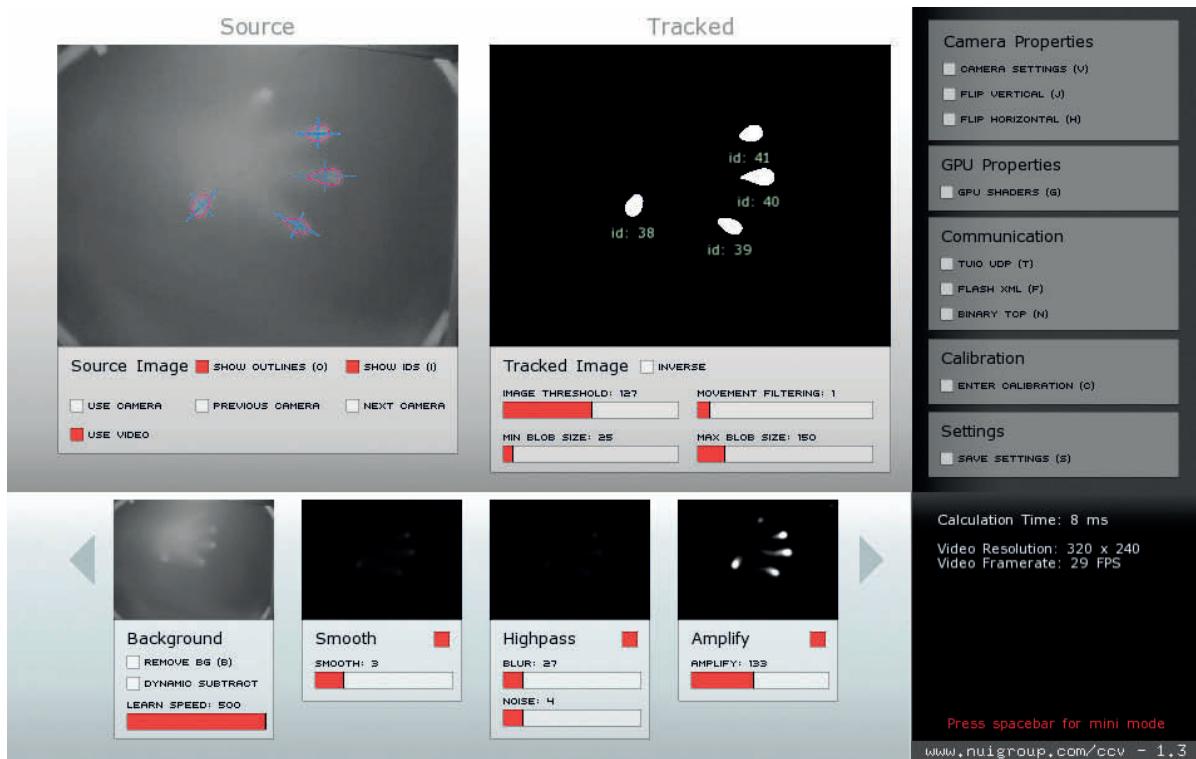


Abbildung 11: Screenshot von CCV 1.3 im Demo Modus ohne angeschlossene Kamera, vgl. (39)

Mittels einer Kalibrierungsfunktion kann der Entwickler den zu analysierenden Teil des Kamerabilds einrichten, sodass CCV die Positionsdaten mit den korrekten Koordinaten der Blobs befüllen kann.

Touché

Touché ist ein alternativer Open Source Tracker für das Mac OSX Betriebssystem. Entwickelt wird Touché von Georg Kaindl, einer Koryphäe in der Multi-Touch Entwicklerszene. Touché bietet einen ähnlichen Funktionsumfang wie CCV, macht jedoch einen kompakteren und benutzerfreundlicheren Eindruck als CCV (23).

Touché zeigt in der Versionsübersicht (22) ein letztes Update im November 2008¹⁸, sodass eine Weiterentwicklung derzeit nicht zu erwarten ist.

2.4.3 Tracker Ersatzsoftware

Die offengelegte Struktur des TUIO Protokolls erlaubt die Erstellung reiner Softwarelösungen, die per Maus eine Berührung auf einem Touchscreen simulieren können. Darüber hinaus gibt es für das Smartphone iPhone eine Applikation, die Berührungen auf dem iPhone Display als TUIO Daten an einen Rechner schickt. Diese TUIO Simulatoren erhöhen gegenüber dem Betrieb einer ausgewachsenen Hardware Lösung die Produktivität während der Entwicklung signifikant, da weder eine Kalibrierung noch die Bedienung einer ausgewachsenen Hardware Lösung benötigt wird.

Software »TUIO Simulator«

Diese Software basiert auf Java und ist dementsprechend plattformunabhängig ausführbar (25). Das Interface ähnelt einem abstrakten runden Tisch und lässt die Verwandtschaft zum Reactable vermuten. Der TUIO Simulator dient dem Zwecke der ganzheitlichen Entwicklung von Multi-Touch und Fiducial Anwendungen auf einem Rechner, ohne die Notwendigkeit einer Hardware Umsetzung.

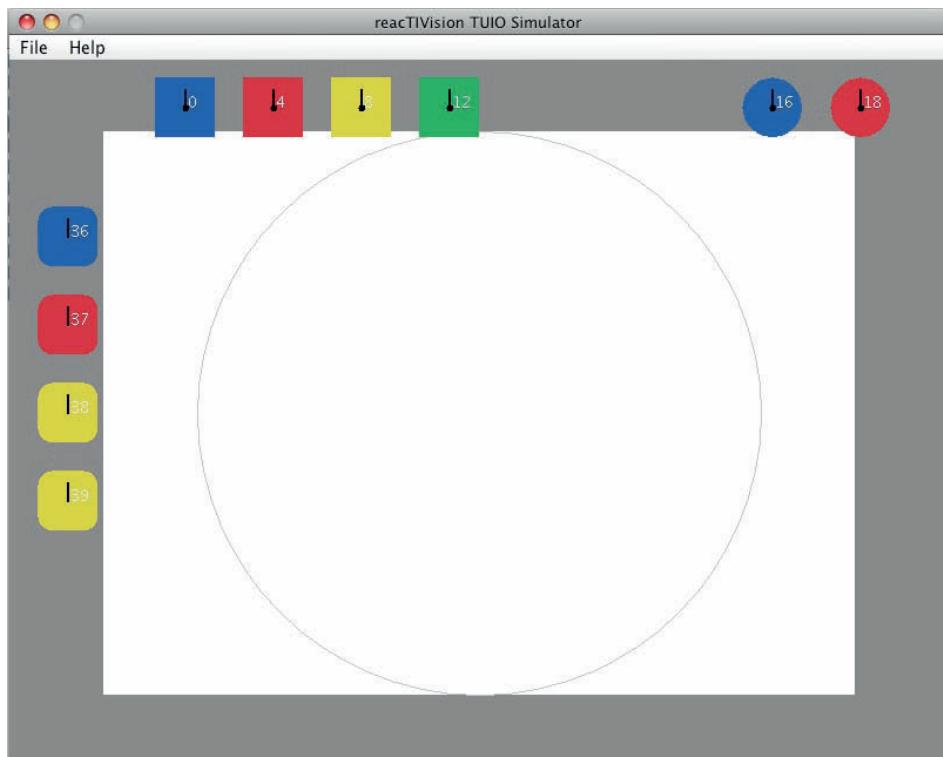


Abbildung 12: Screenshot des TUIO Simulator Interface, vgl. (25)

Das Interface, dargestellt in Abbildung 12, zeigt an den Rändern verschiedene geometrische Formen. Diese stellen Fiducial Elemente dar. Fiducials sind eindeutige

¹⁸ Stand: 09/2010

Muster auf Holzklötzen oder anderen Objekten und werden für den Reactable verwendet.

Zur Simulation reiner Multi-Touch Berührungen werden diese Symbole nicht benötigt. Innerhalb der weißen Fläche können mit der Maus eine oder mehrere Berührungen ausgelöst werden. Bei gedrückter Hochstelltaste¹⁹ können mit der Maus nacheinander mehrere Berührungen gesetzt werden. Jede Berührung wird über einen grauen Kreis visualisiert. Der erneute Klick unter Betätigung der Wahltaste auf eine gesetzte Berührung entfernt diese. Bestehende Berührungs punkte können weiterhin verschoben werden.

An einem Computer mit zwei Monitoren kann dieses Programm komfortabel auf einem der beiden Monitore platziert werden, während auf dem anderen Monitor die zu testende Multi-Touch Anwendung ausgeführt wird.

MSA Remote

Die iPhone App MSA Remote ist eine einfache Anwendung von Memo Akten (5). Der im iPhone vorhandene Touchscreen dient der Erfassung von bis zu fünf Berührungs punkten (30). MSA Remote agiert als Tracker und sendet die getätigten Berührungen in Form von TUIO Paketen über eine WLAN Verbindung an einen Computer. Dieser muss über eine IP-Adresse²⁰ eindeutig definiert werden.

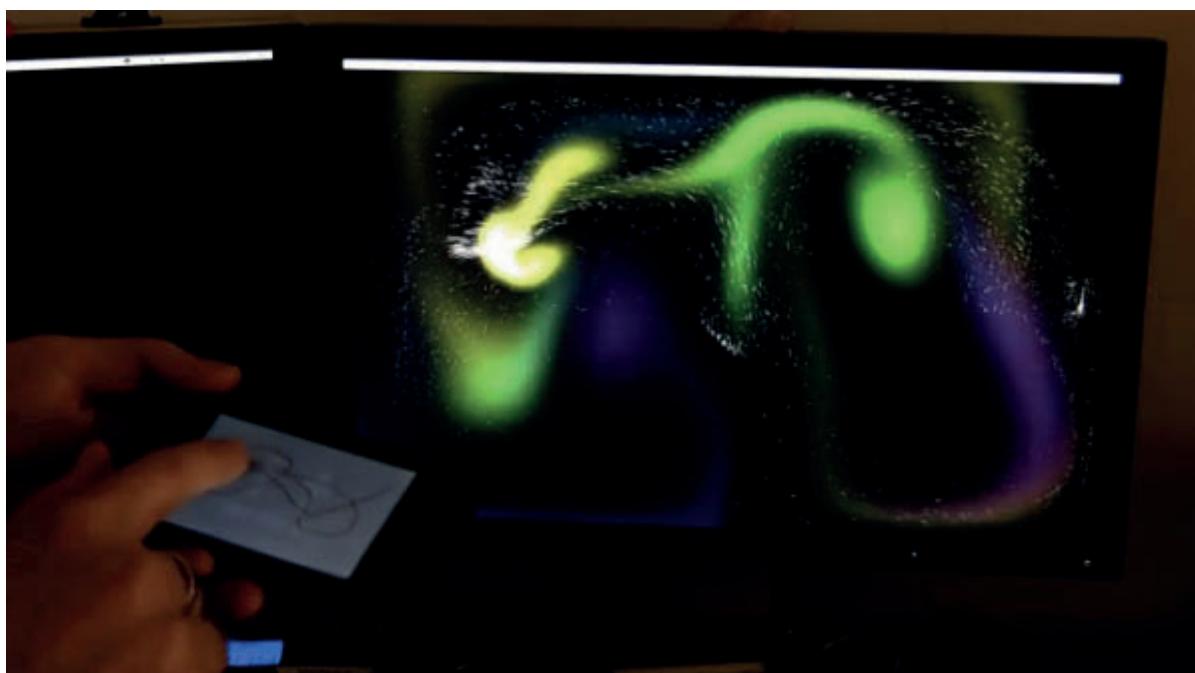


Abbildung 13: MSA Remote in Kombination mit MSA Fluid, Quelle: (5)

Die Bedienung erfolgt mit den Fingern wie an einem ausgewachsenen Multi-Touch Gerät. Abbildung 13 zeigt MSA Remote im Einsatz. Gegenüber einem Hardwareaufbau kann das iPhone währenddessen auf dem Schreibtisch abgelegt werden. Die Testvorgänge sind im Vergleich zum TUIO Simulator, der über die Maus gesteuert wird, wesentlich natürlicher durchzuführen. Eine ähnlich komfortable Anwendung

¹⁹ Auch bekannt als: Shift Taste

²⁰ Eindeutige Nummer zur Identifikation eines Computersystems in einem Netzwerk.

konnte für die Android Plattform nicht gefunden werden. MSA Remote kann während der Bedienung nicht das Bild der zu bedienenden Software anzeigen. Während des Tests muss das iPhone in Folge dessen blind bedient werden, damit das visuelle Feedback auf einem Monitor betrachten werden kann.

2.4.4 Client

Der Client ist die Abnahmestelle für die vom Tracker gelieferten Aufzeichnungen der verfolgten Objekte. Ein Client konsumiert damit die Daten eines Trackers. Ein Client kann die Anwendungssoftware selbst sein oder eine vordefinierte Programmierbibliothek, die ihrerseits in einer Anwendungssoftware verwendet wird²¹. Durch die Nutzung einer vordefinierten Programmierbibliothek kann sich ein Entwickler auf die elementaren Teile der Programmierung konzentrieren. Die Verarbeitung der TUIO Daten übernimmt die Programmierung und teilt der Anwendung nur noch die erhaltenen Ergebnisse über Positionen und Gesten mit.

2.5 Verarbeitungsprinzip von Berührungsgesten

Die Gestenverarbeitung beinhaltet die Erfassung von Rohdaten und deren Zuordnung zu vordefinierten Mustern. Die Durchführung der Zuordnung ist die eigentliche Erkennung. Hierfür stehen zwei grundsätzliche Typen von Algorithmen zur Auswahl, die nachfolgend skizziert werden.

2.5.1 Lernfähige Algorithmen

Zwei Vertreter der lernfähigen Algorithmen sind die künstlichen neuronalen Netze (KNN) sowie das Hidden Markov Model (HMM).

Künstliche neuronale Netze sind hoch abstrahierte Abbildungen des menschlichen Gehirns und können über einen Zeitverlauf hinweg Eigenheiten von bestimmten Mustern erlernen und das Erlernte zur Erkennung von ähnlichen und nicht identischen Mustern einsetzen (42).

Das Hidden Markov Model basiert auf einer statistischen Vorhersage und kann für eine Reihe von gegebenen Ausgabewerten Wahrscheinlichkeiten angeben (43). Die Komplexität des KNN und HMM Verfahren ist hoch. Zudem müssen diese Verfahren häufig ein Training durchlaufen, damit die Daten wie gewünscht in bestimmte Muster eingeordnet werden können.

²¹ Quelle (50) listet im Abschnitt »TUIO Client Implementations« 19 Programmierbibliotheken für unterschiedliche Programmiersprachen auf

2.5.2 Konventionelle Algorithmen

Konventionelle Algorithmen besitzen keine Lernfähigkeit, sind dafür wesentlich kompakter und schneller integriert. Gesten werden wie eine Schablone, mittels markanter Eigenschaften wie Anzahl der Berührungen, zeitliche Abfolge sowie Dauer einer Berührung, vordefiniert. Eine Geste wird damit über exakte Einzelschritte definiert und kann bei auftretenden Berührungen schrittweise auf Übereinstimmung geprüft werden.

Der Hauptunterschied zu den vorgenannten Verfahren ist die Interpretationsfähigkeit der KNN und HMM Verfahren. Diese können bei einem entsprechenden Training unsaubere Gesten noch erkennen. Der Vorteil der konventionellen Algorithmen liegt in der Einfachheit der Umsetzung. Für die Erkennung von einfachen Berührungsgesten reicht die Leistung konventioneller Algorithmen aus, sodass auf den Einsatz komplexer, zu trainierender Algorithmen im Multi-Touch Bereich verzichtet werden kann.

2.5.3 Erkennung per konventionellem Algorithmus

Am Beispiel der TUIO Programmbibliothek TUIO AS3 Library (7) wird die Erkennung von Gesten mittels einem konventionellen Algorithmus näher erläutert.

Zentrale Elemente sind die Klassen GestureStepSequence sowie GestureManager. GestureManager bildet den Sammelpunkt für die vordefinierten Gesten und dient als Empfänger für TUIO Daten. Bei jedem eintreffenden TUIO Datenpaket wertet der GestureManager alle registrierten Gesten-Muster aus und prüft, ob eine Geste für den aktuellen Zustand in Frage kommt.

Dazu wird die Klasse GestureStepSequence benötigt. Diese prüft ob der erste Einzelschritt mit dem aktuellen Berührungszustand übereinstimmt. Trifft dies zu, so wird die Geste aktiviert und in Folge dessen auf die Erfüllung aller weiteren Schritte überprüft. Sobald alle Einzelschritte einer Gestenvorlage erfüllt sind gilt eine Geste als befriedigt und wird über den Gesten-Manager der Applikation mitgeteilt, die entsprechend reagieren kann.

Für die Erkennung der Geste Ein-Finger-Bewegung sind die in Abbildung 14 dargestellten Einzelschritte zu definieren.

```

11  >   >   public function OneFingerMoveGesture() {-
12  >   >     >   this.addStep(new GestureStep(TouchEvent.TOUCH_DOWN,-
13  >   >     >     { tuioContainerAlias:"A", targetAlias:"A" } ));-
14  >   >     >   this.addStep(new GestureStep(TouchEvent.TOUCH_MOVE,-
15  >   >     >     { die:true, tuioContainerAlias:"!B", targetAlias:"A" } ));-
16  >   >     >   this.addStep(new GestureStep(TouchEvent.TOUCH_UP,-
17  >   >     >     { die:true, tuioContainerAlias:"A" } ));-
18  >   >     >   this.addStep(new GestureStep(TouchEvent.TOUCH_MOVE,-
19  >   >     >     { tuioContainerAlias:"A", targetAlias:"A", goto:2 } ));-
20  >   >   }-

```

Abbildung 14: Definition der Geste OneFingerMoveGesture, vgl. (8)

TuioContainerAlias steht für einen Berührungsplatz, targetAlias steht für das berührte Objekt (8). Zeile 12 und 13 zeigen die Registrierung des Einzelschritts Berührung, bezeichnet als TOUCH_DOWN. Der Buchstabe A dient zur Unterscheidung von möglicherweise weiteren Berührungsplätzen. »tuioContainerAlias :A« steht hier für den ersten Berührungsplatz.

Zeile 13 und 14 beinhalten den Einzelschritt einer beliebigen Bewegung eines weiteren Berührungsplatzes B. Das Ausrufezeichen stellt sicher, dass jeder weitere Punkt, der nicht A entspricht als B angesprochen werden kann, da normalerweise der dritte Berührungsplatz mit C angesprochen werden müsste und weitere Berührungen mit fortlaufenden Buchstaben.

Dieser Schritt enthält des Weiteren die Bedingung »die:true«. Das bedeutet, sobald ein Punkt, welcher nicht dem Punkt A entspricht bewegt wird, kann die vorhandene Geste nicht mehr erfüllt werden- die vorliegende Geste »stirbt« und kann nicht mehr befriedigt werden. Diese Zeilen bilden damit ein Abbruchbedingung.

Zeile 15 und 16 bilden ebenfalls eine Abbruchbedingung. Sobald der Punkt A losgelassen wird, näher bezeichnet als TOUCH_UP, kann die Geste nicht mehr befriedigt werden.

Zeile 18 und 19 bilden eine Schleife. Sobald Punkt A bewegt wird soll zum Einzelschritt 2 gesprungen werden. Die Bewegung wird über die Bezeichnung TOUCH_MOVE abgefragt. Damit schließt sich der Kreis und die nächste Prüfung beinhaltet die Abbruchbedingung, falls eine andere Berührung eine Bewegung durchführt. Nachfolgende Liste zeigt die Kurzfassung dieser Beschreibung.

Kurzfassung zur Gesten Schablone Ein-Finger-Bewegung:

Zeile 12+13: Step 1: Startbedingung, der erste Finger berührt die Oberfläche.

Zeile 14+15: Step 2: Bewegt sich ein anderer Finger auf der Oberfläche, brich die Geste ab.

Zeile 16+17: Step 2: Beendet der erste Finger die Berührung, brich die Geste ab.

Zeile 18+19: Step 3: Bewegt sich der erste Finger, dann gehe zu Step 2.

2.6 Adobe Flash Plattform

Flash stellte eine potentielle Laufzeitumgebung für das anzufertigende Softwarereprodukt Jean-Pierre dar. Die Flash Plattform beinhaltet die Laufzeitumgebungen Flash Player 10.1, hauptsächlich für den Einsatz im Browser, und AIR 2 als Desktop Laufzeitumgebung (3). Weitere Inhalte sind das Flex Framework und die Entwicklungsumgebungen Flash Builder 4 und Flash CS5. Die verwendete Programmiersprache ist Actionscript 3 (AS3).

Im Folgenden wird die Flash Plattform im Generellen sowie in Bezug auf den Einsatz im Multi-Touch Bereich vorgestellt²².

2.6.1 Unterschied Flash Player, Flex und AIR

Adobe Flash Player und Adobe AIR sind jeweils Laufzeitumgebungen. Sie ermöglichen die Ausführung von Actionscript 3 Programmen und unterscheiden sich im Umfang der verwendbaren Funktionen und Programmklassen sowie der Art und Weise wie Flashinhalte abgespielt werden. Der Flash Player läuft entweder in einem Webbrowser oder alternativ, unabhängig von einem Webbrowser, in einem sogenannten Flash Projektor wie eine gewöhnliche Applikation. Flash Projektoren kommen häufig bei dem Vertrieb von Flashinhalten auf CD oder DVD zum Einsatz, um dem User das Öffnen des Webbrowsers zu ersparen. Flex ist eine Ansammlung von bereits implementierten Klassen und Tools (14). Flex ist ab Flash in der Version 9 verfügbar und stellt die Basis von Adobe AIR dar.

Adobe AIR 2 setzt auf dem Flex Framework auf und bietet darüber hinaus weitergehende Merkmale, die aus Sicherheitsgründen nicht im einfachen Flash Player verfügbar sind. Dazu gehören beispielsweise der Zugriff auf die lokale Festplatte oder die Kommunikation mit Bluetooth. AIR 2 Programme können nicht im Webbrowser ausgeführt werden, da dort die Laufzeitumgebung AIR 2 nicht vorhanden ist. Der Benutzer muss zuerst die Basisfunktionalitäten in Form einer Softwareinstallation zur Verfügung stellen und kann sodann Softwarereprodukte, die für AIR 2 veröffentlicht wurden, ausführen. Der Flash Player für den Webbrowser benötigt zwar ebenfalls eine vorherige Installation, diese ist jedoch weitaus kleiner als bei AIR und auf einigen modernen Betriebssystemen sogar vorinstalliert.

2.6.2 TUO Unterstützung

TUIO gilt de facto als Standard zur Übertragung von Berührungsdaten, sodass die Verarbeitung von TUIO Daten innerhalb von Flash geprüft werden muss²³.

Flash weist im Zusammenhang mit TUIO eine elementare Problematik auf. TUIO wird über UDP im Netzwerk verbreitet. Flash kann nicht auf lokale Netzwerkstrukturen wie UDP zugreifen. Für Abhilfe sorgt ein Programm aus der bereits in Kapitel 2.4.1 beschriebenen Gruppe der TUIO Gateways.

²² Für weitere Einsichten in die Flash Plattform siehe www.adobe.com/flashplatform

²³ Die Quelle (50) listet eine Auswahl von Bibliotheken zur Verarbeitung von TUIO Paketen in Flash auf.

Der Nachteil dieser Lösung sind unnötige Rechnerkapazitäten, die zur Umwandlung von TUIO in XML verbraucht werden und etwaige Verzögerungen aufgrund der höheren Latenzzeit von TCP. Mitte des Jahres 2010 erschien Version 2 der Laufzeitumgebung AIR von Adobe (2). Damit können erstmals UDP Daten direkt in Flash verarbeitet und versendet werden (49).

3 Konzeption

Die Konzeption ist das Produkt einer weitreichenden Recherche und unzähliger Skizzen zur Ideenentwicklung. Sie soll klären, welche konkreten Technologien für die Umsetzung der Hardware zum Einsatz kommen, welche Basis für die Software verwendet wird und welche strukturellen und inhaltlichen Anforderungen Jean-Pierre erfüllen soll.

3.1 Anforderungen an Jean-Pierre

Jean-Pierre soll intuitiv bedient werden können. Damit diese grundsätzliche Anforderung erfüllt werden kann muss Jean-Pierre eine geringe Komplexität aufweisen. In Konsequenz bedeutet dies, das Programm darf nicht zu tiefe Inhaltsebenen aufweisen, noch darf es innerhalb einer Ansicht zu viele Knöpfe und andere Interaktionsmöglichkeiten bieten. Je mehr ein Programm leistet, desto effektiver kann man damit arbeiten. Derartig komplexe Anwendungen stellen für gewöhnliche Benutzer, ohne eine ausführliche Betriebsanleitung und langer Einarbeitungszeit, eine unüberwindliche Hürde dar.

Inhaltlich soll Jean-Pierre ausschließlich ein Kochassistent sein. Das bedeutet, der Benutzer kann sich ein Rezept aussuchen und dieses unter Hilfestellung von Jean-Pierre zubereiten. Der Benutzer erhält neben einer schrittweisen Anleitung zur Zubereitung eines Rezepts ein Leitsystem zur Seite gestellt. Das Leitsystem überwacht parallel ablaufende Kochaktionen und soll über eine Ampelfunktion dem Benutzer mitteilen, ob der Ofen fertig vorgeheizt ist, die Hefe genügend aufgegangen ist oder ob die Zwiebeln noch einige Minuten in der öligen Pfanne schwitzen müssen.

Vor der Zubereitung muss für die nötigen Zutaten gesorgt werden. Jean-Pierre soll den Benutzer soweit wie möglich dabei unterstützen. Wie in einem üblichen Kochbuch können die nötigen Zutaten in einem festen Verhältnis zu einer Personenanzahl betrachtet werden. Jean-Pierre soll des Weiteren die Anpassung der Anzahl der Personen erlauben und dem Benutzer die Übertragung der Zutaten in Form einer Einkaufsliste auf sein Mobilfunkgerät ermöglichen.

Macht der Benutzer Fortschritte, so soll Jean-Pierre kein Hindernis sein, sondern dem Benutzer Freiräume bieten. Zu jeder Zeit soll ein Rezept abgebrochen werden können oder ein Rezepstschrift übersprungen werden können. In letzter Instanz soll Jean-Pierre mindestens als gute Rezeptverwaltung dienen. Die meisten Benutzer werden und sollen mit Verwendung von Jean-Pierre Fortschritte in ihren Kochkünsten feststellen. Kommt ein Anwender zu dem Punkt, an dem er glaubt, er benötigt keinen Assistenten mehr, kann Jean-Pierre mit Hilfe einer übersichtlichen Kategorisierung und einer Favoritenfunktion dem Benutzer als Inspirationsquelle dienen. Ein geübter Koch würde Jean-Pierre nur noch in den ersten Bedienungsschritten benutzen, zum Beispiel bei der Auswahl eines Rezepts oder zum Aufzeigen der notwendigen Zutaten.

Die beschriebenen Anforderungen können in funktionale und nichtfunktionale Erfordernisse unterschieden werden. Funktionale Anforderungen sind konkrete Funktionen, die dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden. Nichtfunktionale

Anforderungen stellen qualitative Anforderungen dar, die es zu erfüllen gilt, damit ein Benutzer die funktionalen Anforderungen auf eine geordnete und zielorientierte Weise durchführen kann.

Funktionale Anforderungen

Für Jean-Pierre ergeben sich folgende funktionale Anforderungen²⁴:

- Rezepte sollen in Kategorien gruppiert werden können. Der Benutzer kann damit eine Vorauswahl treffen.
- Rezepte sollen über eine Favoritenfunktion gruppiert werden können.
- Ein Einkaufszettel soll für jedes Rezept dem Benutzer vorgeschlagen werden.
- Der Einkaufszettel soll vom Benutzer in Bezug auf die Personenanzahl und einzelne Einträge modifiziert werden können.
- Der Einkaufszettel soll per Bluetooth auf ein Mobilfunkgerät übertragen werden können.
- Ein Leitsystem soll dem Benutzer während einem Kochvorgang Informationen zu zeitkritischen Abläufen mitteilen.
- Das Leitsystem soll mehrere Zustände besitzen. Eine minimierte Version mit den wichtigsten Informationen und eine erweiterte Ansicht mit sämtlichen Angaben in Zusammenhang mit der Leitfunktion. Zusätzlich soll das Leitsystem komplett geschlossen werden können.
- Der Benutzer soll die Möglichkeit erhalten in einem Hilfesystem die Bedienung nachzuschlagen.
- Während einem Vorgang soll der Benutzer für jeden Einzelschritt wahlweise die Beschreibung oder die dazugehörige Abbildung betrachten können.
- Der Benutzer soll während der Zubereitungsphase Einzelschritte überspringen können und direkt auf beliebige Schritte zugreifen können.

Für fortgeschrittene Benutzer soll Jean-Pierre weiterhin von Nutzen sein. Zum Beispiel verzichtet der Benutzer auf die Kochinstruktionen und kann dennoch sinnvolle Funktionen nutzen:

- Ausschließliche Nutzung der Rezeptsuche und Anzeige der Zutaten.
- Nutzung der Favoritenfunktion.
- Nutzung des elektronischen Einkaufszettels.

Nichtfunktionale Anforderungen

Des Weiteren ergeben sich folgende nichtfunktionale Anforderungen:

- Intuitive Bedienung.
- Konzentration auf das Wesentliche, daher Rezeptauswahl und Assistenz.

²⁴ Diese Liste ist nicht priorisiert.

- Geringe inhaltliche Komplexität.
- Robuste, fingerbasierte Bedienung.
- Einfache Navigationsstruktur mit mehreren Möglichkeiten, die zum Ziel führen.
- Einsteiger sollen von Anfang bis Ende menügeführt betreut werden.
- Ästhetisches Benutzerinterface in dem sich der Benutzer wohlfühlt.
- Fähigkeit zur Wartung. Rezepte sollen durch einen Administrator einfach ergänzt werden können.
- Großes Repertoire an Rezepten.

Zur Erfüllung der funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen ist vor allem die Programmierung und Ausgestaltung der Software ausschlaggebend. Jedoch wird zum Betrieb der Software die Hardware benötigt. Wie eingangs beschrieben soll die Hardware berührungssempfindlich sein. Aufgrund der Kosten und der technischen Komplexität des kapazitiven oder resistiven Verfahrens kommt zur Umsetzung nur eine optische Multi-Touch Lösung in Frage. Die genaue Beschaffenheit der Hardware und Software wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

3.2 Gesamtstruktur

Abbildung 15 zeigt die Übersicht des aufzubauenden Systems. Vier Komponenten bilden einen Kreislauf aus Erkennung von Berührungen und der nötigen visuellen Rückkopplung, damit der Benutzer beobachten kann mit welchem Objekt er gerade interagiert.

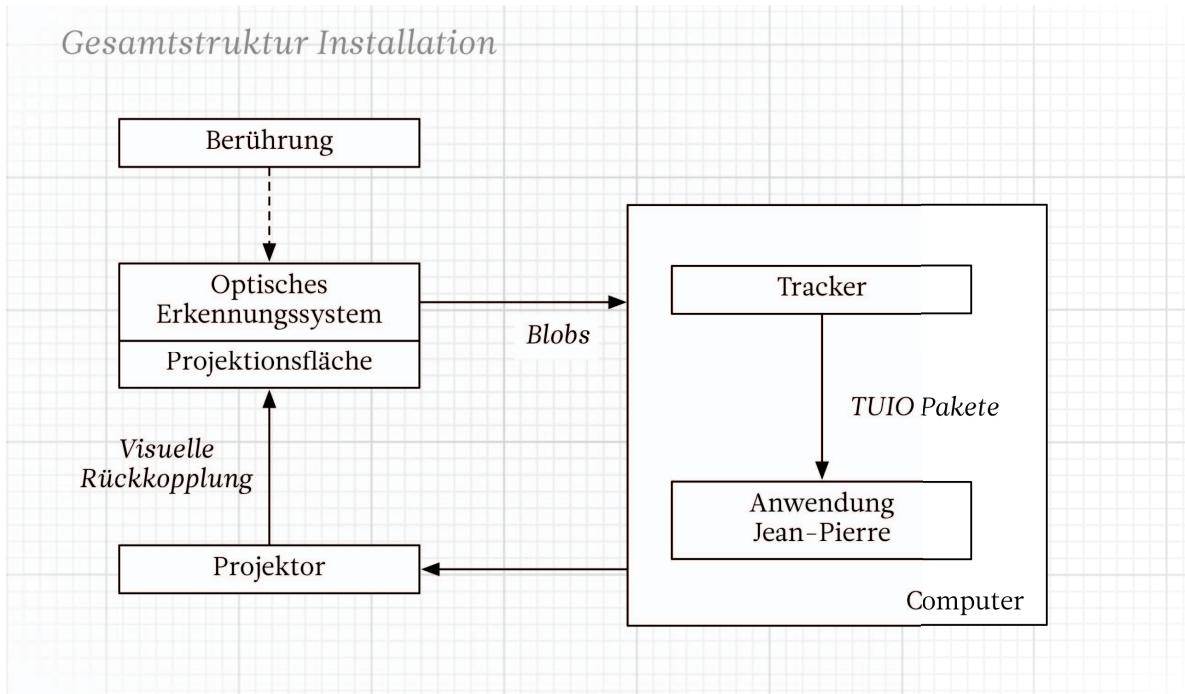


Abbildung 15: Gesamtstruktur der Installation

Das optische Erfassungssystem dient zur Aufzeichnung von Infrarot Blobs und der Abbildung der visuellen Rückkopplung. Die Infrarot Blobs werden mittels einer Kamera einem Tracker zugeführt. Dieser erkennt mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen Berührungs punkte und identifiziert diese nicht nur für einen Zeitpunkt, sondern verfolgt sie über einen Zeitverlauf hinweg. Neben einfachen Berührungen kann so die kontinuierliche Bewegung eines Fingers verfolgt und aufgezeichnet werden. Die festgestellten Berührungen und deren Bewegungen werden über das de facto Standardprotokoll TUIO an die Jean-Pierre Anwendung geschickt, die diese Signale weiterverarbeitet und entsprechend darauf reagiert.

Das Bild der Anwendung wird über einen Projektor auf einer Projektionsfläche abgebildet und erzeugt für den Benutzer das erforderliche visuelle Feedback für darauffolgende Interaktionen.

3.3 Analyse und Entwurf der Anwendungssoftware

Die Anwendung stellt das Kernprodukt von Jean-Pierre dar. Das Erkennungsverfahren ist austauschbar, solange ein Tracker die TUIO Daten zur Verfügung stellt. Dieses Kapitel zeigt welche Anwendungsfälle abgedeckt werden müssen, welches Interface realisiert werden soll und wie die konkrete Implementierung bewerkstelligt wird.

3.3.1 Anwendungsfälle

Die zu erstellende Software beinhaltet eine Reihe von Anwendungsfällen²⁵. Abbildung 16 zeigt diese in einer Skizze und soll die wichtigsten Anwendungsfälle überschaubar darstellen. Gut zu erkennen ist die geringe Komplexität. Dargestellt sind acht Anwendungsfälle, wovon vier eine Einheit bilden und voneinander abhängig sind.

²⁵ Englisch: use cases

Anwendungsfälle

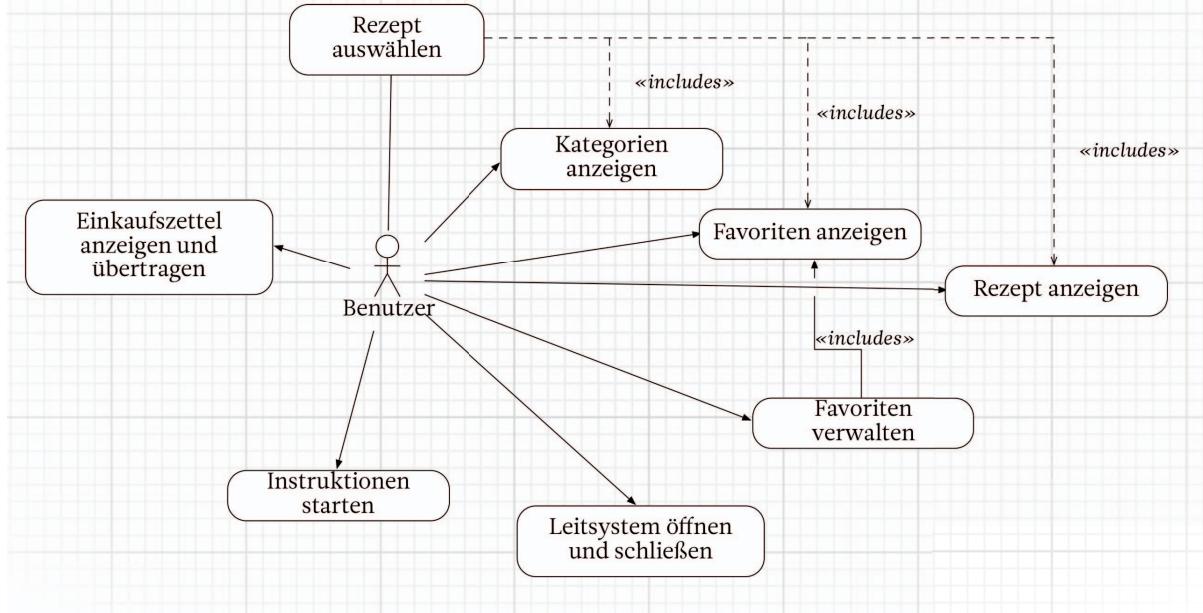


Abbildung 16: Anwendungsfälle für Jean-Pierre

Rezepte auswählen

Der Anwendungsfall »Rezept auswählen« beinhaltet die drei Schritte »Kategorien anzeigen«, »Gerichte anzeigen« sowie »Favoriten anzeigen«. Der Benutzer kann demnach Gerichte gruppiert nach Favoriten oder Kategorien anzeigen und auswählen. Der Anwendungsfall »Rezept anzeigen« schließt diesen Auswahlprozess ab.

Favoriten

Der Anwendungsfall »Favoriten verwalten« beschreibt die zwei Aktionen, mit denen der Benutzer seine Favoriten hinzufügen und entfernen kann. Weitere Aktionen, wie beispielweise eine mehrstufige Bewertung mittels Sternen, ist nicht vorgesehen. Rezepte können nur während der Rezeptauswahl zu den Favoriten hinzugefügt oder entfernt werden. Da die Favoritenansicht Teil der Rezeptauswahl ist, können innerhalb der Favoritenanzeige Rezepte entfernt werden.

Einkaufszettel

Nachdem der Benutzer ein Gericht ausgewählt hat, wird ihm automatisch der Einkaufszettel präsentiert. Dieser hat zwei Funktionen. Zum einen wird dem Benutzer mitgeteilt, welche Zutaten und in welcher Menge diese erforderlich sind und zum anderen erlaubt dieser die Übertragung der dargestellten Liste auf ein Mobilfunkgerät. Der Benutzer kann damit alle fehlenden Zutaten erwerben und danach die Assistenz von Jean-Pierre fortsetzen.

Instruktionen

Die eigentliche Assistenz startet erst nach der Auswahl eines Gerichts und der Bestätigung des Einkaufszettels, dass alle Zutaten vorhanden sind. Mit den Instruktionen startet automatisch das Leitsystem.

Leitsystem

Der Benutzer kann mit dem Leitsystem die zwei grundsätzlichen Aktionen öffnen und schließen ausführen. Geöffnet zeigt das Leitsystem mehr Details, verbraucht allerdings viel Platz innerhalb des Interfaces. Der Benutzer kann deshalb das Leitsystems durch die Aktion schließen auf ein Minimum in der Größe reduzieren. Das Leitsystem kennt zudem einen dritten Zustand, eine Variante des geöffneten Zustands, der eine Untermenge der Informationen aus dem geöffneten Zustand darstellt und etwas kompakter dargestellt werden kann.

Das Leitsystem wird während der Rezeptauswahl nicht benötigt und wird ausschließlich während den Instruktionen dargestellt.

3.3.2 Software Architektur

Das nachfolgende Klassendiagramm soll, ähnlich prägnant wie die Anwendungsfälle, eine Übersicht aller elementaren Klassen in Jean-Pierre bieten.

Das Klassendiagramm von Jean-Pierre in Abbildung 17 orientiert sich an dem Architekturmuster Model View Controller (MVC) und teilt die Aufgabenbereiche der Software in eine Datenschicht, Model, eine Präsentationsschicht, View, und die Steuerung, bezeichnet als Controller, auf. Die Steuerung kann als die Geschäftslogik betrachtet werden und teilt den unterschiedlichen Ansichten, die mit dem englischen Wort View bezeichnet werden, in Folge einer Benutzerinteraktion mit, welcher Zustand eingenommen werden soll. Zudem stellt der Controller sicher, dass die Daten der richtigen View zur Verfügung gestellt werden.

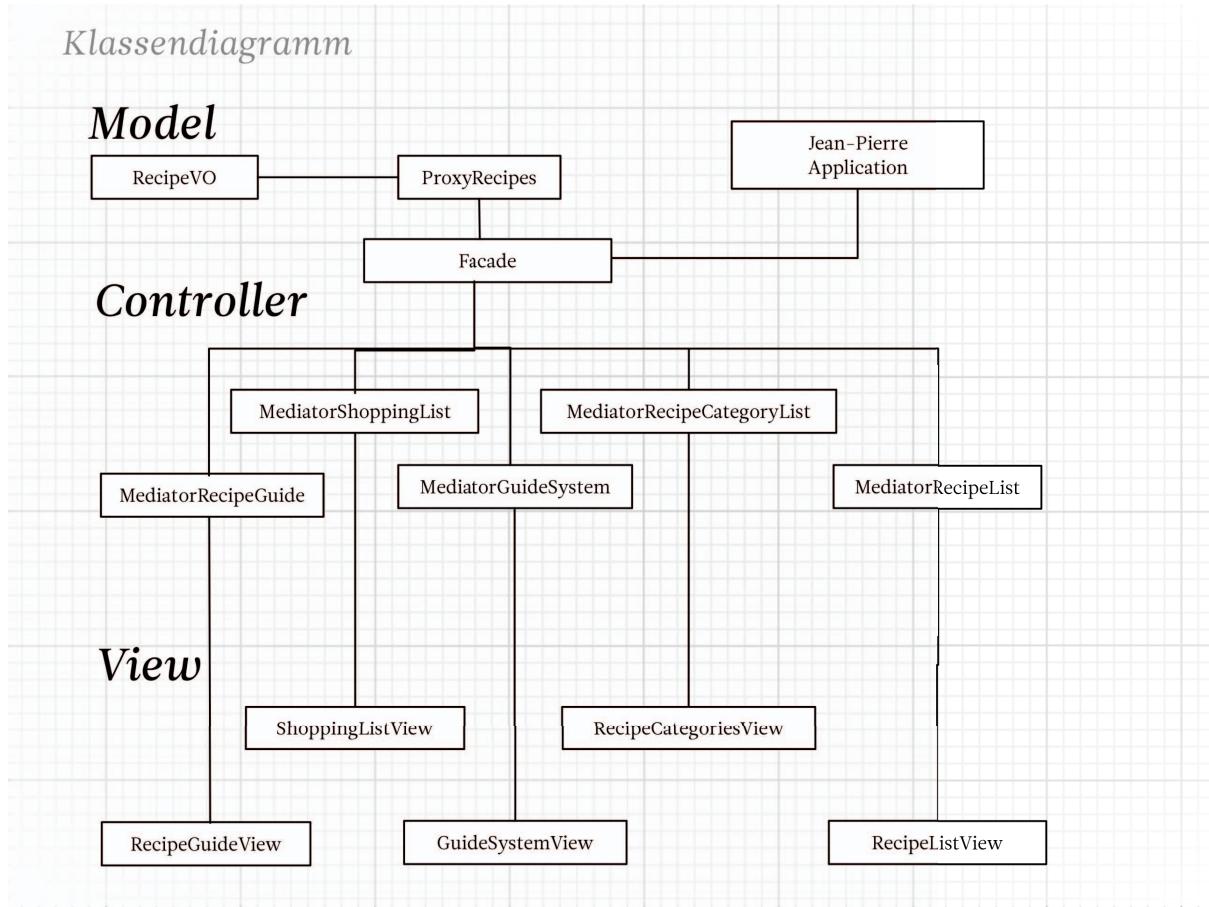


Abbildung 17: Klassendiagramm Jean-Pierre Anwendung

Die Datenschicht besteht aus der Rezeptdaten beschaffenden Klasse `ProxyRecipes`. Mit Hilfe der Datenkapsel²⁶ `RecipeVO` bildet sie die Struktur der Rezepte untereinander ab und bietet den Controller-Klassen einfache Zugriffsfunktionen. Die Controller sind so in der Lage alle verfügbaren Kategorien, alle Rezepte einer Kategorie oder alle favorisierten Rezepte auslesen zu können. Die genau Datenstruktur wird in Kapitel 4.6 erläutert.

Die Präsentationsschicht beinhaltet fünf Klassen, welche die einzelnen Zustände von Jean-Pierre widerspiegeln. `RecipeCategoriesView` stellt die anfängliche Übersicht aller zur Auswahl stehenden Kategorien dar. `RecipeListView` zeigt alle Rezepte einer einzigen Kategorie an. Favoriten werden als eine Sonderkategorie angesehen und als solche behandelt. `ShoppingListView` ist für die Darstellung des elektronischen Einkaufszettels verantwortlich. Die letzten Klassen sind `RecipeGuideView` und `GuideSystemView` mit der die Instruktionen zur Zubereitung eines Rezepts und das dazugehörige Leitsystem visualisiert werden.

Die Controller-Ebene besteht in diesem Fall aus den sogenannten Mediatoren. Diese kennen ihre zugehörige View und können mit dieser interagieren, um die Geschäftslogik durchzusetzen. Die Geschäftslogik umfasst hierbei die Logik zur Kommunikation zwischen den Views, als auch die Berechnungen zur Generierung der visuell aufwändigen Darstellung.

²⁶ Eine Datenkapsel ist eine Art Ablagefach für zusammengehörende Daten.

Der ebenfalls abgebildete Facade-Controller ist eine übergeordnete Kontrollinstanz, die die Erstellung der Mediatoren, deren Zuordnung zu einer View und die Instanziierung der Rezept beschaffenden Klasse ProxyRecipes übernimmt.

3.3.3 Technologieauswahl Software

Aufgrund der offenen Struktur des TUO Protokolls kann prinzipiell in jeder höheren Programmiersprache eine Multi-Touch Anwendung programmiert werden. Verbreitet sind zum Beispiel Java, C/C++ und Flash/AS3. Konkrete Multi-Touch Anwendungen werden im Allgemeinen auf speziell vorbereiteten Rechnern betrieben. Die Auswahl einer Programmiersprache spielt somit keine besondere Rolle und kann ganz den Präferenzen des Entwicklers entsprechen. Für diese Arbeit fiel die Entscheidung auf Flash. Im Vergleich zu anderen Laufzeitumgebungen wie Java oder C++ bietet Flash eine geringere Performance. Dieser Mangel fällt für die umzusetzende Software nicht ins Gewicht, da die Software keine besonders performanceabhängigen Komponenten enthält.

Durch den Einsatz von Flash ergibt sich zudem ein Vorteil gegenüber herkömmlichen Softwareprodukten. Die Software kann über das Internet zu Dokumentationszwecken präsentiert und getestet werden. Zwar ist die Bedienung über Multi-Touch ausgeschlossen, doch ermöglicht eine Simulationsstruktur die Bedienung über eine gewöhnliche Computermaus. Interessenten können damit, ohne vor dem Gerät zu stehen, die interaktiven Elemente der Software selbstständig ausprobieren.

Über das Internet können Flashinhalte auf über 98% aller Rechner weltweit abgespielt werden (1), sodass die Hürde für den Benutzer zur Betrachtung der Software, im Gegensatz zu komplexen Softwareinstallationen, sehr gering ist.

Zum Zwecke der Entwicklung der Software für diese Arbeit wird Flash Builder 4 eingesetzt. Als Laufzeitumgebung dient nicht der Flash Player 10.1, sondern AIR 2, da damit erweiterte Zugriffe auf die Hardware und das Betriebssystem möglich sind. Einer Veröffentlichung im Flash Player 10.1, zur Anzeige in einem Web-Browser, steht trotzdem nichts im Wege, da dies mit wenigen Anpassungen bewerkstelligt werden kann.

Konkrete Vorteile von AIR 2 gegenüber dem Flash Player sind nachfolgend aufgelistet.

- UDP Zugriff und damit eine native TUO Unterstützung.
- Datenbanken, die auf dem lokalen Dateisystem basieren.
- Bluetooth Zugriff.

Der UDP Zugriff ermöglicht die Nutzung nativer TUO Daten und wurde in Kapitel 2.4.1 ausführlich erläutert.

Der Zugriff auf das lokale Dateisystem ermöglicht der Software persistente Daten auf der Festplatte abzulegen, beispielsweise die ausgewählten Rezept Favoriten. Der Benutzer würde ohne eine solche Persistenzfunktion die gesammelten Favoriten verlieren, sobald das Programm beendet wird. Der Flash Player unterstützt Persistenzfunktionen nur in begrenztem Maße über die sogenannten Local Shared Objects (LSO), die den Browser Cookies ähneln. Der Bluetooth Zugriff ist Voraussetzung zur Übertragung der Einkaufsliste auf ein Mobilfunkgerät. Bluetooth

wird von AIR 2 nicht nativ unterstützt, kann jedoch mit Hilfsprogrammen an AIR angebunden werden.

Flash unterstützt seit der letzten großen Veröffentlichung für die Flash Plattform im Juni 2010 native Multi-Touch Ereignisse. Nativ kann hier als Serienausstattung verstanden werden. Ohne weitere externe Bibliotheken und Protokolle wie TUIO kann Flash vom Betriebssystem generierte Multi-Touch Ereignisse verarbeiten. Das spielt vor allem hinsichtlich Windows 7, welches diese Features anbietet, eine herausragende Rolle.

Trotzdem muss in diesem Projekt auf die native Multi-Touch Infrastruktur verzichtet werden, da es eine Reihe von Einschränkungen gibt, welche die Umsetzung verhindern beziehungsweise erschweren. Am gewichtigsten ist die Einschränkung in Bezug auf mehrere gleichzeitige Gesten. Mit den nativen Multi-Touch Events in Flash kann man zwar über Gesten eine Rotation oder Skalierung auslösen, nicht aber beides parallel. Des Weiteren können Drag & Drop Operationen lediglich mit einem Finger ausgeführt werden, die Unterstützung mehrerer Finger ist nicht gegeben (47).

Der Einsatz der nativen Multi-Touch Steuerung würde dieses Projekt von vornherein zu sehr einschränken. Aus diesen Gründen kommt weiterhin ein Tracker sowie TUIO als Protokoll zum Einsatz.

3.3.4 *Leitsystem*

Für Jean-Pierre wird ein Leitsystem zur erweiterten Unterstützung des Benutzers benötigt. Dieser soll nicht nur die einzelnen Schritte zur Zubereitung eines Rezepts bearbeiten, sondern soll darüber hinaus für parallel abzuarbeitende Aktionen eine visuelle Unterstützung erhalten. Das Leitsystem wird innerhalb des Interfaces an einer unauffälligen Stelle platziert und kann nach Aufforderung durch den Benutzer eine erweiterte Ansicht darstellen. Das Leitsystem soll zeitkritische Aktionen zeigen, die für entsprechende Rezeptschritte benötigt werden.

Das Anschwitzen von Zwiebeln ist ein Beispiel für eine zeitkritische Aktion. Das Anschwitzen dauert einige Minuten und kann vom Benutzer entweder vor dem nächsten Schritt abgeschlossen werden oder unter Zuhilfenahme des Leitsystems parallel zu folgenden Schritten durchgeführt werden. Trifft der Benutzer die Entscheidung zur parallelen Durchführung, so bildet das Leitsystem den zeitlichen Status der nebenbei laufenden Aktionen ab, sodass ein ungeübter Anwender nicht deren Abschluss verpasst.

Neben der Abbildung von parallelen Aktionen soll das Leitsystem in kompakter Form den jeweils aktuellen Status des aktuellen Rezeptschritts darstellen.

3.3.5 *Hilfesystem*

Software Applikationen enthalten oftmals eine Hilfefunktion für den Benutzer, damit dieser sich zwischen den komplexen Anwendungsfällen zurechtfinden kann. Jean-Pierre wird als intuitives, selbsterklärendes Gerät konzipiert und so stellt sich die Frage, ob ein Hilfesystem umzusetzen ist.

Inhaltlich wäre ein Hilfesystem, welches Berührungsgesten und Bestandteile des Benutzerinterfaces erklären soll, nur dann sinnvoll, wenn die Inhalte mittels

Bildschirmfotos und Videos erklärt werden. Reiner Text ist für ein interaktives System zu abstrakt. Die Erstellung eines Hilfesystems, welches nicht nur auf Text basiert, erfordert ein hohes Maß an Konzeption und zeitlicher Ressourcen.

Die grundsätzliche Forderung nach einer intuitiven Bedienung schließt zwar nicht automatisch ein Hilfesystem aus. Für Jean-Pierre wird, entgegen den gesetzten Anforderungen in Kapitel 3.1, auf ein derartiges Unterstützungssystem verzichtet, um den Fokus der Entwicklung auf das eigentliche Assistenzsystem richten zu können.

3.3.6 Skizzen und Ablaufbeschreibung

Abbildung 18 zeigt die ersten Entwürfe für Jean-Pierre in der korrekten zeitlichen Abfolge. In Verbindung mit dem gezeigten Klassendiagramm können die Views mit den Nummern 1 bis 5 eindeutig den vorab definierten Klassen zugeordnet werden.

Entwurfsskizzen Jean-Pierre

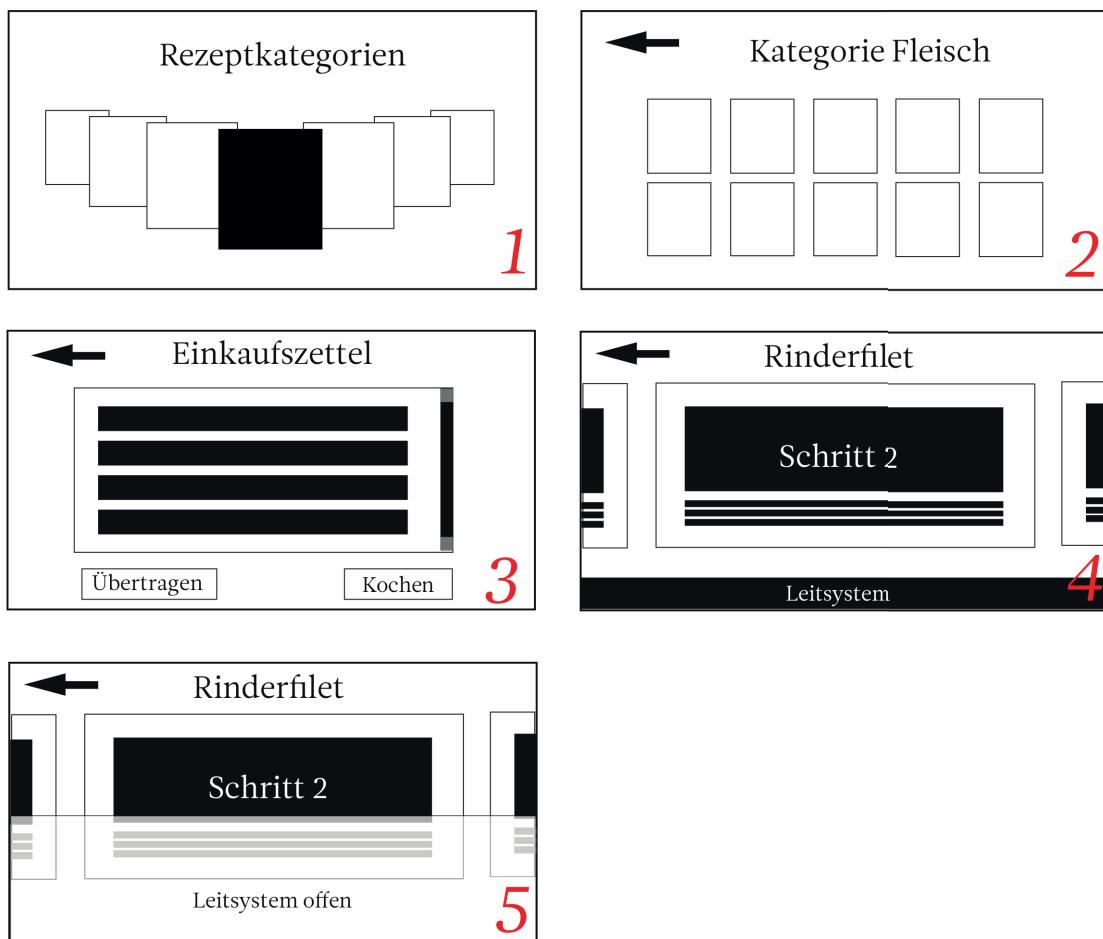


Abbildung 18: Beispielhafte Skizzen der einzelnen Views

View 1: Rezeptkategorien

Entspricht der Klasse RecipeCategoriesView in Verbindung mit dem Mediator MediatorRecipeCategories. Aufgabe dieser Ansicht ist die Präsentation der verfügbaren Kategorien, einschließlich der künstlichen Kategorie zur Anzeige ausgewählter Favoriten. Der Stil der Navigation nennt sich Coverflow und ist aus Apples Musikverwaltungsprogramm iTunes²⁷ bekannt. Das vorderste Element stellt die jeweils voraktivierte Rezeptkategorie dar und steht zur abschließenden Bestätigung durch den Benutzer bereit. Möchte der Benutzer ein anderes Element auswählen, so kann er dieses direkt auswählen oder über eine Wischbewegung mehrere Elemente überspringen. Im Gegensatz zu einer einfachen Tabelle, die hier ebenfalls zielführend wäre, stellt ein Coverflow ein großartiges Benutzererlebnis dar.

View 2: Rezept Liste

Die zweite Ansicht stellt die einzelnen Rezept einer vorab gewählten Kategorie dar. Im Gegensatz zur Kategorieansicht werden die Rezepte in einem Raster ausgerichtet. Das Raster stellt einen Kompromiss zwischen dem interessanten Coverflow und einer funktionalen Tabelle dar. Der Benutzer wird in dieser Ansicht das konkrete Rezept auswählen und möchte sich zu diesem Zweck eine schnelle Übersicht verschaffen. Das Raster unterstützt ihn dabei. Damit der Benutzer nicht jedes Element aktivieren muss, um das entsprechende Bild größer zu sehen ist in dieser Ansicht ein Scroller oder eine ähnliche Technik zu Darstellung sehr vieler Daten nötig.

View 3: Einkaufszettel

In dieser Ansicht werden die genauen Details zu den erforderlichen Zutaten dargestellt und das Rezept kurz beschrieben. Der Benutzer kann die Anzahl der Personen variieren, um die Mengenangaben der Zutaten an die Personenanzahl anzupassen. Falls der Benutzer zu diesem Zeitpunkt sicher ist, dass alle Ingredienzien vorrätig sind, kann er per Betätigung von »Kochen« zu den Kochanweisungen inklusive dem Leitsystem wechseln. Fehlen dem Benutzer Zutaten, kann er alle vorrätigen Zutaten entfernen und die restlichen Einträge auf sein Mobilfunkgerät per Bluetooth übertragen. Mit der Liste kann er den Erwerb der Zutaten durchführen und später mit der Aktivierung von »Kochen« ebenfalls zu den Kochanweisungen wechseln.

View 4 & 5: Kochanweisungen und Leitsystem

Zu sehen ist die Komponente mit den einzelnen Kochanweisungen und das geschlossene Leitsystem am unteren Rand. Die Kochanweisungen werden dem Benutzer in einer horizontalen und scrollfähigen Leiste präsentiert. Das Leitsystem zeigt dem Benutzer den aktuellen Fortschritt, sowie Informationen zu parallel stattfindenden Kochaktionen, die unter Umständen in einer vorangegangenen Anweisung ausgelöst wurden. Ein Beispiel für eine derartige parallele Kochaktion ist das Anschwitzen von Zwiebeln oder das Einwirken lassen von Zutaten. Solche Aktionen nehmen häufig einige Zeit in Anspruch, so dass Jean-Pierre den Benutzer veranlasst mit weiteren Aktionen fortzufahren. Das Leitsystem hilft dem Benutzer die Übersicht zu wahren.

²⁷ Siehe: www.apple.com/itunes

3.4 Hardware Planung

3.4.1 Auswahl des optischen Erkennungssystems

Zur Auswahl stehen eine Reihe von sehr ähnlichen Systemen. Deren Konstruktionsmerkmale wurden bereits in Kapitel 2.3 erläutert. Nun muss die Auswahl für ein System getroffen werden. Tabelle 2 zeigt die Auflistung der vorgestellten Erkennungsverfahren und bewertet diese anhand einer Liste von fünf ausgesuchten Eigenschaften.

	FTIR	DI	DSI	LLP	LED-LP
Kosten	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Komplexität Hardware	Sehr hoch	Gering	Mittel	Mittel	Mittel
Tracking Komplexität	Gering	Hoch	Hoch	Mittel	Mittel
Einfluss Umgebungslicht	Gering	Hoch	Hoch	Mittel	Hoch
Blob-Kontrast	Hoch	Gering	Gering	Mittel	Mittel

Tabelle 2: Auswahlkriterien optischer Verfahren, vgl. (38)

Besonders hervorzuheben ist die sehr hohe technische Komplexität des FTIR Verfahrens und die kontrastreichen Blobs. In den anderen Eigenschaften ähneln sich die Verfahren stark. Das FTIR Verfahren ist unter allen betrachteten Verfahren das zuverlässigste. Zur Umsetzung muss jedoch eine hohe technische Hürde überwunden werden. Die anderen vier Verfahren sind unter Betrachtung der sechs Attribute recht ähnlich. Zur Vermeidung einer zu hohen Komplexität wird für dieses Projekt nicht auf das FTIR Erkennungssystem zurückgegriffen.

Das LED-LP Verfahren leidet unter einem hohen Einfluss von Umgebungslicht. Die verfahren DSI und DI zeigen Schwächen in der Generierung von Blobs bei Berührungen. Für dieses Projekt wird daher auf das Laser basierte LLP Verfahren zurückgegriffen, welches in allen Bereichen mittlere Bewertungen aufweist. LLP bietet höhere Kontraste bei Blobs und eine geringe Störanfälligkeit durch Umgebungslicht. Der Aufbau des mittelmäßig komplexen LLP Verfahrens wird im nachfolgenden Kapitel im Detail beschrieben.

3.4.2 Aufbau LLP

Die Umsetzung des LLP Erkennungsverfahren erfordert eine geschlossene Box, die den Projektor, die Kamera sowie den Computer beinhaltet. Die einzige Öffnung befindet sich auf der Oberseite der Box und ist durch eine Plexiglasscheibe abgedeckt. Die Plexiglasscheibe dient als Berührungsfläche und gleichzeitig als Projektionsfläche.

LLP Aufbau

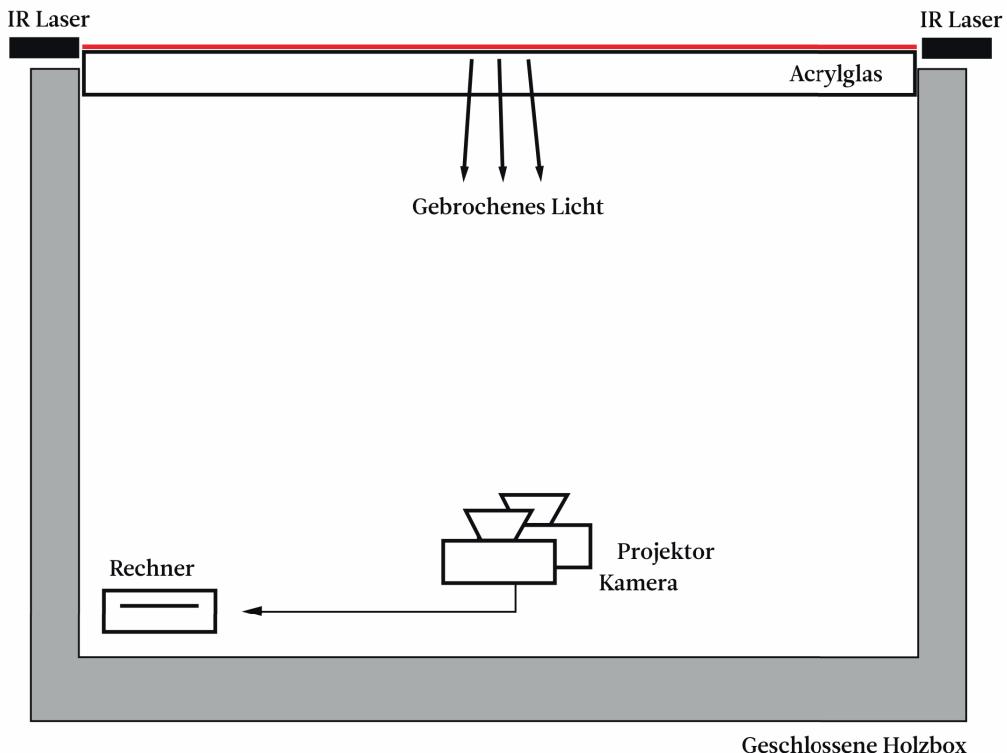


Abbildung 19: Skizze LLP Aufbau

Innerhalb der Box kann der Abstand des Projektors zur Plexiglasfläche bei Bedarf verkleinert werden, indem ein Spiegel eingesetzt wird.

3.4.3 Komponenten Auswahl

Die Anfertigung einer LLP Installation erfordert eine Reihe von Geräten. Dazu zählen eine Kamera, die Infrarotlicht emittierenden Laser, ein Computer sowie ein Projektor. Im Folgenden werden die Kamera und der Laser im Detail erläutert und deren Auswahlprozess geschildert.

Kamera

Die Kamera ist in einem optischen Verfahren zur Erkennung von Berührungen ein elementarer Bestandteil. Sie dient der Aufzeichnung von Bildern im Infrarotbereich. Heutzutage besitzen Digitalkameras ausnahmslos einen Bildsensor auf Basis der CMOS oder CCD Technologie. Beide Sensortypen werden aus Silizium hergestellt und können im Unterschied zum menschlichen Auge einen Spektralbereich bis hinauf zu 1100 Nanometer abbilden. Die Siliziumchips sind damit generell für Infrarotlicht empfindlich. Aus diesem Grund werden in Konsumentenkameras Infrarotfilter verbaut. Sie filtern Infrarotstrahlung heraus, da diese das aufgenommene Bild farblich verfälschen würde.

Die Feststellung, dass jede digitale Kamera eine Infrarotempfindlichkeit aufweist, entbindet trotzdem nicht von einer ausführlichen Recherche und einem tiefgehenden Entscheidungsprozess. Leistungsmerkmale einer digitalen Kamera, in Hinblick auf

den Einsatz in einem optischen Aufbau, sind die Sensorempfindlichkeit, das Objektiv und die Auflösung. Zudem muss der in Konsumentengeräten vorhandene Infrarotfilter entfernt werden können.

Die konkrete Recherche ergab drei potentielle Kameras. Sony EyeToy, Unibrain Fire-i und die Firefly MV von PointGrey.

	<i>Sony EyeToy</i>	<i>Unibrain Fire-i</i>	<i>Firefly MV</i> <i>FMVU-03MTM-CS</i>
Sensor	OV0538 CMOS, Größe unbekannt	Sony Wfine* 1/4" CCD	Micron 1/3" CMOS monochrom
Shutter Type	Rolling shutter	Global shutter	Global shutter
Auflösung	640x480, bei 60 FPS, nur per extra Treiber	640x480, bei 30 FPS	752x480, bei 61 FPS
Infrarotfilter Entfernung	komplex	ohne Filter lieferbar	leicht
Infrarot Empfindlichkeit	Mittel	Mittel	Hoch
Schnittstelle	USB 1.1	Firewire	USB 2.0 / Firewire
FPS	30–60	15–30	61–122
Objektiv Halterung	Proprietär, geklebt	C-Mount	CS,C, M12 mount möglich
Objektiv im Lieferumfang	Ja	Ja	Nein
Preis	15 EUR	105 EUR	233 EUR (\$325) 197 EUR(\$275) für alle folgenden Bestellungen
Datenquelle	(37)	(53)	(41)

Tabelle 3: Leistungsmerkmale digitale Kameras, Quellen innerhalb der Tabelle

Tabelle 3 zeigt die Leistungsdaten der drei genannten digitalen Kameras. Auffällig ist der sehr günstige Preis der Sony EyeToy Kamera im Vergleich zu den anderen Kameras, trotz ähnlicher Eigenschaften. In der Multi-Touch Szene hat sich diese Kamera als günstige Einstiegskamera etabliert. Die Komplexität zur Entfernung des geklebten Infrarotfilters bei dieser Kamera ist nicht zu vernachlässigen und kann bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Sensors führen (35), wodurch die Kamera unbrauchbar wird.

Die Kamera Unibrain Fire-i ist, wie die Sony EyeToy, eine Konsumenten Kamera und für den Gebrauch als Webcam vorgesehen. Sie kann im Vergleich zur Kamera von Sony ohne Filter geliefert werden. Die Firefly MV ist eine professionelle digitale Kamera und für den wissenschaftlichen Einsatz prädestiniert. Das wird an der vollständigen Dokumentation, der hohen Infrarotempfindlichkeit und an dem beachtlichen Preis ersichtlich.

Die Entscheidung für eine der Kameras kann nicht eindeutig gefällt werden. Die Unibrain Fire-i weist einen durchschnittlichen Preis auf und kann ohne Infrarotfilter erworben werden. Das Öffnen der Kamera ist unvermeidbar, da ein Infrarot Bandpass Filter eingesetzt werden muss. Dieser Filter blockiert sichtbares Licht und lässt lediglich Infrarotstrahlung passieren.

Der Preis der Sony EyeToy Kamera ist herausragend, jedoch muss der verbaute Infrarotfilter über mechanisches Einwirken entfernt werden. Zudem ist eine geeignete Objektivhalterung im speziellen M12 Format zu suchen, die in die Bohrlöcher der properitären Halterung innerhalb der Kamera hineinpasst. Eine Frequenzgang Kurve für den verbauten Sensor ist nicht auffindbar, doch hat sich die Infrarot Empfindlichkeit in vielen Installationen bewährt.

Die Firefly MV ist die günstigste Kamera der Firma Point Grey und ist für den Einsatz als Infrarotkamera geeignet. Der vorhandene Infrarotsperrfilter kann problemlos entfernt werden, da dieser nur mit einer Plastikplatte und zwei Schrauben fixiert ist. Diese Vorrichtung macht die Installation eines Infrarot Bandpassfilters sehr einfach. Abbildung 20 zeigt die Kamera mit daneben liegendem Objektiv.



Abbildung 20: *Firefly MV, eingesetzter Infrarotfilter, rechts Objektiv von Tamron*

Hervorzuheben ist die Bildwiederholrate, die bei einer Auflösung von 640x480 bei 60 FPS liegt. Ein entsprechend leistungsfähiges Rechnersystem kann damit Bewegungen sehr flüssig erfassen.

Alle drei Kameras haben sich in Multi-Touch Installationen bewährt. Die Entscheidung fiel im vorliegenden Projekt auf die Firefly MV. Diese Kamera ist zwar hochpreisig, verspricht durch den professionellen Fokus einen problemlosen Einsatz.

Die Kamera wird ohne Objektiv ausgeliefert. Benötigt wird ein Objektiv mit einer kurzen Brennweite, die im Weitwinkel Bereich liegt. Für dieses Projekt kommt das

Tamron 13VM308ASIR 1/3["]²⁸ zum Einsatz. Dieses Objektiv besitzt eine Brennweite von 3 bis 8mm, eine Lichtstärke von 1.0 und die Blende kann manuell eingestellt werden.

Laser

Die zweite wichtige Komponente ist der Infrarot Laser. Dieser muss auf die Kamera abgestimmt sein. Der Sensor der Firefly MV zeigt den in Abbildung 21 dargestellten Frequenzgang.

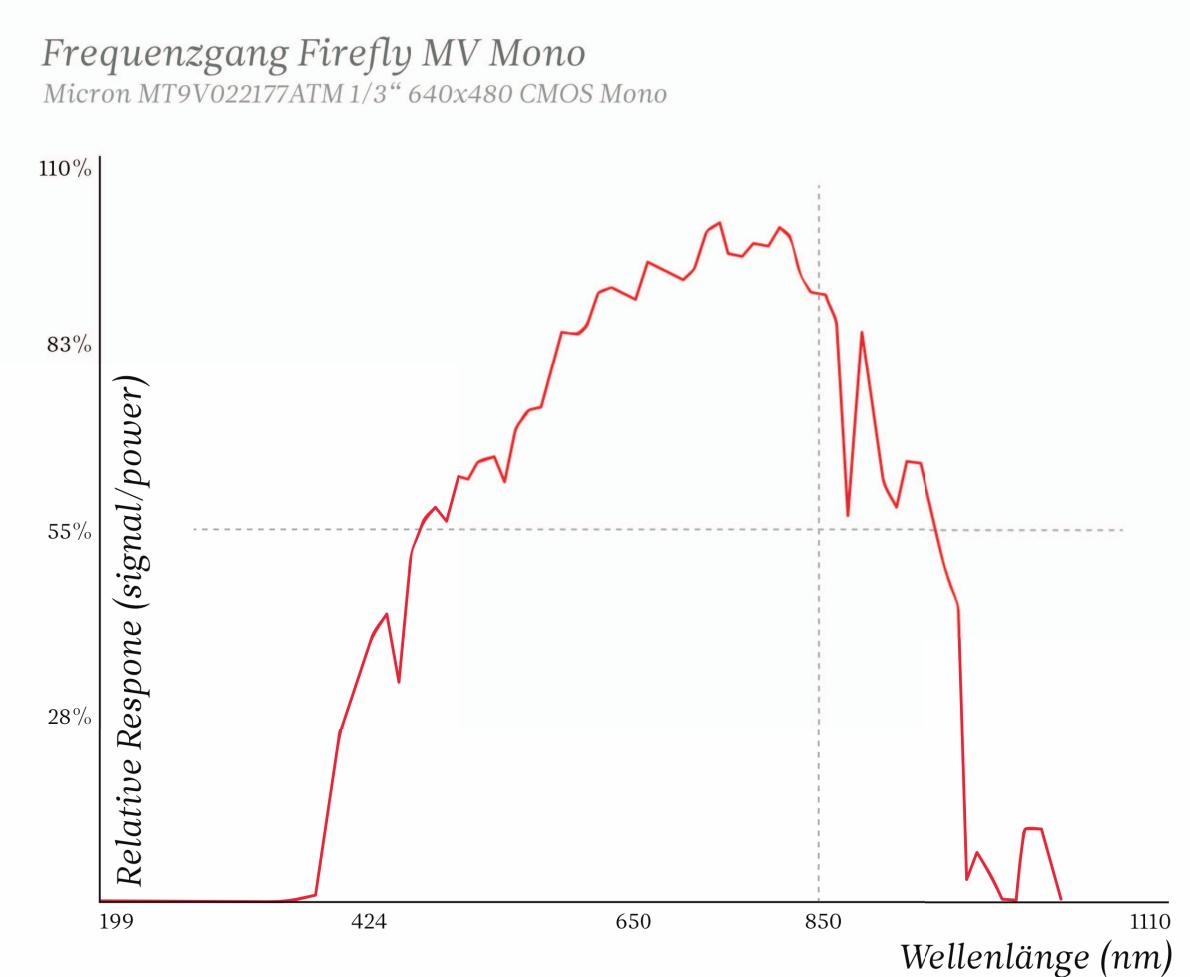


Abbildung 21: Frequenzgang Firefly MV Mono, mit Anpassungen entnommen aus (41)

Die Kurve zeigt eine erhöhte Empfindlichkeit im nahen Infrarotbereich und ein Maximum im Bereich zwischen 750nm und 850nm. Im Bereich 750nm weist die Kamera zwar die höchste Empfindlichkeit auf, doch liegt dieser Bereich im für den Menschen sichtbaren Wellenlängenbereich²⁹. Der Bereich 850nm liegt im nahen Infrarotbereich und entspricht damit der Anforderung, nicht im sichtbaren Lichtspektrum zu liegen.

Ein Hersteller für entsprechende Laser ist nach kurzer Recherche schnell gefunden. Fast ausschließlich Produkte von AixiZ Service & International, LLC (4) werden für Multi-Touch Installationen verwendet. Entsprechend der Empfindlichkeit der Kamera

²⁸ Siehe: www.123securityproducts.com/13vm308asir.html

²⁹ 380nm bis 780nm

bei 850nm, wird der Laser mit einer Wellenlänge von 850nm und einer Leistungsaufnahme von 10mW bei 3.2V DC verwendet.

Neben dem Laser kann direkt der Liniengenerator erworben werden, der mittels einem vorgefertigtem Gewinde problemlos auf den Laser angebracht werden kann.

Für Jean-Pierre werden vier Laser des Typs »850nm 10mW 3.2VDC (A-H850-10-3)« geordert, einen für jede Ecke der Oberfläche. Prinzipiell sind die 10mW des Laserstrahl aufgespreizt zu einer Linie für das menschliche Auge ungefährlich. Ungeachtet dessen ist der Erwerb einer Sicherheitsbrille obligatorisch, um die Augen bei der Montage und Justierung der Laser zu schützen, da hier teilweise der punktförmige Laserstrahl auf das Auge treffen kann. Für den Anwender ist diese Brille nicht nötig, da eine Umrandung die Laserstrahlen bricht und so vollkommen unschädlich macht.

Damit ausschließlich die Wellenlänge von 850nm auf die Kamera trifft wird ein Infrarot Bandpass Filter benötigt. Dieser weißt den Frequenzgang in Abbildung 22 auf.

Frequenzgang NIR Filter
NIR Optical Filter, 850DF20 14mm square X 2.1mm thick

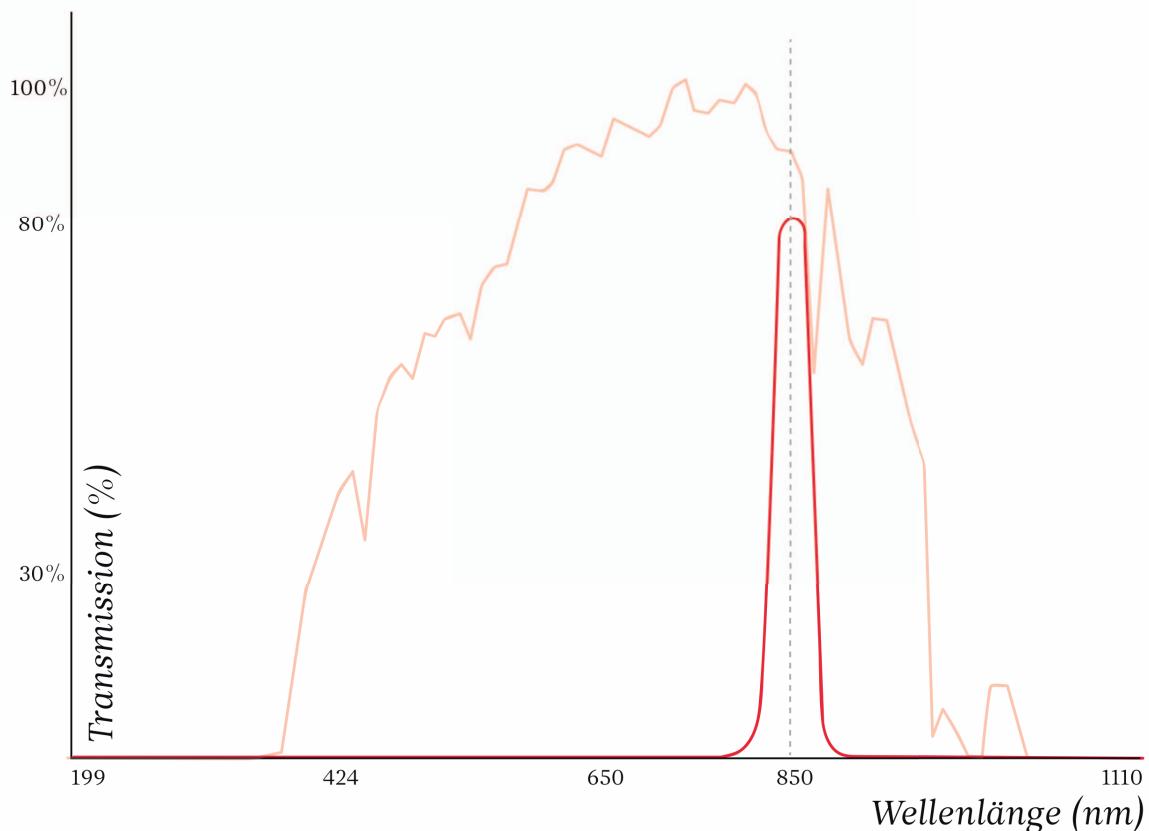


Abbildung 22: Frequenzgang Bandpass Filter, mit Anpassungen entnommen aus (40)

Im Hintergrund der Darstellung befindet sich zur Verdeutlichung der Frequenzgang des Kamerensors aus Abbildung 21. Die Kurve im Vordergrund zeigt einen deutlichen Ausschlag im Bereich 850nm. Alle anderen Wellenlängen weisen keinen Ausschlag auf. Damit lässt dieser Filter nur das Licht durch, welches für die

Kombination aus Laser und Kamera benötigt wird. Die Installation wird dadurch unempfindlicher gegenüber Fremdlichteinstrahlung.

Weitere Komponenten

Neben einer Kamera, dem Objektiv, einem Infrarot Bandpass Filter und den Lasern wird ein Computer und ein Projektor benötigt. Als zentrale rechnerische Einheit, die den Tracker und die Anwendungssoftware betreibt, eignet sich jeder moderat leistungsstarke Rechner. In diesem Projekt kommt ein Mac mini³⁰ zum Einsatz, der aufgrund der kompakten Bauweise bei gleichzeitig leistungsstarker Hardware erste Wahl war.

Die Leistungsmerkmale für den Projektor sind eine geringe Projektionsdistanz, eine hohe Lichtstärke und die Möglichkeit den Projektor ohne Garantieverlust senkrecht montieren zu können. Für Jean-Pierre wird der Projektor Acer S1200 verwendet. Die native Auflösung liegt bei 1024x768 Pixel. Der Projektor ist explizit als Kurzdistanzprojektor ausgezeichnet und kann bei einem Mindestabstand von 50cm ein Bild mit einer Diagonalen von 104cm, ca. 40 Zoll, erzeugen³¹. Gewöhnliche Projektoren erfordern einen Mindestabstand von mehr als 150cm und erzeugen bei diesem Abstand lediglich eine Bilddiagonale von 60-80cm³².

3.5 Aufbau der Hardware

Zum gegebenen Zeitpunkt sind die technischen Bestandteile definiert und bekannt. Dieses Kapitel hat das Ziel den Aufbau der Hardware zu konzipieren. Für das LLP Verfahren muss eine Holzbox konstruiert werden. Dazu müssen die generellen Abmessungen definiert werden und für die Laser muss eine Halterung entworfen werden, die diese millimetergenau über der Oberfläche ausrichtet.

3.5.1 Bestimmung der Abmessungen

Der Aufbau soll eine Projektionsfläche in der Größe von rund 40 Zoll in der Diagonalen bieten. Die notwendige Höhe bei einer Projektionsfläche dieser Größe kann anhand weniger Variablen berechnet werden (55) (33). Ausschlaggebend für den Mindestabstand ist die Größe des Kamerasensors, die Brennweite des Objektivs, die angestrebte Größe der Projektionsfläche und der notwendige Mindestabstand des Projektors. Abbildung 20 zeigt die Details der Berechnung.

³⁰ Siehe: apple.com/macmini

³¹ Vgl. www.projectorcentral.com/Acer-S1200.htm

³² Vgl. www.projectorcentral.com/Acer-P1200.htm

Berechnung der Mindesthöhe

Sensorgröße: Ø4.8mm

Projektionsfläche: 900x600mm (ca. 40 Zoll)

Brennweite Objektiv: 3.0–8.0mm

sensor size=4,8mm

fov=900mm

focal length=3,0mm

Basis Formel:

$$\text{focal length} = \text{sensor size} * \frac{\text{distance}}{\text{fov}} \quad (1)$$

$$\text{distance} = \text{focal length} * \frac{\text{fov}}{\text{sensor size}} \quad (2)$$

Berechnung:

$$\text{distance} = 3 * \frac{900}{4,8} = 562,5\text{mm} \quad (2)$$

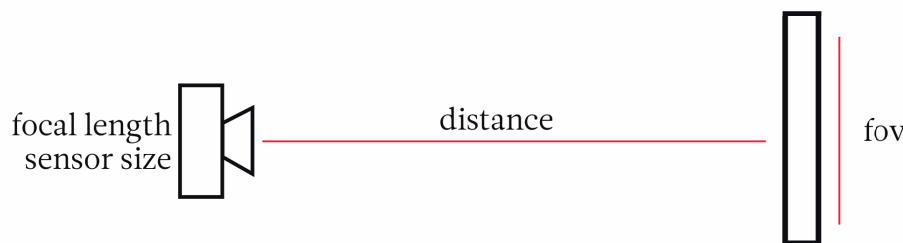


Abbildung 23: Berechnung des Mindestabstands zur Projektionsfläche, vgl. (55), (33)

Die Sensorgröße kann in der technischen Dokumentation der Kamera Firefly MV nachgeschlagen werden und ist in Tabelle 3 aufgeführt. Die geplante Projektionsfläche hat die Abmessungen von 900x600mm. Zur Berechnung muss die Seite mit der Länge 900mm herangezogen werden, da die längste Seite noch im Kamerabild abgebildet werden soll.

Der minimale Abstand unter den gegebenen Voraussetzungen beträgt rund 56 cm. Der Abstand gilt von der Oberfläche bis zum Sensor der Kamera. Wird die Kamera weniger als 56cm von der Fläche entfernt positioniert, so kann diese nicht komplett aufgezeichnet werden. Aufgrund der hohen Verzerrungen, die bei einer Brennweite von 3,0mm auftreten, sollte der Abstand besten Falls über dem Wert von 56cm liegen, damit am Objektiv höhere Brennweiten mit geringeren Verzerrungen gewählt werden können. Die genau Höhe wird im Kapitel 3.5.3 definiert.

3.5.2 Laser Montage

In einem LLP System ist die Befestigung der Laser die diffizilste Aufgabe. Die Laser emittieren eine horizontale Laserfläche. Diese muss bündig mit der Oberfläche ausgerichtet werden. Das bedeutet, dass der Laser an allen drei Raumachsen ausgerichtet werden muss.

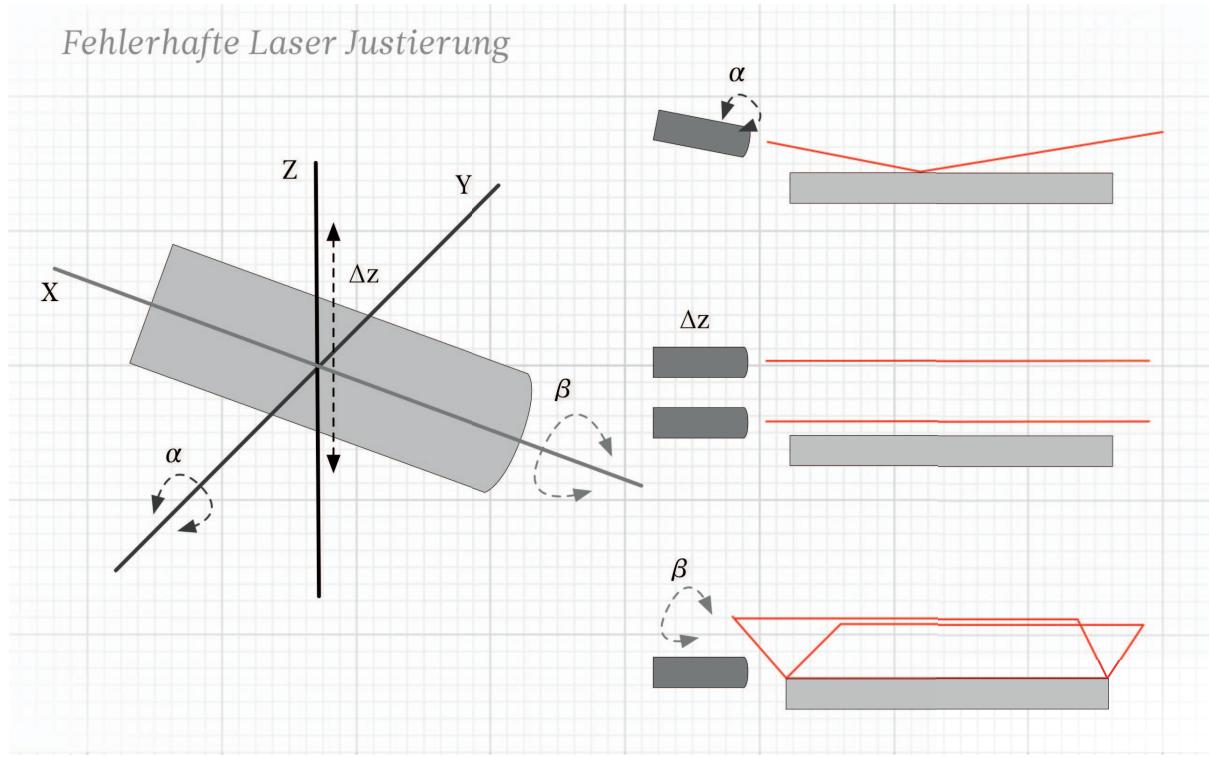


Abbildung 24: Achsen am Laser zur Ausrichtung

Abbildung 24 zeigt die involvierten Achsen und die Fehler, die durch eine falsche Ausrichtung entstehen können. Der Laser muss direkt oberhalb der Oberfläche positioniert werden. Folgende Ausrichtungen sind durchzuführen.

1. Der Laser muss vertikal an der Achse Z ausgerichtet werden. Fehler während dieser Ausrichtung bewirken, dass die Laserebene zu hoch oder zu tief liegt.
2. Der Laser muss um die Achse X rotiert werden. Das bedeutet eine Drehung um seine eigene Längsachse. Fehler während dieser Ausrichtung bewirken eine schiefe Laserfläche.
3. Der Laser muss um die Achse Y rotiert werden. Das bedeutet eine Drehung um seine eigene Querachse. Fehler während dieser Ausrichtung bewirken ebenfalls eine schiefe Laserfläche.

Zur festen Montage des Lasers stehen vier Varianten zur Auswahl. Diese werden nachfolgend skizziert.

Variante Plastilin

Die Befestigung mittels nicht aushärtendem Plastilin stellt die erste mögliche Variante dar. Hierbei wird ein Bett aus Plastilin geformt, in dem der Laser abgelegt wird. Durch die weiche Masse ist jederzeit eine Ausrichtung an allen Achsen möglich. Allerdings ist die Masse nicht beständig und verformt sich unter dem Druck des Lasers und aufgrund von Temperaturschwankungen. Innerhalb von Stunden verformt sich die Masse so stark, dass die Laser in eine falsche Ausrichtung geraten.

Variante Kugelkopf

Die zweite Variante beinhaltet als zentrales Element einen höhenverstellbaren Kugelkopf. Damit können die geforderten Achsen ausgerichtet und mit einer Schraube am Kugelkopf fixiert werden. Technisch aufwändig ist hier lediglich die

Montage des Lasers auf den Kugelkopf. Der Kugelkopf hat in der kleinsten verfügbaren Größe jedoch zu große Ausmaße, sodass diese Variante nicht umgesetzt wird.

Variante Aufhängung mit Federclips

Die dritte Variante wird in Abbildung 25 gezeigt.

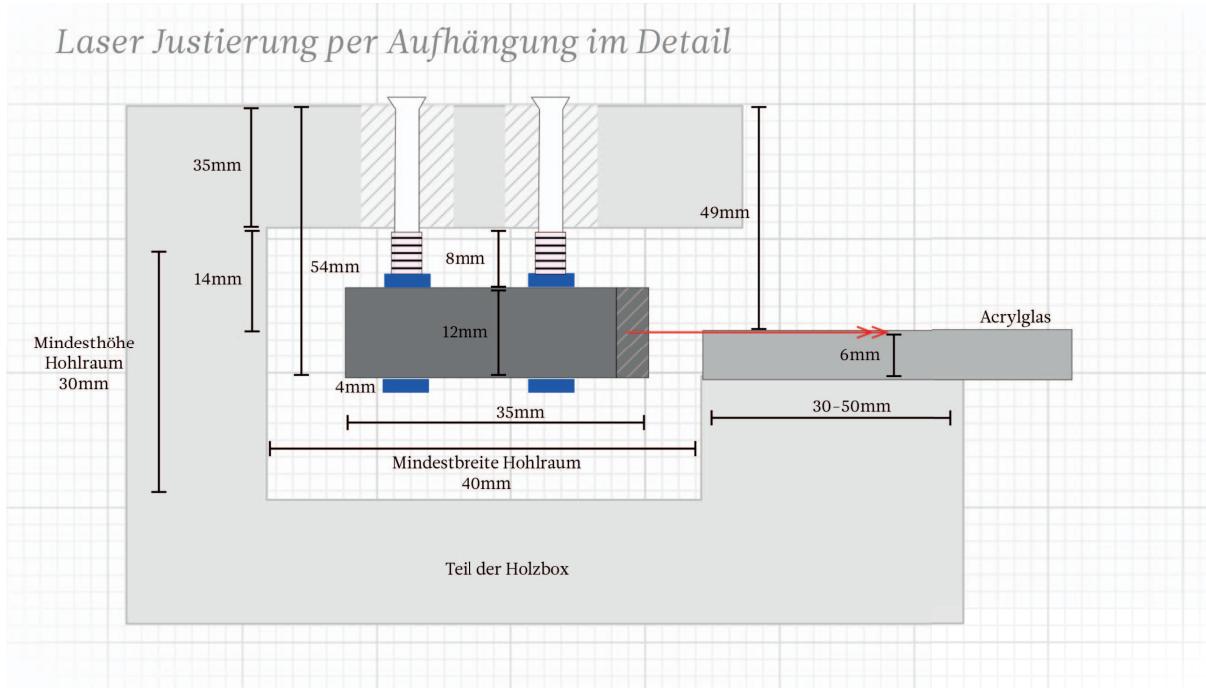


Abbildung 25: *Laser Montage per Aufhängung*

Der Laser wird von zwei Federclips, blau hervorgehoben, umfasst. Die Federclips enthalten jeweils eine Bohrung, mit der ein Laser hängend an zwei Schrauben montiert werden kann. Abbildung 25 zeigt den Konstruktionsplan zum Bau einer Aufhängung für einen Laser. Durch die zwei Schrauben kann der Laser in der Höhe, die Z-Achse, verstellt werden. Durch die Höhenverstellung mittels einer der zwei Schrauben wird die Rotation auf der Y-Achse durchgeführt. Die Rotation um die X-Achse erreicht man durch die Rotation innerhalb der zwei Federclips.

Variante Einschub in Metallkörper

Die vierte Variante ist eine Abwandlung der Aufhängung per Federclip und stellt eine solidere Befestigungsmöglichkeit dar. Anzufertigen ist ein Metallblock mit einer kreisrunden Aushöhlung und insgesamt drei Gewindebohrungen. Zwei an der oberen Seite und eine an der unteren Seite. Abbildung 26 zeigt den Aufbau.

Laser Justierung per Einschub im Detail

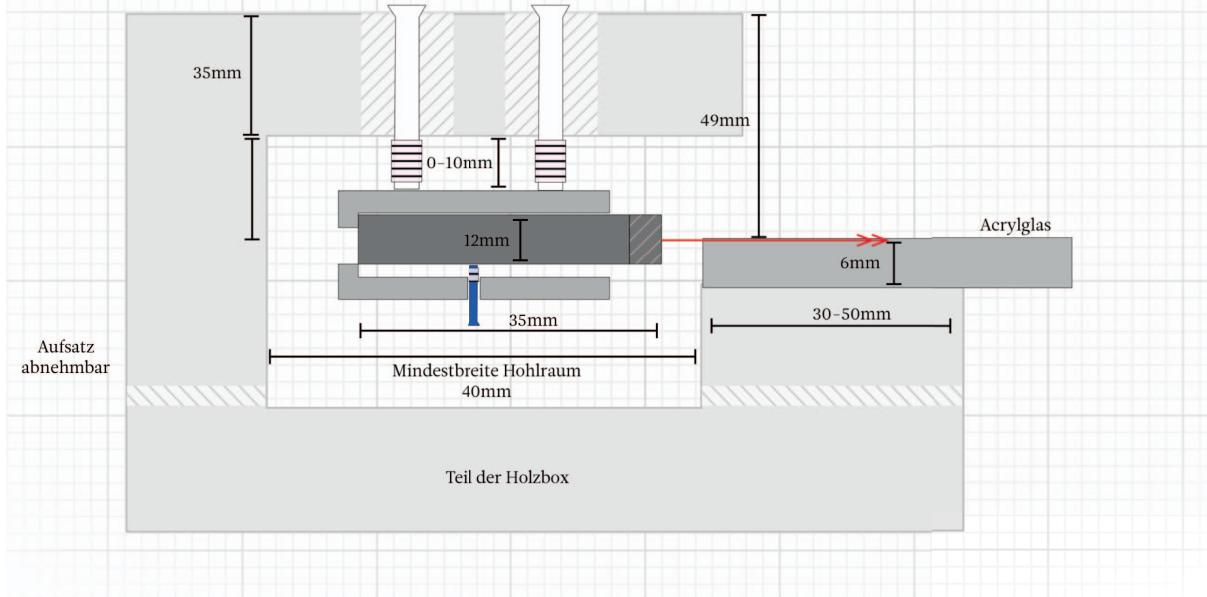


Abbildung 26: *Laser Montage per Einschub*

Der Laser wird in den Metallblock geschoben und mittels einer Schraube, die in dem Gewinde an der unteren Seite hineingeschraubt wird, arretiert. Mit den zwei Gewindebohrungen an der Oberseite wird der Laser an der Basisstruktur aus Holz befestigt. Die kritischen Achsen zur Ausrichtung können, wie in der vorgenannten Variante mit den Federclips, problemlos eingestellt werden. Durch die Fixierungsschraube und den massiven Metallkörper ist die gesamte Halterung stabiler.

Diese Variante wird aufgrund der Stabilität im Hardwareaufbau verwendet.

3.5.3 CAD Zeichnungen der Holzkonstruktion

In Abbildung 27 ist die anzufertigende Holzkonstruktion in Form einer CAD Zeichnung abgebildet. Gezeigt werden von links oben nach rechts unten die vier Perspektiven Vorderansicht, Seitenansicht, Draufsicht sowie eine Schrägangsicht von hinten. Die angegebenen Abmessungen sind in Millimeter angegeben.

Besondere Merkmale sind eine Höhe von 120cm, die abgeschrägte Oberfläche, die zwei Türen am hinteren Teil der Konstruktion sowie eine abnehmbare Projektionsoberfläche samt Rahmen.

CAD

Vorderansicht(1), Seitenansicht(2), Draufsicht(3) und Schrägansicht(4)
Bemaßung in Millimetern

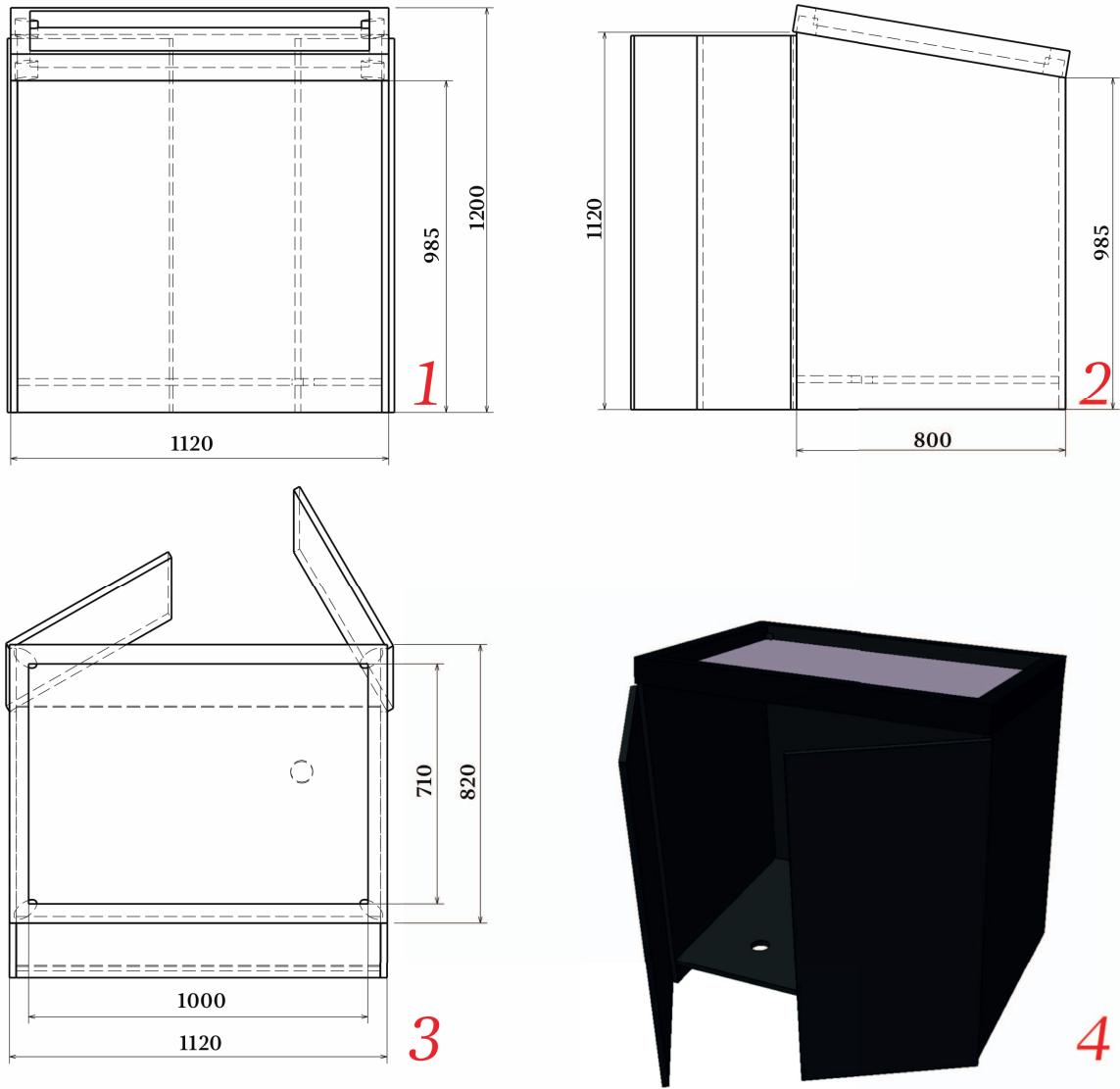


Abbildung 27: CAD Zeichnung des Jean-Pierre Aufbaus

Höhe des Geräts

Die minimal einzuhaltende Höhe ergibt sich aus den Berechnungen in Kapitel 3.5.1 und beträgt rund 56cm. Die Projektionsfläche soll sich während der Benutzung ungefähr auf Hüfthöhe befinden, um einen optimalen Bedienungskomfort zu gewährleisten. Diese Höhe wird auf 100cm festgelegt und liegt damit oberhalb des berechneten Mindestabstands. In der CAD Skizze liegt die veranschlagte Gesamthöhe des Aufbaus bei 120cm. Die Projektionsfläche befindet sich mit der Unterkante auf einer Höhe von 98,5cm. Der angestrebte Wert von 100cm wird damit nur unwesentlich unterschritten. Die Gesamthöhe von 120cm ergibt sich aus dem massiven Rand im oberen Teil und der abgeschrägten Oberfläche.

Die Plexiglasfläche wird von einem rund 10cm hohen Rand umgeben, da darin die Aufhängung für die Laser untergebracht werden soll. Gleichzeitig verhindert der Rand, dass Laserstrahlen unkontrolliert das Gerät verlassen.

Abgeschrägte Oberfläche

Eine weitere Besonderheit stellt die abgeschrägte Projektionsfläche dar. Diese soll den Bedienungskomfort erhöhen, da der Anwender in einer natürlichen Haltung das Gerät bedienen kann. In dieser Form können keine Objekte auf der Oberfläche platziert werden, was jedoch für Jean-Pierre nicht von Bedeutung ist.

Abnehmbarer Rahmen

Die Öffnungen für die Laser können aus dem Innenraum der Box nur schwer erreicht werden. Deshalb ist der obere abgeschrägte Teil der Konstruktion abnehmbar. Erst dadurch ist die ordnungsgemäße Justierung der Laser möglich.

Türen

An der Rückseite des Aufbaus befinden sich zwei schwenkbare Türen. Diese gewähren selbst nach dem Zusammenbau den Zugriff auf den Innenraum. In Kombination mit der abnehmbaren Rahmenkonstruktion kann so komfortabel am Inneren des Geräts gearbeitet werden.

4 Umsetzung

4.1 Vorgehensweise

Die Umsetzung von Jean-Pierre teilt sich in zwei Schritte. Die Hardware wird in einer ersten Version, dem sogenannten Prototypen, flüchtig zusammengebaut, um danach die Funktionsfähigkeit aller Hardware Komponenten sowie das Zusammenspiel von Hardware und Tracker zu testen. Der zweite Schritt ist die Kopplung des Hardware Prototypen mit einer ersten Testversion der Kochassistenz-Software, um die korrekte Verarbeitung von Berührungen und Gesten in der Software zu testen.

Der Prototyp kann ohne Projektor genutzt werden, zu diesem Zweck wird die visuelle Ausgabe auf einen gewöhnlichen Monitor dargestellt. Der Entwickler sieht zwar nicht das Bild unter seinen Fingern, kann jedoch unabhängig davon die einzelnen Komponenten testen. Nachfolgende Kapitel erläutern den Aufbau des Prototypen, die Integration einer Tracker Software und die Testläufe mit ausgewählten Applikationen. Des Weiteren wird das ausgearbeitete Interface beschrieben, die Gesten Anbindung erläutert und abschließend die Datenstruktur der Rezeptedaten aufgezeigt.

4.2 Erstellung des Prototyps

Die Erstellung des Prototyps ist das Fundament für alle weiteren Entwicklungen. Die Funktionsfähigkeit und das Zusammenspiel aller Komponenten kann dadurch vorab sichergestellt werden. Darüber hinaus kann die zu verwendende Tracker Software eingebunden und mit verschiedenen demonstrativen Clients getestet werden.

4.2.1 Aufbau

Der Prototyp basiert in seiner Grundstruktur auf einem Auflagebock aus Aluminium und einer Plexiglasscheibe. Abbildung 28 zeigt den schematischen Aufbau. Die Plexiglasscheibe ist auf einen Rahmen montiert, der seinerseits an dem Bock befestigt ist.

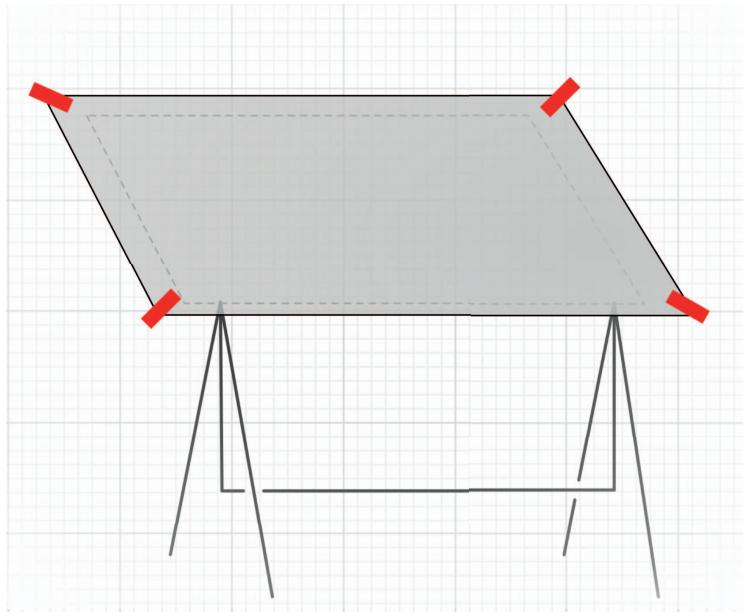


Abbildung 28: Aufbau Prototyp

An jeder Ecke der Plexiglasscheibe ist jeweils ein Laser eingelassen. Zur Befestigung der Laser wird Plastilin verwendet. Dieses ist zwar nicht beständig genug für den finalen Aufbau, für die kurzen Testintervalle am Prototypen reicht das Plastilin aus. Die Kamera befindet sich zu Anfang auf einem rund 1,50m hohen Kamerastativ und dient der Überprüfung der Ausrichtung der Laser während der Justierung. Auffällig ist das fehlende, für optische Systeme charakteristische Gehäuse. Zur schnellen Umsetzung des Prototyps wird darauf verzichtet. Für den Test mit dem Prototyp muss der Raum entsprechend verdunkelt werden, da der Tracker sonst fehlerhafte Positionsdaten, aufgrund von Streulicht, erzeugen würde.

4.2.2 Installation der Kamera

In Kapitel 3.4.3 wurde die Kamera Firefly MV zur Bildaufzeichnung ausgewählt. Diese besitzt zum Anschluss an ein Computersystem wahlweise einen Firewire oder USB Anschluss. Zur größtmöglichen Kompatibilität wurde auf den robusten Firewire Anschluss verzichtet und eine USB Ausführung geordert. USB Anschlüsse sind üblicher als Firewire Anschlüsse und die Übertragungsraten von USB 2.0 und Firewire 800 sind vergleichbar. Der Erwerb der USB Ausführung scheint angesichts dieser Feststellungen die bessere Wahl zu sein. Zu einem späteren Zeitpunkt stellte sich bei dem Versuch der Inbetriebnahme unter Mac OSX heraus, dass die USB Kamera unter diesem Betriebssystem nicht aktiviert werden kann.

Ein offizieller Treiber wird seitens der Firma PointGrey nicht angeboten. Die Installation des unabhängigen Treibers libdc1394_usb³³ bietet ebenfalls keine Lösung. Auf dem erworbenen MacMini Rechner muss daher Windows installiert werden, da damit die Kamera offiziell von PointGrey unterstützt wird.

³³ Siehe <http://sourceforge.net/projects/libdc1394/>

4.2.3 Laser Justierung

Die Laser müssen für das LLP Verfahren ihr Licht plan über die Plexiglasscheibe ausstrahlen. Die konkrete Ausrichtung kann nicht mit den bloßen Augen ausgeführt werden, da das Infrarot Licht nicht sichtbar ist. Die Infrarot Kamera muss als Sichthilfe oberhalb der Oberfläche positioniert werden. Zur Montage bietet sich ein Stativ an. Die Position der Laserebene muss überall auf der Oberfläche überprüft werden. Zur Überprüfung können beispielsweise weiße Kartons oder helle Visitenkarten verwendet werden. Abbildung 29 zeigt diesen Prozess der Prüfung³⁴.

Zu sehen sind vier Fotografien, die jeweils eine Visitenkarte an verschiedenen Positionen gegenüber von einem Laser zeigt. Der weiße leuchtende Streifen stellt die reflektierte Infrarotstrahlung dar. Dieser Streifen muss über die gesamte Plexiglasfläche horizontal am unteren Rand der Visitenkarte entlang laufen. Die Ausrichtung des jeweiligen Lasers muss gegebenenfalls korrigiert werden.

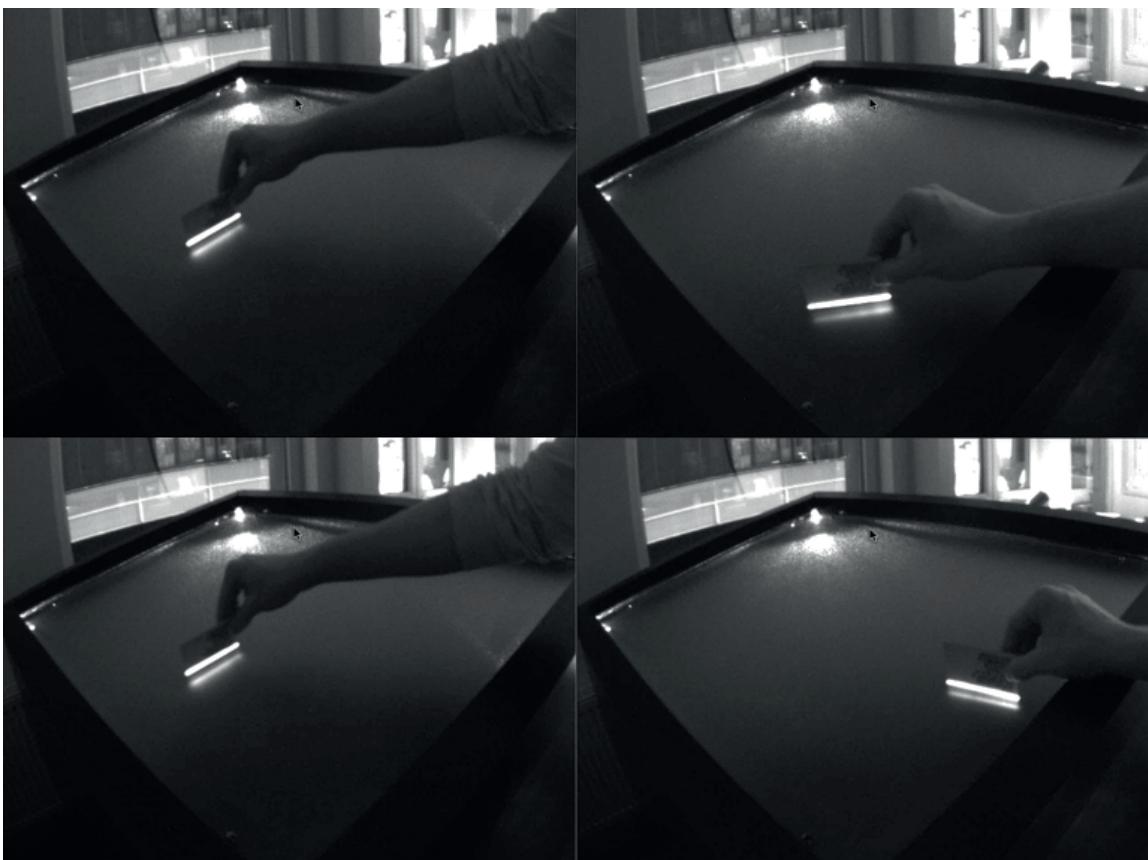


Abbildung 29: Prüfung der Laserfläche

Die Visitenkarten können mittels geringen Mengen von Plastilin senkrecht zur Plexiglasscheibe angebracht werden, damit während der Kalibrierung die Position der Laserebene über mehrere Visitenkarten hinweg überwacht werden kann. Die Prüfung ist für alle vier Laser in dieser Form durchzuführen. Nach der Justierung aller Laser wird die Kamera auf ein kleineres Stativ unterhalb der Plexiglasscheibe, mit Blick auf

³⁴ Zur Vermeidung von Irritationen: In der Abbildung ist bereits die Holzbox von Jean-Pierre und nicht der offene Prototyp zu sehen. Die Abbildung soll lediglich den Prüfprozess verdeutlichen.

die Unterseite des Acrylglasses, platziert. Dieser Aufbau erzeugt in dieser Form bereits Blobs und kann in einem Tracker verwendet werden.

4.2.4 *Tracker Anbindung und Kalibrierung*

Die zwei verbreiteten Tracker CCV und Touché wurden bereits vorgestellt. Für die gegebene Installation wird auf CCV zurückgegriffen. Zwei Gründe unterstützen diese Entscheidung. Die Software Touché scheint nicht weiterentwickelt zu werden. Bei auftretenden Problemen wäre eine Lösungsfindung aufwändig. Zudem wird die USB Version der Kamera Firefly MV nicht unter Mac OSX unterstützt, der damit verbundene Wechsel zum Windows Betriebssystem verhindert den Einsatz von Touché. Damit scheidet Touché systembedingt aus und CCV stellt die erste Wahl als Tracker dar.

Konfiguration

Nach dem Start von CCV wird sofort das aktuelle Kamerabild angezeigt. Die verwendete Auflösung entspricht nicht dem maximalen Wert und muss in einer XML basierten Konfigurationsdatei angepasst werden. Nach einem Neustart läuft die Kamera mit den optimalen Werten von 640x480px und einer Bildwiederholrate von 60 Bildern pro Sekunde. Zur optimalen Erkennung der Blobs muss das Bild über Filteralgorithmen justiert werden. Diese haben das Ziel die Blobs hervorzuheben und irrelevante Bildteile abzuschwächen oder ganz auszublenden.

Kalibrierung

CCV muss kalibriert werden. Durch den Prozess der Kalibrierung wird der Software mitgeteilt, wie der physikalische Bildausschnitt aufgebaut ist. Dies ist zwingend notwendig, da TUIO relative Koordinaten enthält, die erst mit den Werten aus der Kalibrierung in absolute Werte umgerechnet werden können. Ohne korrekte Kalibrierung tritt in der Praxis ein Versatz zwischen projiziertem Bild und erkannter Berührungscoordinate auf. Ein Button, der unterhalb eines Fingers projiziert wird, würde bei einer Berührung keine Aktion auslösen. Die Anwendung berechnet, ausgelöst durch den Versatz der Koordinaten, eine Berührung neben dem Button und reagiert daher nicht. Die Kalibrierung wird über vier zu berührende Ecken abgeschlossen. Danach ist der Tracker zur Verwendung bereit.

4.3 *Software zur Erprobung der Tracker Daten*

Nachdem der Tracker CCV funktionstüchtig ist, kann mit dem Versenden von TUIO Daten begonnen werden. In Ermangelung eines eigenen Clients, die Anwendungssoftware für Jean-Pierre ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht verfügbar, muss zur Prüfung der TUIO Daten sowie der Übertragungskanäle eine vorhandene Client Software herangezogen werden.

Prinzipiell kann dafür jede TUIO fähige Software verwendet werden. In der Praxis wird häufig die Software-Simulation einer Flüssigkeit verwendet. Zwei Varianten werden mit Hilfe des Prototypen getestet. Die Processing³⁵ Anwendung MSAFluid³⁶

³⁵Eine Art interaktives Skizzenbuch, www.processing.org

³⁶Siehe http://memo.tv/msafluid_for_processing

sowie die davon abgeleitete Flash Actionscript 3 Portierung FluidSolver³⁷. MSAFluid dient zum Testen der TUIO Rohdaten, FluidSolver soll die Funktionsfähigkeit eines TUIO Gateways unter Beweis stellen. Die von diesen Clients erzeugten grafischen Strukturen sind in Abbildung 30 zu sehen.



Abbildung 30: MSA Fluid, Quelle: (6)

Der Test mit der Processing Anwendung MSAFluid verläuft problemlos und zeigt die ordnungsgemäße Erkennung von Berührungen ohne Versatz. Für den Test der FluidSolver Applikation muss erst ein TUIO Gateway eingerichtet werden.

4.3.1 *Einrichtung eines TUIO Gateways*

Innerhalb der Grundlagen dieser Arbeit wurden in Kapitel 2.4.1 die Gateways fosc und Oscar kurz vorgestellt. Der Tracker CCV kann in der aktuellen Version bereits TUIO Pakete als XML Daten versenden und agiert damit selbst als Gateway. Zu Entgegnung möglicher Probleme, die bei der relativ neuen Gateway Funktionalität in CCV auftreten könnten, werden nachfolgend die bewährten Gateways fosc und Oscar getestet, die sodann als mögliche alternative Tracker herangezogen werden können.

Fosc basiert auf Java und ist dementsprechend auf allen gängigen Plattformen lauffähig. Oscar ist eine Software ausschließlich für das Mac OSX Betriebssystem. Bei beiden Programmen müssen die Ports für den Eingang von TUIO Daten sowie das Versenden der Flash XML Daten angegeben werden. Ein Port stellt eine von vielen Eingangstüren in einem Netzwerk dar und dient zur Unterteilung des Datenverkehrs.

³⁷ Siehe <http://code.google.com/p/in-spirit/wiki/FluidSolver>

Übersicht der Gateway Einbindung

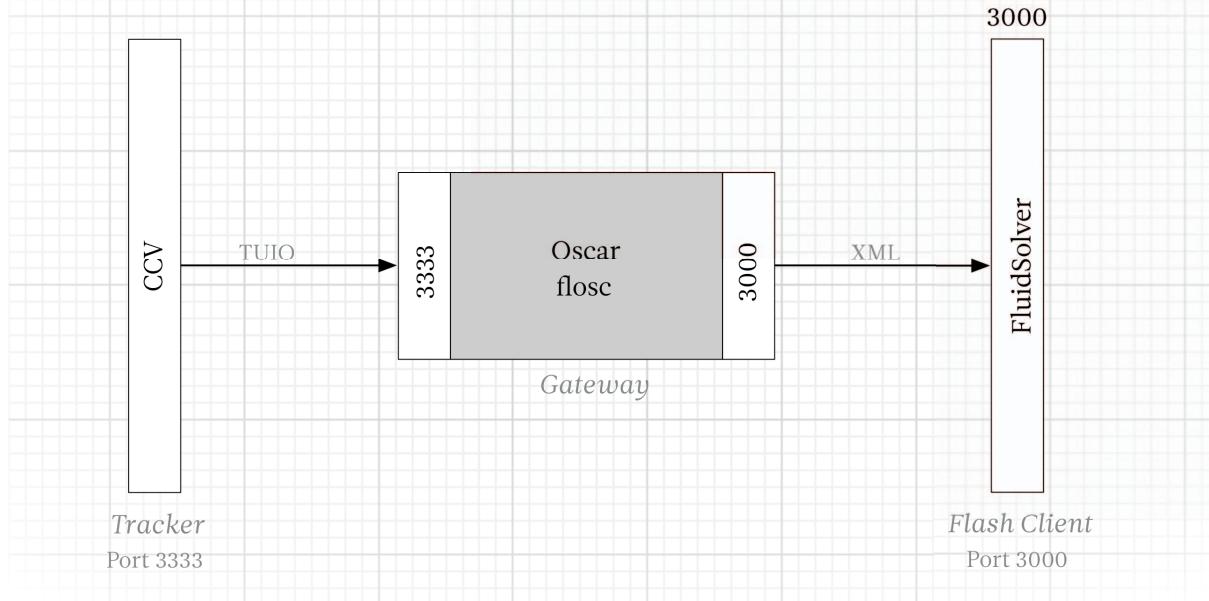


Abbildung 31: Übersicht der Gateway Einbindung

Der Eingangsport muss dem in CCV eingestellten Ausgangsport für TUIO Daten entsprechen. CCV verwendet in den Standardeinstellungen den Port 3333.

Der Port für Flash muss mit dem in FluidSolver verwendeten Port übereinstimmen. FluidSolver gibt den Port 3000 vor. Die Kombination der Ports 3000 für Flash und 3333 für TUIO hat sich in der Praxis bewährt, sodass die Gateways flosc und Oscar diese als Voreinstellung beinhalten. Abbildung 31 zeigt die Gateway Applikation in der Mitte, den Tracker CCV auf der linken Seite und den Empfänger der Tracker Daten auf der rechten Seite. Für alle Bereiche sind die jeweiligen Ports notiert.

Nach dem Start von CCV, der Aktivierung eines Gateways und der Start des FluidSolvers werden wie in MSAFluid die Berührungen ordentlich erkannt. Mit der Simulation von Flüssigkeiten können zwar keine Gesten getestet werden, allerdings können einzelne und mehrere Berührungen sowie deren Versatz ausführlich geprüft werden. Mit dem Test der Gateways flosc und Oscar, die beide erfolgreich durchgeführt wurden, konnte zudem die Verbindung zu Flash erfolgreich geprüft werden.

4.3.2 AIR 2.0 UDP Unterstützung

Zur Verwendung von Adobe AIR 2 muss in der Entwicklungsumgebung Flash Builder 4 eine aktualisierte SDK eingespielt werden. Nach dem Start kann über die Verwendung einer bereits existierenden TUIO Bibliothek eine Verbindung zu einem bestimmten Port hergestellt werden. Im Unterschied zu den Anwendungen MSAFluid und FluidSolver wird hier auf eine aufwändige visuelle Repräsentation verzichtet und lediglich der Eingang der Rohdaten betrachtet und einzelne Pixel auf dem Bildschirm farblich markiert, die Teil einer Berührung sind. Dieser Test verlief wie die anderen Tests problemlos.

4.3.3 Vereinfachung des Testprozesses

Nachdem die Funktionsweise des Trackers CCV und verschiedener Client Anwendungen abgeschlossen ist, kann nun eine Vereinfachung des Testprozesses für die spätere Entwicklung der Anwendungssoftware durchgeführt werden. Zum gegebenen Zeitpunkt muss zur Generierung von TUIO Paketen jeweils der Hardware Prototyp betrieben und berührt werden. In Kapitel 2.4.3 wurden Verfahren zur Simulation von TUIO Daten vorgestellt. Die natürlichste Variante zur Erzeugung von Ersatzdaten ist die Bedienung der Software MSA Remote auf dem iPhone mit den Fingern. Für alle weiteren Tests der Multi-Touch Software wird dieses iPhone App eingesetzt.

4.3.4 Test auf einem anderen Computersystem

Die Protokolldaten, die CCV erzeugt, werden über eine Netzwerkarchitektur übertragen. Bei reinen TUIO Daten ist UDP der Übertragungskanal. Flash XML Daten werden über TCP versendet. In allen bisherigen Tests befand sich der Tracker CCV und der konsumierende Client auf demselben Rechner. In diesem Testszenario werden die drei getesteten Clients MSAFluid, FluidSolver sowie die abstrakte AIR 2.0 Anwendung auf einem zweiten Rechner betrieben. Zwei Vorteile ergeben sich bei einer erfolgreichen Durchführung.

Zum einen besteht die Option, den Client von dem Tracker hinsichtlich der Systemressourcen zu trennen. Der Tracker verbraucht aufgrund der Bildverarbeitung einen hohen Anteil der verfügbaren Systemleistung. Belastet wird vor allem der Prozessor. Durch den hohen Verbrauch kann entweder der Client in seiner Ausführung behindert werden oder der Client beeinflusst die Bildverarbeitung des Clients, sodass Berührungen und Bewegungen nicht mehr lückenlos erfasst werden. Nach einer Trennung stehen jeweils dem Client und dem Tracker komplett Computersysteme zur Verfügung. Diese Variante stellt bei auftretenden Performance Problemen eine mögliche Option dar, die geprüft werden muss.

Der zweite Zweck einer Trennung ergibt sich während der Entwicklung. Das Entwicklungssystem befindet sich nicht auf dem System, welches den Tracker CCV ausführt. Zum Testen der anzufertigenden Anwendung Jean-Pierre müsste, ohne eine funktionierende Netzwerkverbindung, für jeden Testlauf die Anwendung auf den externen Rechner kopiert werden. Diese Notwendigkeit unterbricht den Entwicklungsprozess und verzögert somit die Entwicklungsarbeiten.

Zur Vermeidung wird CCV angewiesen die Daten nicht mehr an den Port auf dem lokalen Rechner zu schicken. Als Ziel wird stattdessen der Entwicklungsrechner mittels einer IP Adresse angegeben. Auf diesem können, wie bereits lokal durchgeführt, die Tests mit MSAFluid, FluidSolver, den Gateways und der AIR 2.0 Anwendung ausgeführt werden. Diese verliefen nicht von Anfang an reibungslos.

Der Grund ist die Nutzung der sogenannten Broadcast IP Adresse. Im Unterschied zu einer normalen IP Adresse, die immer genau einen Rechner in einem Netzwerk identifiziert, adressiert die Broadcast Adresse alle Rechner in einem Netzwerk. Die Nutzung von diesem vermeintlichen Vorteil macht die Identifikation der IP Adresse

eines Zielrechners überflüssig. Unter Verwendung der Broadcast IP-Adresse ergaben sich jedoch Inkonsistenzen in der Verarbeitung der TUO Daten.

Die TUO Daten wurden teilweise mehrfach empfangen. Der Ursprung von diesem Verhalten ist vermutlich auf Router und Switches innerhalb des Netzwerkes zurückzuführen, die in ihrer Funktion ebenfalls die Broadcast Adresse bei der Verteilung von Datenpaketen nutzen (58). Im vorliegenden Fall haben diese Geräte scheinbar Pakete über die Broadcast Adresse empfangen und erneut im Netzwerk verbreitet, obwohl der gewünschte Adressat bereits die Daten empfangen hatte. In den Clients hat dieser doppelte Versand von TUO Paketen die sequenzielle Verarbeitung beeinflusst, sodass die Beendigung einer Berührung nicht erkannt wurde. So häuften sich sogenannte Ghost Blobs, die von dem Tracker nicht mehr kommuniziert werden und ohne jede Berührung angezeigt werden.

Nach der Umstellung auf eine eindeutige IP Adresse verliefen alle durchgeführten Tests in den genannten Clients und Gateways erfolgreich.

4.4 *Interface Design*

Auf Basis des eingeführten Klassendiagramms in Kapitel 3.3.2 werden sechs Layouts angefertigt. Abbildung 32 zeigt diese in der zeitlichen Abfolge.

Layouts Jean-Pierre

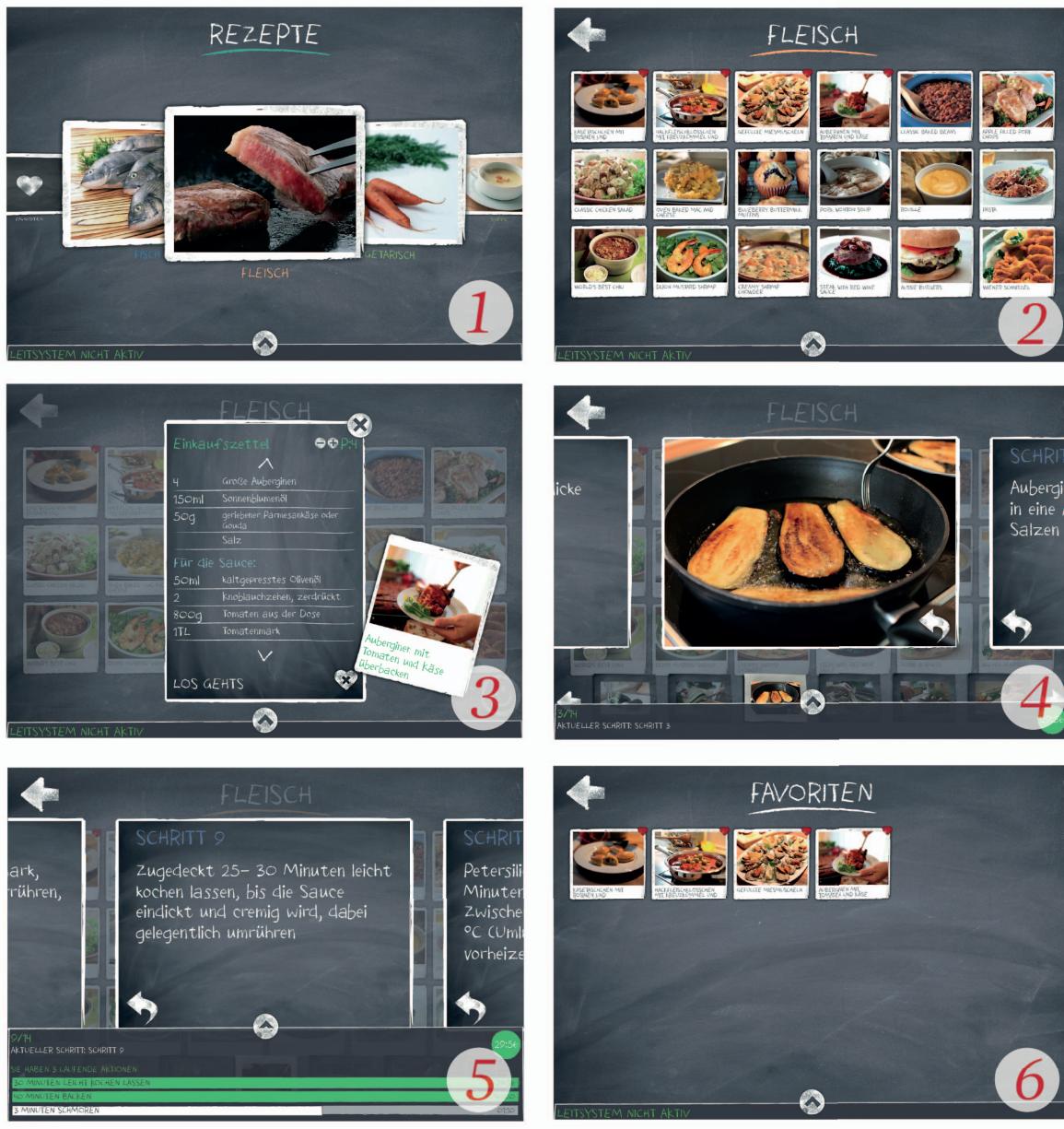


Abbildung 32: Layouts von Jean-Pierre

Die Teilabbildung 1 zeigt das Layout, mit dem der Benutzer zum Start der Interaktion konfrontiert wird. Zu sehen sind alle verfügbaren Rezeptkategorien in einem Overflow, wie er aus dem Musikverwaltungsprogramm Apple iTunes bekannt ist. In Teilabbildung 2 ist die Übersicht aller Gerichte einer gewählten Kategorie zu sehen.

Nach dem in dieser Ansicht ein Rezept ausgewählt wird, erscheint die Einkaufsliste als Überblendung. Diese Ansicht ist in Teilabbildung 3 zu sehen. Die Einkaufsliste zeigt die benötigten Zutaten und soll die Möglichkeit bieten, diese auf ein Mobilfunkgerät zu übertragen.

Die Teilabbildung 4 zeigt den eigentlichen Assistenten. Hier werden chronologisch von links nach rechts alle erforderlichen Schritte zur Zubereitung des gewählten Gerichts

dargestellt. Zur schnellen Auswahl eines bestimmten Schritts befindet sich am unteren Bildrand eine Leiste, die den Direktsprung zu einem Kochschritt ermöglicht. Hier wird zudem der aktuelle Schritt markiert, sodass der Benutzer erahnen kann wie viele Kochschritte noch nötig sein werden.

Der obere Bereich enthält die eigentlichen Texte sowie jeweils ein Bild pro Text. Das Bild ist auf der Rückseite des jeweiligen Fensters platziert und ist über eine entsprechende Geste und einen Button zugänglich.

Die verbleibenden zwei Teilabbildungen 5 und 6 zeigen das geöffnete Leitsystem und die Sonderkategorie mit den Favoriten.

In Anhang B wird der Einstellungsmanager vorgestellt. Dieser soll nicht durch einen Benutzer bedient werden und ist damit nicht offizieller Teil der Anwendung. Der Einstellungsmanager dient lediglich administrativen Zwecken.

4.4.1 Leitsystem

Das Leitsystem in Jean-Pierre stellt ein für den Benutzer immer zugängliches System dar, solange er an der Zubereitung eines Gerichts arbeitet. Das Leitsystem hat die Aufgabe den Anwender während der Zubereitung eines Gerichts zu unterstützen und zeigt laufende Aktionen etwaiger vorheriger Kochschritte an.

Wenn der Benutzer beispielsweise die Aufgabe erhält Zwiebeln in einer Pfanne anschwitzen zu lassen, so benötigt dieser Schritte eine gewisse Zeit zur Umsetzung. Der Benutzer kann nun wahlweise die Beendigung des Schritts abwarten oder schon zum nächsten Schritt wechseln. Das Leitsystem zeigt in diesem Fall den zeitlichen Verlauf der Aktion »Zwiebeln anschwitzen« an, während der Anwender den nächsten Schritt bearbeitet. Der Benutzer sieht im Leitsystem immer alle laufenden Aktionen und verliert nicht die Übersicht.

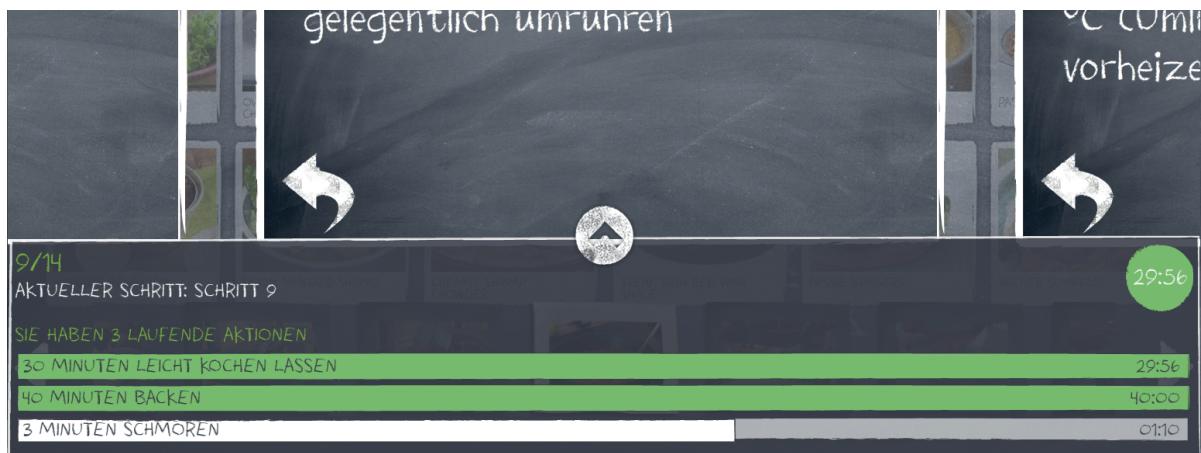


Abbildung 33: Leitsystem am unteren Bildrand von Jean-Pierre

Die Umsetzung des Leitsystems erfolgt durch eine am unteren Bildrand hervorgehobene Leiste. Diese besitzt die drei Zustände geschlossen, halb geöffnet und geöffnet, die der Benutzer nach Bedarf auswählen kann.

Im geschlossenen Zustand zeigt das Leitsystem den zeitlichen Status der als nächstes fälligen Aktion an. Der Benutzer kann das Leitsystem öffnen und damit eine erweiterte Ansicht aktivieren. Diese stellt alle parallel laufenden Aktionen untereinander dar und zeigt die bereits abgeschlossenen Vorgänge an. Abbildung 33 zeigt das Leitsystem in diesem Zustand. Darüber hinaus wird der Benutzer über den aktuellen Schritt informiert. Er kann sich darüber informieren, an welcher Position er sich innerhalb aller Rezeptschritte befindet und wie lange der aktuelle Rezeptschritt sowie die gesamte Assistenzzeit bereits dauert.

Die halb geöffnete Ansicht zeigt die verbleibende Dauer für die als nächstes fällige Aktion an sowie Details zum aktuellen Schritt.

Befindet sich das Leitsystem im geschlossenen Zustand, so wird lediglich die aktuelle Schrittnummer und die Gesamtzahl aller Schritte dargestellt.

4.4.2 Auswahl geeigneter Gesten

Die Anzahl von Multi-Touch Gesten ist nahezu unbegrenzt, doch muss bei der Entscheidung welche Gesten verwendet werden sollen zwischen dem Nutzen und der Komplexität einer Geste abgewogen werden. Jean-Pierre soll intuitiv bedienbar sein und entsprechend einfach ist das Benutzerinterface aufgebaut. Zur Bedienung kommen die in Abbildung 34 gezeigten Gesten zur Verwendung.

Verwendete Mausgesten

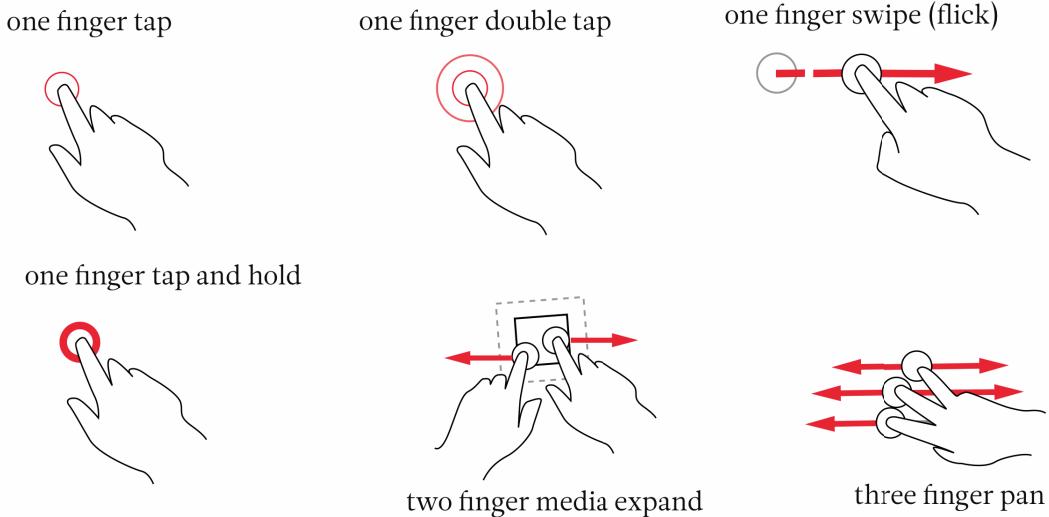


Abbildung 34: In Jean-Pierre verwendete Gesten, mit Anpassungen entnommen aus (17)

Offensichtlich ist die Präferenz für Gesten mit einem Finger. Diese Gesten sind für den Benutzer aufgrund der Analogie zur Maus eingängig. Die weiteren Gesten involvieren zwei oder drei Finger. Die Zwei-Finger-Geste zum Zoomen von Medien hat durch die Verwendung in Smartphones weitgehende Bekanntheit erlangt. Die Drei-Finger-Geste ist weit weniger bekannt.

Nachfolgend die Erläuterungen zu den einzelnen Gesten (54).

one finger swipe

Diese Geste, auch als flick bezeichnet, dient der Manipulation der Overflow ähnlichen Kategorieübersicht. Mit einer Wischbewegung kann der Benutzer nach links und rechts navigieren. Je nach Stärke der Wischbewegung können mehrere Kategorien übersprungen werden.

In der Ansicht der Instruktionen für ein Rezept, bei der die Einzelschritte in rechteckigen Boxen nebeneinander angezeigt werden, kann der Benutzer jeweils vor und zurück navigieren. Die Stärke der Wischbewegung wird dabei nicht beachtet, da zur schnellen Navigation eine schmale Leiste am unteren Bildrand vorhanden ist. Ebenfalls in dieser Ansicht kann mit Ausführung dieser Geste in vertikaler Richtung eine einzelne Box auf die Rückseite gedreht werden, auf der eine für die Beschreibung adäquate Abbildung dargestellt ist.

one finger tap

Diese Geste entspricht dem klassischen Mausklick und dient der Auswahl einer Rezeptkategorie oder einer Kochanweisung und ist damit eine direkte Alternative zur »one finger swipe« Geste. Diese Aktion kommt zudem für alle verwendeten Buttons in Jean-Pierre zum Einsatz.

one finger double tap

Damit der Benutzer während einer Geste nicht versehentlich eine Auswahl bestätigt, beispielsweise in der Kategorieübersicht, werden Elemente generell mit einem sogenannten double tap aktiviert. Der Benutzer berührt dabei zweimal kurz hintereinander die Oberfläche. Diese Geste bildet den doppelten Mausklick ab und wird von einem Benutzer intuitiv verwendet.

one finger tap and hold

Diese Geste wird durch das Halten eines Fingers an einer Position nach einer halben Sekunde aktiviert. Genutzt werden kann diese Geste als Auslöser für Drag and Drop Aktionen. Das Leitsystem kann einerseits per »one finger double tap« durch die einzelnen Zustände geschalten werden oder der Benutzer startet eine Drag and Drop Aktion, mit der das Leitsystem in der Höhe dem Finger des Benutzers folgt. Nach dem Loslassen rastet das Leitsystem in einer der drei vordefinierten Zustände ein.

two finger media expand

Diese Geste ist auch als »pinch« bekannt. In Smartphones hat diese Geste eine hohe Bekanntheit erreicht. In Jean-Pierre dient sie ebenfalls zur Skalierung von Medien. In der Ansicht mehrerer Rezept nach Auswahl einer Kategorie sind die Abbildungen der Rezepte in einem gleichmäßigen Raster angeordnet. Der Benutzer kann durch die pinch Geste die Abbildungen vergrößern. Als Folge dessen ordnen sich die vergrößerten Abbildungen im Raster neu an.

three finger pan

Diese Geste ist aufgrund der Komplexität nur für einen Verwendungszweck vorgesehen. In jeder Ansicht kann der Benutzer mit der Bewegung von drei Fingern, die stark an die flick Geste erinnert, jederzeit zur vorangegangen Ansicht wechseln. Diese Geste ist nicht intuitiv genug, um ohne alternative Bedienung eingesetzt zu werden. Der Benutzer kann deshalb auf die Geste verzichten und stattdessen in jeder

Ansicht über einen großen Pfeil, in der linken oberen Ecke, ebenfalls zur vorherigen Ansicht wechseln.

4.5 **Gesten Anbindung**

Die Verwendung von Gesten im geforderten Flash Client kann über mehrere Möglichkeiten erfolgen. Die Implementierung einer selbstangefertigten Gesten Erkennung oder die Nutzung von vorprogrammierten Bibliotheken wie Gestureworks (18), So touch Framework (46) oder der TUIO ActionScript3 Library (7).

Das So touch Framework ist kostenpflichtig und stark auf die Verwendung nativer Windows 7 Gesten und Berührungen in Flash ausgerichtet und kommt für die Verwendung in diesem Projekt nicht in Frage. Gestureworks ist ebenfalls eine kommerzielle Bibliothek, doch im Unterschied zu So touch bietet Gestureworks eine flexible und erweiterbare Möglichkeit zur Nutzung von Gesten in Flash. Die Bibliothek TUIO ActionScript3 Library ist Open Source und nicht kostenpflichtig. Im Unterschied zu den kommerziellen Bibliotheken ist hier der Quellcode verfügbar, sodass jede Modifizierung denkbar wird. Bei den kommerziellen Lösungen ist man auf die Unterstützung der Entwickler oder auf vorhandene Strukturen zu Nutzung von Erweiterungen angewiesen. Für die Nutzung in Jean-Pierre wurden die zwei Bibliotheken Gestureworks und TUIO ActionScript 3 library untersucht.

4.5.1 *Gestureworks*

Gestureworks stellt eine kommerzielle Actionscript 3 Erkennungsbibliothek für Gesten dar. Die Bibliothek ist verwendbar in reinen Actionscript 3 Projekten und im Flex Framework. Als Quelldaten für Gesten kommen XML Daten auf Basis von TUIO Paketen und native Berührungen von unterstützten Rechnersystemen in Frage. Native Berührungsdaten liefern Rechnersysteme mit integrierten Touchscreens, wie beispielweise die TouchSmart Serie von HP³⁸ oder der Slate PC³⁹ von Stantum. Eine native TUIO Unterstützung ist bis einschließlich Version 1.6.9.1a nicht verfügbar. Gestureworks kann damit nicht die in Adobe AIR 2.0 vorhandene UDP Unterstützung nutzen und setzt für native TUIO Daten ein Gateway voraus. Gestureworks bietet prinzipiell die Einbindung benutzerdefinierter Datenquellen über sogenannte Datenprovider an, aufgrund der mangelnden Dokumentation und dem nicht verfügbaren Quellcode ist deren Realisierung zur Zeit nicht möglich.

Damit der Entwickler nicht permanent seine Hardware Installation in Betrieb nehmen muss kann er wie in Kapitel 2.4.3 beschrieben auf externe TUIO Simulatoren zurückgreifen. Im Falle von Gestureworks kann darüber hinaus ein interner Simulator verwendet werden. Dieser wird automatisch aktiviert, sofern kein validier Datenprovider gefunden wird. Führt der Benutzer in diesem Zustand mit der Maus Bewegungen und Klick Aktionen in der Applikation aus, so werden diese als Berührungen interpretiert. Wie in externen Simulatoren kann mit der Hochstelltaste auf der Tastatur die Verwendung von mehreren Berührungs punkten aktiviert werden.

³⁸ Siehe: www.hp.com/united-states/campaigns/touchsmart

³⁹ Siehe: www.stantum.com/en/offer/slatepc

4.5.2 TUO AS3 Library

Diese Open Source Bibliothek ist quelloffen und kann infolgedessen beliebig angepasst werden. Dies stellt einen außergewöhnlichen Vorteil gegenüber der Software Gestureworks mit geschlossenem Quelltext dar. In der Version 0.71 vom 06. Juli 2010 sind drei Connectors enthalten. Diese sind mit den Datenprovidern von Gestureworks vergleichbar und nehmen Rohdaten entgegen. Vorhanden sind Konnektoren für UDP, TCP sowie für LocalConnection, einer Flash zu Javascript Schnittstelle. UDP dient der Annahme von reinen TUO Daten, die zwei anderen Konnektoren erlauben den Empfang von XML Paketen eines TUO Gateways. Der LocalConnection Ansatz verwendet eine Javascript basierte lokale Verbindung zwischen Flash und einem anderen lokalen Client. Weitere Konnektoren können erstellt und eingebunden werden.

Im Lieferumfang der TUO AS3 Library befinden sich rund fünf Gesten. Die Erweiterung um benutzerdefinierte Gesten ist problemlos möglich. Die Dokumentation zeigt dazu einige beschreibende Beispiele (8). Eine integrierte Erfassung von nativen Flash 10.1 Berührungsereignissen, wie sie beispielsweise unter Windows 7 verfügbar sind, wird über eine Behelfsklasse durchgeführt. In der Gesamtschau stellt die TUO AS3 Library eine durchdachte und einfach erweiterbare TUO Bibliothek dar. Im Vergleich zur kommerziellen Erkennungssoftware Gestureworks steht diese Open Source Software in nichts nach und bietet einem erfahrenen Entwickler weitreichende Eingriffsmöglichkeiten.

Innerhalb von Jean-Pierre wird die TUO AS3 Library mit mehreren benutzerdefinierten Gesten verwendet.

4.6 Rezept Daten

Das zentrale Element von Jean-Pierre sind die verfügbaren Rezepte. Zur Ablage der Daten muss eine adäquate Datenstruktur geschaffen werden, die im Folgenden skizziert wird.

4.6.1 Datenstruktur

Ein Rezept von Jean-Pierre besteht aus wesentlich mehr Daten als Text und Bild. Jedes Rezept gehört zu mindestens einer Kategorie, benötigt Informationen über die einzelnen Kochschritte und muss selbstverständlich Informationen über die Zutaten enthalten. Welche Daten genau erfasst werden müssen zeigt die nachfolgende Tabelle 4.

Aufbau der Datensätze

RecipeVO, Datensatz für je ein Rezept

Attribute Beschreibung

ID	Enthält eine eindeutige Nummer für das Rezept.
title	Enthält den Titel für das Rezept.
previewImage	Enthält den Verweis auf das Vorschaubild für das Rezept.
categories	Listet alle zutreffenden Kategorien auf. Die aufgelisteten ID-Werte beziehen sich auf RecipeCategoryVO.
isFavorite	Marker ob das Rezept in der Vergangenheit vom Benutzer als Favorit markiert wurde.
ingredientList	Verweist auf die Liste der Zutaten, diese wird separat erfasst.
instructionList	Verweist auf die Liste der Kochanweisungen für das Rezept. Diese Liste wird separat erfasst.

RecipeCategoryVO, Datensatz für eine Rezeptkategorie

Attribute Beschreibung

ID	Enthält eine eindeutige Nummer oder Zeichenfolge für die Rezeptkategorie
title	Enthält den Titel für die Kategorie
previewImage	Die Angabe eines Vorschaubilds für die Kategorie
basecolor	Das Farbschema für Kategorie
recipes	Die Rezepte (RecipeVO), die zu dieser Kategorie gehören.

IngredientVO, Datensatz für eine Zutat

Attribute Beschreibung

title	Enthält den Namen für die Zutat.
unitLabel	Maßeinheit für die Zutat (ml,l,g,kg,Stück,Msp.).
amount	Angabe über die Höhe der Zugabe. Grundmaß ist eine Person.
basePersons	Die Anzahl der Personen, die mit den angegebenen Zutaten bekocht werden können.
spacer	Marker, ob dieser Datensatz nur als Platzhalter dienen soll. Damit kann im User Interface die Zutatenliste strukturiert werden.

InstructionVO, Datensatz für eine Einzelanweisung

Attribute Beschreibung

title	Enthält den Titel für die Anweisung
description	Enthält die Beschreibung für den Einzelschritt
image	Die Bilddatei für den Einzelschritt
thumb	Die Bilddatei für den Einzelschritt in reduzierter Auflösung und Größe.
guideItemID	ID des entsprechenden Leitsystem Eintrags
guideitemIDRequired	ID des Leitsystem Eintrags, der mit diesem Schritt hinfällig sein wird. Dies stellt eine Art Ablaufdatum zur Verwaltung im Leitsystem dar.
index	Intern gesetztes Feld zur Nummerierung der Kochschritte. Die Reihenfolge muss nicht konkret angegeben werden sondern ergibt sich aus der Reihenfolge im Ablagesystem.
totalCount	Intern gesetztes Feld zur Speicherung der insgesamt zu erledigenden Kochschritte.

GuideSystemVO, Datensatz für einen Eintrag im Leitsystem

Attribute Beschreibung

ID	Eindeutige ID für den Eintrag als Nummer oder Zeichenfolge
title	Enthält den Titel für die Anweisung
duration	Enthält die Dauer für den Einzelschritt

Tabelle 4: Attribute eines Rezepts in Jean-Pierre

Verknüpfung der Datensätze

Die einzelnen Datensätze können auf diese Weise bereits erfasst werden. Mögliche Ablagesysteme sind textbasierte XML Dateien oder komplexere Datenbanken. Unabhängig von der Wahl der Ablageform müssen die Daten jedoch verknüpft werden. Manche Attribute geben bereits Aufschluss darüber, welcher Datensatz mit welchem zusammenhängt. Nachfolgende Abbildung 35 soll diese Beziehungen untereinander verdeutlichen.

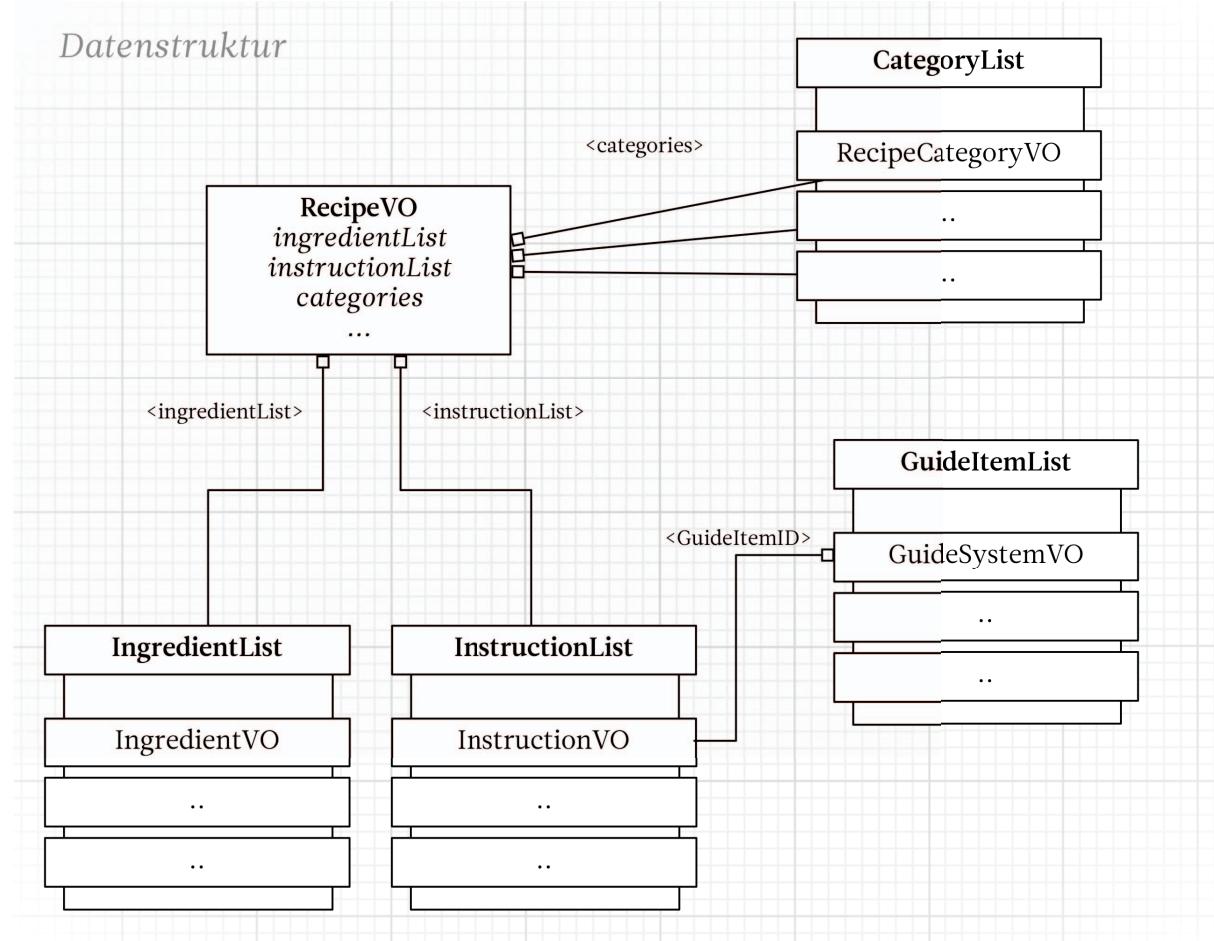


Abbildung 35: Beziehungsübersicht der Datensätze

Zentrale Klasse stellte die Datenkapsel RecipeVO dar und repräsentiert ein einzelnes Rezept. Alle weiteren Datensätze werden in Listen gruppiert.

Ausgehende von einem Rezept Datensatz werden andere verknüpfte Daten gesucht. Zu einem Rezept gehört die Liste der Zutaten (IngredientList) und die Liste der Anweisungen (InstructionList). Die jeweiligen Listen sind über die Attribute ingredientList und instructionList in der Datenkapsel RecipeVO ermittelbar.

In Abbildung 35 befindet sich neben diesen zwei Listen die Gruppe der verfügbaren Rezeptkategorien. Bei Auswahl einer Kategorie werden alle Rezepte gesucht, deren Attribut categories die ID der gewählten Kategorie enthält.

Die letzte Liste in der Datenstruktur ist die GuideItemList. Dies ist eine lose Sammlung von Datensätzen für das Leitsystem. Die darin enthaltenen Datensätze werden von dem Datensatz InstructionVO und damit für jeden Einzelschritt verwendet.

Enthält ein InstructionVO Datensatz das Attribut GuideItemID, so wird dieses aus der GuideItemList ermittelt und zugewiesen. Beim Erreichen des Einzelschritts kann das Leitsystem entsprechend aktiv werden und beispielsweise die Überwachung für die oft genannten anzuschwitzenden Zwiebeln starten.

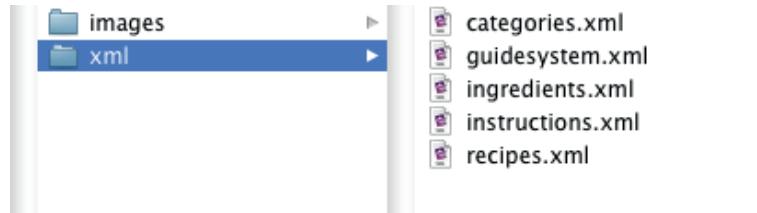


Abbildung 36: Ablagesystem für Rezeptdaten in Form von textbasierten XML Dateien

Die Art der Verknüpfung ist nicht effizient. Durch die Anfertigung von Listen ist die doppelte Erfassung von Zutaten nicht auszuschließen. Während dem Auslesen der Daten ergeben sich im Vergleich zu aufwändig gestalteten Datenstrukturen womöglich nachteilige Performance Unterschiede. Der Vorteil ist die übersichtliche Erfassung von Daten und die einfach erweiterbare Gesamtstruktur. So zeigt Abbildung 36 einen Ordner auf der Festplatte mit fünf textbasierten XML Dateien. Mit diesen Dateien können alle genannten Bestandteile für eine beliebige Anzahl von Rezepten erfasst werden. Die jeweiligen Bilder werden separat abgelegt.

Aufgrund der geringen Datenmengen fällt eine mögliche negative Performance zur Laufzeit nicht auf.

4.6.2 Rezept Erfassung

Für die Rezepte sind eine Vielzahl von Fotografien anzufertigen und selbstverständlich müssen die Rezeptanweisungen erfasst und in geeignete Einzelschritte aufgeteilt werden.

Quellen für Rezeptdaten

Diese Daten können entweder selbstständig hergestellt werden oder man bedient sich an bereits vorhandenen Zusammenstellungen von Rezepten. Die selbstständige Anfertigung von Bilderstrecken ist die aufwändigste Methode und erfordert geeignete Rezepte und eine Fotokamera, mit der jeder gewünschte Kochschritt abfotografiert wird. Für den Rückgriff auf bereits vorhandene Rezepte ist in jedem Fall eine Erlaubnis des Urhebers einzuholen, wobei gegebenenfalls Lizenzgebühren fällig werden. Bereits

vorhandene Rezepte können aus greifbaren Kochbüchern entnommen werden. Hier stellt sich neben den Urheberrechten das Problem der Digitalisierung, sodass eine Quelle im Internet zweckmäßiger erscheint, da hier bereits Bilder und Texte in digitaler Form aufbereitet sind.

Digitale Quellen für Rezepte sind Bildsammlungen auf CD und DVD sowie Rezeptsammlungen auf Webseiten und in digitalen Kochbüchern. Bildsammlungen eignen sich nicht, da für jedes Bild das entsprechende schriftliche Rezept angefertigt werden müsste. Webseiten mit Rezepten sind zahlreiche vorhanden, doch bieten wenige ein einheitliches Erscheinungsbild der Fotografien, was eine Voraussetzung für Jean-Pierre darstellt, um der Ästhetik genüge zu tun.

Für diese Arbeit wurden die Verantwortlichen von jamieoliver.com kontaktiert. Hierbei handelt es sich um ein Webangebot für Rezepte, die im Wesentlichen einheitlich aufbereitet sind. Die Anfrage blieb jedoch unbeantwortet. Eine weitere Anfrage beim Webangebot von StockFood⁴⁰, eine Bildagentur, verlief ebenfalls ohne zufriedenstellendes Resultat.

Die in Jean-Pierre verwendeten Bilder stammen letztendlich aus der selbständigen Anfertigung von Rezepten. Der Aufwand zur Erstellung ist im Vergleich zu den anderen genannten Varianten sehr hoch. Vorteil dieser Lösung ist die gewünschte Homogenität der Bildstrecken und der Wegfall von Lizenzgebühren.

Platzhalter Rezepte

Die erfassten Rezepte umfassen trotz aller Bemühungen nicht mehr als vier ausgearbeitete Datensätze, mit insgesamt 85 Bildern und entsprechenden Anweisungen. Jean-Pierre würde mit den angefertigten Datensätzen unfertig und substanzlos aussehen. Mit Hilfe von Rezepten der Seite Free Recipes⁴¹ werden deshalb Platzhalter Rezepte, bestehend aus Titel und Bild, angelegt. Wählt ein Benutzer einen solchen Platzhalter aus, so meldet Jean-Pierre nicht, dass dieses Rezept nicht verfügbar ist, sondern zeigt stattdessen ein zufälliges Rezept aus den gegebenen vier vollständigen Datensätzen an.

4.7 Abschließender Aufbau von Jean-Pierre

Mit Hilfe des Prototyps konnte der Fokus auf die Umsetzung der Software gesetzt werden. Der Prototyp dient der Sicherstellung der Funktion aller Hardware Komponenten. Des Weiteren kann mit Hilfe des Prototypen sichergestellt werden, dass der Tracker mit der gegebenen Installation korrekte TUO Daten erzeugt. Die weitere Entwicklung der Software konnte sogar gänzlich ohne die Nutzung des Prototypen durchgeführt werden. Nach Abschluss der Gesten-Einbindung und der Fertigstellung der Software musste der Hardware Aufbau abschließend angefertigt werden. Die nötigen Abmessungen sind in der Konzeptphase in Kapitel 3.5.3 bereits festgehalten. Nach Maßgabe der angefertigten CAD Zeichnung ergab sich eine massive Holzbox.

⁴⁰ www.stockfood.de

⁴¹ www.freerecipes.org, frei verwendbare Rezepte und Bilder

Folgende Abbildung 37, Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen einige Impressionen von Jean-Pierre aus verschiedenen Perspektiven. In Anhang A befinden sich weitere Fotografien, die während den Entwicklungsarbeiten entstanden sind.



Abbildung 37: Massive Holzbox von Jean-Pierre in der Komplettansicht



Abbildung 38: Kategorieauswahl von Jean-Pierre im Einsatz



Abbildung 39: Nahansicht der Projektionsoberfläche von Jean-Pierre

5 Anpassungen und kommerzielle Nutzungsoptionen

Dieses Kapitel beschreibt die notwendigen Anpassungen für einen Praxiseinsatz und erläutert, welche weiteren Einsatzszenarien sich für Jean-Pierre dadurch ergeben.

5.1 Anpassungen für den Praxiseinsatz

Der Praxiseinsatz von Jean-Pierre ist im gegebenen Aufbau nur bedingt möglich. Einige wichtige Aspekte, die einem Praxiseinsatz widersprechen, werden im Folgenden erläutert und mit konkreten Handlungsoptionen ergänzt.

5.1.1 Allgemeine Reinigung

Die Oberfläche besteht aus einer Plexiglasscheibe mit vier Lasern in jeder Ecke sowie den entsprechenden Aufbauten unterhalb der Plexiglasscheibe. Beim produktiven Einsatz in der Küche stellt sich die Frage der Reinigung, da unterschiedlichste Verschmutzungen nicht zu verhindern sind. Allen voran Fettablagerungen auf der Oberfläche und feine Schmutzpartikel von Gewürzen und anderen Krümeln. Die Fettverschmutzungen entstehen durch die gewollte Berührung des Plexiglases durch den Benutzer, der aufgrund seiner geforderten parallelen Kochtätigkeit nicht immer für saubere Hände sorgen kann.

Die Reinigung der Plastikoberfläche mit Wasser oder einem Fett lösenden Mittel kann nicht oder nur sehr vorsichtig durchgeführt werden. Die Laser sowie die elektrischen Komponenten der Holzbox sind nicht gegen Spritzwasser geschützt, sodass bei einer Reinigung Kurzschlüsse auftreten können. Zur Beseitigung des Mangels sind alle Spalten zu verschließen und die Laser müssen mittels einer transparenten Abdeckung geschützt werden.

5.1.2 Auswirkungen einer verschmutzten Oberfläche

LLP stellt ein Verfahren dar, bei dem ein Lasernetz oberhalb der Plastikoberfläche positioniert wird. Dieses soll für ein optimales Verhalten so nah wie möglich über der Plexiglasoberfläche gespannt sein. Allerdings wird dadurch die Empfindlichkeit gegenüber Fremdkörpern auf der Oberfläche erhöht. Selbst ein Objekt, welches nur rund einen Millimeter im Durchmesser besitzt, kann, bei entsprechend feiner Justierung der Laser, zu ungewollten Brechungen innerhalb des Lasernetzes führen. In der Folge ergeben sich fehlerhafte Blobs, welche das System als Berührung meldet.

Zur Lösung dieser Problematik muss das Erkennungsverfahren gewechselt werden. Mögliche Alternativen sind das FTIR- und DI-Verfahren oder das nicht-optische Verfahren der kapazitiven Erkennung.

5.1.3 *Projektionsfläche*

Die Projektionsfläche besteht aus dem Material Plexiglas GS⁴² mit mattierter Oberfläche. Bei dem Bau des abschließenden Geräts hat sich herausgestellt, dass dieser Typ von Oberfläche zu lichtdurchlässig und einen geringen Betrachtungswinkel aufweist. Der geringe Betrachtungswinkel ist bei der Größe der Projektionsfläche von mehr als 40 Zoll ungünstig, da die Eckbereiche bei mittiger Betrachtung kaum ein Bild zeigen. Durch die hohe Lichtdurchlässigkeit stört bei hellen Abbildungen ein greller Lichtkranz, der von der Projektionslinse ausgeht, deutlich die Projektionsabbildung.

Durch eine weniger lichtdurchlässige Oberfläche, mit gleichzeitig höherer Mattierung kann dieser Effekt verhindert werden. Im Falle von Jean-Pierre bietet sich der Austausch der Projektionsfläche an, da diese nur in einem Rahmen verschraubt ist. Alternativ kann eine aufzuklebende Folie die gewünschten Korrekturen, in Bezug auf Lichtdurchlässigkeit und Mattierung, erwirken.

5.1.4 *Projektor*

In Kapitel 3.4.3 wird der verwendete Kurzdistanzprojektor Acer S1200 kurz beschrieben. Im Praxiseinsatz hat sich gezeigt, dass der Mindestabstand des Projektors von 50cm, trotz der voluminösen Holzbox, zu groß ist. Innerhalb des Holzaufbaus stehen zwar mehr als 90cm in der Vertikalen zur Verfügung, jedoch ergeben sich aufgrund der geneigten Projektionsoberfläche starke Verzerrungen an der projizierten Abbildung. Diese können nur durch einen höheren Abstand korrigiert werden. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass der vertikale Einbau des Projektors nicht zu empfehlen ist. Dieser macht diesbezüglich keine Einschränkungen, trotzdem ergeben sich nach einer längeren Betriebsdauer Bildfehler, die auf die vertikale Ausrichtung des Geräts zurückzuführen sind.

In Konsequenz bedeutet dies, dass der Projektor im gegebenen Holzaufbau nicht innerhalb der Box platziert werden kann. Abhilfe verspricht eine Spiegelkonstruktion im Inneren der Holzbox. Die Spiegelkonstruktion kann das vom Gerät erzeugte Bild umlenken. Dadurch ergibt sich eine größere Distanz zur Projektionsfläche und der Projektor kann horizontal eingebaut werden und das Bild verzerrungsfrei projizieren.

5.1.5 *Verschleiß von Komponenten*

Der Projektor erzeugt das Bild unter anderem mit Hilfe einer starken Lichtquelle. Diese hat nur eine begrenzte Lebensdauer und muss nach Ausfall ausgewechselt werden. Einem Endanwender ist dies für gewöhnlich nicht zuzumuten. Außerdem ist der Zugriff beim Einbau in einer Küche erschwert. Die Lebensdauer einer Lichtquelle in einem Projektor liegt zwischen 2.000 und 20.000 Stunden (29), je nach Typ der Lichtquelle. Auf den ersten Blick erscheinen die Zahlen hoch, jedoch muss man sich vor Augen halten, dass der Maximalwert von 20.000 Stunden knapp 3,5 Jahre entspricht. Die durchschnittliche Lebensdauer von Einrichtungsgegenständen in der Küche, wie Jean-Pierre es sein soll, dürfte weit darüber liegen.

⁴² Siehe www.plexiglas-shop.com/DE/en/sheet/plexiglas-gs-allround-4aq141br8z4.html

Die Nutzung eines LCD Displays kann diesen Mangel ausgleichen und stellt einen Bild gebenden Apparat ohne nennenswerten Verschleiß dar. Hier wird zwar ebenfalls eine Lichtquelle benötigt, diese ist jedoch auf eine lange Lebensdauer ausgelegt und erreicht Werte von ungefähr 100.000 Stunden (60).

Die Kombination von einem LCD Display mit einem resistiven oder kapazitiven Erkennungsverfahren für Berührungen könnte die Abmessungen von Jean-Pierre auf wenige Zentimeter reduzieren und die Lebensdauer signifikant erhöhen.

5.1.6 Rechnersystem

Jean-Pierre beinhaltet einen vollwertigen Rechner sowie andere Geräte, die eine Stromversorgung benötigen. Für den Einsatz in der Küche benötigt man einen Schalter zur Unterbrechung der Stromversorgung.

Problematisch ist der Einsatz eines vollwertigen Computers. Erstens benötigt dieser eine gewisse Zeit für den Startvorgang, zweitens dürfen diese Geräte in aller Regel nicht einfach von der Stromzufuhr gekappt werden, sondern benötigen eine ordentliche Abmeldeprozedur. Die Lösung für dieses Problem versprechen sog. Embedded Geräte.

Embedded Geräte werden speziell für eine Anwendung entwickelt. Sie starten in kürzester Zeit von einem Flashspeicher⁴³, wie er beispielsweise in modernen Mp3-Playern verbaut ist und können ohne größeren Datenverlust von der Stromquelle getrennt werden. Das Embedded System kann in Kombination mit einer Kamera problemlos TUO Daten liefern, jedoch sind aufwändige grafische Ausgaben über Embedded Geräte, in Ermangelung leistungsfähiger Prozessoren und Grafikkarten, nicht möglich. Dies hat zur Folge, dass für Jean-Pierre nicht auf ein komplettes Rechnersystem verzichtet werden kann.

Eine mögliche Lösung bietet die manuelle Zusammenstellung aus PC-Standardkomponenten. Diese können kompakt im Rahmen des vorgenannten LCD Displays, welches den Projektor ersetzen könnte, untergebracht werden. Durch Anpassungen am Betriebssystem kann die Robustheit gegenüber der Unterbrechung der Stromzufuhr erhöht werden. Diese Variante stellt eine Kombination zwischen Embedded System und einem vorgefertigten Rechnersystem dar.

5.1.7 Zusammenfassung

Die genannten Einschränkungen und Problematiken sind auf den Prototyp Charakter des Geräts, das gewählte Erkennungssystem und Bild gebende Verfahren zurückzuführen. Durch den Einsatz von resistiven bzw. kapazitiven Oberflächen in Kombination mit einem LCD Bildschirm können alle genannten Fragestellungen gelöst werden.

Die Oberfläche bietet dadurch ein kontrastreiches Bild, reagiert nicht mehr auf Fremdkörper und kann durch eine unauffällige Ummantelung vor Verschmutzungen und Spritzwasser geschützt werden. Die Abnutzung der Komponenten ist vergleichsweise gering. Das Rechnersystem kann platzsparend im Rahmen des

⁴³Eine Festplatte ohne mechanische Teile

Bildschirms untergebracht werden und ist durch Softwareanpassungen unempfindlich gegenüber Unterbrechungen der Stromzufuhr.

Die Größe von Jean-Pierre kann durch die beschriebenen Maßnahmen drastisch reduziert werden, sodass sich weitere Einsatzgebiete erschließen lassen. Diese werden im folgenden Kapitel beschrieben.

5.2 Variationen und Erweiterungen von Jean-Pierre

Jean-Pierre bietet in seiner Einfachheit viele Anknüpfungspunkte für alternative Einsatzgebiete, die sich durch Spezialisierungen in der Software sowie durch Modifikationen im Aufbau der Hardware ergeben. Nachfolgend werden einige dieser Optionen skizziert.

5.2.1 Interaktives Fenster im Restaurant

Das System soll vorbei schlendernde Fußgänger über ein optisches System erkennen und daraufhin die Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Inhaltlich erwartet den Anwender in diesem Szenario eine Übersicht aller angebotenen Gerichte in einem Restaurant. Ähnlich wie Jean-Pierre zeigt eine Software Rezeptkategorien sowie die Inhalte dieser Kategorien. Im Unterschied zu Jean-Pierre öffnet die Aktivierung eines konkreten Gerichts keinen Einkaufszettel, sondern zeigt Bilder und eine Beschreibung des Gerichts. Darüber hinaus können über diese Installation Informationen über das Restaurant in Form von Text und Bildern feilgeboten werden. Neben Texten zum Standort, der historischen Entwicklung und zur Innenausstattung, kommen Beschreibungen zu Auszeichnungen und Zertifikaten in Frage. Die Pflege der Inhalte kann der Inhaber des Restaurants über ein Browser basiertes Interface selbstständig durchführen. Die Nutzung einer kompakten Bauweise ist für dieses Szenario erforderlich.

5.2.2 Digitale Speisekarte

Die Spezialisierung auf die Anzeige von Gerichten, wie sie für ein interaktives Fenster eines Restaurants benötigt wird, kann in einer weiteren Form innerhalb des Restaurants genutzt werden. Der Gast bekommt keine gewöhnliche Speisekarte in die Hand, sondern hat die Möglichkeit, über ein handliches Touchscreen Gerät in Form eines iPads, Gerichte über Kategorien oder eine Suchfunktion herauszufiltern. Alternativ dazu kann das Gerät im Tisch eben eingelassen sein.

Die Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Speisekarte sind herausragend. Der Gast kann die Gerichte in Form von Fotos vorab betrachten und sich so ein genaues Bild machen. Mittels Hintergrundinformationen zur Herkunft von Gerichten kann ein derartiges Gerät die Wartezeit von der Bestellung bis zum Servieren für den Gast verkürzen. Auf Basis dieser digitalen Infrastruktur kann der Inhaber des Restaurants täglich alle Speisekarten aktualisieren, um beispielsweise spezielle Tagesangebote anzubieten. Die Integration eines digitalen Bestellvorgangs ist in diesem Szenario zwar eine technisch mögliche Option, doch sollte das Einsatzgebiet der digitalen Speisekarte hier ihre Grenzen finden.

Die Gefahr, dass der Gast durch einen digitalen Bestellprozess befremdend und irritiert reagiert wird nicht durch die erwirkten Einsparungen im Personal oder einer gesteigerten Produktivität aufgewogen. Die Anpassungen von Jean-Pierre zum Einsatz als digitale Speisekarte ähneln denen des interaktiven Fensters. Softwareseitig findet eine Spezialisierung auf die Anzeige von Gerichten statt und auf der Seite der Hardware wird ein kleinformatisches, berührungsempfindliches Gerät wie das Apple iPad benötigt.

5.2.3 *Rezeptvorschläge aus gegebenem Zutatenbestand*

Eine Erweiterung der Softwarekomponente von Jean-Pierre erhöht den Nutzen gegenüber einem herkömmlichen Kochbuch erheblich. Der Anwender soll die Möglichkeit erhalten, in einer separaten Ansicht aus einer Vielzahl von Zutaten diejenigen auszuwählen, die gerade vorrätig sind. Jean-Pierre erzeugt aus den angegebenen Zutaten eine Liste von Rezepten, die mit den vorliegenden Bestandteilen zubereitet werden können. Das Verfahren kann durch die Eingabe von definierten Mengen verfeinert werden, um Gerichte auszuschließen, die zu hohe Mengen einer einzelnen Ingredienz verwenden.

5.2.4 *Rezept Shopsystem in Verbindung mit Lizenzgebern*

Eine weitere Erweiterung des bestehenden Softwaresystems beinhaltet die Umsetzung eines Shopsystems. Der Benutzer kann in einem Shop einzelne Rezepte oder Rezeptsammlungen erwerben. Zum Kauf motivieren sollen Lizenzabkommen mit bekannten Sterneköchen, die exklusive Rezepte für Jean-Pierre bereitstellen. Für einen Shop muss eine Internetverbindung vorhanden sein.

Unabhängig von der Anbindung via Ethernet Kabel oder WLAN müsste der Benutzer eine Möglichkeit zur Konfiguration der Netzwerkanbindung erhalten. Diese erfordert mindestens eine virtuell projizierte Tastatur und würde den intuitiven Charakter von Jean-Pierre stark mindern. Des Weiteren muss eine Infrastruktur zur Bezahlung vorgehalten werden.

6 Evaluation von Jean-Pierre

Dieses Kapitel vergleicht die gesetzten Ziele mit dem tatsächlich umgesetzten Gerät. Hierbei zeigen sich einige elementare Abweichungen zum Plansoll, wie er sich unter anderem aus Kapitel 3.1 ergibt. Diese werden hier dargestellt.

6.1 Erfüllte Anforderungen

Das Gros der gestellten funktionalen sowie nichtfunktionalen Anforderungen wurde erfüllt. Nachfolgend eine unvollständige Liste auf Basis der in Kapitel 3.1 genannten Anforderungen.

Erfüllte funktionale Anforderungen:

- Wahlweise Betrachtung von Text oder Abbildung.
- Einzelschritte können übersprungen werden.
- Favoritenfunktion für bevorzugte Rezepte.
- Anzahl der Personen im Einkaufszettel ist variabel.
- Kategorisierte Rezepte.

Erfüllte nichtfunktionale Anforderungen:

- Intuitive Bedienung.
- Fingerbasierte Bedienung.
- Ästhetisches Benutzerinterface.
- Wartbarkeit der Rezepte.

Trotz der Erfüllung vieler gesetzter Anforderungen sind einige Abweichungen in Bezug auf die Software und Hardware zu beobachten. Diese werden nachfolgend dargestellt.

6.2 Abweichungen der Anwendungssoftware

Innerhalb der Anwendungssoftware ergeben sich Abweichungen in Bezug auf das Leitsystem, den Einkaufszettel, das Hilfesystem, eine Geste und den Umfang der bereitgestellten Rezepte.

Leitsystem

Das Leitsystem funktioniert in der gegebenen Form und unterstützt einen Anwender bei der zeitlichen Koordination seiner Kochaktivitäten. Der zeitliche Verlauf einer Kochaktivität hängt jedoch von sehr vielen Parametern ab, sodass für die Dauer von zu überwachenden Kochvorgängen, lediglich von Schätzwerten ausgegangen werden kann. Das oft genannte Beispiel »Zwiebeln anschwitzen« hängt unter anderem von der Beschaffenheit der Pfanne, der Leistung der Herdplatte und von der Art der

Zwiebeln ab. Das Leitsystem kennt diese Parameter nicht und zeigt dementsprechend immer nur Richtwerte und keine Ist-Werte für die verbleibende Dauer einer Kochaktion bis zum Abschluss an.

Einkaufszettel

Der Einkaufszettel soll laut Anforderung in Kapitel 3.1 auf ein Mobilfunkgerät übertragen werden können. Diese Funktionalität ist nicht umgesetzt. Die Ursache liegt in der technisch hohen Hürde zur Kopplung von Mobiltelefon und Jean-Pierre.

Hilfesystem

Das Hilfesystem, ebenfalls aufgeführt in den Anforderungen in Kapitel 3.1, ist eine weitere Funktionalität, welche nicht in der abgeschlossenen Umsetzung vorhanden ist. Die Gründe dafür sind in Kapitel 3.3.5 erläutert.

Inhalte

Inhaltlich kann die Forderung nach einem »großen Repertoire an Rezepten«, wie in Kapitel 3.1 Anforderungen an Jean-Pierre gefordert, nicht erfüllt werden. Erläutert ist dieser Sachverhalt in Kapitel 4.6.2. Die Rezeptdaten konnten nicht über einen Dienstleister beschafft werden, sodass die Rezepte manuell erfasst und fotografiert wurden. Der Aufwand für einige wenige Rezepte war bereits immens, sodass ein großes Repertoire an Rezepten nicht umzusetzen war.

Entfallene Geste

Die Geste »three finger pan«, beschrieben in Kapitel 4.4.2, zum Wechsel in die vorangegangene Ansicht konnte nicht zufriedenstellend umgesetzt werden. Die Erkennung kollidierte mit anderen Gesten oder wurde nicht ausgelöst. Da der Benutzer jederzeit über Pfeile zur vorangegangenen Ansicht wechseln kann und die Geste selbst tendenziell ungebräuchlich ist, stellt der Wegfall dieser Navigationsmöglichkeit keine besondere Einschränkung dar.

6.3 Abweichungen der Hardware

Die Hardware zeigt drei auffällige Aspekte, die hier beschrieben werden.

Gerätegröße

Die Größe des Geräts unterliegt keinen besonderen Anforderungen. Trotzdem ist zu bemerken, dass die Konstruktionen in der Praxis einen sehr voluminösen Eindruck aufweist, der durch die gewählte dunkle Farbe verstärkt wird. Weitere Entwicklungen an Jean-Pierre sollten das Ziel haben, die Größe des Geräts zu reduzieren, damit die möglichen Einsatzorte nicht zu eingeschränkt sind und der Transport von Jean-Pierre nicht zu aufwändig wird.

Erkennungsleistung

Für Jean-Pierre wurde eine fingerbasierte, intuitive Bedienung gefordert. Diese ist entsprechend funktional umgesetzt, doch sind Störungen in der Erkennung nicht ausgeschlossen, die in Folge den Gesamteindruck negativ beeinflussen können.

Bei der Bedienung von Jean-Pierre ist auf eine saubere Oberfläche zu achten. Bereits Objekte in der Größe von wenigen Millimetern stören die Erkennung von

Berührungen. Zudem sind fehlerhafte Blobs zu beobachten, wenn der Handballen während der Bedienung die Laserebene streift.

Die Auswahl des optischen Erkennungssystems wird in Kapitel 3.4.1 getroffen. Die dort gezeigte Tabelle 2 dient als Entscheidungsgrundlage. Die Erkennung mittels LLP ist nicht das beste Verfahren, sondern ein mittelmäßiges und überzeugt durch die geringe technische Komplexität. Das komplexere FTIR Verfahren würde fehlerhafte Blobs weder durch Verschmutzung, noch durch einen aufliegenden Handballen erzeugen. Im Gesamteindruck wäre die gefühlte Erkennung von Blobs mittels FTIR robuster als die derzeitige Erkennung unter Einsatz der LLP Methodik.

Anzeigeleistung

In Kapitel 5.1.3 und 5.1.4 werden die Defizite der optischen Anzeige von Jean-Pierre erläutert. Die Projektionsfläche ist nicht matt genug und bietet einen zu geringen Betrachtungswinkel. Zudem kann der Projektor, platziert man diesen innerhalb der Holzbox, nur ein verzerrtes Bild der Anwendung auf der Projektionsfläche abbilden.

In Kapitel 5.1.7 wird beschrieben, dass der Einsatz eines LCD Displays die Anzeigeleistung drastisch verbessern kann, da damit sämtliche genannten Problematiken gelöst werden würden.

7 Schlussbemerkung

Jean-Pierre ist in der gegebenen Realisation eine sehr gut funktionierende Softwarelösung zur interaktiven Kochassistenz auf Basis von Multi-Touch Eingaben mit Defiziten im Hardwareaufbau. Die grundlegende Thematik, laut Titel »[...]Konzeption und Umsetzung eines Multi-Touch Aufbaus und der Assistenzsoftware«, ist erfasst und realisiert worden.

Die Evaluation zeigt, dass Jean-Pierre einige Solls nur zum Teil erfüllen kann. Das gewählte Erkennungssystem ist nicht robust genug, der Aufbau der Hardware kann zur Zeit nicht in einer abgeschlossenen Box betrieben werden und die wenigen vorzufindenden Rezepte bieten lediglich einen Einblick in die Software, jedoch nicht den vom Benutzer erwarteten Fundus an Rezepten.

Jean-Pierre kann in dieser Form nur bedingt in der Praxis eingesetzt werden. Ein praxisnaher Einsatz ist selbstverständlich erstrebenswert, sodass die dafür nötigen Modifikationen in Kapitel 5.1 beschrieben werden und eindeutig gezeigt wird, dass der alltägliche Einsatz von Jean-Pierre nicht unmöglich ist, sondern lediglich noch nicht zu empfehlen ist.

Die Motivation dieser Arbeit, Kochanfänger zum Kochen zu ermutigen, wird spätestens mit der Umsetzung der nötigen Modifikationen Realität werden. Dann wird Captain Jean-Luc Picard für sein Lieblingsgetränk »Tea. Earl Grey, hot« letzten Endes das Brauchtum, welches in der Zubereitung von Tee steckt, wieder erfahren und genießen können.

Anhang A: Bilder der Entwicklungsarbeiten

Nachfolgend Fotografien, die während den Entwicklungsarbeiten an Jean-Pierre entstanden sind.



Abbildung 40: Elektrische Bauteile zur Stromversorgung der Laser

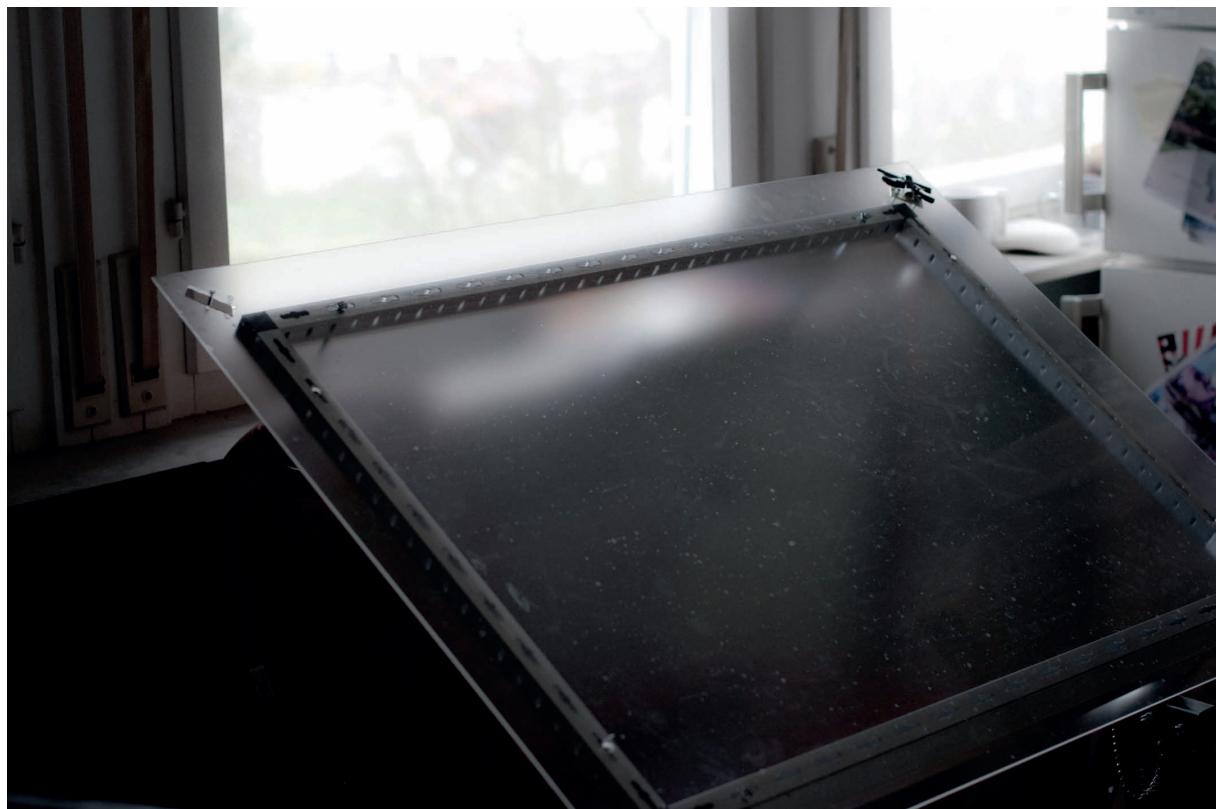


Abbildung 41: Prototyp, Metallblock als Basis

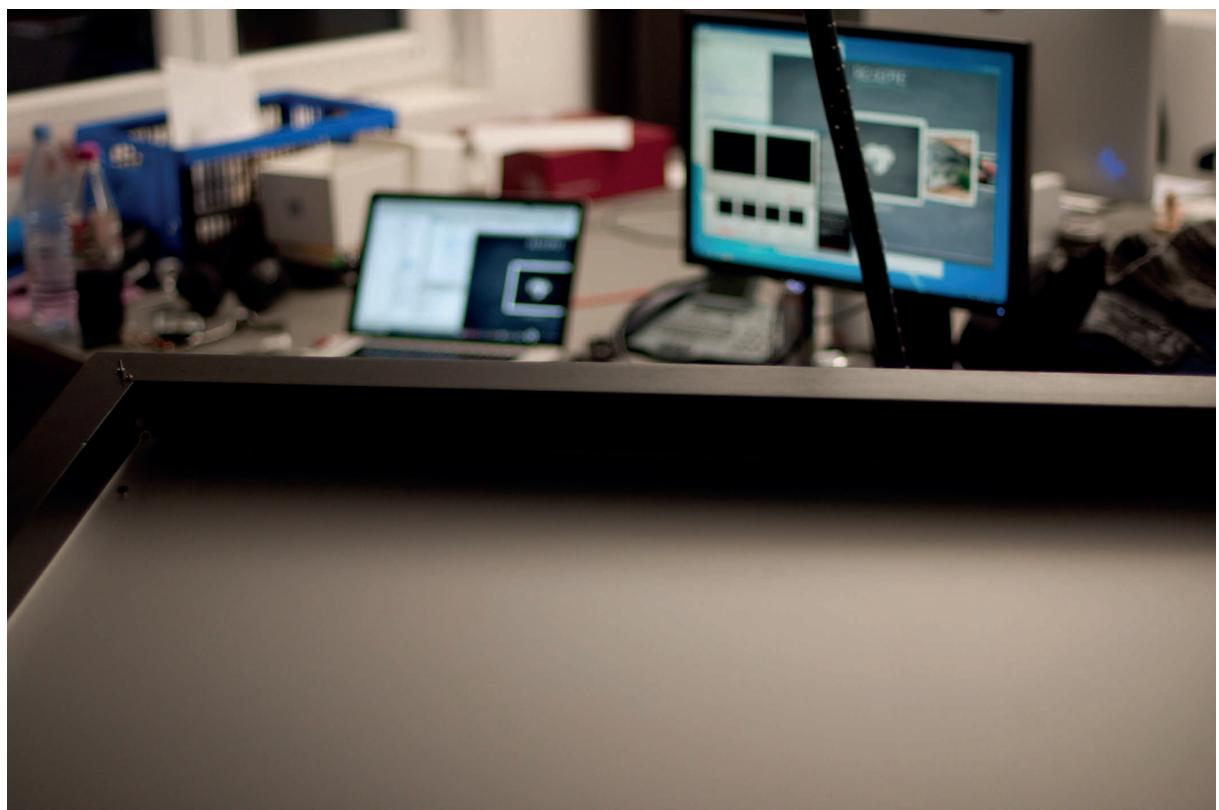


Abbildung 42: Testaufbau ohne Projektor, Darstellung von Jean-Pierre am Monitor, LLP Verfahren aktiv



Abbildung 43: Testaufbau Laptop und MSA Remote auf dem iPhone



Abbildung 44: Rudimentärer Aufbau Projektor, Kamera, Rechnersystem in der Holzbox.

Anhang B: Einstellungsmanager

Im Laufe der abschließenden Arbeiten an Jean-Pierre hat sich herausgestellt, dass während dem Betrieb auf anderen Rechnersystemen als dem Entwicklungsrechner Fehler auftreten, die ohne nähere Informationen nicht zu beheben sind. Des Weiteren haben einige Funktionalitäten gefehlt, die zur Konfiguration von vordefinierten Parametern benötigt werden.

Der Einstellungsmanager ist in Abbildung 45 dargestellt. Zu sehen ist ein Fenster, welches über der eigentlichen Anwendung liegt. Das Fenster ist nicht Teil der Anwendung und wird deshalb per Tastatur über die Leertaste geöffnet und geschlossen. Innerhalb der Anwendung gibt es keinen Button, der dieses Fenster öffnet. Zum Schließen kann alternativ zur Tastatur ein vorhandener Button per Maus verwendet werden.



Abbildung 45: Administrative Einstellungen in Jean-Pierre

Abgebildete Informationen

Der Manager zeigt folgende Informationen an:

TUIO IP

Die IP-Adresse, die zum Empfang von TUIO Daten verwendet wird und deren Verbindungsstatus.

Viewport Scale

Die Angabe über die Skalierung der Anwendung. Jean-Pierre besitzt eine native Auflösung von 1542x1080 Pixel, zur Anzeige auf Anzeigegeräten mit geringeren Auflösungen muss die Auflösung verhältnisgerecht herunterskaliert werden. Der aktuelle Skalierungswert wird hier angegeben.

Category & Recipes Count

Diese Werte geben die Anzahl der ausgelesenen Kategorien und Rezepten wider.

System Info

Dieser Bereich zeigt Informationen zur Bildwiederholrate und dem verwendeten Arbeitsspeicher. Damit kann die Performance von Jean-Pierre überprüft werden.

Verfügbare Funktionen

Neben der Darstellung von Informationen zur Applikation beinhaltet der Einstellungsmanager vier Funktionalitäten:

Do Viewport Scale

Mit Hilfe dieser Funktion kann die Anwendungssoftware in Schritten von 10% skaliert werden. Diese dient als Alternative zur Größenänderung mittels der sensitiven Ecke unten rechts, wie sie in jeder Anwendung vorhanden ist.

Problematisch bei der Skalierung ist vor allem die dreidimensionale Darstellung in der Overflow Ansicht. Diese orientiert sich an Parametern wie Projektionszentrum, Field of View und Fokuslänge. Diese müssen abhängig von der Skalierung der Applikation angepasst werden. Bei der Skalierung über die Funktionalität im Einstellungsmanager werden optimale 3D Parameter sichergestellt. Bei der Größenänderung mittels der sensitiven Ecke werden die Parameter ebenfalls angepasst, jedoch kann eine optimale Darstellung nicht für alle Varianten sichergestellt werden.

Make TUO Verbose

»Verbose« bedeutet im Deutschen gesprächig. Mit dieser Funktion wird ein zusätzliches Fenster eingeblendet, welches die TUO Aktionen add, remove und fseq protokolliert. Damit kann der Administrator prüfen, ob TUO Daten ordnungsgemäß empfangen werden. Im Falle ausbleibender Reaktionen auf Berührungen kann so die Fehlersuche unterstützt werden.

Debug Touch on/off

Diese Funktion aktiviert oder deaktiviert die Debug-Ansicht innerhalb der Anwendung. Bei Aktivierung werden bei Berührungen zusätzlich einfache Kreise angezeigt. Diese ermöglichen die Überprüfung, ob das projizierte Bild und der Tracker korrekt kalibriert sind. Bei einer fehlerhaften Kalibrierung würden die Kreise nicht direkt unter dem berührenden Finger liegen. Siehe dazu Kapitel 4.2.4.

Change TUIO IP

Diese Funktion hat sich bei der Einrichtung auf anderen Computersystemen als elementar erwiesen. Die Anwendung Jean-Pierre versucht zum Start eine automatische Erkennung der IP-Adresse im Netzwerk durchzuführen.

Gültig sind lediglich IP-Adressen im lokalen Netzwerk. Diese beginnen entweder mit 10 oder mit 192⁴⁴. Bei erfolgreicher Verbindung kann die Anwendung TUIO Daten aus dem lokalen Netzwerk empfangen. Dies ist während der Entwicklung oder zur Trennung von Anwendung und Erkennungssystem, wie in Kapitel 4.3.4 beschrieben, nötig. Befinden sich beide Systeme auf demselben Rechner, so muss an Stelle der Netzwerkadresse, die Pseudo-IP-Adresse 127.0.0.1, die immer auf den Computer selbst zeigt, verwendet werden. Die Nutzung einer echten Netzwerkadresse erlaubt nicht den Empfang lokaler TUIO Daten.

Damit Jean-Pierre nicht für jede Variation im Netzwerk angepasst werden muss, wird eine Auswahlfunktion für IP-Adressen vorausgesetzt.

Ein weiterer Grund für eine derartige Auswahlfunktion sind Geräte mit mehreren Netzwerkgeräten wie Ethernet und WLAN. Sind beide Geräte verbunden, so kann die automatische Erkennung nicht immer die korrekte bzw. gewünschte Netzwerkadresse herausfinden.

Die IP-Adressen Auswahl listet alle auf dem jeweiligen Computersystem verfügbaren Adressen auf. Der Administrator, der Jean-Pierre einrichtet, kann so die korrekte IP-Adresse auswählen. Diese manuelle Auswahl bleibt optional. Jean-Pierre versucht zum Start eine automatische Erkennung, damit die Applikation so schnell wie möglich angezeigt wird. Werden keine TUIO Daten empfangen kann zuerst die IP-Adresse überprüft und gewechselt werden, um eine fehlerhaft erkannte Netzwerkadresse auszuschließen.

⁴⁴Vgl. en.wikipedia.org/wiki/IP_address

Literatur

- [1] Adobe Systems. (2010). *Flash Player Version Penetration*. URL http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/version_penetration.html. Einsichtnahme: 07.06 2010
- [2] Adobe Systems. (2010). *Adobe AIR 2 Now Available!* URL http://blogs.adobe.com/air/2010/06/introducing_air_2.html. Einsichtnahme: 19.11.2010
- [3] Adobe Systems. (o.J.). *Adobe AIR*. URL <http://www.adobe.com/products/air/>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [4] AixiZ LLC. (o.J.). *Aixiz Store Front Catalog*. URL <http://www.aixiz.com/shop/>. Einsichtnahme: 11.08 2010
- [5] Akten, Mehmet S. (2009). *MSA Remote for iPhone*. URL <http://memo.tv/iphone/msaremote>. Einsichtnahme: 01.08 2010
- [6] Akten, Mehmet S. (o.J.). *MSAFluid for processing*. URL http://memo.tv/msafluid_for_processing. Einsichtnahme: 11.08 2010
- [7] Bauer, Immanuel. (2010). *Tuio as3 library*. URL <http://bubblebird.at/tuioflash/tuio-as3-library/>. Einsichtnahme: 09.08.2010
- [8] Bauer, Immanuel. (2010). *Creating custom Gestures*. URL <http://bubblebird.at/tuioflash/guides/creating-custom-gestures/>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [9] Buxton, B. (2007). *Multi-touch systems that I have known and loved*. Microsoft Research URL <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>. Einsichtnahme: 09.08.2010
- [10] Chun, B. (o.J.). *flosc*. URL <http://www.benchun.net/flosc/>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [11] Cionini, Fabiano. (2009). *Oscar 1.0 released!* URL <http://www.todo.to.it/blog/oscar/>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [12] CRISP. (o.J.). *Electromagnetic Radiation*. URL <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/em.htm>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [13] goruma. (o.J.). *Arten von Strahlung*. URL http://www.goruma.de/Wissen/Naturwissenschaft/StrahlungenUmwelt/arten_von_strahlung.html. Einsichtnahme: 18.11.2010

- [14] Grant, Davies, & Lee, Syvester. (2009). *The Difference Between Flex and Flash*. URL <http://theresidentialien.typepad.com/ginormous/2009/02/the-difference-between-flex-and-flash.html>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [15] Han, J. Y. (2005). *Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection*. Proceedings from Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology.
- [16] Harper, R, Rodden, T, Rogers, Y, & Sellen, A. (2008). *Being human: Human-computer interaction in the year 2020*. Microsoft Research.
- [17] Ideum. (o.J.). *Open Source Gesture Library*. URL <http://gestureworks.com/about/open-source-gesture-library/>. Einsichtnahme: 28.09 2010
- [18] Ideum. (o.J.). *True multitouch for Flash and Flex*. URL <http://gestureworks.com/>. Einsichtnahme: 09.08 2009
- [19] Iseki, O, & Shneiderman, B(1986). *Applying direct manipulation concepts: direct manipulation dik operating system (DMDOS)*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 11(2), 22–26.
- [20] Joe. (2010). *Dual Touch-Screen Tablet PC From Toshiba*. URL <http://www.techtlt.com/2010/06/24/dual-touch-screen-tablet-pc-from-toshiba/>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [21] Kaindl, Georg. (2008). *DIY Laser Multi-Touch Table*. URL <http://arbi.trario.us/2008/11/02/diy-laser-multi-touch-table/>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [22] Kaindl, Georg. (o.J.). *Touché – Version History*. URL <http://gkaindl.com/software/touche/version-history>. Einsichtnahme: 05.09 2010
- [23] Kaindl, Georg. (o.J.). *Touché Framework*. URL <http://gkaindl.com/software/touche>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [24] Kaltenbrunner, M. (2009). *reactIVision and TUIO: a tangible tabletop toolkit*. Proceedings from Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces.
- [25] Kaltenbrunner, Martin, & Rosss, Bencina. (2010). *reactIVision*. URL <http://reactivision.sourceforge.net/>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [26] Keller, R. (2002). *Brechung und Reflexion: Leybold-Apparat*. URL http://vorsam.uni-ulm.de/ASP/OArchiv_Images.asp?OrdnungsNr=O-068. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [27] Lamelot, Matthieu. (o.J.). *Kapazitive Touchscreens*. URL <http://www.tomshardware.de/Touchscreens,testberichte-240158-3.html>. Einsichtnahme: 09.08 2010

- [28] Litchfield, Steve. (2009). *Resistive vs Capacitive: the invisible tech war in which both opponents can win?* URL
http://www.allaboutsymbian.com/features/item/Resistive_vs_Capacitive_the_invisible_tech_war_in_which_both_opponents_can_win.php. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [29] magnus.de. (2010). *Neue Casio-Beamer mit LED-Lichtquelle - 20.000 Stunden Lebensdauer.* URL <http://www.magnus.de/news/neue-casio-beamer-mit-led-lichtquelle-20-000-stunden-lebensdauer-816626.html>. Einsichtnahme: 19.11.2010
- [30] Gemmell, Matt Legend. (o.J.). *iPad Multi-Touch.* URL
<http://mattgummell.com/2010/05/09/ipad-multi-touch>. Einsichtnahme: 20.09 2010
- [31] McLean, Ian. (2009). *Using UDP socket connections for low-latency and loss-tolerant scenarios in AIR 2 (Part 1).* URL <http://insideria.com/2009/11/udp-socket-connections-for-los-1.html>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [32] Ming, A., & Ma, H. (2007). *A blob detector in color images.* Proceedings from Proceedings of the 6th ACM international conference on Image and video retrieval.
- [33] National Instruments. (2001). *Calculating Camera Sensor Resolution and Lens Focal Length.* URL
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/29D716D6F4F1FBC386256AE700727AF6>. Einsichtnahme: 22.09 2010
- [34] Bilton, Nick. (o.J.). *Pressure-sensitive capacitive touchscreens with multi-touch coming in 2010!* URL <http://www.intomobile.com/2009/12/30/pressure-sensitive-capacitive-touchscreens-with-multi-touch-coming-in-2010/>. Einsichtnahme: 10.09 2010
- [35] Group, NUI. (2008). *Sony PS3 EYE IR Filter Removal (Difficulty: MEDIUM) ** Updated **.* URL <http://nuigroup.com/forums/viewthread/2953/>. Einsichtnahme: 19.11.2010
- [36] Group, NUI. (2009). *17" FTIR LCD Screen (schematic attached).* URL
<http://nuigroup.com/forums/viewthread/4309/>. Einsichtnahme: 19.11.2010
- [37] NUIGroup. (2007). *Webcamera Specifications.* URL
<http://nuigroup.com/forums/viewthread/638/>. Einsichtnahme: 22.09 2010
- [38] NUIGroup. (2009). *Multi-Touch Technologies.* URL
<http://nuicode.com/projects/wiki-book>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [39] NUIGroup. (o.J.). CCV. URL <http://ccv.nuigroup.com/>. Einsichtnahme: 09.08 2010

- [40] omegabob2(ebay). (o.J.). *NIR Optical Filter, 850DF20, 14mm square X 2.1mm thick*. URL <http://cgi.ebay.com/ws/eBayISAPI.dll?ViewItem&item=310180847021>. Einsichtnahme: 11.08 2010
- [41] Point Grey Research. (2009). *Firefly MV Specifications*. URL <http://pointgreyresearch.com/products/fireflymv/fireflymv.pdf>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [42] Smith, Prof. Leslie. (1996). *An Introduction to Neural Networks*. URL <http://www.cs.stir.ac.uk/~lss/NNIntro/InvSlides.html>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [43] Rabiner, LR(1989). *A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition*. Proceedings of the IEEE, 77(2), 257–286.
- [44] Saffer, Dan. (2008). *Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices*. O'Reilly Media.
- [45] Schöning, J, Brandl, P, Daiber, F, Echtler, F, Hilliges, O, Hook, J et al.(2008). *Multi-touch surfaces: A technical guide*. Technical Reports of the Technical University of Munich.
- [46] So touch. (o.J.). *So touch Framework*. URL <http://www.so-touch.com>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [47] Spadaccini, Jim. (2010). *True Multitouch with Adobe Flash*. URL <http://www.ideum.com/blog/2010/01/true-multitouch-with-adobe-flash/>. Einsichtnahme: 09.08 2010
- [48] touchscape. (o.J.). *Introduction to Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)*. URL <http://touchscape.org/developer/downloads/tech/FTIR%20Explained.pdf>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [49] TUO.org. (o.J.). *Flash AS3 TUO Client*. URL <http://www.tuio.org/?flash>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [50] TUO.org. (o.J.). *Software Implementing TUO*. URL <http://www.tuio.org/?software>. Einsichtnahme: 01.08 2010
- [51] TUO.org. (o.J.). *TUO 1.1 Protocol Specification*. URL <http://tuio.org/?specification>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [52] TUO.org. (o.J.). *TUO.org*. URL <http://tuio.org/>. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [53] unibrain. (o.J.). *Fire-i™ Digital Camera*. URL <http://nuigroup.com/forums/viewthread/638/>. Einsichtnahme: 22.09 2010
- [54] Villamor, Craig, Willis, Dan, & Wroblewski, Luke. (o.J.). *Touch Gesture Reference Guide*. URL <http://www.lukew.com/touch/TouchGestureGuide.pdf>. Einsichtnahme: 18.11.2010

- [55] Wikipedia. (o.J.). *Angle of view*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_view. Einsichtnahme: 22.09.2010
- [56] Wikipedia. (o.J.). *Band gap*. URL http://en.wikipedia.org/wiki/Band_gap.
Einsichtnahme: 09.08.2010
- [57] Wikipedia. (o.J.). *Bandlücke*. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/Bandlücke>.
Einsichtnahme: 09.08.2010
- [58] Wikipedia. (o.J.). *Broadcast address*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/Broadcast_address. Einsichtnahme: 19.11.2010
- [59] Wikipedia. (o.J.). *Communications protocol*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/Communications_protocol. Einsichtnahme:
18.11.2010
- [60] Wikipedia. (o.J.). *Flüssigkristallbildschirm*. URL
<http://de.wikipedia.org/wiki/Flüssigkristallbildschirm>. Einsichtnahme:
19.11.2010
- [61] Wikipedia. (o.J.). *Gateway (telecommunications)*. URL
[http://en.wikipedia.org/wiki/Gateway_\(telecommunications\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Gateway_(telecommunications)). Einsichtnahme:
18.11.2010
- [62] Wikipedia. (o.J.). *Infrarotstrahlung*. URL
<http://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahlung>. Einsichtnahme: 09.08.2010
- [63] Wikipedia. (o.J.). *Musical Instrument Digital Interface*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/Musical_Instrument_Digital_Interface.
Einsichtnahme: 18.11.2010
- [64] Wikipedia. (o.J.). *Raumschiff Enterprise: Das nächste Jahrhundert*. URL
http://de.wikipedia.org/wiki/Raumschiff_Enterprise:_Das_nächste_Jahrhundert.
Einsichtnahme: 06.10.2010
- [65] Wikipedia. (o.J.). *Replicator (Star Trek)*. URL
[http://en.wikipedia.org/wiki/Replicator_\(Star_Trek\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Replicator_(Star_Trek)). Einsichtnahme: 06.10.
2010
- [66] Wikipedia. (o.J.). *Snell's law*. URL http://en.wikipedia.org/wiki/Snell's_law.
Einsichtnahme: 21.09.2010
- [67] Wikipedia. (o.J.). *Touchscreen*. URL <http://en.wikipedia.org/wiki/Touchscreen>.
Einsichtnahme: 09.08.2010
- [68] Wikipedia. (o.J.). *Tracker*. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/Tracker>.
Einsichtnahme: 09.08.2010
- [69] Wikipedia. (o.J.). *Transmission Control Protocol*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol. Einsichtnahme:
18.11.2010

- [70] Wikipedia. (o.J.). *User Datagram Protocol*. URL
http://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [71] Williams, Andrew. *Touchscreen lowdown -- Capacitive vs Resistive*. URL
http://www.knowyourmobile.com/features/392510/touchscreen_lowdown_capacitive_vs_resistive.html. Einsichtnahme: 18.11.2010
- [72] Wright, Matthew. (2002). *The Open Sound Control 1.0 Specification*. URL
http://opensoundcontrol.org/spec-1_0. Einsichtnahme: 05.09 2010
- [73] Wright, Matthew. (o.J.). *Open Sound Control: an enabling technology for musical networking*. URL <http://opensoundcontrol.org/files/S1355771805000932a.pdf>. Einsichtnahme: 11.11.2010