

multitouch

Projekt Multi Touch Screen

Hardware Dokumentation



Institut für
4D-Technologien



Fachhochschule
Nordwestschweiz

Versions Nr.:	0.7
Autor:	David Peyer
Datum Letzte Revision:	26.04.2008
Stand des Dokuments	Entwurf Endausgabe
Dateiname:	20080428_Hardwaredokumentation.doc

Revisionen

Version	Datum	Kommentar	Autor
0.0	19.03.2008	Erstellen der Grundlegenden Struktur der Hardware Dokumentation	David Peyer
0.3	19.03.2008	Erstellen der ersten 3 Kapitel	David Peyer
0.4	23.03.2008	Ergänzungen	David Peyer
0.5	26.03.2008	Erstellen des vierten Kapitels	David Peyer
0.6	26.04.2008	Erstellen der Testfälle	David Peyer
0.7	05.05.2008	Update Beschreibungen / Kapitel 5	Flavio Bruschetti

Inhaltsverzeichnis

REVISIONEN	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
1. EINLEITUNG	4
1.1 Sinn und Zweck des Dokumentes	4
1.2 Übersicht	4
1.3 Abkürzungen	4
2. INFORMIEREN	5
2.1 Informationsquellen	5
3. PLANUNG	6
3.1 Einsatzplan	6
4. HARDWARE	7
4.1 Anforderungen	7
4.2 Die Technologie	7
4.2.1 Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)	7
4.2.2 Diffused-Illumination (DI)	8
4.3 Bestandteile	9
4.4 Evaluation	9
4.5 Bauplan	12
4.6 Budget	14
5. ZUSAMMENBAU	15
5.1 Foto Dokumentation	15
5.2 Probleme und Herausforderungen	18
6. TESTEN	19
6.1 Testfälle	19
6.2 Testprotokoll	20
6.3 Testauswertung	21
7. APPENDICES	22
7.1 Abbildungsverzeichnis	22

1. Einleitung

1.1 Sinn und Zweck des Dokumentes

Dieses Dokument dient dazu den ganzen Hardware-Prozess zu dokumentieren. Es wird darin festgehalten welche Entscheidungen, auf welchen Grundlagen, gefällt wurden. Und es soll einen Überblick über die Bauphasen des Projektes geben.

1.2 Übersicht

Dieses Dokument ist wie folgt aufgebaut. Zuerst wird beschrieben wie wir uns zu diesem Thema informiert haben. Danach kommt unsere Hardware-Team interne Planung. Dann welche Hardware wir ausgewählt haben und auf welchen Grundlagen diese ausgewählt wurde. Ebenfalls werden die Hardware Anforderungen aufgezählt und näher auf die Technologie eingegangen. Im gleichen Abschnitt des Dokumentes befinden sich auch der Bauplan sowie das Budget. Im nächsten Teil befindet sich die Dokumentation zum Bauprozess mit vielen Bildern. Es wird auch beschrieben, welche Herausforderungen gemeistert wurden und welche Probleme auftraten. Am Ende des Dokuments befinden sich die Testfälle und die Testprotokolle.

Angaben zur Software entnehmen Sie bitte dem Software Pflichtenheft Angaben zum Team und dem allgemeinen Ablauf dem Software Projekt Management Plan.

1.3 Abkürzungen

MTS	Multi Touch Screen
FAQ	Frequently Asked Questions (Häufig gestellte Fragen)
SPMP	Software Projekt Management Plan
IR	Infrarot
LED	Light Emitting Diode (Leuchtdiode)
FTIR	Frustrated Total Internal Reflection
DI	Diffused-Illumination

2. Informieren

2.1 Informationsquellen

Wir haben uns mehrheitlich mit Hilfe des Internets über das Thema MTS informiert. Das Internet eignet sich besonders gut, da es sehr aktuell ist und es über dieses Thema nur wenig Literatur gibt. Als Hauptinformationsquellen dienten uns folgende Webseiten.

Internet:

Adresse	Beschreibung
http://www.multitouch.nl/ http://nuigroup.com http://www.naturalui.com/	Blog von Harry van der Veen Comunity zur Homepage mit vielen Anleitungen zum Bau von MTS. Firmen Website von Harry van der Veen
http://lowres.ch/ftir/	Anleitung zum Bauen eines MTS
http://www.diniro.net/fabbblog/	Blog und Anleitungen zum Thema MTS
http://dundee.cs.queensu.ca/wiki/index.php/Building_a_Multi-Touch_Sensitive_Table	Anleitung MTS
http://www.whitenoiseaudio.com/touchlib/faq.html	FAQ zum Thema MTS
http://www.fingerworks.com/userguides.html	Homepage mit vielen Informationen zum Thema Touchscreens und deren Bedienung
http://blog.jensfranke.com/2007/12/10/multi-touch-special-agenda/	Bauplan und Einkaufsliste
http://www.muhrer.nl/blog/?cat=3&paged=1	Blog zum Thema MTS sowie eine Anleitung
http://ssandler.wordpress.com/	Blog zum Thema MTS und Musik sowie Anleitung

Bücher und Fachzeitschriften:

Zeitschrift: Page
 Ausgabe: 01 / 2008
 Artikel: Multitouch im Eigenbau

3. Planung

3.1 Einsatzplan

Der MTS wird von 3 Personen gebaut und muss spätestens zur Projektintensivwoche fertig gestellt sein. Nach dem ersten Kundengespräch wurde mit dem Bestellen der Hardware begonnen.

Einsatzplan

	31.03.2008	02.04.2008	07.04.2008	09.04.2008
David Peyer	X	X	X	X
Flavio Bruschetti	X	X	X	X
Patrick de Boer	X	X	X	X
	13:00 bis 16:00	13:00 bis 17:00	13:00 bis 16:00	13:00 bis 17:00

Anfallende Arbeiten:

31.03.2008 Grundgerüst fertig
LEDs löten

02.04.2008 Hardware Befestigung einbauen
Hardware einbauen
Hardware aufsetzen
Hardware testen

07.04.2008 Silikon auf Plexiglas
Test des Touchscreens
Hardware justieren
Reserve

09.04.2008 Reserve

Laufende Arbeiten:

- Dokumentation schreiben (Flavio Bruschetti)
- Fotos machen (Patrick de Boer)
- Testprotokolle (David Peyer)

Die Grobplanung entnehmen Sie bitte dem SPMP

4. Hardware

4.1 Anforderungen

Muss-Kriterien:

- Muss in öffentlichem Raum stehen können
- Robuste Bauweise
- Einfaches Aussehen glatte Oberfläche und Quaderform
- Einfach zu putzen
- Zum Betrieb wird kein Servicemann benötigt

Optionale-Kriterien:

- ...

4.2 Die Technologie

Der ganze Multitouch Screen basiert darauf, dass eine IR-Kamera die Bewegung der Objekte auf der Bildfläche filmt und der Computer diese danach in Ereignisse umrechnet. Diese Ereignisse werden von einem Eventserver verwaltet und an alle Programme weitergesendet, welche diese anfordern.

Das Benutzerprogramm ist dafür zuständig, mit den Events zu arbeiten und eine Ausgabe zum Beamer zu leiten.

Dies geschieht natürlich alles nahezu in Echtzeit. Es gibt zwei verschiedene Methoden die IR-LEDs zu positionieren; wir haben uns entschieden beide Methoden in unserem Multitouch Screen auszuprobieren.

Wir wollen uns erst nach intensivem Testen für eine Methode entscheiden, welche dann im Dauerbetrieb eingesetzt wird.

4.2.1 Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)

Bei dieser Technologie werden der Länge nach IR-LEDs mit regelmässigen Abständen an einem Rahmen befestigt, welcher das Plexiglas umschliesst. Trifft nun das IR-Licht im rechten Winkel auf das transparente Material kann es dieses nicht mehr verlassen und wird kontinuierlich intern reflektiert.

Hier wird ein optisches Phänomen ausgenutzt, welches man Frustrated Total Internal Reflection nennt.

Berührt man mit dem Finger das Plexiglas wird das Licht an dieser Stelle gebrochen und nach unten abgelenkt, im Idealfall genau mit einem 90° Winkel zum Plexiglas.

Dieser abgelenkte IR-Strahl wird nun von der Kamera eingefangen und die Information an den Computer weitergegeben. Um diesen Effekt noch zu unterstützen wird eine 1mm dicke Silikonschicht auf das Plexiglas aufgetragen. Dadurch wird mehr Infrarotlicht reflektiert, man muss somit weniger stark auf das Plexiglas drücken.

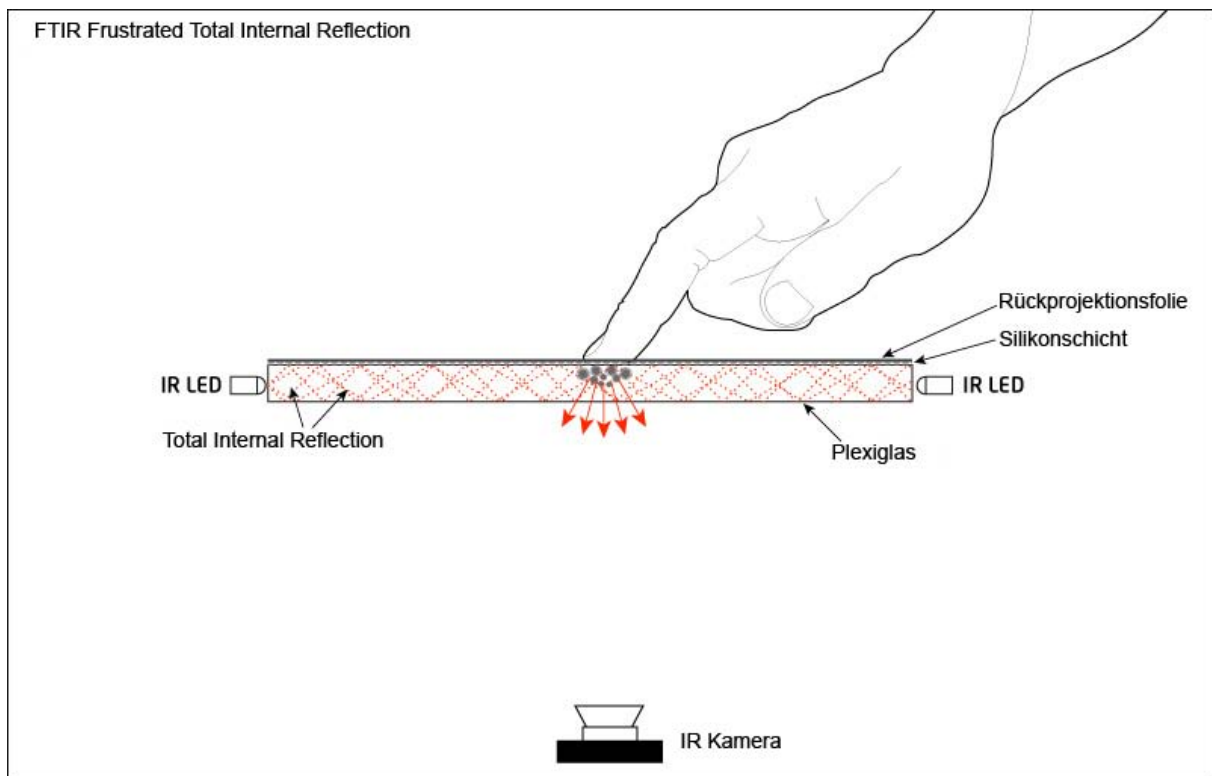


Abbildung 1 FTIR

4.2.2 Diffused-Illumination (DI)

Hier werden, anstelle des aufwendigen IR-LED Rahmens, normale IR-Strahler verwendet. Auch hier werden die Strahlen von den Fingern reflektiert. Diese Technik hat den Vorteil, dass man so Gegenstände oder Strichcodes erkennen kann.

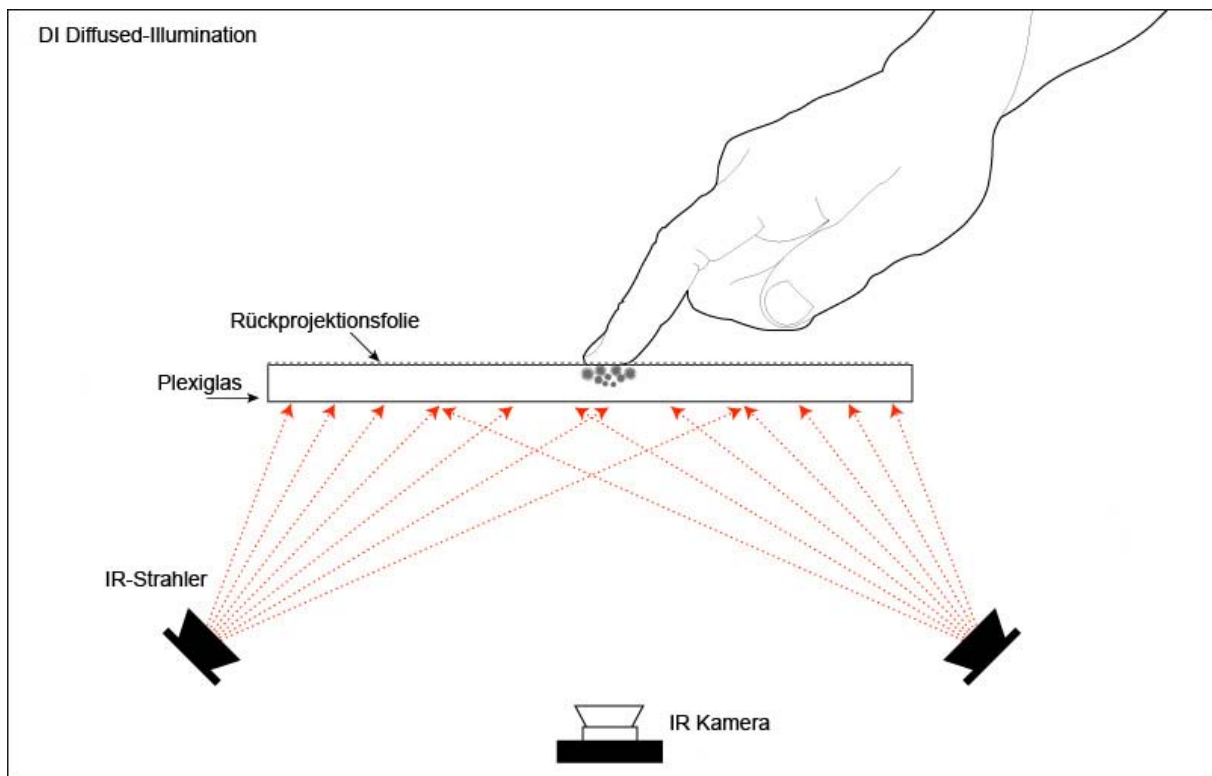


Abbildung 2 DI

4.3 Bestandteile

Ein gängiger Multitouch Screen besteht aus folgender Hardware

- Einem Beamer, welcher das Bild auf die Rückprojektionsfolie projiziert
- Einem Computer, welcher die die Ausgabe des Beamers berechnet
- Einer Infrarotkamera zum filmen der Fingerbewegungen
- Vielen IR-LEDs oder IR-Strahler um die Bewegungen sichtbar zu machen
- Einer Plexiglasplatte, welche als Projektionsfläche dient
- Rückprojektionsfolie welche über das Plexiglas gespannt ist und das Bild sichtbar macht
- Silikon, welcher über das Plexiglas gegossen wird um die Fingerabdrücke besser erkennbar zu machen
- Einem Tisch-ähnlichen Möbel, welches den Multitouch Screen beinhaltet
- Einem Spiegel welcher das Beamerbild umlenkt

4.4 Evaluation

Beamer

Den Beamer haben wir von der FHNW zu Verfügung gestellt bekommen.

Hersteller: Hitachi

Typ: CP-X260

Computer

Den Computer haben wir ebenfalls von der FHNW zu Verfügung gestellt bekommen.

Infrarotkamera

Welche?	Art. Nr. 2050 Fire-i Webcam s/w, M12x0.5 lens base
Warum?	Spezialkamera mit austauschbarem Objektiv und ohne IR Filter keine Modifikationen mehr nötig
Wo?	Compar AG vision systems & robotics Rietbrunnen 44 CH - 8808 Pfäffikon SZ
Optionen?	Zusätzlich zur Kamera wurden zwei Objektive bestellt beide für infrarotes Licht ausgelegt Art. Nr. 2046 4.3mm Standart-Objektiv Art Nr. 4382 1.9mm Weitwinkel-Objektiv

IR-LED

Welche?	5mm SFH 485-2 - Infrarot-LEDs – I
Warum?	Diese LEDs haben die in vielen Foren empfohlene Wellenlänge von 880nm
Wo?	www.distrelec.ch
Optionen?	120 Ohm Widerstände für 12 Volt
Welche?	5mm SFH 485p-2 - Infrarot-LEDs – I
Warum?	Diese LEDs haben die in vielen Foren empfohlene Wellenlänge von 880nm und einen Abstrahlwinkel von 40°
Wo?	www.conrad.ch
Optionen?	15 Ohm Widerstände für 12 Volt

IR-Strahler

Welche?	TV6700 - IR-Strahler silber
Warum?	Diese LED-Strahler haben die Wellenlänge von 880nm und können gut positioniert werden
Wo?	www.distrelec.ch
Optionen?	keine

Plexiglas

Welche?	820mm x 620mm x 10mm Plexiglas
Warum?	10mm Plexiglas bietet für uns genügend Stabilität und ist dennoch nicht zu dick. Länge und Breite sind Beamer abhängig
Wo?	www.neoplex.ch
Optionen?	Kanten poliert aber nicht gebrochen

Rückprojektionsfolie

Welche?	Rosco Grey Rückprojektionsfolie
Warum?	Diese Rückprojektionsfolie wurde in vielen Multitouch Screens

	erfolgreich verwendet. Grosser Vorteil sie filtert infrarotes Licht.
Wo?	www.swisslightconsulting.ch
Optionen?	Keine
Welche?	Gerriets Rückprojektionsfolie
Warum?	Diese Rückprojektionsfolie wurde für das DI-Setup bestellt. Im Gegensatz zur Rosco Folie filtert sie wenig IR-Licht
Wo?	www.gerriets.com
Optionen?	Keine

Silikon

Welche?	SORTA-Clear 40 Silikonkautschuk 1kg
Warum?	Spezial Silikon welcher zu 100% klar wird und nicht schnell verschmutzt. Dieses Produkt wurde in vielen Internetforen empfohlen.
Wo?	www.kaupo.de
Optionen?	Keine

Hot Mirror

Welche?	FM201 Wide Band Hot Mirror, Dia = 2", AOI = 0°, 1 mm Thick
Warum?	Spiegel, welcher das IR-Licht des Beamers zurück in den Beamer spiegelt
Wo?	www.thorlabs.com
Optionen?	Keine

IR-Filter

Welche?	FB880-40 Bandpass Filter, CWL = 880 nm, FWHM = 40 nm
Warum?	Filter damit die Kamera nur einen gewissen Bereich der Wellenlänge von IR-Licht sieht
Wo?	www.thorlabs.com
Optionen?	Keine

Weitere Baumaterialien

Aluminium Profile sowie Schrauben und Federn von www.metalladen.ch

Spiegel von Spiegel Huber, Lenzburg

Verkleidung und Abdeckung Coop Bau und Hobby

4.5 Bauplan

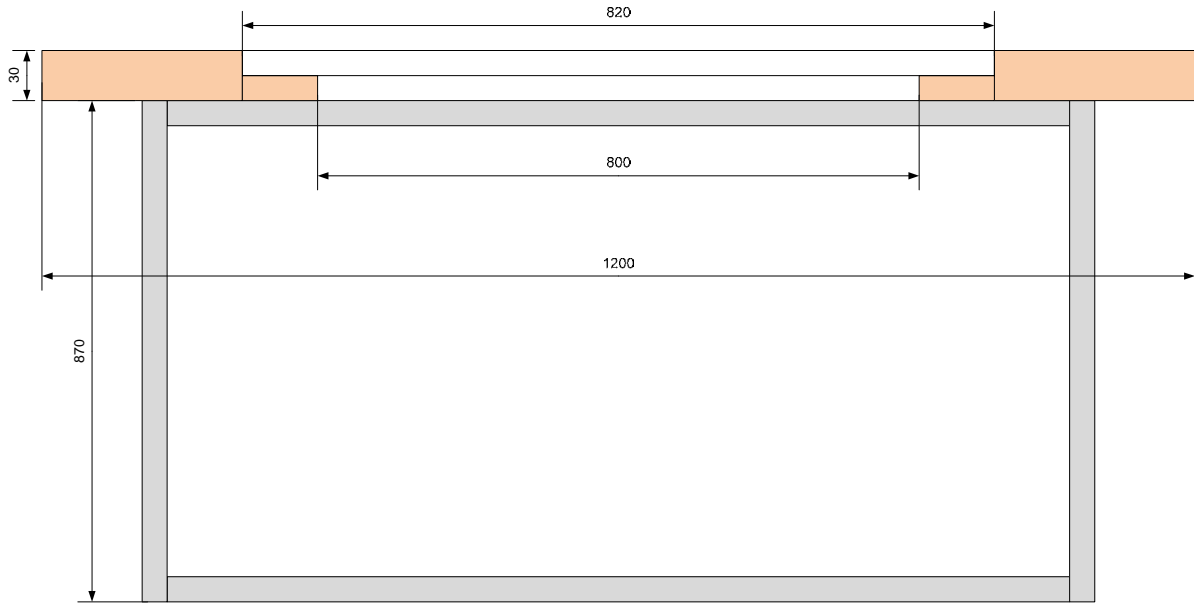


Abbildung 3 Side A

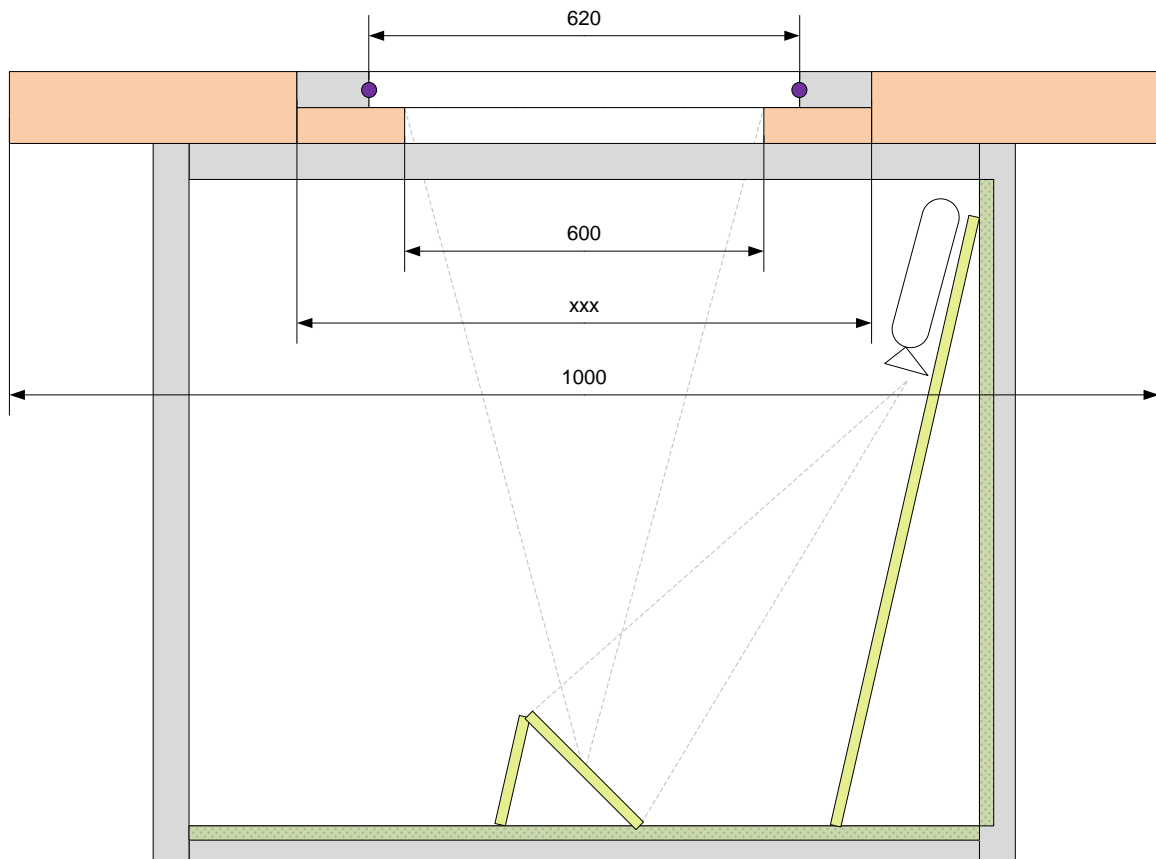


Abbildung 4 Side B

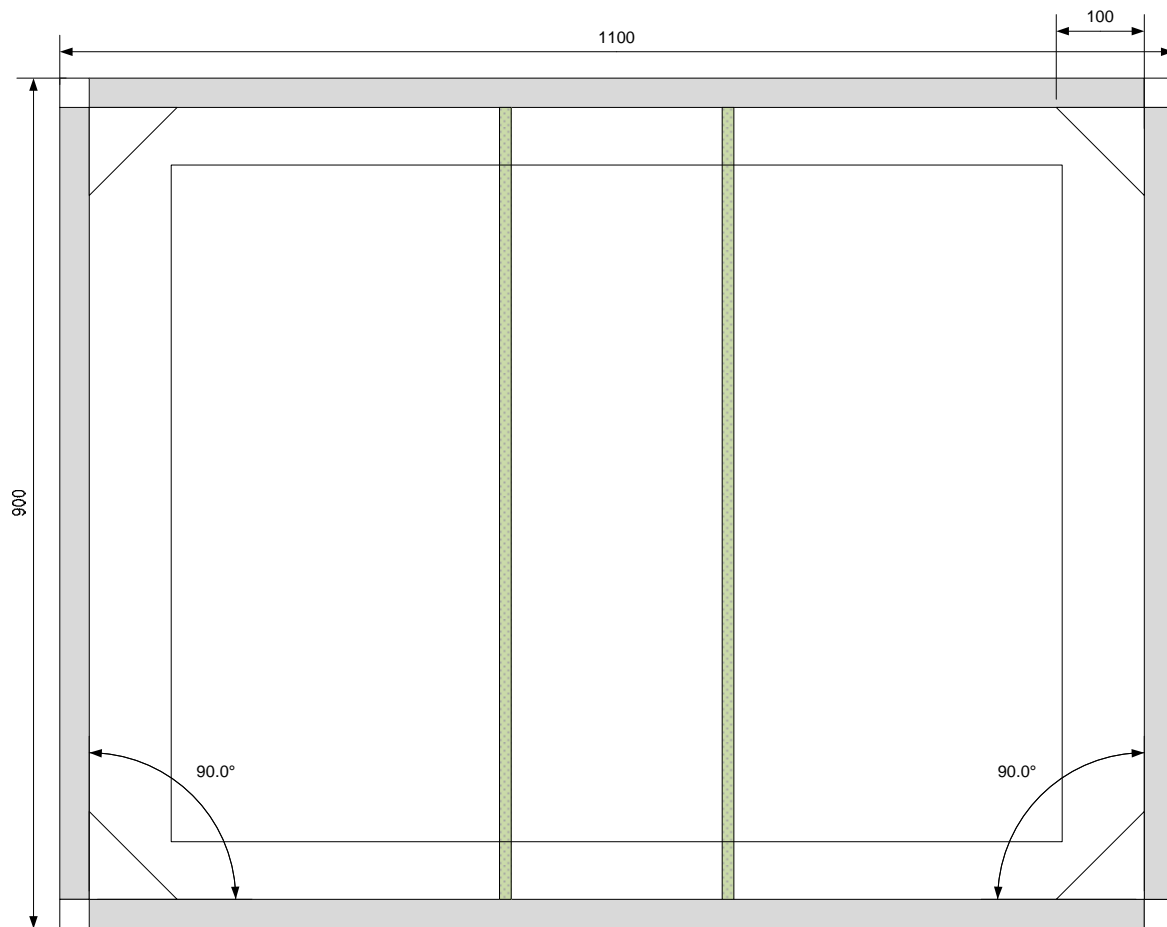


Abbildung 5 Top

4.6 Budget

Wir haben von der Fachhochschule Nordwestschweiz ein Budget von 3000.- SFr. zu Verfügung gestellt bekommen. Wichtig: die Rechnungsadresse muss auf die Fachhochschule lauten.

Pos. Hardware	Betrag
1. Webcam und 2 Objektive	393.50
2. IR-LED	75.00 plus Versand 85.00
3. IR-Strahler	198.90
4. Rosco Grey Rückprojektionsfolie 1m x 1.4m	198.00
5. Plexiglasplatte	239.95
6. SORTA-Clear 40 Silikonkautschuk 1kg	61.19 € = 104.00
7. Baumaterialien (Alu-Profile, Schrauben usw.)	350.00
8. Spiegel	31.00
9. Baumaterialien Coop	147.50
10. Thorlabs Hot Mirror	116.84 € = 192.00
11. LEDs und Elektronikmaterial Conrad	87.90
12. Lüfter und Filter	62.00
13. IR-Filter	118.73 € = 196.00
14. Gerriets Rückprojektionsfolie 1m x 2m	135.55 € = 223.00
Total:	2508.75
Restbetrag:	491.25

5. Zusammenbau

5.1 Foto Dokumentation



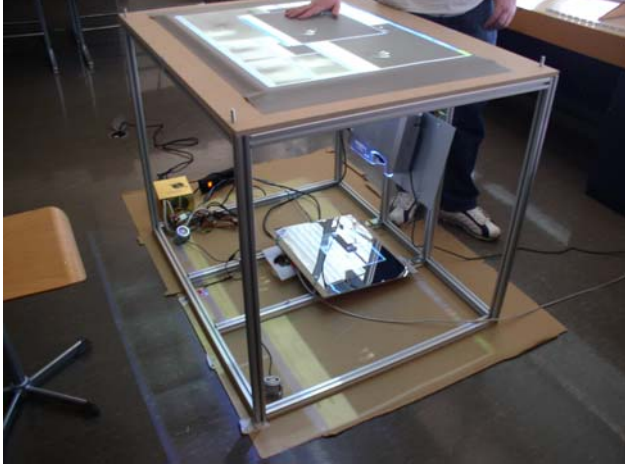
Bild	Beschreibung
 <p>Abbildung 6 Grundgerüst mit IR-Strahlern</p>	<p>Das Grundgerüst wurde aus stabilen Aluprofilen zusammengesraubt. Das Plexiglas sowie die Rückprojektionsfolie, wurden zu Beginn einfach auf das Gehäuse gelegt. Anschliessend musste eine Halterung für den Beamer entwickelt werden, um einen möglichst günstigen Winkel zur Spiegelfolie garantieren zu können.</p>
 <p>Abbildung 7 Grundgerüst mit Beamer und Spiegel</p>	<p>Als Boden dient eine Kunststoffplatte, welche einfach zu reinigen und gegen Spritzwasser geschützt ist. Zu Beginn wurde eine Spiegelfolie verwendet, welche auf ein dünnes Brett montiert wurde. Im Laufe des Projektes wurde diese dann durch einen extra dünnen Spiegel ersetzt.</p>
 <p>Abbildung 8 Erste Tests</p>	<p>Nach dem Zusammenbau konnten erste Tests realisiert werden, in denen vor allem die Bildqualität getestet wurde.</p>



Abbildung 9 MTS mit Holzwänden

Um möglichst gute Testvoraussetzungen zu schaffen, wurde der Prototyp mit vier provisorischen Aussenwänden ausgestattet. Somit werden Licht und Infrarotstrahlen vom inneren des Würfels abgeschirmt.

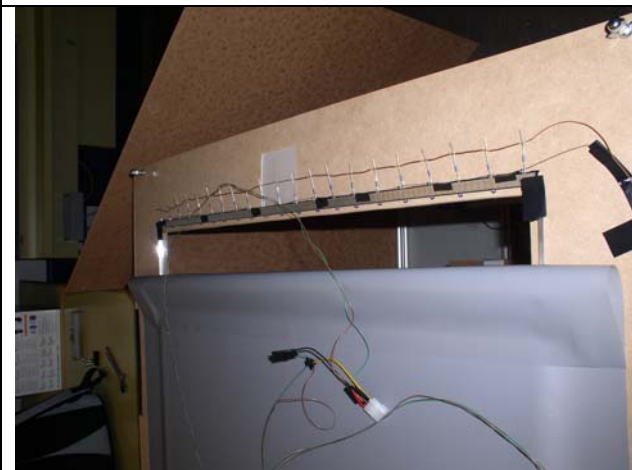
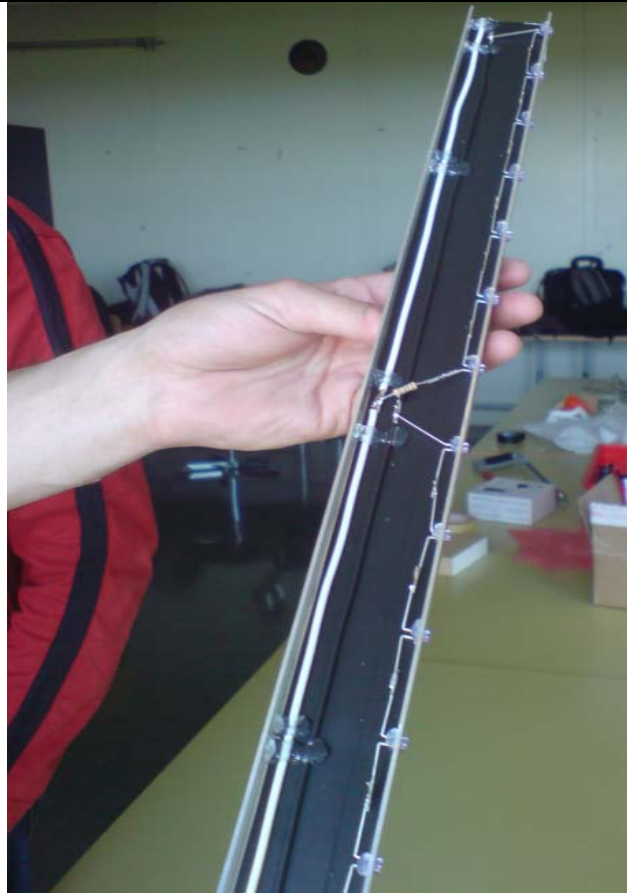


Abbildung 10 LEDs für FTIR

Für die ersten Hardwaretests wurden 21 LED pro Seite zusammengelötet und über ein Netzteil mit Strom versorgt.



In der Projektwoche wurden zwei neue LED Leisten entwickelt, welche wesentlich stabiler und ansehlicher als die Prototypeleisten sind, zudem sind sie im Gegensatz zu ihrer Vorgängerversion mit flachen LED ausgestattet, welche einen grösseren Abstrahlwinkel haben.

Abbildung 11 Neue Leiste mit flachen LED



Abbildung 12 Hot Mirror



Abbildung 13 Kamerahalterung

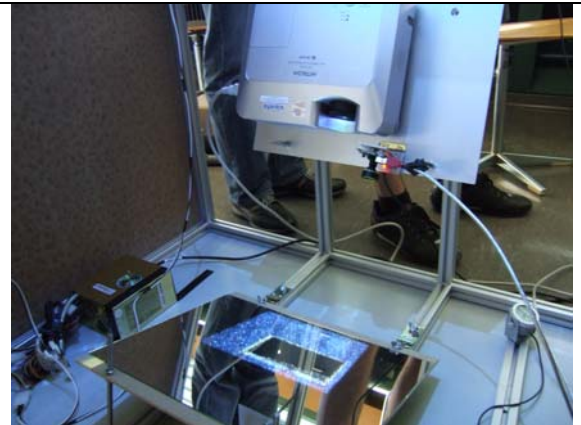


Abbildung 14 Neuer Spiegel

5.2 Probleme und Herausforderungen

LEDs haben zu geringen Abstrahlwinkel → Fläche LED bestellt mit grösserem Abstrahlwinkel

Flache LED haben vertauschte PINs → Plus / Minus Pol geändert

Rosco Rückprojektionsfolie filtert zu viel IR-Licht → Andere Folie bestellt

Spiegelfolie untauglich, zu uneben → Besonders dünner Spiegel bestellt

Rosco Rückprojektionsfolie reflektiert nur auf einer Seite IR → Folie gekehrt

6. Testen

6.1 Testfälle

Grundfunktionalität:

Die Grundfunktionalitätstests sind Tests bei welchen die Grundfunktionen der Hardware ohne Software getestet werden.

Testfall Grundfunktionalität:

- Beamer Startet
- Computer Startet
- Beamer zeigt Bild von Computer an
- Kamera überträgt Bild auf den PC
- Beamer ist bei Tageslicht genügend hell. Man kann das Bild auf der Rückprojektionsfolie erkennen
- Alle IR-LEDs FTIR funktionieren
- Beide IR-Strahler funktionieren DI
- Leichte Rempler, Stösse und Treten verursachen keinen Schaden

Interaktionstests:

Bei den Interaktionstests handelt es sich um Tests die die Interaktion zwischen Mensch und MTS testet.

Testfall Interaktion:

- Fingerabdrücke sind gut sichtbar und werden von Computer als solche erkannt (FTIR)
- Fingerabdrücke sind gut sichtbar und werden von Computer als solche erkannt (DI)
- Beispielanwendung Smoke funktioniert
- Beispielanwendung Puzzle funktioniert
- Beispielanwendung Pong funktioniert

6.2 Testprotokoll

Grundfunktionalität:

<i>Testfälle</i>	<i>Funktioniert?</i>	<i>Bemerkungen:</i>
Testfall Grundfunktionalität		
• Beamer Startet	Ok	
• Computer Startet	Ok	
• Beamer zeigt Bild von Computer an	Ok	
• Kamera überträgt Bild auf den PC	Ok	
• Beamer ist bei Tageslicht genügend hell. Man kann das Bild auf der Rückprojektionsfolie erkennen	Ok	Funktioniert sogar bei Tageslicht und Neonlicht
• Alle IR-LEDs funktionieren FTIR	Ok	
• Beide IR-Strahler funktionieren DI	Ok	DI noch nicht eingebaut
• Leichte Rempler, Stösse und Treten verursachen keinen Schaden	Ok	
Gesamt Vorgang	Ok	

Interaktionstests:

<i>Testfälle</i>	<i>Funktioniert?</i>	<i>Bemerkungen:</i>
Testfall Grundfunktionalität		
• Fingerabdrücke sind gut sichtbar und werden von Computer als solche erkannt (FTIR)	Ok	
• Fingerabdrücke sind gut sichtbar und werden von Computer als solche erkannt (DI)	Nein	Wurde noch nicht im Prototyp integriert, da neue Rückprojektionsfolie bestellt
• Beispielanwendung Smoke funktioniert	Ok	
• Beispielanwendung Puzzle funktioniert	Ok	
• Beispielanwendung Pong funktioniert	Ok	
Gesamt Vorgang		

6.3 Testauswertung

Test Nr.: 1
Testbeginn: tbd
Testende: tbd
Test Dauer: 1h

Gegenstand und Zweck des Tests:

Projekt: Multi Touch
Produkt: MTS Release: 1.0
Geliefert von: Hardware Team

Test Vorschrift:

Getestet wurde unter Windows XP mit Service Pack 2

Folgende Fälle werden getestet:

- Grundfunktionalität
- Interaktionstests

Zusätzlich kam die TouchLib zum Einsatz.

Empfehlungen:

<input checked="" type="checkbox"/> akzeptiert (Keine Wiederholung des Tests)	<input checked="" type="checkbox"/> wie es ist
<input type="checkbox"/> nicht akzeptiert (Wiederholung des Tests)	<input type="checkbox"/> nur kleine Fehler
<input type="checkbox"/> Test nicht beendet	<input type="checkbox"/> einige Funktionsfehler
	<input type="checkbox"/> einige fatale Fehler

Zusammenfassung:

//Es wurde so getestet wie oben geschrieben.

Beilagen:

Keine

Testteam:

Name: Datum
Visum

David Peyer

Pascal Müller

7. Appendices

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 FTIR	8
<i>Quelle: www.timroth.de/180/ 19.04.2008</i>	
Abbildung 2 DI	9
<i>Quelle: www.timroth.de/180/ 19.04.2008</i>	
Abbildung 3 Side A	12
Abbildung 4 Side B	12
Abbildung 5 Top	13
Abbildung 6 Grundgerüst mit IR-Strahlern	15
Abbildung 7 Grundgerüst mit Beamer und Spiegel	15
Abbildung 8 Erste Tests	15
Abbildung 9 MTS mit Holzwänden	16
Abbildung 10 LEDs für FTIR	16