

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme  
Universität Stuttgart  
Universitätsstraße 38  
70569 Stuttgart  
Germany

Diplomarbeit Nr. 3727

## **Leseaktivitäten auf großen, hochauflösenden Displays**

Eugen Mannweiler

<b>Studiengang:</b>	Diplom Informatik
<b>Prüfer:</b>	Prof. Albrecht Schmidt
<b>Betreuer:</b>	Dipl.-Inf. Lars Lischke Dipl.-Medieninf. Tilman Dingler
<b>begonnen am:</b>	15.06.2015
<b>beendet am:</b>	15.12.2015
<b>CR-Klassifikation:</b>	H.1.2, H.5.2



## Kurzfassung

In der heutigen Wissenschaft –und Geschäftswelt ist das Lesen und Verarbeiten großer Informationsmengen immer wichtiger geworden. Deswegen wird nach Lösungen zur Verbesserung der Informationserfassung und Informationsbearbeitung gesucht. Ein möglicher Ansatz ist der Einsatz großer, hochauflösender Displays. Mit Hilfe dieser Displays gibt es Möglichkeiten größere Informationsmengen auf einmal darstellen zu können. Das kann in paralleler Darstellung mehrerer Texte oder zusätzlicher Informationsebenen resultieren. Desweiteren sollen Alternativen zu herkömmlichen Eingabegeräten, wie Tastatur oder Maus, untersucht werden. Dabei kann der zukünftige Benutzer mit dem System interagieren, indem er Handbewegungen oder den Abstand zum Monitor als Hilfsmittel zur Interaktion nimmt. Die Bewegungen können von einem Bewegungserkennungssystem erfasst werden und die gewünschte Aktion ausführen. So kann der Abstand zwischen dem Benutzer und dem Monitor dazu genutzt werden, um die Schriftgröße zu beeinflussen.

In dieser Arbeit wird der Einsatz große, hochauflösender Displays im Zusammenhang mit Textlesen und Textverstehen untersucht. Dabei wird insbesondere auf die verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten, die sich aus der Kombination von großen, hochauflösenden Displays und Bewegungserkennungssystem entstehen, eingegangen. Auch die Darstellung des Textes und der Position des Lesers relativ zu den Displays soll auf Vorteile und Nachteile untersucht werden. Diesbezüglich wird eine Studie durchgeführt und ihre Ergebnisse statistisch erfasst und anschließend diskutiert werden.



# Inhaltverzeichnis

1	Einleitung .....	9
1.1	Hintergrund.....	9
1.2	Aufgabenstellung.....	10
2	Verwandte Arbeiten .....	11
2.1	Hochauflösende Displays .....	11
2.2	Texterfassung.....	19
2.3	Bewegungserkennungssystem .....	22
3	Anforderungen/Entwurf .....	29
3.1	Hochauflösende Displays .....	29
3.2	Bewegungserkennungssystem .....	29
3.2.1	Motive .....	29
3.2.2	HCILab.*.dlls .....	30
3.3	WPF.....	31
3.4	Funktionale Anforderungen.....	31
3.5	Nicht-funktionale Anforderungen .....	31
4	Implementierung .....	33
4.1	Aufbau/Architektur.....	33
4.2	Lese-Komponenten.....	33
4.2.1	EPUB-Format.....	33
4.2.2	EPUB -Reader .....	34
4.2.3	Aufbau/Funktionsweise.....	34
4.3	Die Bewegungserkennungssystemkomponente .....	36
4.4	Die Hauptkomponente .....	37
5	Nutzerstudie .....	39
5.1	Hypothese .....	39
5.2	Aufbau .....	39
5.3	Ablauf .....	40
5.4	Datenerfassung .....	42
5.5	Analyse/Ergebnisse .....	43
5.6	Auswertung.....	46
5.6.1	Auswertung der Datensätze.....	46
5.6.2	Auswertung der Fragebögen .....	47
5.7	Diskussion .....	50
6	Zukünftige Arbeiten .....	51
7	Zusammenfassung.....	53

Literaturverzeichnis.....	65
---------------------------	----

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Große, hochauflösende Displays mit fünf Informationsschichten .....	9
Abbildung 2.1 Model der Interaktionssitzung.....	11
Abbildung 2.2 Überblick über die Systemarchitektur.....	12
Abbildung 2.3 Spielszene aus „Drunken Ed“ .....	13
Abbildung 2.4 Interaktiver Tisch im Einsatz .....	14
Abbildung 2.5 Eine Powerwall aus mehreren LCD-Bildschirmen .....	16
Abbildung 2.6 Multi-Monitor Umgebung.....	16
Abbildung 2.7 Blickwinkel konstant, Distanz und Schriftgröße variabel.....	18
Abbildung 2.8 Eingabegerät und Sitzposition einstellen .....	18
Abbildung 2.9 The Text 2.0 Plugin.....	21
Abbildung 2.10 Die 4 Zonen.....	24
Abbildung 2.11 Zugängliche Information in dem Proximity Toolkit.....	25
Abbildung 2.12 Screenshot des Proximity Tools .....	26
Abbildung 2.13 Quellcode für Interaktionen mit den beobachteten Daten.....	27
Abbildung 3.1 Hochauflösende Displays .....	29
Abbildung 3.2 Motive .....	30
Abbildung 3.3 Hierarchische Darstellung der offenen Textdokumente .....	31
Abbildung 4.1 Aufbau/ Architektur des Systems.....	33
Abbildung 4.2 Aufbau der Lesekomponente .....	35
Abbildung 4.3 Übersicht über die Bewegungserkennungssystemkomponente .....	36
Abbildung 4.4 Übersicht über die Hauptkomponente.....	37
Abbildung 5.1 Aufbau der Studie .....	40
Abbildung 5.2 Weibliche Teilnehmerin während der Studie.....	41
Abbildung 5.3 Männlicher Teilnehmer während der Studie.....	42
Abbildung 5.4 Formular für die Datenerfassung während der Studie .....	43
Abbildung 5.5 Teilnehmerstatistik .....	43
Abbildung 5.6 Die Boxplotsymbole und ihre Bedeutung .....	44
Abbildung 5.7 Boxplot zur Schriftgröße/Distanz-Verteilung .....	45
Abbildung 5.8 Boxplot zur Statistik „Fest Schrittgröße/Variable Distanz“ .....	45
Abbildung 5.9 Auswertung der Datensätze.....	46
Abbildung 5.10 Beweis der Hypothese.....	47
Abbildung 5.11 Bewertung der Applikation .....	48
Abbildung 5.12 Verbesserungsvorschläge .....	49
Abbildung 5.13 Alte Version der Lesekomponente.....	49
Abbildung A.1 Distanzverteilung bei Schriftgröße 10.....	57
Abbildung A.2 Distanzverteilung bei Schriftgröße 15.....	57
Abbildung A.3 Distanzverteilung bei Schriftgröße 20.....	57
Abbildung A.4 Distanzverteilung bei Schriftgröße 25.....	58
Abbildung A.5 Distanzverteilung bei Schriftgröße 30.....	58
Abbildung A.6 Distanzverteilung bei Schriftgröße 35.....	58
Abbildung A.7 Distanzverteilung bei Schriftgröße 40.....	59
Abbildung A.8 Distanzverteilung bei Schriftgröße 45.....	59
Abbildung A.9 Distanzverteilung bei Schriftgröße 50.....	59
Abbildung A.10 Feste Distanz(Links) und variabler Schriftgröße .....	60
Abbildung A.11 Feste Distanz(Mitte) und variabler Schriftgröße.....	60
Abbildung A.12 Feste Distanz(Rchts) und variabler Schriftgröße .....	61
Abbildung A.13 Startfenster .....	62
Abbildung A.14 OptiTrack-Fenster .....	63

Abbildung A.15 Lesekomponente.....	63
------------------------------------	----

## **Listingverzeichnis**

Listing 3.1 Zugriff auf die Daten von Bewegungserkennungssystem .....	30
---	----



# 1 Einleitung

In der Einleitung wird es zuerst Hintergrundwissen zum Thema „große, hochauflösende Displays“ vermittelt. Anschließend werden die Aufgaben, die in dieser Diplomarbeit angegangen werden, ausführlich erläutert.

## 1.1 Hintergrund

Parallel zu dem Aufstieg der Wissensgesellschaft geht auch eine wachsende Informationsmenge in unserem Alltag einher. Das Datenvolumen ist im kommerziell (Digitalisierung aller aktuellen Daten und Daten in Papierformat) und im privaten Bereich (digitale Sicherung der Fotos und Unterlagen) gestiegen. Das Lesen und Verarbeiten von solchen Informationen im kommerziellen und privaten Bereich hat deshalb in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung gewonnen.

Die parallele Darstellung mehrerer unterschiedlicher Informationsansichten nebeneinander ist durch den Einsatz großer, hochauflösender Displays einfacher und effizienter zu realisieren. Da mit dem Einsatz von solchen Displays mehr Oberfläche zum Darstellen von Informationen zur Verfügung steht, können diese Informationen nach bestimmten Kriterien auf den Displays verteilt und angezeigt werden. In Abbildung 1.1 wird eine Menge Daten (fünf Informationsschichten jeweils in einer anderen Farbe) auf den Displays dargestellt, aber ein Gefühl von Informationsüberflutung kommt nicht auf, weil die Daten sortiert und geordnet angezeigt werden. Wenn diese fünf Informationsschichten auf einem herkömmlichen 20 Zoll Monitor angezeigt werden müssten, wäre der Benutzer schnell überfordert. Um diese fünf Informationsschichten auf einem 20 Zoll Monitor darstellen zu können, müssten sie entweder auf fünf verschiedene Fenster aufgeteilt oder auf eine Minimalgröße, sodass alle fünf parallel angezeigt werden können, verkleinert werden. Das führt nach persönlicher Erfahrung zu Unübersichtlichkeit.



Abbildung 1.1 Große, hochauflösende Displays mit fünf Informationsschichten[1]

Dabei ist nicht nur die parallele Darstellung mehrerer Dateien, sondern auch ein Überblick über den Inhalt oder Informationsmenge möglich. Durch die zunehmende Verwendung großer, hochauflösender Displays im privaten und beruflichen Umfeld kann das schnelle Lesen und Verarbeiten von Informationen noch abwechslungsreicher und effizienter gestaltet werden. Die Probleme, wie Informationsüberflutung, können mit Hilfe dieser Vorgehensweise gelöst werden.

## 1.2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe dieser Diplomarbeit ist die Untersuchung der Darstellungsmöglichkeiten einer oder mehrerer Texte auf großen, hochauflösenden Displays. Dabei soll eine parallele Darstellung mehrerer Texte erlaubt sein. Außerdem soll der Benutzer in der Lage sein, einen Überblick über den Inhalt der Textdateien und die hierarchische Struktur der offenen Textdateien aufrufen zu können. Um mit dem System interagieren zu können, soll die Position des Nutzers benutzt werden. Mit Hilfe eines Bewegungserkennungssystems soll der Benutzer mit den Texten interagieren, indem er Abstand zu den Displays und die eigenen Position dazu verwendet Einfluss auf die Darstellung auszuüben. Dabei kann er die Veränderung der Buchstabengröße durch zuvor genannte Methoden, erzielen.

Mit der abschließenden Nutzerstudie soll die Implementierung des Prototyps getestet werden. Dabei besteht die Studie aus zwei Teilen. Im ersten Teil soll der Zusammenhang zwischen Schriftgröße des Textes und der Distanz des Lesers zum Bildschirm, auf dem der Text angezeigt wird, untersucht werden. Dabei sollen die Resultate zur Entwicklung der Formel  $Schriftgröße = f(Distanz)$  genutzt werden. Die Distanz ist die Entfernung vom Benutzer zum Bildschirm im 3D-Raum und soll als einzige Parameter direkten Einfluss auf die Schriftgröße des zu lesenden Text haben. Im zweiten Teil der Studie wird der Prototyp im Einsatz getestet, um mögliche Schwächen und Optimierungsmöglichkeiten zu ermitteln.

## 2 Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden die verwandten Arbeiten auf den Gebieten der hochauflösenden Displays, Texterfassung und Bewegungserkennungssystem behandelt. Das soll einen Blick in die jeweiligen Gebiete ermöglichen, die später für diese Diplomarbeit relevant sein werden.

### 2.1 Hochauflösende Displays

In diesem Unterkapitel werden die verwandten Themen zur hochauflösenden Displays behandelt. Dabei wird auf folgende wissenschaftliche Beiträge eingegangen: „A Real-Time Framework for Natural Multimodal Interaction with Large Displays“, „Drunken Ed: A Balance Game for Public Large Screen Displays“, „A comparative ergonomics study: Performing reading-based tasks on a large-scale tabletop vs. Laptop“, „Designing Large High-Resolution Display Workspaces“ und „With Similar Visual Angles, Large Displays Improve Spatial Performance“. Diese Beiträge werden zusammengefasst und ihr Beitrag zu dieser Diplomarbeit erläutert.

*A Real-Time Framework for Natural Multimodal Interaction with Large Displays* : ein gutes Mensch-Maschine-Interaktionssystem sollte die natürliche Interaktion, die Menschen im Alltag gewohnt sind, nachahmen. Wenn Sprache und Gestik kombiniert werden, wird ein Interaktionssystem erschaffen, das mächtiger ist, als wenn Sprache und Gestik getrennt nachgeahmt werden [2].

Die wichtigste Eigenschaft dieses Framework ist die Verwendung von Sprache und Gestik zur Erschaffung einer Benutzerschnittstelle. Außerdem ist der Einsatz großer, hochauflösender Displays sehr nützlich, um dem Benutzer Feedback zu liefern. Hochauflösende Displays eignen sich besonders für die Interaktion mit räumlichen und geozentrischen Daten, Umgebung der virtuellen Realität oder Systemen, und mit mehreren Benutzern gleichzeitig. Die Interaktion zwischen dem Benutzer und dem System besteht aus 3 Phasen: Initialisierungsphase, Interaktionsphase und Terminierungsphase [2].

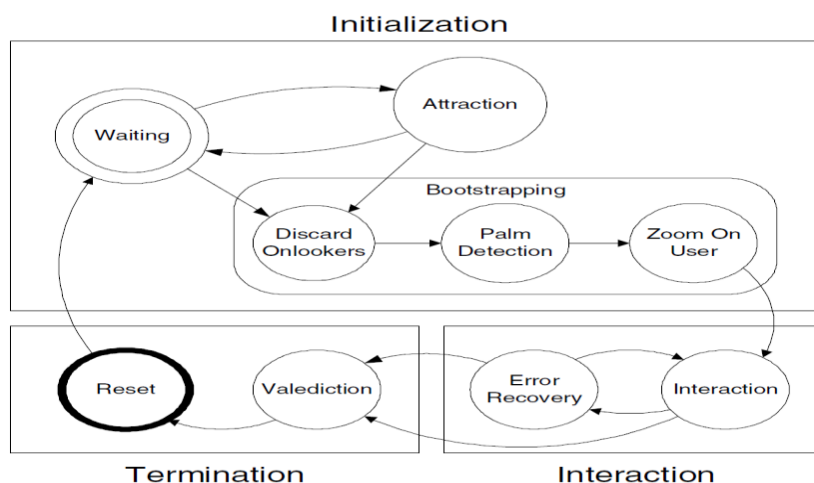
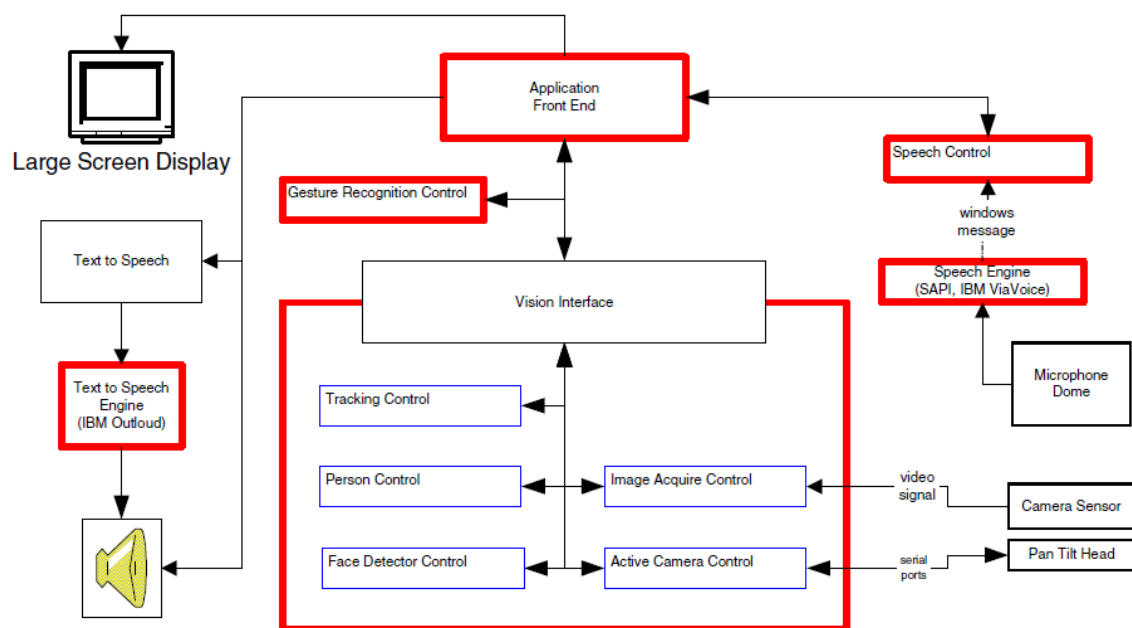


Abbildung 2.1 Model der Interaktionssitzung[2]

Während der Initialisierungsphase wird die Verbindung zwischen Benutzer und System aufgebaut. Dann kommt die Interaktionsphase, in der eine Interaktion zwischen Benutzer und System stattfindet. Und schließlich wird die Verbindung in der Terminierungsphase beendet, siehe Abbildung 2.1[2].

Wie in der Abbildung 2.2 ersichtlich ist, wird das System und ihre wichtigsten Bestandteile in verschiedene Ausführungsthreads aufgeteilt. Die visuellen Komponenten verschlingen den größten Teil der Ressourcen, die zur Verfügung stehen. Da die meisten Komponenten zeitversetzt laufen, ist die Architektur für die Ausführung mehrerer Threads parallel entwickelt worden. Das Message Passing und direkte Thread-Synchronisierung werden bei der Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten verwendet [2].



**Abbildung 2.2 Überblick über die Systemarchitektur[2]**

Die Idee der Interaktion zwischen Mensch und Maschine mit der Gestik ist für diese Diplomarbeit besonders interessant, weil ein ähnlicher Ansatz verwendet wird. Anstatt aber mit Gestik kommuniziert der Benutzer in diesem Fall mit der Position seines eigenen Körpers und beeinflusst so die Darstellung des zu lesenden Textes dadurch.

*Drunken Ed: A Balance Game for Public Large Screen Displays:* Drunken Ed ist ein speziell für öffentliche Displays entwickeltes 2D-Spiel. Dabei muss der Spieler mit Hilfe seiner Körperhaltung den betrunkenen Ed steuern. Das Spiel bittet intuitive Interaktionstechniken für große, hochauflösende Displays. Mit Hilfe des Körpers des Spielers, der sich in einem relativen Winkel zu dem Boden befindet, versucht man den betrunkenen Ed in Gleichgewicht zu halten, siehe Abbildung 2.3. Die Körperhaltung des Spielers entspricht dabei der Körperhaltung von Ed. Diese direkte Art der Kontrolle ist einfach und schnell zu erlernen [3].

Das Spiel basiert auf folgenden Prinzipien, was es für den Einsatz auf großen, hochauflösenden Displays geeignet machen soll [3]:

*Schlichtheit:* Das Spiel muss einfach zum Spielen und Erlernen sein, weil die Benutzer öffentlicher Displays oft nur eine kurze Zeitspanne zur Verfügung oder andere Prioritäten haben. Deswegen hat dieses Spiel nur eine Interaktionstechnik (eigene Körperhaltung) und ein Ziel (nach rechts laufen).

*Kürze:* Weil die vorbeigehenden Personen oft nicht die Absicht haben sich länger mit dem Spiel zu beschäftigen, wurde die Einlernphase kurz und das Spiel simpel gehalten.

*Annehmbarkeit:* Der Inhalt des Spiels sollte für die Öffentlichkeit annehmbar sein. Obwohl ein Spiel mit einer betrunkenen Spielfigur moralisch womöglich fragwürdig erscheinen könnte, haben die Interviews ergeben, dass dieses Szenario in der Öffentlichkeit weitgehend akzeptiert und als amüsant empfunden wird.

*Zugänglichkeit:* Das Spiel soll keine Vorkenntnisse oder spezielle Fähigkeiten erfordern und von jedem gespielt werden können.

*Flexibilität/Anpassungsfähigkeit:* Die unerwarteten Szenarien (unerwartetes Verlassen des Spielbereichs) oder Fehler sollen keinen dauerhaften Schaden verursachen und leicht behoben werden können.

Nach der Entwicklung des Prototypen wurde das Spiel entsprechend der Niensens 10 Usability Heuristics[4] analysiert und folgende Erweiterungen in das Spiel übernommen: (1) *Steile Lernkurve* bedeutet eine kurze Einführung zum Erlernen der Interaktionsmöglichkeiten und das Einfügen zusätzlicher Hinweise. (2) *Erstellung eines Auswahlmenüs* mit gesten-basierten Interaktionsmöglichkeiten anstatt mit Buttons. (3) *Unsichtbare Grenzen*, die Beim Verlassen des optimalen Trackingbereichs eine Warnung triggern und diese dann anzeigen lassen [3].



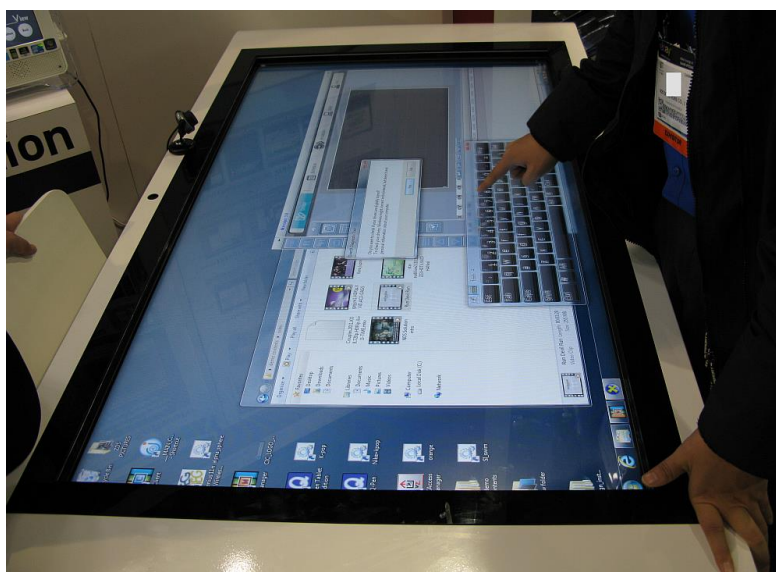
Abbildung 2.3 Spielszene aus „Drunken Ed“ [3]

Die Interaktion mit dem System mit Hilfe des eigenen Körpers wird auch in dieser Diplomarbeit verwendet. Dabei ist die Position des Körpers entscheidend und nicht seine Ausrichtung. Durch die selbstgewählte Entfernung zum Bildschirm kann der Leser die Darstellung des Textes manipulieren.

*A comparative ergonomics study: Performing reading-based tasks on a large-scale tabletop vs. Laptop:* Neue Mensch-Maschine-Interaktionsmöglichkeiten sind das Ergebnis der Entwicklung der letzten Jahrzehnte. Als eine der Möglichkeiten sind sogenannte interaktive Tische zu nennen, siehe Abbildung 2.4. Das ist eine Kombination aus einem Computer und einem Tisch, also ein Tisch mit einem Bildschirm als Oberfläche. Die Entwicklung solcher technischen Errungenschaften ermöglicht neue Interaktionsmöglichkeiten. So ist zum Beispiel eine Kombination aus persönliche (von Angesicht zu Angesicht) Diskussion und Mensch-Computer Interaktion möglich. Der Computer kann als Hilfsmittel zur Verteilung und Speicherung der Dokumente, die diskutiert werden, verwendet werden[5].

Diese Studie soll die Auswirkung der Verwendung von großen interaktiven Tische (Meter auf Meter) auf die Ergonomie untersuchen. Dazu werden ein normaler Laptop mit einem interaktiven Tische verglichen, indem die üblichen Leseaufgaben ausgeführt werden müssen. Die Unterschiede liegen in der Größe (interaktiver Tische >> Laptop) und der Anzeigenausrichtung ( Vertikal vs. Horizontal). dafür bieten die Laptops normalerweise eine höhere Auflösung als die interaktiven Tische [5].

Es haben 11 männliche und 5 weibliche Studenten, zwischen 22 Jahre und 26 Jahre, an der Studie teilgenommen. Alle hatten bereits Erfahrung im Umgang mit Computern. Der Aufbau bestand aus einem interaktiven Tische 47 Zoll LCD TV (Modell: Skyworth 47L02RF) mit einer Auflösung von 1024\*768 und einem Laptop 14 Zoll LCD mit einer Auflösung von 1024\*768. Jeder Teilnehmer musste jeweils vier Aufgaben absolvieren: Präferenzen in den Farbeinstellungen, Leseaufgabe, Helligkeitsanpassung und Beantwortung des Fragebogens [5].



**Abbildung 2.4 Interaktiver Tisch im Einsatz[6]**



Als Ergebnis der Studie sind folgende sechs Probleme mit der Verwendung von interaktiven Tischen ermittelt worden: Augenbelastung tritt schneller auf als beim Laptop, größere Nackenbelastung verursacht durch die nach vorne geneigte Leseposition, größere Bildschirmoberfläche resultiert in zusätzliche Augen- und Kopfbelastung, größere Bildschirmoberfläche resultiert in größerer Schriftgröße, größere Schriftgröße mit niedriger Auflösung reduziert den Informationsinhalt im Sichtbereich und der Ghosting-Effekt führt zu erhöhter Augenbelastung und Müdigkeit [5].

Um die Verschlechterung der Benutzerfreundlichkeit und Leistungsfähigkeit zu vermeiden, sollten die interaktiven Tische eine höhere Auflösung zur Verfügung haben. Außerdem sind der Sichtbereich und die Regelung der Helligkeit für den erfolgreichen Einsatz der interaktiven Tische wichtig [5].

Die negative und positiven Auswirkungen der größeren Displays auf die Ergonomie sind auch für diese Diplomarbeit von Interesse, da in dieser Arbeit große, hochauflösende Displays verwendet werden. Somit können die eventuellen Probleme im Voraus erkannt und Lösungen dafür entwickelt werden, bevor die Nutzerstudie zur dieser Diplomarbeit beginnt. Dadurch kann nach der Analyse der Studie auf die aufgetretenen Probleme besser reagiert werden, weil manche Probleme vor der Studie erkannt und beseitigt wurden.

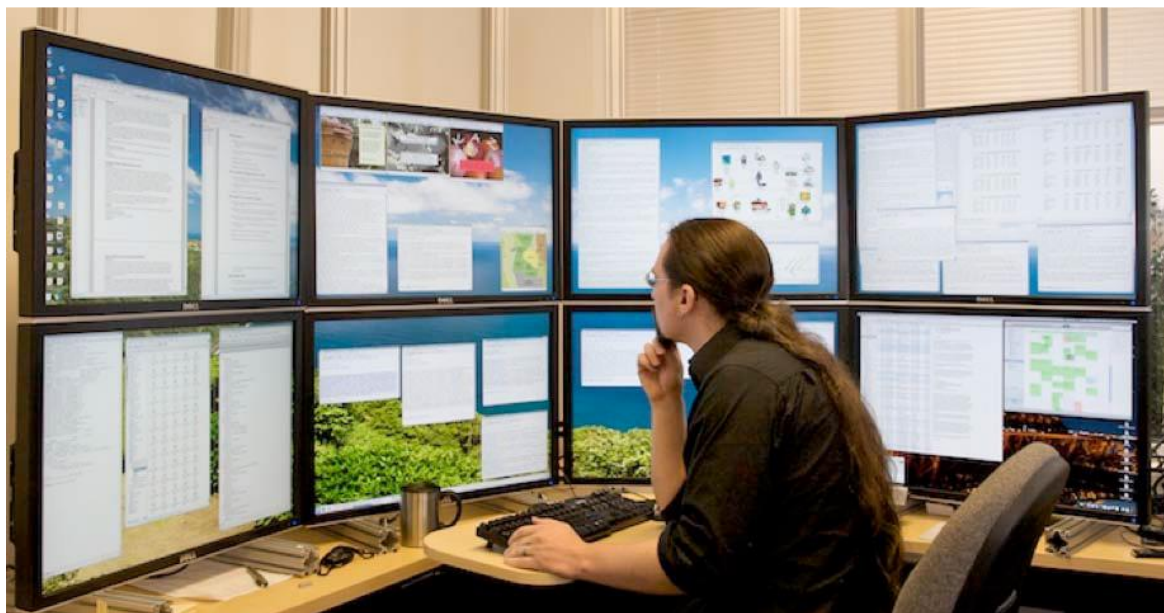
*Designing Large High-Resolution Display Workspaces:* Die breite Vielfalt an großen, hochauflösenden Displays stützt sich auf den Verwendungszweck, die physische Beschaffenheit und die Technik, die zur Entwicklung und Herstellung verwendet wurde. Die Größe variiert von klein (ein zusätzlicher Bildschirm als Erweiterung) bis groß (riesige Powerwalls, die in der Lage sind, mehrere Informationslandschaften und große Datenmengen darzustellen). Die Erwartungen der Benutzer und der Einsatzzweck hängen von der Gestaltung der großen, hochauflösenden Displays ab. Die Aufgaben und Interaktionsmöglichkeiten werden durch die Umgebung beeinflusst. So sind Interaktionsmöglichkeiten in einer großen Gruppe eingeschränkter als bei einem Ein-Mann-Arbeitsplatz. In dieser Arbeit werden die Möglichkeiten der großen, hochauflösenden Displays in der Büroumgebung und damit verbundenen Aufgaben untersucht [7].

Eine Powerwall kann aus mehreren LCD-Bildschirmen bestehen und ist besonders bei der Darstellung größerer Datenmengen effektiv, siehe Abbildung 2.5. Eine spezielle Schnittstelle ist für das Anzeigen der gerenderten Daten verantwortlich und wird von einem Verbund von Rechnern benutzt. Wie bereits erwähnt, kann eine Powerwall aus mehreren LCD-Bildschirmen bestehen. Es ist auch möglich, statt LCD-Bildschirmen Projektoren zu verwenden. Der Nachteil bei der Benutzung von Projektoren ist der immense Platzbedarf, aber auch die niedrigere Pixeldichte und geringere Bildschärfe. Der typische Aufgabenbereich der Powerwall ist die Darstellung hochdetaillierter Bilder, wie zum Beispiel die Satellitenbilder. Die alltäglichen Aufgaben im Büro sind dagegen weniger für die Powerwalls geeignet, da die Wartung und Bedienung solcher Systeme nicht für jeden Benutzer verständlich ist. Für die Benutzung der Powerwall ist mit zusätzlichem Aufwand bei der Justierung zu rechnen. Außerdem muss die Powerwall für die Benutzung im Vorraus reserviert werden [7].



**Abbildung 2.5 Eine Powerwall aus mehreren LCD-Bildschirmen [7]**

Eine andere Einsatzmöglichkeit der hochauflösenden Displays ist die Verwendung der Multi-Monitor Umgebungen (siehe Abbildung 2.6). Im Gegensatz zur Powerwall, bei der mehrere Bildschirme ein einheitliches Bild darstellen sollen, werden bei Multi-Monitor Umgebungen die Bildschirme für verschiedene Aufgaben verwendet. So ist es zum Beispiel möglich ein Bildschirm für das E-Mail-Programm zu verwenden und den anderen Monitor für die Buchhaltung. Bei größerer Anzahl an Monitoren können auch mehr Aufgaben auf die Bildschirme verteilt werden [7].



**Abbildung 2.6 Multi-Monitor Umgebung [7]**

Es wurde bei der Verwendung von großen, hochauflösenden Displays beobachtet, dass die Benutzer vom Bildschirm weiter weggehen, um den gesamten Sichtbereich zu überblicken. Das hat wiederum den Nachteil, dass die Detailliertheit, die die hohe Auflösung



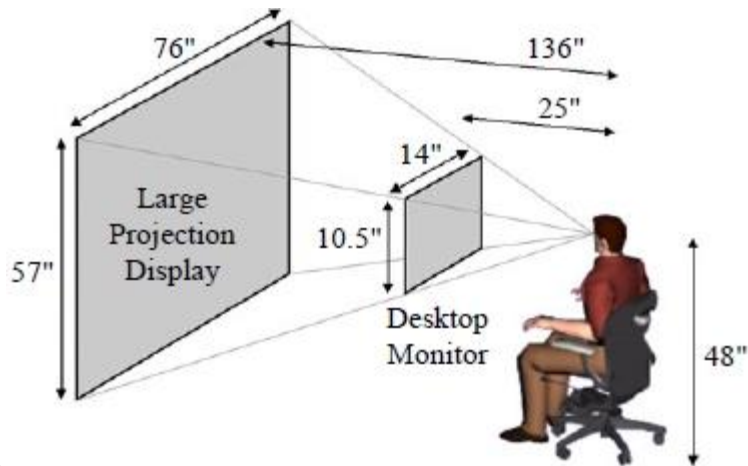
bietet, vermindert wird. Die Benutzer sollen dazu animiert werden, nicht den großen Überblick zu suchen, sondern sich auf bestimmte Bereiche zu konzentrieren, um die Details nicht aus den Augen zu verlieren [7].

Bei den Bildschirmeinstellungen existieren verschiedene Möglichkeiten, die verschiedene Reaktionen beim Benutzer auslösen können. Wenn die Bildschirme auf Augenhöhe angebracht sind, sind die meisten Benutzer dazu geneigt, sich weiter weg vom Bildschirm zu bewegen. Somit können sie die gesamte Bildfläche überblicken. Die Nutzung der Standard-Office Produkte erschwert sich durch die Distanz. Die Bildschirme auf einer niedrigeren Höhe können den Benutzer dazu animieren sich hinzusetzen. Somit können die Standard-Office Produkte besser verwendet werden [7].

Es stehen vier Möglichkeiten zur Auswahl, bei denen die Tastatur eingesetzt werden kann: (1) auf dem Arbeitstisch, (2) viele Tastaturen an verschiedenen Positionen, (3) mobile Tastaturablage oder (4) Tastatur am Arbeitsstuhl befestigten. Bei der Platzierung der Maus gibt es ebenfalls verschiedenen Möglichkeiten, (1) Schnurlose Maus auf der Tastaturablage, (2) Handheld Gyro-Maus, (3) Maus an der Armlehne befestigt [7].

Die Erkenntnis besteht darin, dass auch kleine, scheinbar unbedeutende Veränderungen an den Bildschirmeinstellungen große Wirkung erzielen und die Wahrnehmung des Benutzers beeinflussen können und sollte bei den Einstellungen für die Nutzerstudie berücksichtigt werden. Je nachdem, wie zum Beispiel die Höhe der Bildschirme eingestellt ist, kann es bewirken, dass der Benutzer entweder weiter weggeht oder näher rankommt. Folgende Beobachtungen können bei der Entwicklung meines Prototyps helfen, um die Reaktionen der Benutzer besser vorherzusehen und den Prototypen besser anzupassen.

*With Similar Visual Angles, Large Displays Improve Spatial Performance:* Es wird angenommen, dass der Trend am Arbeitsplatz Richtung Multi-Monitor Umgebung geht. Da es am Arbeitsplatz viele verschiedene Arten von Displays mit eventuell unterschiedlichen Eigenschaften existieren können, sind diese Displays für diverse Anwendungsmöglichkeiten mehr oder weniger geeignet. Um herauszufinden wie jeder dieser Displays sich an den Arbeitsplatz einfügt, wurde ein System namens „Display Garden“ aufgebaut. „Displays Garden“ besteht aus mehreren Displays, wie interaktive Whiteboards oder mobile LCD-Anzeigen, die sich schnell konfigurieren lassen. In dieser Abhandlung werden die Großflächenprojektionssysteme als eine der Komponenten näher untersucht. Die erste Studie besteht aus zwei Aufgaben, dem Leseverständnis und der räumlichen Aufgabe. Die Teilnehmer der Studie absolvieren beide Aufgaben an dem Großflächenprojektionssystem und dem kleineren Desktop-Monitor. Es werden nur Distanz und Größe als Parameter berücksichtigt, der Blickwinkel bleibt konstant (siehe Abbildung 2.7) [8].



**Abbildung 2.7 Blickwinkel konstant, Distanz und Schriftgröße variabel [8]**

An dem ersten Experiment haben 24 Studenten, zwischen 19 und 32 Jahre, teilgenommen. Alle waren erfahrene Computerbenutzer und wurden für die Teilnahme an der Studie bezahlt. Es wurden zwei Displays benutzt, der Eiki Powerhouse One LCD-Projektor und ein 18“ Sony Trinitron E400 CRT Monitor. Beide hatten eine Auflösung von 1024\*768 und ungefähr die gleiche Helligkeit. Vor dem Beginn hat jeder der Teilnehmer eine Hintergrundbefragung ausgefüllt, ein Eingabegerät bekommen und die Sitzeinstellungen überprüft (siehe Abbildung 2.8) [8].



**Abbildung 2.8 Eingabegerät und Sitzposition einstellen [8]**

Um den Einfluss der Displaygröße auszuwerten, wurde der „Guilford Zimmermann Spatial Orientation Test“ angewandt [9]. Bei diesem Test wurde jedem Teilnehmer zwei Bilder mit einer Auswahl der Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Die Teilnehmer hatten zweimal fünf Minuten Zeit, um jeweils 30 Fragen so schnell und so präzise wie möglich zu beantworten. Zusätzlich wurde ein Leseverständnistest durchgeführt, bei dem die Aufgabe darin bestand, den Text durchzulesen und anschließend die Fragen zu beantworten. Dabei wurden verschiedene Schriftgrößen verwendet. Nach den beiden Aufgaben musste jeder Teilnehmer einen Fragebogen ausfüllen. Die Resultate lassen sich in drei Teilbereiche aufteilen. Der „Guilford Zimmermann Spatial Orientation Test“ hat ergeben, dass bei der Verwendung von kleinen Displays die Anzahl der richtigen Antworten bei 43,8 % und bei den großen Displays bei 55,4% lag. Beim Leseverständnistest hat die Analyse der Daten ergeben, dass es keine signifikanten Unterschiede bei der Verwendung von verschiedenen Display- und Schriftgrößen gibt. Der abschließende Fragebogentext ergab, dass bei der Lösung des „Guilford Zimmermann Spatial Orientation Test“ die Mehrheit große Dis-

plays bevorzugt. Für die Leseverständnisaufgabe könnte keine der beiden Displaygrößen eine Bevorzugung erzielen [8].

Beim zweitem Experiment nahmen 24 Studenten, die an dem ersten Experiment nicht dabei waren, teil. Das Alter der Teilnehmer variierte von 18 bis 56 Jahre alt. Für die Teilnahme wurden die Studenten entlohnt. Der Aufbau war identisch mit dem vom ersten Experiment und es wurde für diesen Teil der Studie der „Shape Test“ (abgeleitet von „Guilford Zimmermann Spatial Orientation Test“) angewandt. Bei diesem abgeleiteten Test werden abstrakte Bilder anstatt realistischer Bilder gezeigt. Das Ergebnis ergab, dass die kleinen Displays beim „Shape Test“ besser abgeschnitten haben als die großen Displays. Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass die großen Displays die egozentrische Rotation (Rotation des eigenen Körpers in der Umgebung) fördern [8].

Insgesamt lässt sich sagen, dass beim Leseverständnis weder kleine noch große Displays im Vorteil sind. Außerdem begünstigen die großen Displays beim Lösen von Aufgaben die egozentrische Herangehensweise [8].

Für diese Diplomarbeit lässt sich ableiten, dass der Einsatz großer, hochauflösender Displays das Leseverständnis nicht automatisch erleichtert oder verbessert. Die Applikation muss zusätzliche Funktionen bieten, die zusammen mit den großen, hochauflösenden Displays dem Benutzer das Lesen erleichtern. Der zusätzliche Platz, den die großen Displays bieten, sollte dazu verwendet werden, um zusätzliche Informationen zu dem Text anzuzeigen zu lassen. Das sollte dem Benutzer beim Lesen zusätzlich eine nützliche Hilfestellung geben.

## 2.2 Texterfassung

Die Verwendung von früheren Textdarstellungsmöglichkeiten (wie Stein oder Papier) machte den Text statisch und dadurch war dieser Text nicht in der Lage auf den Leser zu reagieren. Erst durch die Übertragung der Text auf digitale Geräte, können wir die Vorteile der dynamischen Ressourcen folgender Geräte zu unserem Nutzen verwenden: Eye Tracking, Speech IO (Sprachein- und Ausgabe) und QuickSim [10]. Im diesem Unterkapitel werden folgende Themen behandelt: Das Text 2.0 Framework und a Comparison of Reading Paper and On-Line Documents.

*Das Text 2.0 Framework* ist ein einfach zu benutzendes Framework, mit dessen Hilfe das Erstellen der Applikationen, die auf Augenkontakt reagieren, möglich ist. Der Schwerpunkt der Applikationen liegt auf Textverstehen. [11]

Text 2.0 reagiert entsprechend der Programmierung während er von dem Benutzer gelesen wird. Die dazu notwendigen Komponenten sind Eye-Tracking, der gelesene Text und Interaktion in Echtzeit. Der Text 2.0 ist in der Lage sich an Modus des Benutzers anzupassen. Das Reduzieren der Information, wo sie nicht gebraucht wird und das Bereitstellen an mehr Informationen, wo sie gebraucht wird, sind die Vorteile, die der Text 2.0 mit sich bringt [11].

Mit den heutigen Eye-Tracking Frameworks ist keine einfache Erstellung einer textbasierter, interaktiven Applikation möglich, da viele verwandte Aspekte, wie Rendering, Lay-

out, dynamische Modifikation des Inhalts und die Unterstützung der Graphik und Animation, sehr zeitraubend zu implementieren sind [11].

Es wird empfohlen HTML und Web Browser als Grundlage für weitere Entwicklungen zu verwenden. Die meisten erwähnten Probleme im Hypertextbereich sind schon gelöst worden. Ein weiterer Grund für die Verwendung von HTML, JavaScript und CSS ist die Vielfalt an verfügbarer Literatur. Außerdem erleichtert die Verwendung von üblichen Programmiersprachen und Konzepten den Einstieg für Anfänger in den Eye-Tracking Bereich und der Entwicklung der Applikationen [11].

Das Wichtigste an dem Design des Application-Programming-Interfaces ist die Eigenschaft sich in das vorhandene Event Handling und die Programmierschnittstelle auf natürliche Art und Weise einfügen zu können. Es wurden neue Attribute, die in den meisten HTML Tags definierbar sind, Fixierungshandhabung und Leseereignisse ähnlich den Mausereignissen, hinzugefügt [11].

*onFixation* spezifiziert einen entsprechenden Handler, der ausgeführt wird, wenn der Benutzer die Fixierung auf dieses Element beginnt oder beendet [11].

*onGazeOver* und *onGazeOut* arbeiten auf die ähnliche Art und Weise, wie die bereits vorhandenen *onMouseOver* und *onMouseOut* Handler. Sobald der Benutzer auf ein Element schaut, wird der *onGazeOver* Handler aufgerufen. Der Handler *onGazeOut* wird aufgerufen, wenn der Blick des Benutzers das Element verlässt [11].

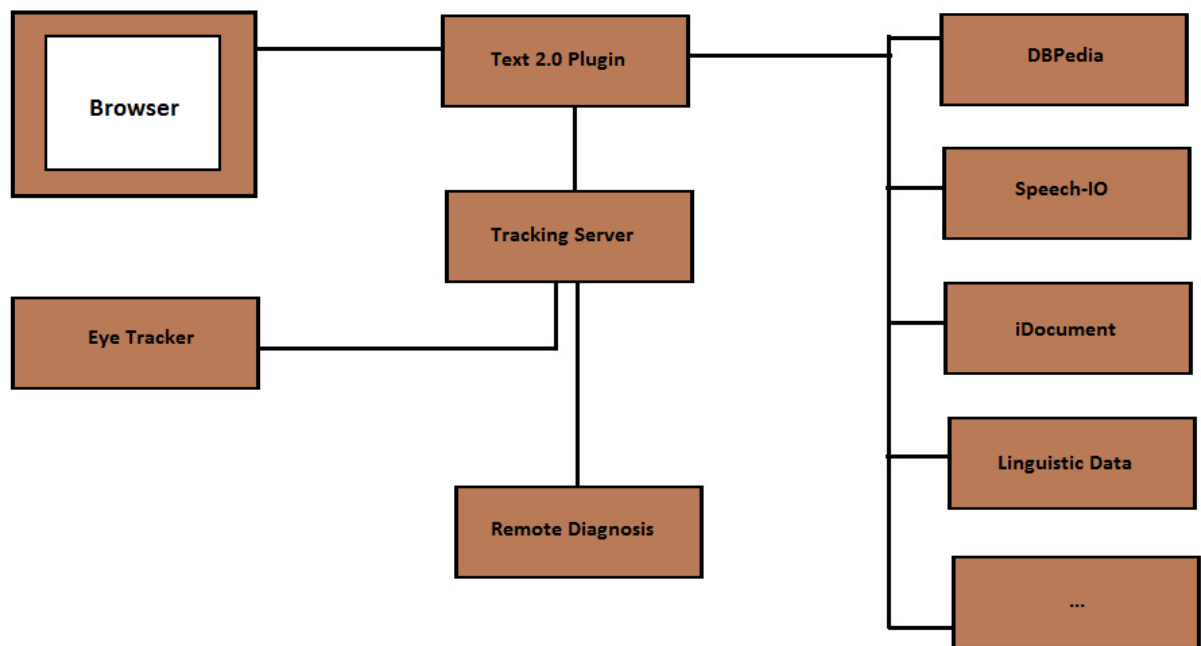
*onPerusal* und *onRead* werden aufgerufen, wenn das Lese- oder Skimmingverhalten durch das Plug-In entdeckt wird. In diesem Fall wird der zuständige Handler regelmäßig auf jede neue Fixierung aufgerufen. Der Handler *onRead* ist zurzeit ein Alias von *onPerusal*, soll aber in der Zukunft auf eine kalibrierte Lesegeschwindigkeit basieren [11].

Zusätzlich gibt es eine Reihe von Funktionen:

*Setup Functions* definieren die Position des Eye Tracking Servers, Setup der automatischen Netzwerkerkennung, Logging und Aufzeichnungsstufen, Pfade zu zusätzlichen Blickevaluierungsmodule und Erweiterungen und die Blickparameter [11].

*Global listeners* werden benutzt, um auf Eye Tracking Ereignisse zu lauschen. Sie erlauben Zugang zu rohen Blickdaten, gefilterten Daten und Fixierungsdaten [11].

*Extensions:* Der Browser Plug-In ist modular und ist seinerseits Plug-In-basiert. Es sind einige Standarderweiterungen enthalten und können die Erweiterungen des Benutzers, die während der Setupphase spezifiziert wurden, laden. Zusätzlich können sie sich dynamisch in die Netzwerkdienste einloggen [11].



**Abbildung 2.9 The Text 2.0 Plugin[11]**

Das Kern-Plug-In verarbeitet die rohen Daten von dem Remote Eye Tracking Server und sendet die Ergebnisse der Verarbeitung in Echtzeit an den Browser. Es erlaubt auch im Falle, dass der Eye Tracking Server nicht vorhanden oder gefunden wird, automatisches Ausweichen auf die Maus als Eingabegerät. Zusätzlich zu der Echtzeitfunktionalität ermöglicht das Plug-In auch das Aufzeichnen der Sessions. Diese Aufzeichnungen enthalten die Trackingdaten und Informationen über das Layout und sollen bei der Wiedergabe der Blickbewegungsdaten helfen. Der gesamte Aufbau kann in der Abbildung 2.9 genauer betrachtet werden. Die Kombination von Eye Tracking, Text und Echtzeitinteraktion bietet einzigartige Möglichkeiten, deren Untersuchung sich lohnen könnte. Das Eye Tracking erlaubt dem Computer die visuelle Information, die der Benutzer wahrnimmt, zu erfassen [11].

Die Textmanipulation während des Lesen ist genau das was in dieser Diplomarbeit eines der Ziele ist. Der Benutzer interagiert mit dem Text durch seine Position im Raum und dabei soll sich die Textdarstellung entsprechend der Programmierung anpassen. Außerdem kann der Benutzer den Text direkt beeinflussen, indem er die gesuchten Begriffe farbig markiert.

*A Comparison of Reading Paper and On-Line Documents:* In dem Buch „Writing Space“ hat der Autor den Computer als nächsten Schritt in der Textdarstellungstechnik betitelt und den Untergang der gedruckten Darstellung des Textes prophezeit. Obwohl es in digitalem Zeitalter viele Möglichkeiten zur Darstellung eines Textdokumentes gibt, wie dem Web oder eBook-Reader, bevorzugen dennoch viele Menschen die gedruckte Version des Textes zum Lesen. Diese Studie soll die Unterschiede zwischen dem Lesen gedruckten Textes im Vergleich zur Dokumenten, die online zu finden sind, untersuchen. Die Ergebnisse sollen zur Verbesserung der digitalen Geräte und Applikation für das digitale Lesens beitragen[12].

Um die Unterschiede zwischen den beiden Lesemöglichkeiten zu vergleichen, haben sich die Autoren dieser Studie auf das Verfassen der Zusammenfassung des gelesenen Textes festgelegt. Der Grund war, dass das Zusammenfassen eines Textdokuments ein tiefes Textverständnis voraussetzt, welches in der Berufswelt als eine der Grundlagen gilt. Bei der Auswahl der Komponenten (Software und Hardware) für das digitale Lesen gab es zwei Möglichkeiten, entweder wird die beste Soft- und Hardware, die verfügbar ist, ausgesucht oder ein System, das normalerweise für das Lesen benutzt wird. Solch ein System benutzt eine gewöhnliche Textverarbeitungssoftware. Für die Durchführung der Studie haben sich die Studienleiter für die zweite Möglichkeit entschieden [12].

Der Ablauf sah vor, dass die eine Hälfte der Teilnehmer den Text als gedruckte Version erhalten und die Zusammenfassung auch in Papierform schreiben. Die andere Hälfte benutzt für das Lesen und das Zusammenfassen digitale Hilfsmittel. Die Studie wurde auf Video aufgezeichnet und die Teilnehmer wurden ausführlich zu ihrem Leseverhalten befragt [12].

Beim Zusammenfassen hat sich gezeigt, dass das Notieren der Stichpunkte für die spätere Zusammenfassung in Papierform angenehmer war, als das Notieren auf dem digitalen Gerät. In beiden Versionen wurde für das Notieren zusätzliche Dokumente verwendet. Das Durchblättern der Dokumente in Papierform war im Vergleich zur digitalen Lösung schneller und flüssiger. Außerdem waren die Teilnehmer beim Lesen der Papierdokumente in der Lage mehrere Aktivitäten, wie zum Beispiel Lesen und gleichzeitig Umblättern, miteinander zu verbinden, was beim digitalen Lesen nicht der Fall war. Das Anordnen der Dokumente in Papierform war leichter als beim digitalen Gegenstück. Auf Grund von Platzbeschränkungen auf dem Bildschirm und der Bildschirmauflösung, war das Anordnen mehrerer digitaler Dokumente nebeneinander beschränkt möglich. Texte in Papierform waren von dieser Beschränkung nicht betroffen [12].

Eines der Ergebnisse der Studie war die Erkenntnis, dass die digitalen Geräte zum Notieren während des Lesevorgangs nicht geeignet sind. Außerdem ist das Navigieren bei digitalen Geräten im Vergleich zur Papierform langsamer und mühsamer. Da sollten bei Bedarf neue Interaktionsmöglichkeiten gefunden werden. Und zuletzt ist die räumliche Anordnung bei digitaler Version nicht flexibel und erfordert mehr Ordnung [12].

Es ist interessant zu sehen, welche Schwierigkeiten beim Lesen auf digitalen Geräten im Jahr 1997 es gegeben hat. Mit dem Einsatz von großen, hochauflösenden Displays kann die räumliche Anordnung verbessert werden, indem die verschiedenen Dokumente auf verschiedene Displays verteilt werden. Die Notizen können in einem zusätzlichen Dokument in dem extra dafür vorgesehenen Fenster erstellt werden oder komplett in die Leseapplikation integriert werden. Das Navigieren durch mehrere Dokumente bei mehreren Bildschirmen ist flexibler und wenig mühsamer als auf einem einzigen Bildschirm, falls die Anzahl der Dokumente wächst.

## **2.3 Bewegungserkennungssystem**

In diesem Unterkapitel werden verwandte Arbeiten zum Thema Bewegungserkennungssystem vorgestellt. Folgende Arbeit wurde näher angeschaut: Proximity Toolkit.

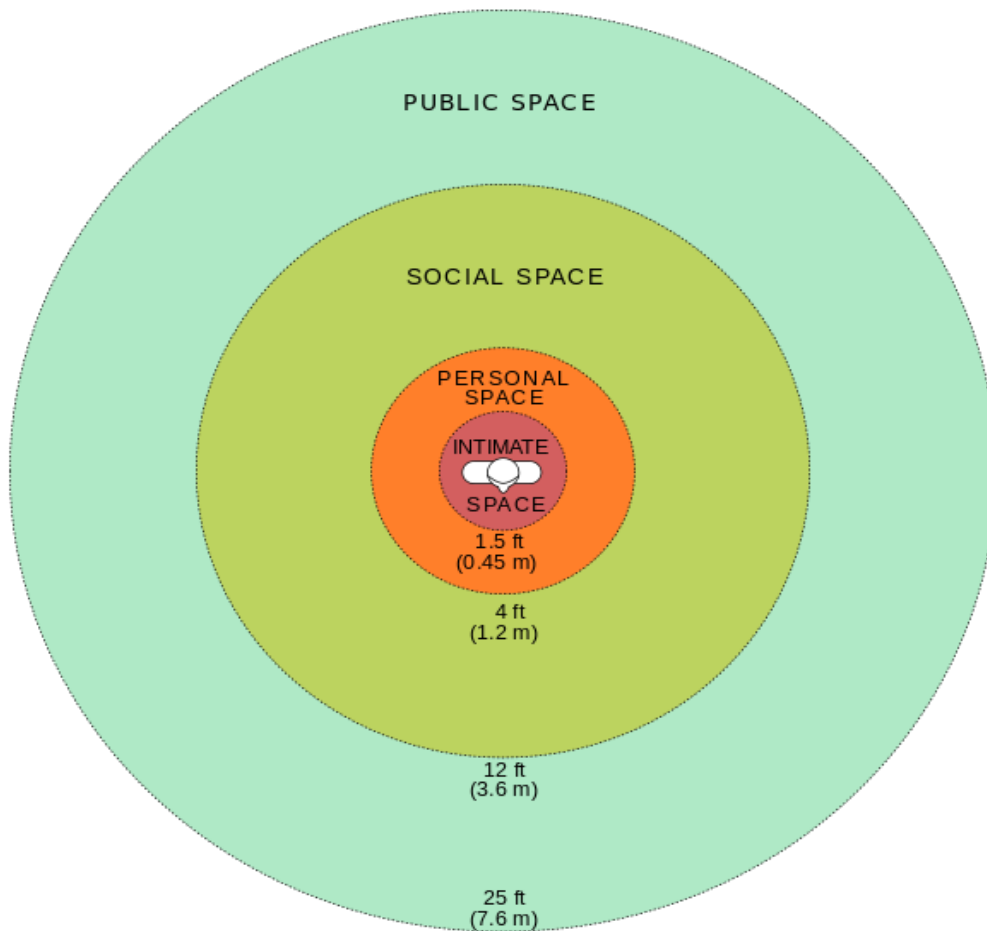
*Proximity Toolkit*: Überall dort wo der Zugang zu digitalen Informationen mit der gleichzeitigen Interaktion mit mehreren in der Nähe befindlichen digitalen Geräten stattfindet, sind die Ubicomp-Umgebungen im Kommen. Diese Geräte können unterschiedlicher Größen sein, wie zum Beispiel Tablets, PCs oder auch Mobiltelefonen. Die Proxemikinteraktion ist eine mögliche Herangehensweise, um die menschliche Interaktion in einer raumgroßen Ubicomp-Umgebung zu vermitteln. Es wurden schon proxemikfähige interaktive Systeme, die von Mobiltelefonen bis zu großen öffentlichen Displays reichen können, durch einige Wissenschaftler bereits erforscht [13].

Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Unterstützung der raschen Erforschung der Proxemikinteraktion. Um dieses Ziel zu erreichen, wandelt der Proximity Toolkit die rohen Tracking Daten von den Hardware Sensoren, wie Kameras mit Tiefenwahrnehmung, in die hochwertige Proxemikinformation. Diese Information ist über eine ereignisgesteuerte und objektorientierte Programmierschnittstelle zugänglich. Die Funktionalität des Proximity Tools umfasst eine visuelle Überwachungskomponente, die eine 3D-Umgebung und die Proxemikbeziehungen der verschiedenen, darin enthaltenden Entitäten, anzeigen kann [13].

Die von Edward Hall vorgestellte Theorie „Proxemik“ [14] behandelt das menschliche Interpretieren und Einsetzen der zwischenmenschlichen Distanz, um mit anderen Menschen zu interagieren. Es werden Zonen beobachtet, die verschiedene Typen der Interaktion darstellen [13]:

- Intime Zone: ungefährer Abstand bis 0,45 m
- Private Zone: ungefährer Abstand von 0,45 m bis 1,2 m
- Gesellschaftliche Zone: ungefährer Abstand von 1,2 m bis 3,6 m
- Öffentliche Zone: ungefährer Abstand von 3,6 m bis 7,6 m

Die Abbildung 2.10 zeigt diese vier Zonen. Dabei sind diese Zonen als Kreise dargestellt und der Abstand für jede Zonen ist der Radius des Kreises.



**Abbildung 2.10 Die 4 Zonen[15]**

Außerdem beschreibt die Theorie den Einfluss der Raumgestaltung, sowie den Einfluss halbbeweglicher (Stuhl) und unbeweglicher (Wände oder Türen) Objekte auf die Wahrnehmung und den Einsatz zwischenmenschlicher Distanz zur Interaktion mit anderen Menschen. Es werden fünf wesentliche Dimensionen als Maßeinheiten für Proxemik benannt [13]:

- Ausrichtung: der relative Winkel zwischen zwei Entitäten, wie zum Beispiel zwischen zwei Menschen
- Distanz: Abstand zwischen Menschen, Objekten und digitalen Geräten, dazu zählt auch der Abstand zwischen Mensch und Display
- Bewegung: Änderung der Distanz und Winkel über die Zeit
- Identität: das Wissen über eine Entität, wie zum Beispiel Person, Objekt oder Gerät
- Standort: die Ansammlung von halbbeweglichen (Möbel) und unbeweglichen (Wände) Objekten



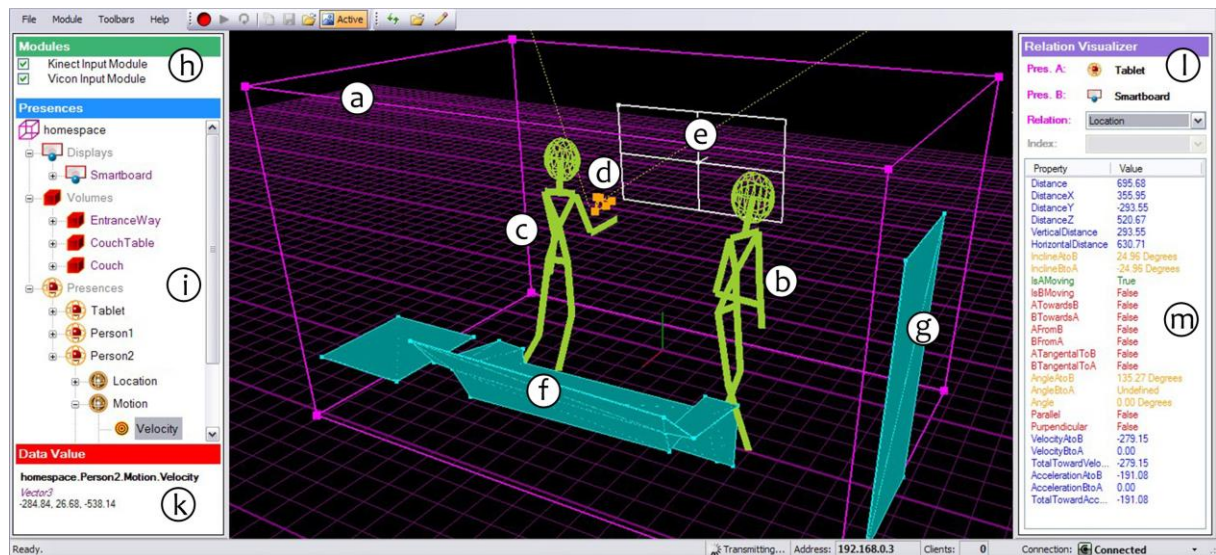
Diese Dimensionen dienen als Anhaltspunkte um proxemik-fähige Anwendungen zu entwickeln, die natürlich und nachvollziehbar für menschliche Erwartung agieren [13].

Das Proximity Tool besteht aus vier Hauptkomponenten: *Proximity Toolkit Server*: Diese zentrale Komponente verwaltet die Proxemikinformationen (siehe Abbildung 2.11). Sie enthält Daten über alle unbeweglichen (Wände und Türen), halbbeweglichen (Möbel) und beweglichen Objekten (Menschen und mobile Geräte). Dazu gehören auch die Daten über die Identität, Position im 3D-Raum und Ausrichtung. Der Server ist so implementiert, dass er die Daten aus verschiedenen Tracking Systemen bezieht. Jeder dieser Tracking Systeme ist mit jeweils einem anderen Plug-In-Modul verbunden. Die Plug-Ins senden die unbearbeiteten Daten an das Datenmodell des Servers [13].

	Property name	Description	Data type	Distance	Orientation	Movement	Identity	Location
<b>A</b> Individual entity	I1 Name	Identifier of the tracked entity	string					
	I2 IsVisible	True if entity is visible to the tracking system	bool					
	I3 Location	Position in world coordinates	Point3D					
	I4 Velocity	Current velocity of the entity's movement	double					
	I5 Acceleration	Acceleration	double					
	I6 RotationAngle	Orientation in the horizontal plane (parallel to the ground) of the space	double					
	I7 [Roll/Azimuth/Incline]Angle	The orientation angles (roll, azimuth, incline)	double					
	I8 Pointers	Access to all pointing rays (e.g., forward, backward)	Array []					
	I9 Markers/Joints	Access individual tracked markers or joints	Array []					
<b>B</b> Relationships between two entities A and B	R1 Distance	Distance between entities A and B	double					
	R2 ATowardsB, BTowardsA	Whether entity A is facing B, or B is facing A	bool					
	R3 Angle, HorizontalAngle, ...	Angle between front normal vectors (or angle between horizontal planes)	double					
	R4 Parallel, ATangentialToB, ...	Geometric relationships between entities A and B	bool					
	R5 [Incline/Azimuth/Roll]Difference	Difference in incline, azimuth, or roll of A and B	double					
	R6 VelocityDifference	Difference of A's and B's velocity	double					
	R7 AccelerationDifference	Difference of A's and B's acceleration	double					
	R8 [X/Y/Z]VelocityAgrees	True if X/Y/Z velocity is similar between A and B	bool					
	R9 [X/Y/Z]AccelerationAgrees	True if X/Y/Z acceleration is similar	bool					
	R10 Collides, Contains	True if the two volumes collide, or if volume A contains volume of B	bool					
	R11 Nearest	The nearest point of A's volume relative to B	Point3D					
<b>C</b> Pointing Relationships between A and B	P1 PointsAt	Pointing ray of A intersects with volume of B	bool					
	P2 PointsToward	A points in the direction of B (w/ or w/o intersection)	bool					
	P3 IntersectionDegree	Angle between ray and front facing surface of B	double					
	P4 DisplayPoint	Intersection point in screen/pixel coordinates	Point2D					
	P5 Intersection	Intersection point in world coordinates	Point3D					
	P6 Distance	Length of the pointing ray	double					
	P7 IsTouching	A is touching B (pointing ray length ~ 0)	bool					

**Abbildung 2.11 Zugängliche Information in dem Proximity Toolkit [13]**

*Visual Monitoring Tool (Getrackten Entitäten)*: Die Komponente zeigt an, welche Entitäten getrackt werden und wie das Datenmodell ihre jeweiligen Eigenschaften darstellt. Die Abbildung 2.12 zeigt einen Screenshot des Tools, (b-f) sind die visualisierten Entitäten, (h) ist die Liste der verfügbaren Plug-In-Moduls für Tracking Systeme, (i,k) sind die getrackten Entitäten und (l,m) sind Beziehungsvisualisierer. [13]



**Abbildung 2.12 Screenshot des Proximity Tools [13]**

Das Visual Monitoring Tool verbindet sich via TCP mit dem Server und stellt die 3D-Sicht, die in Echtzeit upgedatet wird, des Datenmodells dar. Folgendes wird mit dem Visual Monitoring Tool grundsätzlich dargestellt [13]:

- Ungefähres Volumen des getrackten Bereichs (Abbildung 2.12; a)
- Position und Blickwinkel der Menschen (Abbildung 2.12; b, c)
- Tragbare, digitale Geräte (Abbildung 2.12; d)
- Digitale Flächen, wie zum Beispiel Wanddisplays (Abbildung 2.12; e)
- Unbewegliche und halbbewegliche Objekte, wie zum Beispiel Türen (Abbildung 2.6; g) oder Möbel (Abbildung 2.12; f)

*Visual Monitoring Tool (Beziehungen):* Die Aufgabe dieser Komponente ist die Visualisierung der Beziehung zwischen den Entitäten. Diese fünf Kategorien stehen zur Auswahl [13]:

- Ausrichtung: Winkel zwischen Entitäten
- Position: Abstandsänderungen zwischen Entitäten
- Richtung: z.B. Blickrichtung einer Person
- Bewegung: Beschleunigung oder Geschwindigkeit
- Zeigen: z.B. Punkt auf dem Display, auf den eine Person mit dem Pointer zeigt
- Kollision: Entitäten, die so nah beieinander sind, dass sie fast zusammenstoßen

*Programmierschnittstelle:* Die Programmierschnittstelle erlaubt einen Zugriff auf die beobachteten Daten aus dem Monitoring Tool und wird über eine objektorientierte Bibliothek zur Verfügung gestellt. Die Abbildung 2.13 zeigt den Quellcode, mit dessen Hilfe man auf die beobachteten Daten zugreifen kann. [13]

01 ProximityClientConnection client = new ProximityClientConnection();	Setup
02 client.Start("192.168.0.11", 888);	
03 ProximitySpace space = client.GetSpace();	
04 PresenceBase person = space.GetPresence("Person1");	Events
05 PresenceBase smartboard = space.GetDisplay("SmartBoard");	
06 PresenceBase tablet = space.GetDisplay("Tablet");	
07 RelationPair relation = space.GetRelationPair(person, smartboard);	Callbacks
08 relation.OnDirectionUpdated += new DirectionRelationHandler(OnDirectionUpdated);	
09 relation.OnLocationUpdated += new LocationRelationHandler(OnLocationUpdated);	
10 void OnDirectionUpdated(ProximitySpace space, DirectionEventArgs args) {	Event
11 if (args.ATowardsB) { [... person is facing the display, show content ...] } else { [...hide...] }	
12 }	
13 void OnLocationUpdated(ProximitySpace space, LocationEventArgs args) {	Callback
14 double distance = args.Distance; [... change visual content as a function of distance ...]	
15 }	
16 RelationPair relationTablet = space.GetRelationPair(tablet, smartboard);	
17 relationTablet.OnPointingUpdated += new PointingRelationHandler(OnPointingUpdated);	
18 void OnPointingUpdated(ProximitySpace space, PointingEventArgs args) {	
19 if (args["forward"].PointsToward && (args["forward"].Distance < 500.0)) {	
20 Point intersection = args["forward"].DisplayPoint;	
21 [... show awareness icon on smartboard display ...]	
22 if (args["forward"].IsTouching) {	
23 [... transfer content from the tablet to the large display ...]	
24 }}	

**Abbildung 2.13** Quellcode für Interaktionen mit den beobachteten Daten [13]

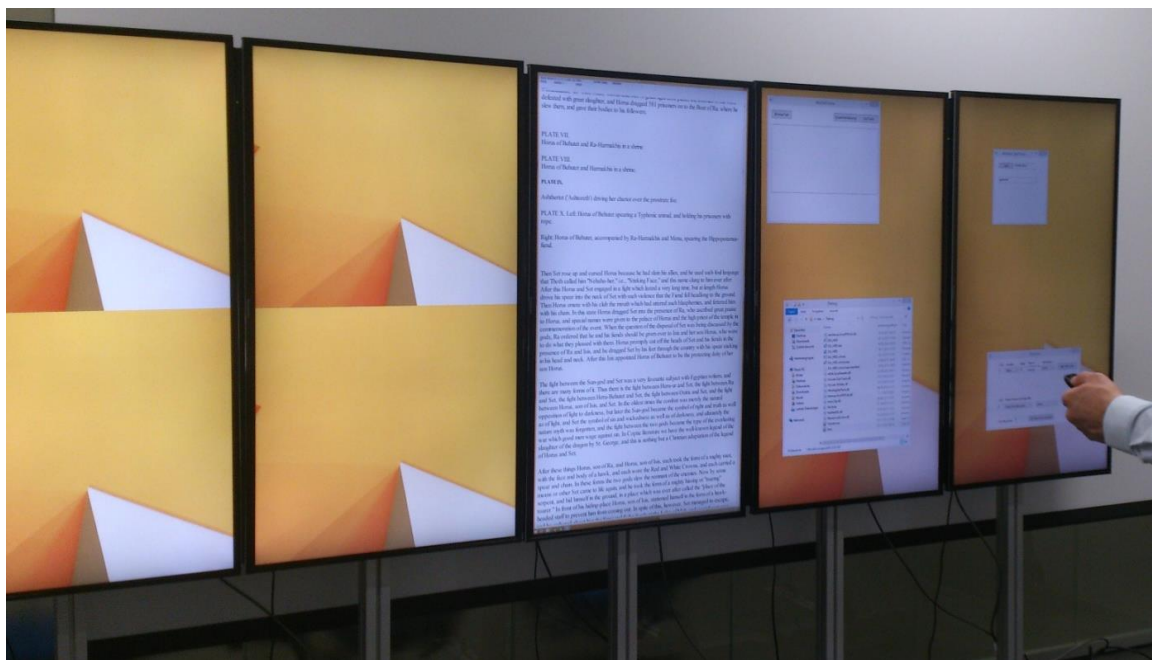


### 3 Anforderungen/Entwurf

In diesem Kapitel wird auf verschiedene technische Hilfsmittel, auf die graphische Benutzerschnittstelle WPF , sowie auf funktionale und nicht-funktionale Anforderungen eingegangen.

### 3.1 Hochauflösende Displays

In dieser Diplomarbeit sind hochauflösende Displays ein Zusammenschluss mehrerer Bildschirme (Modell TX-50AXW804-50) und mit einem Windows 10 Rechner verbunden. Das Bild wird auf mehrere Bildschirme verteilt, sodass jeder Bildschirm nur einen Teil des aktuellen Bildes wiedergibt. Zusammen aber ergibt sich ein Gesamtbild, wie in der Abbildung 3.1 zu erkennen ist.



### Abbildung 3.1 Hochauflösende Displays

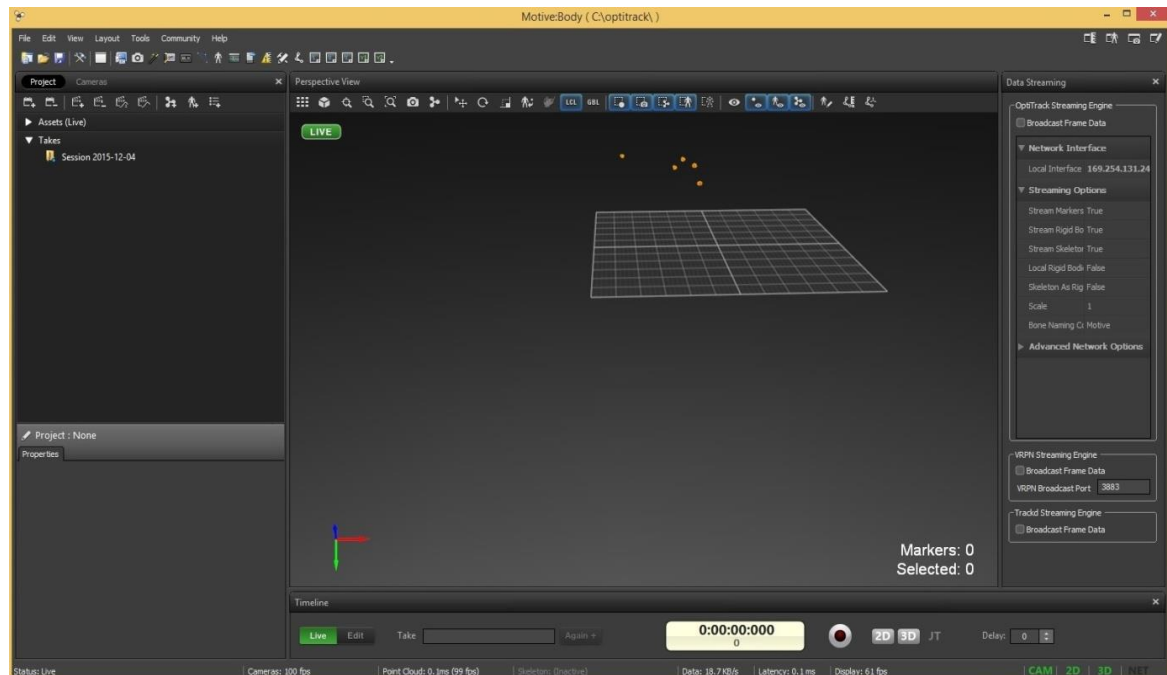
### 3.2 Bewegungserkennungssystem

Verwendung des Bewegungserkennungssystems in dieser Diplomarbeit wird anhand von dem Programm „Motive“ und den beiden C#-Bibliotheken „HciLab.OptiTrack“ und „HciLab.Utilities“ erläutert. Die Kameras (Modell OptiTrack Flex 3) nehmen die Bewegungen der Marker auf und senden die Daten an das Programm „Motive“. Auf das Zusammenspiel dieser Komponenten wird näher eingegangen und ihre Rollen in der Applikation, die während dieser Diplomarbeit entwickelt wurde, erklärt.

### 3.2.1 Motive

Mit dem Programm „Motive“ kann der Anwender die Bewegungen und Positionen mehrerer Objekte in einem Raum verfolgen. Dieser Raum muss mit Kameras, die die Objekte und ihre Positionen erfassen können, ausgestattet werden. Zuerst müssen die Kameras für diesen Raum ausgerichtet und kalibriert werden. Danach kann der Anwender mindestens

drei Marker zu einem Objekt (im Programm „rigidbody“ genannt) zusammenfassen. In der Abbildung 3.2 ist ein Ausschnitt aus „Motive“ zu sehen.



**Abbildung 3.2 Motive**

### 3.2.2 HCILab.\*.dlls

Die beiden Bibliotheken „HciLab.OptiTrack“ und „HciLab.Utilities“ sind für die Kommunikation mit dem Bewegungserkennungssystem und „Motive“ zuständig.

Mit Hilfe dieser Bibliotheken kann im Quellcode ein „Connector“ erstellt werden. Diesem „Connector“ werden Parameter, wie IP-Adresse oder Verbindungsart (Multicast oder Unicast), übergeben. Mit der Prozedur „Received\_Frame“ kann auf die „rigidbodies“ und ihre Positionen zugegriffen werden. Im Listing 3.1 ist der Quellcode zum Empfangen der Daten mit Hilfe der beiden Bibliotheken zu sehen.

```
my_OptiTrackConnector = new OptiTrackConnector();
String message;
my_OptiTrackConnector.Connect(ip_address, ConnectionType.Multicast, out message);
my_OptiTrackConnector.ResivedFrame += Received_Frame;
```

```
private void Received_Frame(object pSource, OptiTrackFrame myFrame)
{
    foreach (OptiTrackRigidBody rigidBody in myFrame.RigidBodies)
    {
        double x1, x2, y1, y2, z1, z2;
        x1 = myFrame.RigidBodies[0].getPosition().X;
        y1 = myFrame.RigidBodies[0].getPosition().Y;
        z1 = myFrame.RigidBodies[0].getPosition().Z;
    }
}
```

**Listing 3.1 Zugriff auf die Daten von Bewegungserkennungssystem**



### 3.3 WPF

WPF, die Kurzform von Windows Presentation Formation, ist ein Grafik-Framework und seit der Version 3.0 ein Teil von Microsoft .NET Framework. Die Stärke von WPF ist die Vereinigung der Vorteile von Windows Forms, 2D und 3D-Grafik, PDF und Windows Media Player. Außerdem werden die Oberflächenkomponenten vektorbasiert dargestellt und können verlustfrei skaliert werden[16]. Diese Eigenschaft ist beim Einsatz von Large Displays besonders vorteilhaft, da bei hohen Auflösungen ein verlustfreies Zoomen für das Lesen und Textverstehen unabdingbar ist.

### 3.4 Funktionale Anforderungen

Folgende Anforderungen der Benutzer sollen erfüllt werden: Der Benutzer soll in der Lage sein eine oder mehrere Textdateien im EPUB-Format öffnen zu können. Diese sollen dann getrennt voneinander angezeigt werden, in diesem Fall je eine Textdatei pro Tab. Diese Tabs werden mit dem Titel des darin enthaltenden Textes versehen. Das ermöglicht eine schnelle Übersicht über alle offenen Texte. Für jeden Text kann ein Inhaltsverzeichnis angezeigt werden. Alle offenen Text werden hierarchisches dargestellt, Fenster als Oberpunkt und die Text, die in jedem Fenster offen sind als Unterpunkte, siehe Abbildung 3.3.



**Abbildung 3.3 Hierarchische Darstellung der offenen Textdokumente**

Jede Textdateien kann in ihrer Darstellung angepasst werden, indem entweder ihre Schriftgröße geändert oder das einfache Zoomen verwendet wird. Schließlich soll die Darstellung der Textdateien in Abhängigkeit von der Position des Lesers erfolgen. Dabei bestimmt die Distanz zwischen Leser und Bildschirm, auf dem der zu lesende Text dargestellt wird, die Schriftgröße des Textes. Durch die Veränderung der Position und dadurch der Entfernung bewirkt der Leser die Anpassung der Schriftgröße des Textes in Echtzeit.

### 3.5 Nicht-funktionale Anforderungen

Nicht-funktionale Anforderungen an das System beschreiben Anforderungen, die an das System gestellt werden und nicht die zukünftigen Funktionen des Systems, d.h. die Qualität des Systems und wie gut es funktioniert. Folgende nicht-funktionale Anforderungen

werden bei dieser Diplomarbeit insbesondere an das System gestellt: (1) Zuverlässigkeit bedeutet, dass das Programm stabil läuft und Fehler durch die Benutzung durch Menschen verhindert oder zu mindestens soweit wie möglich vermindert. (2) Leistung und Effizienz sind ein Index dafür, wie schnell das Programm auf Eingaben jeglicher Art (Tastatur oder Position des Lesers) reagiert und diese auswertet, ohne dass der Leser diesen Vorgang wahrnimmt. Nur das Ergebnis der Eingabe soll wahrgenommen werden, nicht die Verarbeitung. Die Korrektheit eines Programms bedeutet die fehlerfrei Ausführung der Befehle. Die gute Benutzbarkeit ist das einfache und schnelle Begreifen der Funktionen des Programms durch den Benutzer. Die Bedienung soll intuitiv sein und die Einlernphase so kurz und schnell wie möglich.



## 4 Implementierung

In diesem Kapitel werden der Aufbau des Prototypen vorgestellt, sowie die einzelnen Komponenten. Die Aufgaben, die Funktionsweise und das Zusammenspiel der Komponenten werden näher erläutert und ihre Benutzerschnittstellen genauer erklärt.

### 4.1 Aufbau/Architektur

In der Abbildung 4.1 ist der allgemeine Aufbau/Architektur des Systems mit wichtigen Komponenten und dem Zusammenspiel dieser Komponenten zu sehen. Wenn die Applikation gestartet ist, ist nur die Hauptkomponente zu sehen. Bei Bedarf kann die Lese- und Motion Sensing-Komponente gestartet werden. Jede Komponente wird im Weiteren ausführlicher erklärt und ihre Aufgaben detailliert beschrieben..

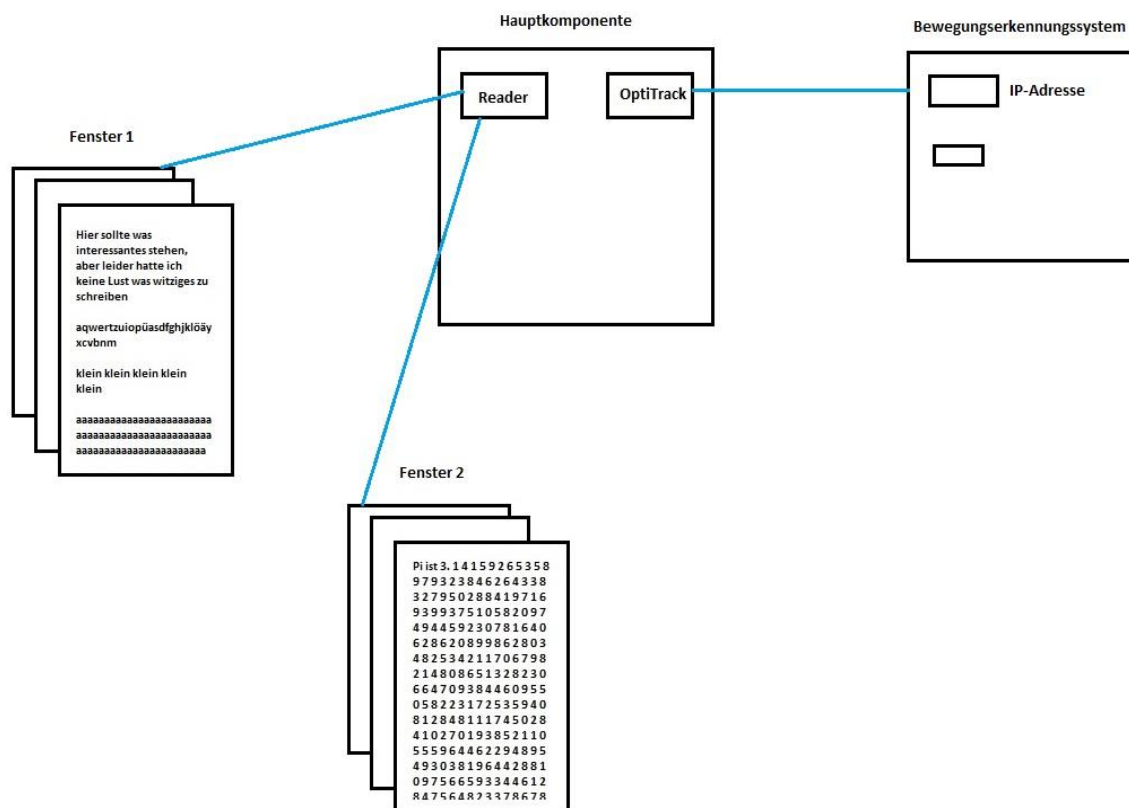


Abbildung 4.1 Aufbau/ Architektur des Systems

### 4.2 Lese-Komponenten

Die Lese-Komponente ist für das Anzeigen von Textdokumenten und Manipulation ihrer Darstellung verantwortlich. Der Benutzer ist in der Lage mehrere Tabs zu öffnen, wie es in herkömmlichen Web Browsern (Mozilla Firefox oder auch Internet Explorer). In jedem dieser Tabs kann der Benutzer nur ein Textdokument öffnen.

#### 4.2.1 EPUB-Format

EPUB steht für **e**lectronic **p**ublication. Es ist ein offener Standard für digitale Publikationen und Dokumente von International Digital Publishing Forum und basiert auf Web

Standards, wie HTML5, CCS und SVG. Die Spezifikation von EPUB wird in folgende Bereiche unterteilt [17]:

- EPUB Publication: enthält Formate, die den Inhalt beschreiben
- EPUB Content Documents: beschreibt die Profile von HTML5, SVG und CSS
- EPUB Open Container Format: beschreibt das Dateiformat
- EPUB Media Overlays: beschreibt das Format und Verarbeitungsmodell für die Synchronisation zwischen Text und Ton
- EPUB Canonical Fragment Identifier Specification: beschreibt die Standardmethode zur Behandlung von Referenzen innerhalb einer ePub-Datei.

EPUB -Format unterstützt das Verändern der Textgrößen, der Schriftfarbe und des Hintergrunds, sowie das Hervorheben von Textabschnitten. Diese Eigenschaften werden in der Anwendung zur Interaktion zwischen Benutzer und Display ausgenutzt[17].

#### **4.2.2 EPUB -Reader**

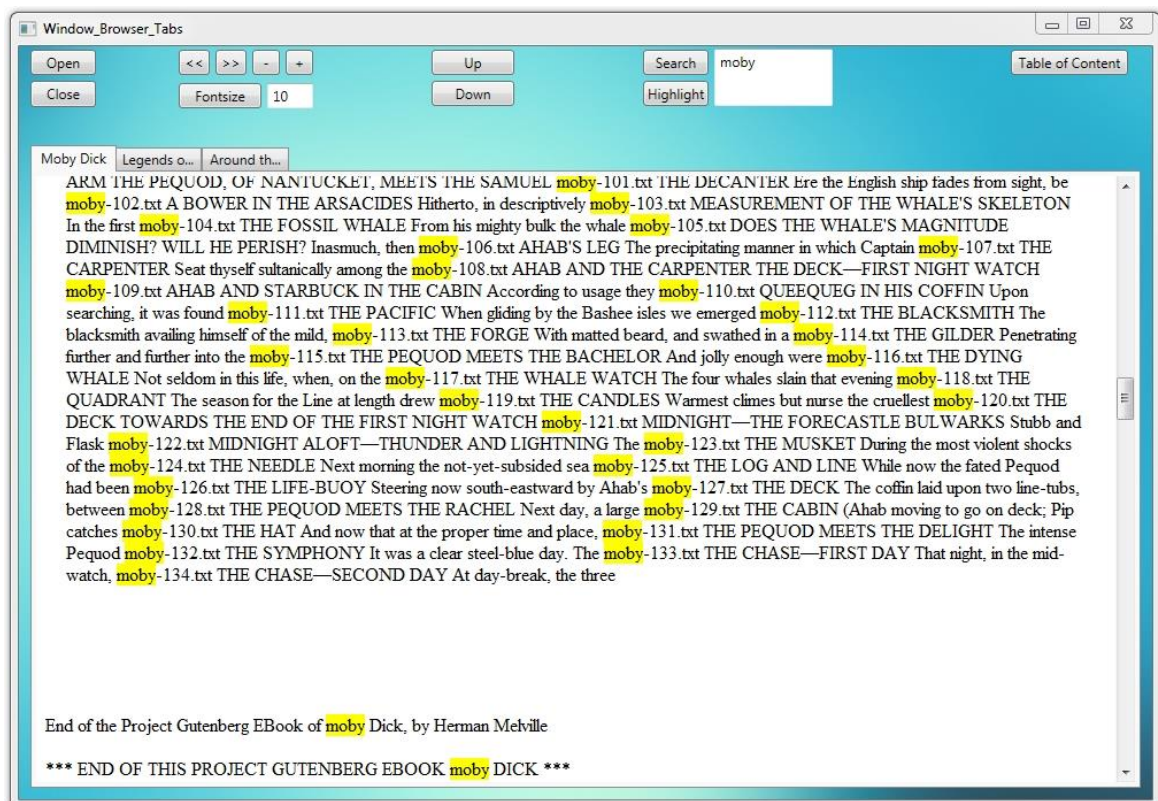
EPUB -Reader ist eine Open-Source Bibliothek für das Öffnen und Lesen der Dateien im EPUB-Format. Sie ist einfach zu benutzen und ermöglicht zusätzliche Funktionen neben dem Öffnen und Lesen einer EPUB-Datei. Folgende Funktionen werden mit dem EPUB-Reader unterstützt: eine EPUB-Datei öffnen und anzeigen lassen, den Titel des aktuellen Textes anzeigen lassen, den Autor des aktuellen Textes anzeigen lassen, Inhalt des Textes in Plaintext oder HTML umwandeln und die Zusammenfassung des Inhalts des aktuellen Textes (Table of Content)[18].

#### **4.2.3 Aufbau/Funktionsweise**

Die Lesekomponente erfüllt die meisten Aufgabe im Vergleich zu den anderen Komponenten des Prototypen. Die folgende Funktionsbeschreibung bezieht sich auf die Abbildung 4.2. Mit „Open“ kann der Benutzer einen neuen Tab öffnen und gleichzeitig ein Textdokument im EPUB-Format aussuchen und laden. Es können mehrere Tabs in einem Fenster geöffnet werden, die Funktionsweise ist ähnlich wie bei herkömmlichen Browsern, wie Firefox oder Internet Explorer. Eine mögliche Alternative zu der Möglichkeit mit der Tabs-Methode ist die Verwendung einer Liste mit den offenen Textdokumenten. Jedes Mal wenn der Benutzer zum einem anderen Textdokument vor- oder zurückblättert, wird ein neues Textdokument in den einzigen System.Windows.Controls.WebBrowser geladen. Ein Nachteil dieser ursprünglichen Lösung ist der zusätzliche Programmieraufwand um die Anzahl der offenen Dokumente und ihre Titel zu bestimmen und für den Nutzer anzuzeigen. Außerdem wird jedes Mal beim Blättern zum nächsten Textdokument, dieses komplett neugeladen, was dazu führt, dass die ursprüngliche Stelle, an der der Benutzer beim Lesen angekommen war, nicht gespeichert wurde. Somit muss die Stelle jedes Mal nach dem Blättern manuell gesucht werden. Dieses Problem kann entweder mit einer Sprungmarke oder mit der Tabs-Methode behoben werden. Die Vorgehensweise mit der Tabs-Methode behebt diese Unannehmlichkeiten. An den offenen Tabs kann die Anzahl der offenen Texte leicht bestimmt werden, außerdem wird der Titel mit angezeigt. Beim Blättern wird die Stelle, an der der Leser das Dokument verlassen hat, nicht verges-

sen und der Leser kann ohne Aufwand das Lesen weiterfortsetzen. Wenn der Benutzer einen Tab schließen möchte, wird die „Close-Taste“ verwendet. Mit der „Close-Taste“ wird der aktuelle Tab samt Textdokument geschlossen.

Mit den Tasten „<<“ und „>>“ kann der Benutzer zwischen den Textdokumenten blättern, alternativ kann er direkt mit dem Mausklick auf den gewünschten Tab direkt zum gesuchten Text springen. Um die Schriftgröße des Textes zu verändern, können die Tasten „-“ (aktuelle Schriftgröße um 5 verkleinern) und „+“ (aktuelle Schriftgröße um 5 vergrößern) verwendet werden oder alternativ kann der Benutzer in das Feld recht neben der Taste „FontSize“ direkt die gewünschte Schriftgröße angeben und mit dem Tastendruck auf „FontSize“ wird die angegebene Schriftgröße übernommen.



#### Abbildung 4.2 Aufbau der Lesekomponente

Das Scrollen im Text kann entweder mit dem Mausrad bewerkstelligen oder mit den Tasten „Up“ für Hochscrollen und „Down“ für Runterscrollen. Falls der Text nach bestimmten Begriffen durchgesucht werden soll, hat der Benutzer dafür zwei vom Programm angebotenen Möglichkeiten. Mit der Taste „Search“ [19] kann das nächste Vorkommen des gesuchten Wortes angezeigt werden, falls vorhanden. Um alle Vorkommnisse des gesuchten Begriffs im Text zu markieren, wird die Taste „Highlight“ [20] verwendet. Dabei alle gefundenen Einträge gelb markiert, siehe Abbildung 4.2 (hier werden alle Vorkommnisse des Wortes moby gelb markiert). Das gesuchte Wort muss der Benutzer in das Feld rechts gleich neben den Tasten „Search“ und „Highlight“ eingeben.

Das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Textes kann der Benutzer mit Hilfe der Taste „Table of Content“ anzeigen lassen. Dieses Inhaltsverzeichnis wird dann im separaten Fenster

anzeigt und soll dem Benutzer dabei helfen einen ersten Überblick über das Textdokument zu erhalten.

### 4.3 Die Bewegungserkennungssystemkomponente

Die Bewegungserkennungssystemkomponente ist für die Kommunikation mit dem Bewegungserkennungssystem verantwortlich. Die Aufgabe dieser Komponente ist das Erfassen und Auswerten von Bewegungen eines oder mehrerer Marker (rigidbodies) mit Hilfe des Programms „Motive“. Anhand der Ergebnisse der Auswertung sollen dann entsprechende Signale an die Hauptkomponente gesendet werden. Die Hauptkomponente leitet die Signale an die Lesekomponente weiter und ruft entsprechende Methoden auf.

Bevor die Bewegungserkennungssystemkomponente gestartet wird, muss eine gewisse Vorarbeit geleistet werden. Der Benutzer stellt mit Hilfe des Programms „Motive“ das Setting ein. Dazu gehören das Starten der Kameras und das Definieren der Gegenstände oder Personen, dessen Positionen erfasst werden sollen. Im Programm „Motive“ heißen diese Gegenstände oder Personen „rigibodies“. Danach werden die gesendeten Daten freigegeben, sodass auf sie zugegriffen werden kann.

Die Bewegungserkennungssystemkomponente benutzt die HCLab-Bibliothek, um auf den Datenstrom zuzugreifen und die Koordinaten der einzelnen „rigibodies“ auszulesen. Dabei werden für jeden „rigidbody“ XYZ-Koordinaten gesendet und mit der Formel der Abstand zwischen P1P2 =  $\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2 + (Z1 - Z2)^2}$  berechnet.

Beim Starten der Bewegungserkennungssystemkomponente gibt der Benutzer im Feld die IP-Adresse ein und startet die Datenübertragung mit dem Button „Start“. In dieser Diplomarbeit werden die XYZ-Koordinaten zweier „rigibodies“ (Benutzer und Bildschirm) erfasst und die relative Distanz anhand der obengenannten Formel ausgerechnet. Mit Hilfe der ausgerechneten Distanz soll der Benutzer die Textdarstellung manipulieren.

Die Abbildung 4.3 zeigt die Übersicht über die Motion Bewegungserkennungssystemkomponente und ihrer Funktionen.



Abbildung 4.3 Übersicht über die Bewegungserkennungssystemkomponente

## 4.4 Die Hauptkomponente

Die Hauptkomponente startet die Lese- und Bewegungserkennungssystemkomponente. Außerdem ist die Hauptkomponente für die Kommunikation zwischen Lese -und Bewegungserkennungssystemkomponente verantwortlich. In der Abbildung 4.4 sind die drei wichtigsten Features der Hauptkomponente farbig gekennzeichnet.

Wie in der Abbildung 4.4 grün markiert, kann der Benutzer die Lesekomponente öffnen. Hier kann der Leser verschiedene Textdokumente, welche zum Lesen dargestellt werden, öffnen. Es können mehrere Lesekomponenten gleichzeitig geöffnet und dargestellt werden.

Der rot markierte Button „OptiTrack“ dient zur Öffnung der Bewegungserkennungssystemkomponente. Diese Komponente empfängt die Koordinaten der Marker, in dieser Diplomarbeit sind es zwei Marker. Ein Marker stellt den Benutzer und seine flexible Position dar, der andere soll die feste Position des großen Bildschirms markieren.

Mit dem letzten Feature „Zusammenfassung“ wird im Fenster (blau in der Abbildung 4.4) die hierarchische Übersicht über alle offenen Lesekomponenten und ihrer Textdokumente abgebildet. Durch den Mausklick ist der Benutzer in der Lage sofort zum angeklickten Textdokument zu wechseln.

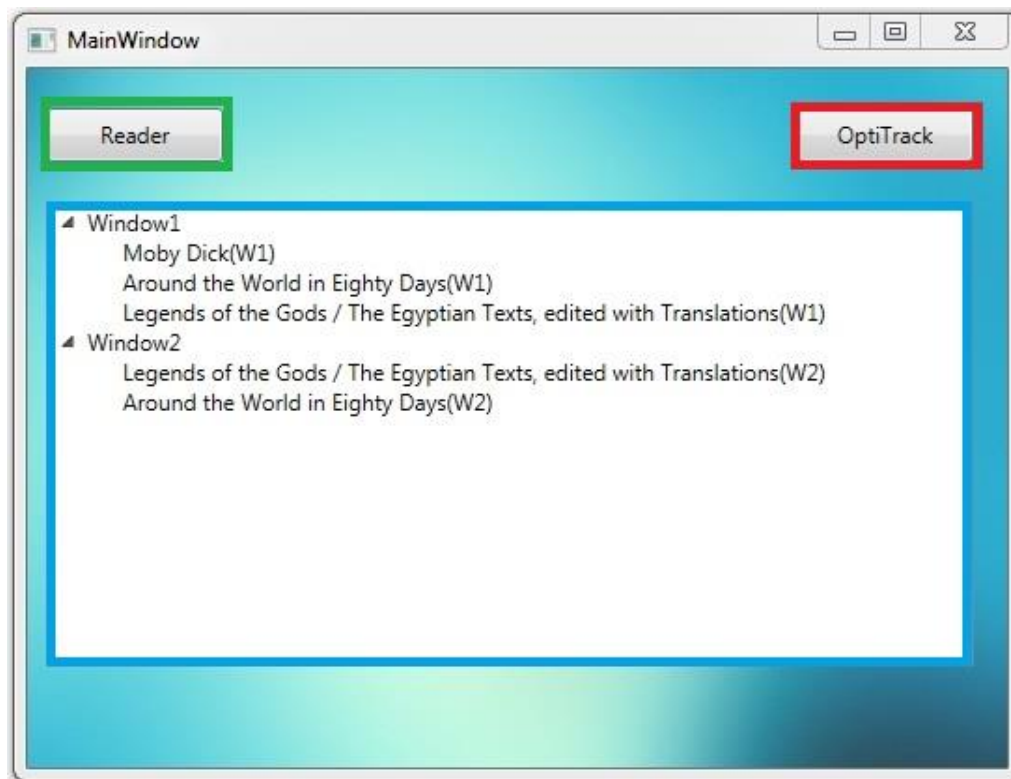


Abbildung 4.4 Übersicht über die Hauptkomponente



## 5 Nutzerstudie

Dieses Kapitel behandelt die Evaluation des in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Systems. Des Weiteren, sollen durch die Benutzerstudie wichtige Parameter für die weitere Entwicklung der Anwendung gewonnen werden. Am Anfang wird eine Hypothese aufgestellt, die wir auf ihre Richtigkeit in der Studie untersuchen. Außerdem wird der Aufbau, der Ablauf und die Datenerfassung näher erläutert. Danach werden die Ergebnisse vorgestellt und statistisch dargestellt. Anschließend werden die Folgen der Untersuchung diskutiert und die Richtigkeit der Hypothese bewiesen.

### 5.1 Hypothese

Die Diplomarbeit „Leseaktivitäten auf großen, hochauflösenden Displays“ befasst sich mit der Entwicklung der Applikation für das Lesen auf großen, hochauflösenden Displays. Dabei soll sich der Text an die Distanz zwischen dem Benutzer und dem Bildschirm größentechnisch anpassen. Ziel des ersten Teils dieser Studie ist das Verhältnis zwischen Schriftgröße und Distanz des Lesers zu dem Bildschirm zu untersuchen und die Erkenntnisse in die Applikation zu integrieren. Mit diesen Erkenntnissen soll es möglich sein die Schriftgröße optimal an die Distanz des Lesers zu dem Bildschirm in Echtzeit anzupassen. Der zweite Teil der Studie befasst sich mit dem Testen der Applikation und allen dazugehörigen Features. Hier gilt es die Applikation als Ganzes zu testen, mögliche Schwachstellen beseitigen und potenzielle Erweiterungsmöglichkeiten zu bestimmen und falls möglich später in die Applikation zu integrieren.

Die Hypothese ist, dass es eine Formel gibt, die die Abhängigkeit zwischen der Schriftgröße und der Distanz beschreibt. Die Formel  $Schriftgröße = f(Distanz)$  wird dazu verwendet, um den Zusammenhang zwischen Schriftgröße und Distanz zu beschreiben. Die Distanz ist die Entfernung vom Benutzer zum Bildschirm im 3D-Raum und soll als einziger Parameter direkten Einfluss auf die Schriftgröße des zu lesenden Text haben.

### 5.2 Aufbau

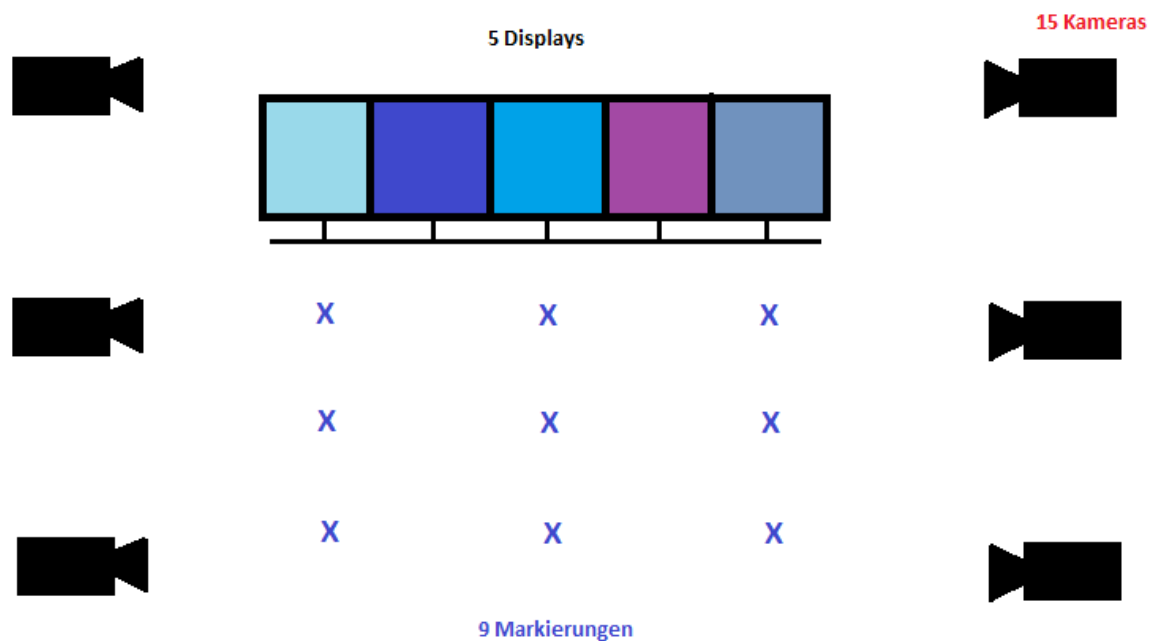
Der Aufbau der Studie besteht aus verschiedenen Komponenten, auf die in diesem Unterkapitel eingegangen wird.

Die Bildschirmwand besteht aus fünf einzelnen Bildschirmen (Modell TX-50AXW804-50), die mit einem Rechner (mit dem Betriebssystem Windows 10) verbunden sind und ein gemeinsames, einheitliches Bild wiedergeben. Auf einem dieser Bildschirme läuft die Applikation mit der der Benutzer interagieren wird, auf einem anderen Bildschirm läuft die Hilfskomponente mit der der Studienleiter die Ergebnisse der Studie aufzeichnet.

Auf dem Boden befinden sich neun Entfernungsmarkierungen, die in einem besonderen Muster angelegt sind. Es befinden sich jeweils drei Markierungen auf der linken Seite, gegenüber dem linken Bildschirm am Rand, drei Markierungen in der Mitte gegenüber dem mittleren Bildschirm und die letzten drei Markierungen auf der rechten Seite gegenüber dem rechten Bildschirm am Rand. Die Markierungen am Boden befinden sich jeweils 1 m, 2 m und 3 m von der Leinwand entfernt.



In dem Raum, in dem diese Studie durchgeführt wird, sind 15 Kameras (Modell OptiTrack Flex3) an der Wand und dem Gerüst an der Decke angebracht und bilden ein Motion Capture System. Die Kameras erfassen den Marker, den der Benutzer trägt. Die Daten, die durch die Kameras erfasst werden, werden an das Programm „Motive“ weitergeleitet. Hier erkennt das Programm, wo sich der Marker folglich auch der Benutzer befindet. Anhand der Position des beweglichen Benutzers und fester Position der Bildschirmwand kann die Entfernung vom Benutzer zur Bildschirmwand in Echtzeit ausgerechnet werden. Außerdem wird ein Presenter (Model Logitech R400) zum Interagieren mit dem Prototypen benutzt. In der Abbildung 5.1 wird der Aufbau schematisch dargestellt.



**Abbildung 5.1 Aufbau der Studie**

### 5.3 Ablauf

Die Studie besteht aus drei Teilen. Bei jedem Teil der Studie werden Daten aufgezeichnet und später für die Analyse ausgewertet.

Beim ersten Teil der Studie werden dem Teilnehmer Standpositionen von dem Studienleiter vorgegeben. Diese Positionen entsprechen den neun Markierungen, die im Kapitel 5.2 „Aufbau“ bereits beschrieben wurden. Die Reihenfolge der Positionen variiert von Teilnehmer zum Teilnehmer, doch die Anzahl der Wiederholungen und die Positionen sind immer konstant. In diesem Fall sollen neun Positionen mit zwei Wiederholungen ausreichen, um eine qualitativ hohe Auswertung zu gewährleisten. Der Teilnehmer soll bei vorgegebener Position die Schriftgröße so anpassen, dass das Lesen für ihn oder sie am angenehmsten ist. Dazu wird dem Benutzer ein Presenter zur Verfügung gestellt. Durch das Klicken entsprechender Tasten kann der Benutzer die Schriftgröße des Textes nach eigenem Bedarf anpassen. Der Presenter ist klein und leicht und kann im Stehen und Laufen eingesetzt werden, ohne die Mobilität des Teilnehmers zu beschränken.



Im zweiten Teil werden dem Teilnehmer neun verschiedene Schriftgrößen mit zwei Wiederholungen vorgegeben. Der Teilnehmer soll sich abhängig von der Schriftgröße im Raum so positionieren, dass das Lesen für ihn oder sie am angenehmsten ist.

Im letzten Teil der Studie wird dem Teilnehmer die gesamte Applikation gezeigt und mit ihren restlichen Eigenschaften und Funktionen vertraut gemacht. Daraufhin kann der Teilnehmer die Applikation testen, um ihre potenziellen Schwächen und Stärken zu ermitteln. Im Anschluss soll ein Fragebogen ausgefüllt werden, in dem der Lesekomfort und die Benutzerfreundlichkeit auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) bewertet werden. Außerdem können positive und negative Besonderheiten, Stärken und Schwächen der Applikation aufgelistet werden. Der Fragebogen befindet sich im Anhang.

Die Teilnehmer wurden mit Hilfe von Mailingliste oder persönlicher Ansprache für die Studie angeworben. Vor dem Beginn der Studie wurde jedem Teilnehmer die Aufgaben und der Ablauf erklärt und eventuelle Fragen beantwortet. Aus Gründen des Datenschutzes muss der Teilnehmer vor Beginn der Studie eine Einverständniserklärung (im Anhang unter Consent Form) lesen, zutreffende Option ankreuzen und unterschreiben. Als Aufwandsentschädigung darf der Teilnehmer nach der Studie sich an dem Süßigkeitsvorrat bedienen. Die Dauer der Studie beträgt ungefähr 30 Minuten. In den Abbildungen 5.2 und 5.3 sind zwei der insgesamt neun Teilnehmern zu sehen.



**Abbildung 5.2 Weibliche Teilnehmerin während der Studie**



**Abbildung 5.3 Männlicher Teilnehmer während der Studie**

## 5.4 Datenerfassung

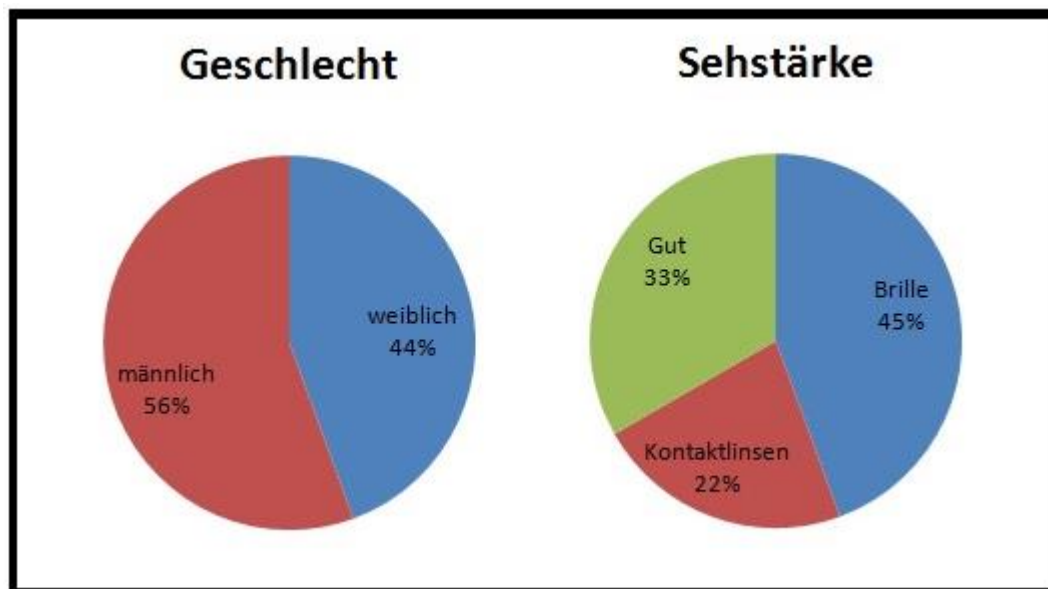
Die Datenerfassung während der Studie erfolgt mittels in das Hauptprogramm integriertes Formular. Wie auf der Abbildung 5.4 zusehen ist, werden bei der Durchführung der Studie zum Einen die persönlichen Daten (Geschlecht, Alter und Beruf) des Teilnehmers erfasst, wie in der Abbildung 5.4 im blauen Rahmen gut erkennbar ist. Zum anderen werden die Daten bezüglich der Distanz und Schriftgröße, die der Teilnehmer während der Studie wählt, gespeichert. Diese zwei Arten von Daten werden separat in 2 CSV-Dateien gespeichert und später zur Analyse der Studie verwendet.

The image shows a web form titled "Formular" with two main sections. The top section, outlined in blue, contains fields for UID (0), Gender (Male), Alter (0), Beruf (0), and Sehstärke (Brille), with a "Save New User" button. The bottom section, outlined in green, contains fields for UID (0), Feste Distanz/Schriftgröße (Feste Distanz), and Links, with a "Save Data" button. Below these sections are fields for Schriftgroesse (1) and a "Schriftgroesse anpassen" button.

**Abbildung 5.4** Formular für die Datenerfassung während der Studie

## 5.5 Analyse/Ergebnisse

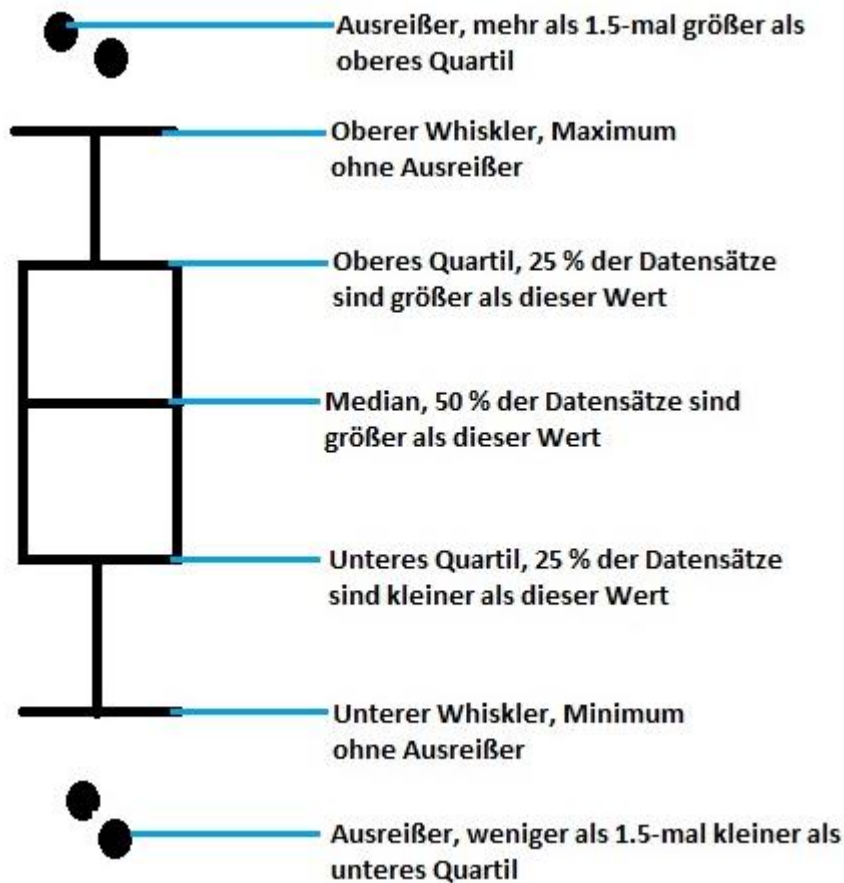
Von den insgesamt neun Teilnehmern waren vier weiblich und fünf männlich. Die Teilnehmer waren zwischen 21 und 32 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 25,9 Jahre und die Standardabweichung war 3,65 Jahre. Vier der Teilnehmer hatten Brillen, zwei Kontaktlinsen und die restlichen drei waren ohne Seheinschränkungen, also weder Brille noch Kontaktlinsen. In der Abbildung 5.5 ist ein Überblick über die Teilnehmer zu sehen.



**Abbildung 5.5** Teilnehmerstatistik

Für die Auswertung der Hypothese wird in diesem Unterkapitel jede einzelne Schriftgröße, die während der Studie vorkommt, einzeln untersucht. Dabei wird hauptsächlich auf das Verhältnis der jeweiligen Schriftgrößen zu den gewählten Distanzen eingegangen. In

der Abbildung 5.7 sind die Verteilungen der Distanzen bei jeweiliger Schriftgröße zu sehen. Um den Boxplot besser zu verstehen, werden die vorkommenden Begriffe und Symbole anhand der Abbildung 5.6 erklärt [21].



**Abbildung 5.6 Die Boxplotsymbole und ihre Bedeutung [21]**

Bei Schriftgröße 10 lässt sich nicht genau sagen, wie groß das genau auf unseren großen, hochauflösenden Displays aussieht, deswegen rechnen wir das, mit der folgenden Umrechnung, in Pixel um[22]:

$12 \text{ Punkte} = 12/72 \text{ logische Zoll} = 1/6 \text{ logische Zölle} = 96/6 = 16 \text{ Pixel} \Rightarrow \text{Schriftgröße 12 entspricht 16 Pixel.}$  So lässt sich das für andere Schriftgrößen ausrechnen:

Schriftgröße	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Pixel	14	20	27	34	40	47	54	60	67

In Abbildung 5.7 ist die gesamte Schriftgröße/Distanz-Verteilung zusehen, mit allen Daten. Die Abbildung 5.8 zeigt die Verteilung bei fester Schriftgröße und variabler Distanz. Weitere Statistiken finden Sie im Anhang.

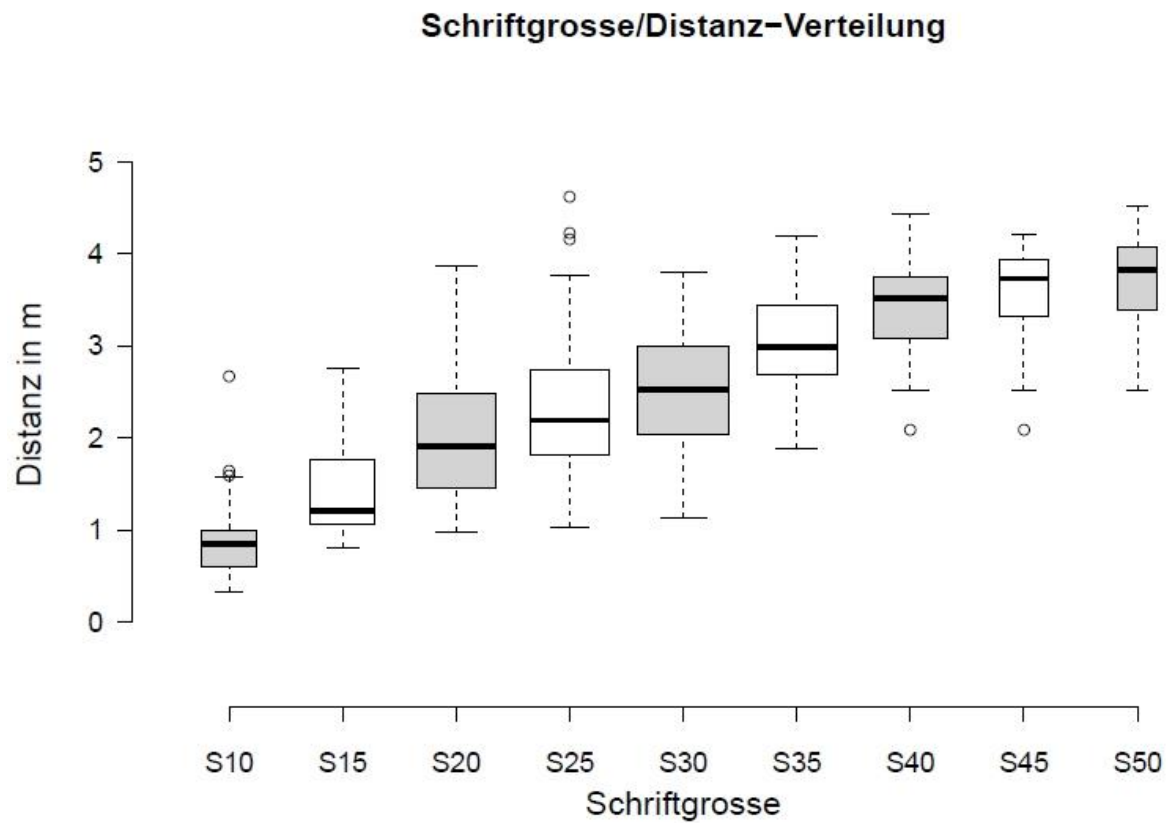


Abbildung 5.7 Boxplot zur Schriftgröße/Distanz-Verteilung

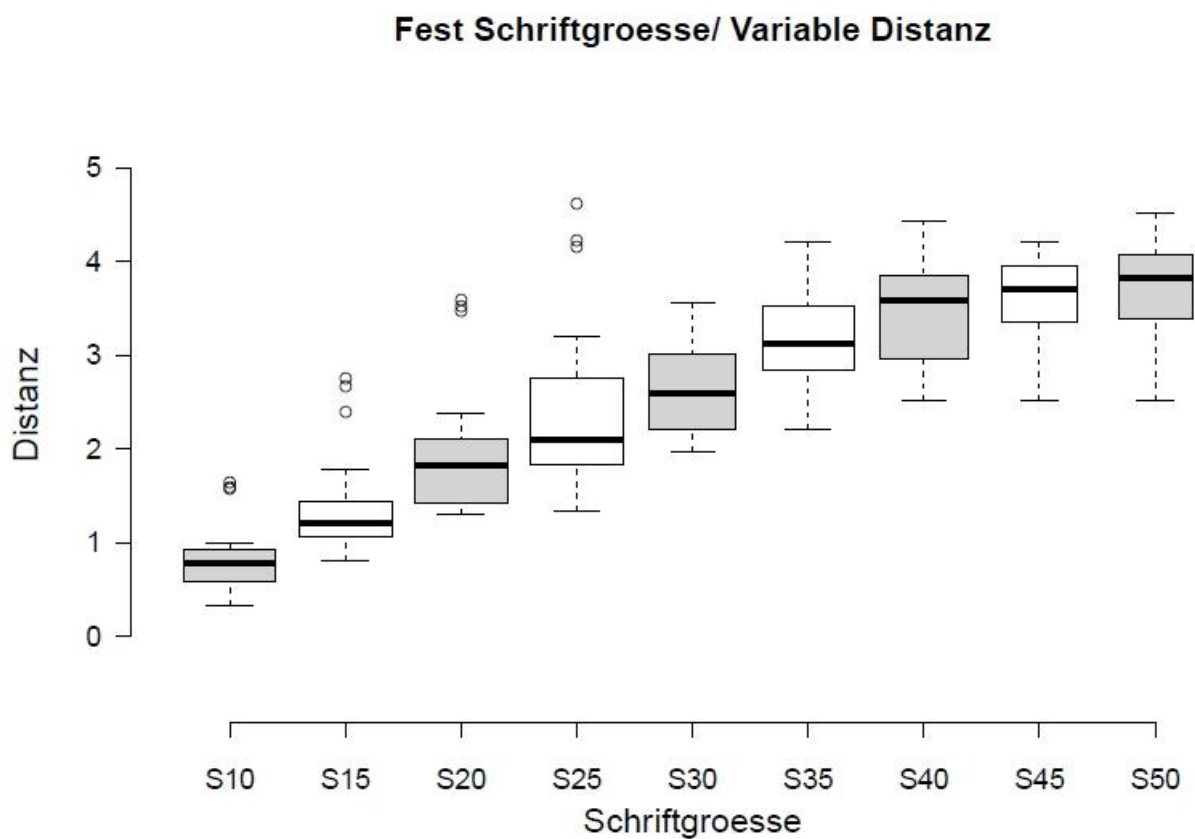


Abbildung 5.8 Boxplot zur Statistik „Fest Schrittgröße/Variable Distanz“



## 5.6 Auswertung

Die Erkenntnisse der Studie lassen sich in zwei Teile gliedern. Der erste Teil der Erkenntnisse lassen sich aus den Datensätzen, die im ersten und zweiten Teil der Studie (siehe Kapitel 5.3 Ablauf) erfasst wurden, ableiten. Der zweite Teil der Erkenntnisse bezieht sich auf den Fragebogentest der Studie und beschreibt die Ergebnisse der Befragung, die bezüglich der Applikation und ihrer Schwächen und Stärken durchgeführt wurde. Der dazugehörige Fragebogen ist im Anhang zu finden.

### 5.6.1 Auswertung der Datensätze

Bei der Auswertung der Daten kommt Boxplot-Analyse und der Durchschnitt [23] zum Einsatz. Um die Analyse des Boxplot besser zu verstehen, werden die Begriffe in der Abbildung 5.6 näher erklärt. In der nachfolgenden Abbildung 5.9 können die Werte, die Schriftgröße/Distanz-Verteilung (Abbildung 5.7) näher beschreiben, entnommen werden.

	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Oberer Whisker	1,57	2,76	3,86	3,76	3,8	4,2	4,44	4,21	4,51
Oberes Quartil	0,99	1,76	2,49	2,73	2,99	3,44	3,75	3,93	4,08
Median	0,85	1,21	1,91	2,19	2,53	2,98	3,52	3,73	3,83
Unteres Quartil	0,6	1,07	1,46	1,81	2,04	2,68	3,08	3,32	3,39
Unterer Whisker	0,33	0,81	0,98	1,03	1,13	1,89	2,52	2,52	2,52
Durchschnitt	0,91	1,47	2,08	2,31	2,56	3,01	3,43	3,52	3,68
Anzahl der Datensätze	32	43	67	65	87	69	56	24	17

**Abbildung 5.9 Auswertung der Datensätze**

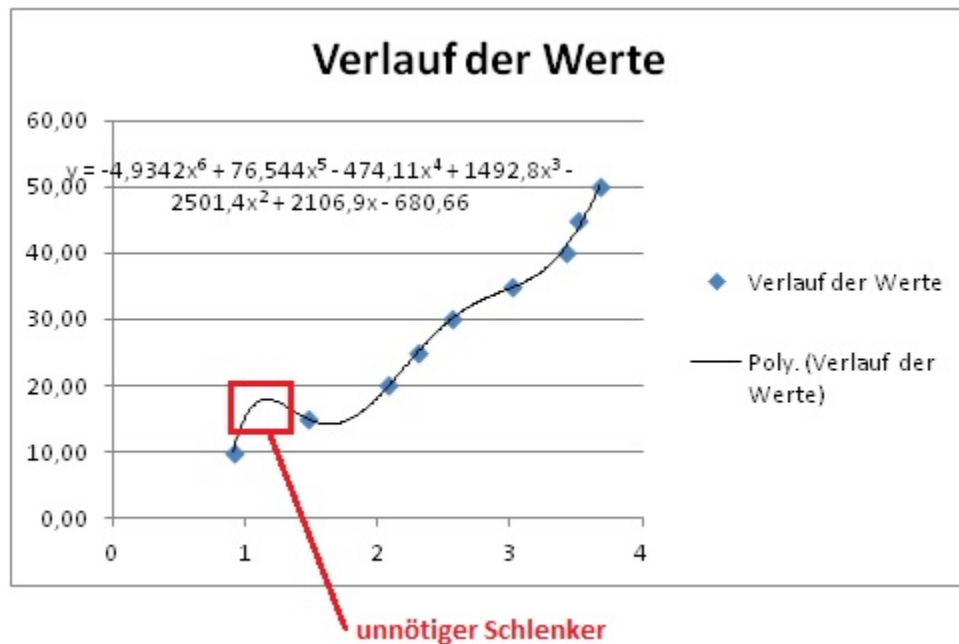
Aufgrund dieser Erkenntnisse kann jetzt für jede Schriftgröße die optimale Distanz bestimmt werden. Entweder wird eine Tabelle erstellt, in der für jede relevante Schriftgröße die dazugehörige Distanz angegeben ist oder es wird mit den verfügbaren Werten eine Funktion interpoliert, mit deren Hilfe für jede Distanz die „optimale“ Schriftgröße ausgerechnet werden kann. In der Abbildung 5.10 ist der Verlauf der Durchschnittswerte aus der Abbildung 5.9 zu sehen. Die blauen Punkte zeigen diesen Verlauf der Werte. Als Werte für die X-Achse wird die Distanz in Meter genommen und für die Y-Achse die Schriftgrößen. Jetzt wird die Funktion  $Schriftgröße = f(Distanz)$  mit Hilfe von Excel interpoliert. Zuerst wird der Verlauf der Werte ausgewählt und Funktion polynomische Funktion interpolieren ausgeführt. Obwohl es neun Wertepaare sind, kann Excel maximal eine polynomische Funktion 6-Grades interpolieren. Dabei benutzt Excel die Methode der kleinsten Quadrate und diese Gleichung [24]:

$$y = b + c1 * x + c2 * x^2 + c3 * x^3 + c4 * x^4 + c5 * x^5 + c6 * x^6$$

Nach dem Interpolieren erhalten wir folgende Formel, die unsere Hypothese beweist:

$$y = -4,9342x^6 + 76,544x^5 - 474,11x^4 + 1492,8x^3 - 2501,4x^2 + 2106,9x - 680,66$$

Y steht für Schriftgröße und x für Distanz in Meter. In der Abbildung 5.10 ist zu sehen, dass die interpolierte Funktion (schwarz) bis auf einen unnötigen Schlenker sehr nah an den tatsächlichen Werteverlauf (blau) herankommt.



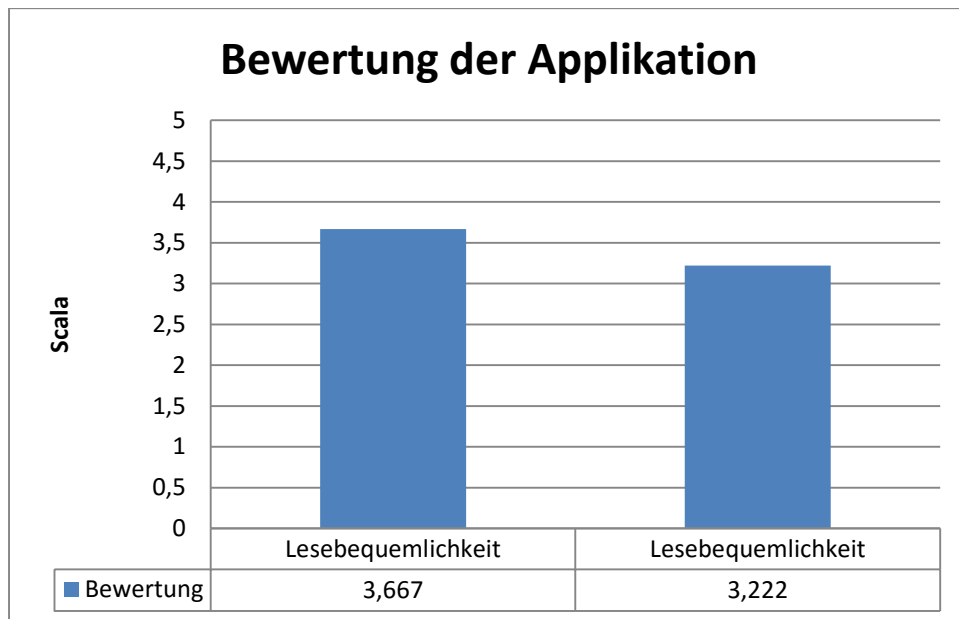
**Abbildung 5.10 Beweis der Hypothese**

Meiner Meinung nach ist die Variante mit der Tabelle besser geeignet, da für jeden Benutzer eine separate Tabelle erstellt und je nach Situation und Benutzer ausgetauscht werden kann. So ist es später möglich die Korrekturen leichter in die Applikation zu integrieren. Diese Tabellen sollen letztendlich in separaten CSV-Dateien gespeichert werden. Beim Start des Programms wird eine vorgefertigte Tabelle geladen, damit der Benutzer ohne Verzögerung zu arbeiten anfangen kann. Das Aussuchen einer anderen Tabelle ist optional und soll dem Benutzer helfen, eigene Einstellungen vorzunehmen. Bei einer zuvor bestimmten Funktion, die Schriftgröße anhand von Distanz ausrechnet, sind keine weiteren Änderungen möglich, nachdem das Programm gestartet wurde.

### 5.6.2 Auswertung der Fragebögen

Im zweiten Teil der Analyse werden die Erfahrungen der Teilnehmer mit der Applikation näher betrachtet. Während diesem Teil der Studie wird dem Teilnehmer die Applikation gezeigt und ihre Funktionen und die Benutzerschnittstelle erklärt. Der Teilnehmer kann sich mit der Applikation seinerseits ausprobieren und im Anschluss die Erfahrungen, mögliche Schwächen und Stärken in dem Fragebogen (siehe Anhang „Fragebogen zur Studie“) festhalten. Außerdem wird die Lese- und Benutzerfreundlichkeit auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) bewertet.

In der Abbildung 5.11 werden die durchschnittlichen Bewertungen für Lese- und Benutzerfreundlichkeit dargestellt.



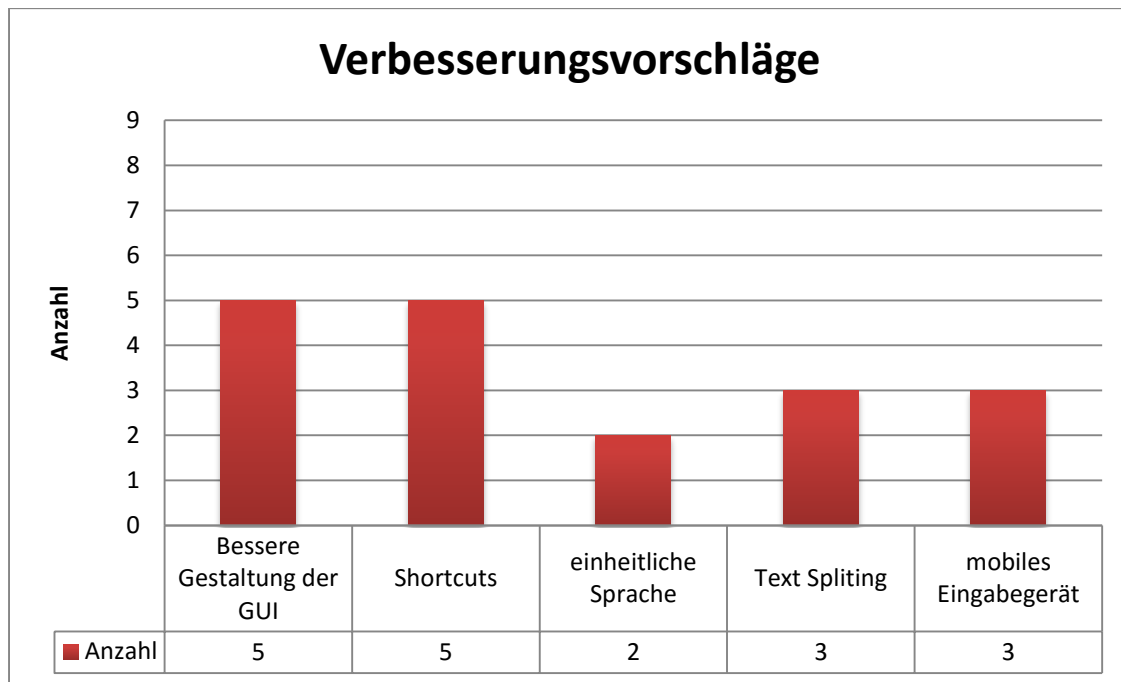
**Abbildung 5.11 Bewertung der Applikation**

In der Abbildung 5.12 werden Vorschläge zur Verbesserung der Applikation aufgelistet. Alle Vorschläge, die mehrmals genannt wurden, sind aufgezählt. Bei 9 Teilnehmer der Studie bedeutet die Anzahl auf der Y-Achse, viele von den 9 Teilnehmer den einen oder anderen Vorschlag gemacht haben. Der Vorschlag „Shortcuts“ wurde beispielsweise fünf Mal von insgesamt neun Teilnehmern gemacht. Also haben mehr als die Hälfte der Teilnehmer „Shortcuts“ vorgeschlagen.

Die am häufigsten genannten Vorschläge sind die Verbesserung der Benutzerschnittstelle (GUI) und die Einführung der Shortcuts. Die Verbesserung der Benutzerschnittstelle umfasst die eindeutige, leichtverständliche und intuitive Beschriftung des Menüs, sodass es für den Benutzer leicht nachvollziehbar ist, welche Funktionen er zur Verfügung hat und welche Auswirkung sie auf die Applikationen oder den zu lesenden Text haben. Die Shortcuts sollen die Benutzung der Applikation schneller und einfacher gestalten und sich an den aus der Browsernutzung bekannten Shortcuts orientieren (z.B. STRG + T für einen neuen Tab).

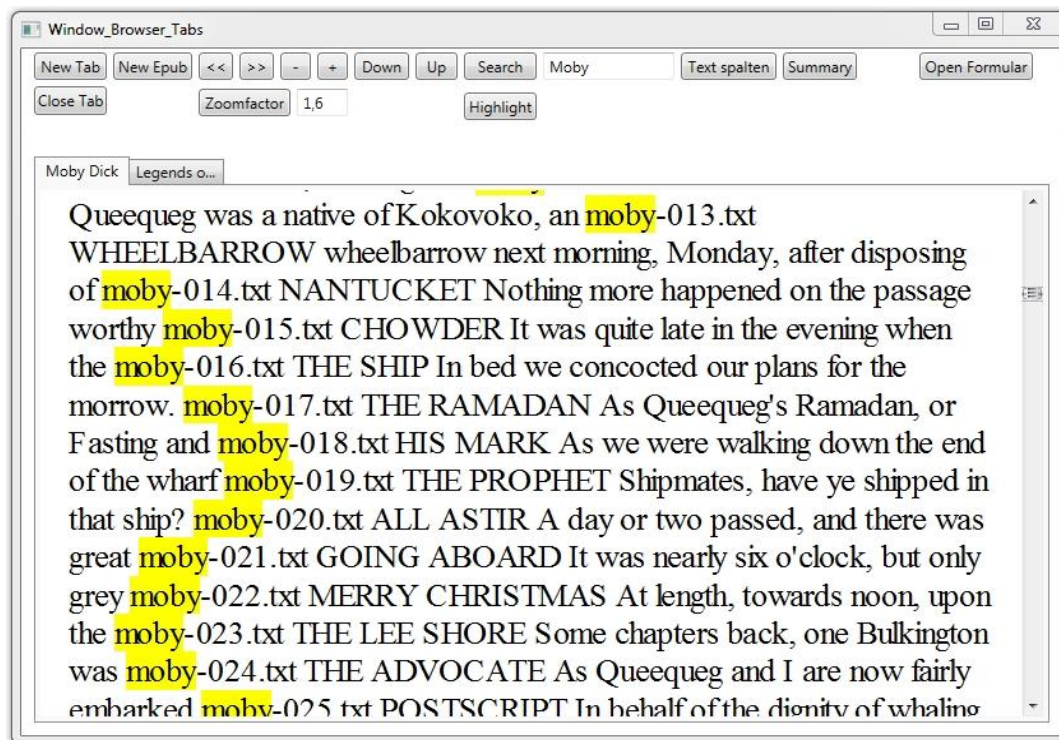
Ein mobiles Eingabegerät, wie zum Beispiel ein Tablet, soll dem Benutzer helfen besser mit der Applikation zu arbeiten ohne auf die Mobilität zu verzichten. Dadurch kann der Benutzer nicht nur auf die starren Eingabegeräte, wie zum Beispiel die Tastatur oder die Maus verzichten, sondern auch auf die Fixierung auf einen starren Arbeitsplatz.





**Abbildung 5.12 Verbesserungsvorschläge**

In der Abbildung 5.13 ist die Lesekomponente vor den Verbesserungen zu sehen. Nachdem die Vorschläge aufgesammelt und ausgewertet wurden, wurde die Lesekomponente optisch verbessert. Zum Vergleichen kann die aktuelle Version der Lesekomponente in der Abbildung 4.2 genommen werden.



**Abbildung 5.13 Alte Version der Lesekomponente**

## 5.7 Diskussion

Die Auswertung der Daten aus der Nutzerstudie hat gezeigt, dass die aufgestellte Hypothese  $Schriftgröße = f(Distanz)$  sich als richtig erwiesen hat. Mit den gewonnenen Daten konnte die Funktion annähernd interpoliert werden und sieht so aus:

$$y = -4,9342x^6 + 76,544x^5 - 474,11x^4 + 1492,8x^3 - 2501,4x^2 + 2106,9x - 680,66$$

Der Fragebogenteil der Nutzerstudie hat ein paar interessante Vorschläge ergeben. Manche dieser Vorschläge wurden direkt übernommen und ein paar andere Vorschläge werden als Möglichkeiten für die zukünftige Weiterentwicklung in Betracht gezogen.

Die Vollständigkeit der Ergebnisse wurde die Varianz der Parameter (Schriftgröße und Distanz) beschränkt, weil die Studiumgebung in ihrer Größe beschränkt war. So war es nicht möglich die Distanz zwischen Bildschirm und Teilnehmer der Studie auf mehr als vier Meter einzustellen, die Größenverhältnisse des Labors haben das nicht möglich gemacht. Auch die Anzahl der Teilnehmer ist zu klein gewesen um die Ergebnisse als repräsentativ zu bezeichnen. Bei neun Teilnehmern ist die Gefahr groß, dass Ausreißer bei den aufgenommenen Daten zu starken Einfluss haben.

Für die weiteren Untersuchungen in diesem Bereich wäre die stärkere Berücksichtigung des Blickwinkels interessant. So könnte folgende Hypothese untersucht werden:  $Schriftgröße = f(Distanz, Blickwinkel)$ .

## 6 Zukünftige Arbeiten

Die Applikation beinhaltet bereits mehrere Funktionen, die für das Lesen und Interagieren mit einem Text hilfreich sind. Es existieren weitere Möglichkeiten zur zukünftigen Verbesserung der Applikation, die in dieser Diplomarbeit aus zeitlichen Gründen leider nicht verwirklicht werden könnten. Im diesem Abschnitt werden ein paar dieser Möglichkeiten genannt und näher erläutert.

Eine nützliche Verbesserung ist die Unterstützung eines mobilen Eingabegerätes zur Interaktion mit der Applikation. Mit diesem mobilen Eingabegerät (z.B. einem Tablet) ist der Benutzer in der Lage Befehle an die Applikation zu senden. Dabei ist er nicht an einen Ort gebunden, wie an einen Arbeitsplatz mit einer Maus und Tastatur. Außerdem können mehrere mobile Eingabegeräte von mehreren Personen gleichzeitig verwendet werden. Dadurch wird die Applikation auch multiuserfähig, was aktuell nicht der Fall ist. Die Kombination von Multiuserfähigkeit und mobilen Eingabegeräten kann in einem Großraumbüro zum Einsatz kommen.

Eine weitere mögliche Erweiterung für die Applikation ist die Möglichkeit zu jedem beliebigen Text, der gelesen wurde, Notizen zu erstellen und zu verwalten. Es existieren bereits mehrere Anwendungen, die sich mit gleichen Thematik beschäftigen, wie Evernote[25] oder Microsoft OneNote[26]. Diese Anwendungen aber stehen und funktionieren für sich alleine, unabhängig von der Applikation, die während dieser Diplomarbeit entwickelt wurde. Das Ziel sollte also sein, eine integrierte Notizverwaltungskomponente zu implementieren, um bei Bedarf zu jedem Text relevante Informationen zu notieren. Diese Informationen sollen dann automatisch aufgerufen werden, sobald das betroffene Textdokument von dem Benutzer aufgerufen wird. Es sollen möglichst folgende Eigenschaften enthalten sein:

- Notizen erstellen, bearbeiten, löschen
- Notizen speichern und laden
- Notizenverwaltung (klare Zuordnung von Notizen zum zugehörigem Text)
- Notizen einblenden und ausblenden je nach Bedarf

Der aktuelle Stand der Applikation erlaubt das Einlesen der Textdokumente in EPUB – Format. Die erweiterte Applikation soll neben dem EPUB-Format zusätzlich noch andere Formate erkennen und fehlerfrei wiedergeben können. Mögliche Formate, die aus einem oder anderen Grund hinzugefügt werden können sind:

- PDF: bei der Recherche im Internet nach verwandten Themen, werden viele Publikationen in PDF-Format angeboten. Außerdem kann dieses PDF-Format mit kostenlosen Tool gelesen werden und ist plattformunabhängig[27].
- XML: XML ist plattformunabhängig und spielt im Web eine große Rolle[28]

Es kann sein das im Laufe der Zeit die Anforderungen bezüglich der Verarbeitung von verschiedenen Formaten beim Texteinlesen sich verändern und es nötig sein wird, dass die Applikation in der Lage sein muss, zusätzliche Formate verarbeiten zu können.

## 7 Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit wurde ein Prototyp für das Lesen an großen, hochauflösenden Displays mit zusätzlichen Interaktionsmöglichkeiten (Distanz zum Bildschirm beeinflusst die Schriftgröße) entwickelt. Dabei stützt sich die Diplomarbeit auf die Beobachtungen und Erfahrungen wissenschaftlicher Arbeiten in Bereichen große Displays, Texterfassung und Bewegungserkennungssystem. Diese verwandten Arbeiten können im Kapitel 2 nachgelesen werden. Der Prototyp kann anhand der Position des Lesers und der großen Displays die Entfernung zwischen diesen beiden bestimmen und die Schriftgröße des Textes anpassen. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Distanz die Schriftgröße direkt beeinflusst. Um die Hypothese  $Schriftgröße = f(Distanz)$  zu beweisen, wurde eine Nutzerstudie durchgeführt. Das Ziel der Nutzerstudie war neben dem Beweis für die Hypothese, die Entdeckung möglicher Schwachstellen und Optimierungsmöglichkeiten des Prototyps. Die Ergebnisse dieser Studie, der Beweis der Hypothese und die resultierenden Verbesserungen des Prototyps können im Kapitel 5 nachgelesen werden. Im Kapitel 6 wird ein Ausblick auf mögliche Entwicklungen und Verbesserungen, die in dieser Diplomarbeit aus unterschiedlichen Gründen nicht mehr realisiert wurden, gegeben.



## Anhang

### Fragebogen zur Studie

Bewerten Sie die Lesebequemlichkeit auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut)  
=> *ich würde das System zum Lesen bevorzugen*

<i>sehr schlecht</i>	<i>schlecht</i>	<i>neutral</i>	<i>gut</i>	<i>sehr gut</i>

Bewerten Sie die Benutzerfreundlichkeit auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) => *die Nutzung ist klar und intuitiv*

<i>sehr schlecht</i>	<i>schlecht</i>	<i>neutral</i>	<i>gut</i>	<i>sehr gut</i>

Wo sehen Sie die Optimierungsmöglichkeiten => *Auflistung oder Text schreiben*

Wo sehen Sie die Schwächen des System

Wo sehen Sie die Stärken des Systems

### Einverständniserklärung

**DESCRIPTION:** You are invited to participate in a **research study** on **Reading activities on large and high-resolution Displays**

**TIME INVOLVEMENT:** Your participation will take approximately **30 minutes**.

**DATA COLLECTION:** For this study we will discuss the prototype and test its application, you will need to fill in a short questionnaire. Personal data (age, gender and profession) will be recorded while you are participating the study.

**RISKS AND BENEFITS:** No risk associated with this study. The collected data is securely stored. We do guarantee no data misuse and privacy is completely preserved. Your decision whether or not to participate in this study will not affect your grade in school. You can decide whether the recorded personal data can be published or not.

**PARTICIPANT'S RIGHTS:** If you have read this form and have decided to participate in this project, please understand your **participation is voluntary** and you have the **right to withdraw your consent or discontinue participation at any time without penalty or loss of benefits to which you are otherwise entitled. The alternative is not to participate.** You have the right to refuse to answer particular questions. The results of this research study may be presented at scientific or professional meetings or published in scientific journals. Your identity is not disclosed unless we directly inform and ask for your permission.

**CONTACT INFORMATION:** If you have any questions, concerns or complaints about this research, its procedures, risks and benefits, contact following persons:

Eugen Mannweiler ([eugman@gmx.de](mailto:eugman@gmx.de))

Lars Lischke ([lars.lischke@vis.uni-stuttgart.de](mailto:lars.lischke@vis.uni-stuttgart.de))

**IMAGE DATA: (select one)**

- ☐ Please **do not publish** the image data recorded during my participation of study.
- ☐ I allow you to **publish** the image data recorded during my participation of study.
- ☐ I allow you to **publish** the **anonymous** image data recorded during my participation of study.

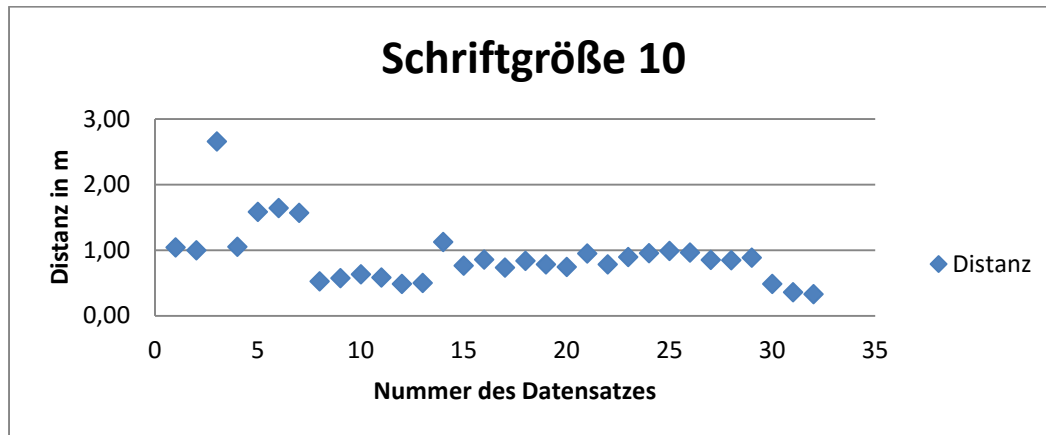
***By signing this document I confirm that I agree to the terms and conditions.***

Name: \_\_\_\_\_ Signature, Date: \_\_\_\_\_

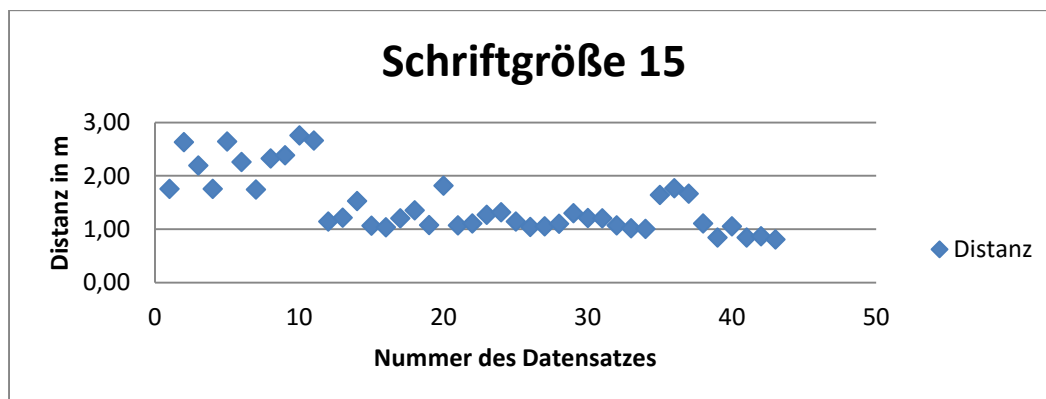


### Restlichen Statistiken zur Nutzerstudie

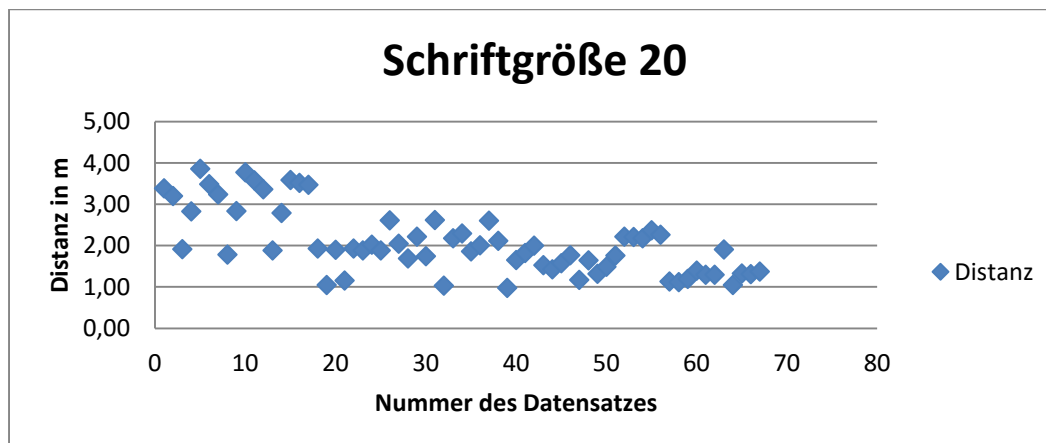
Hier können die restlichen Statistiken (Abbildung A.1 bis Abbildung A.12), die nicht in den Kapitel 5 aufgenommen wurden, angeschaut werden.



**Abbildung A.1 Distanzverteilung bei Schriftgröße 10**



**Abbildung A.2 Distanzverteilung bei Schriftgröße 15**



**Abbildung A.3 Distanzverteilung bei Schriftgröße 20**

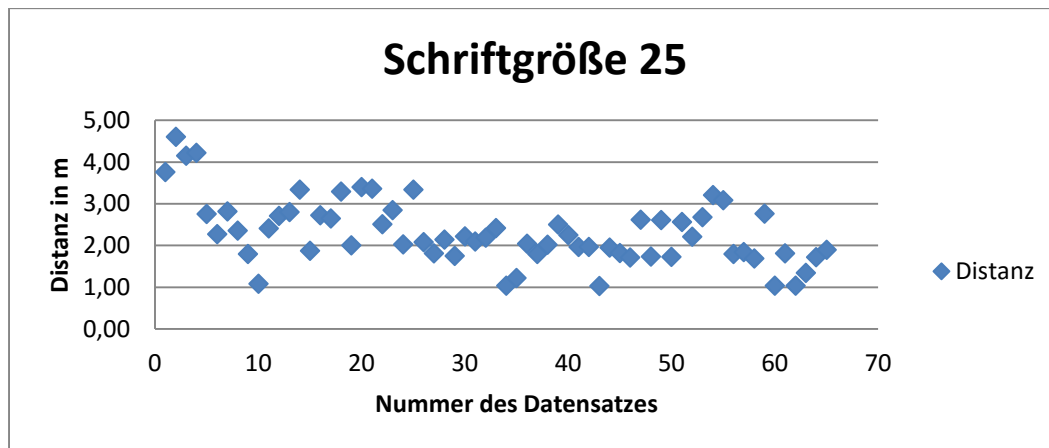


Abbildung A.4 Distanzverteilung bei Schriftgröße 25

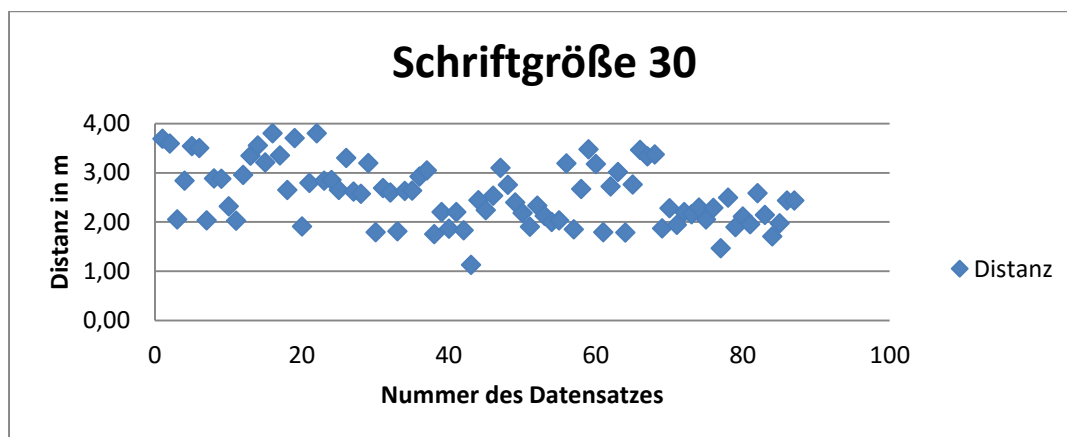


Abbildung A.5 Distanzverteilung bei Schriftgröße 30

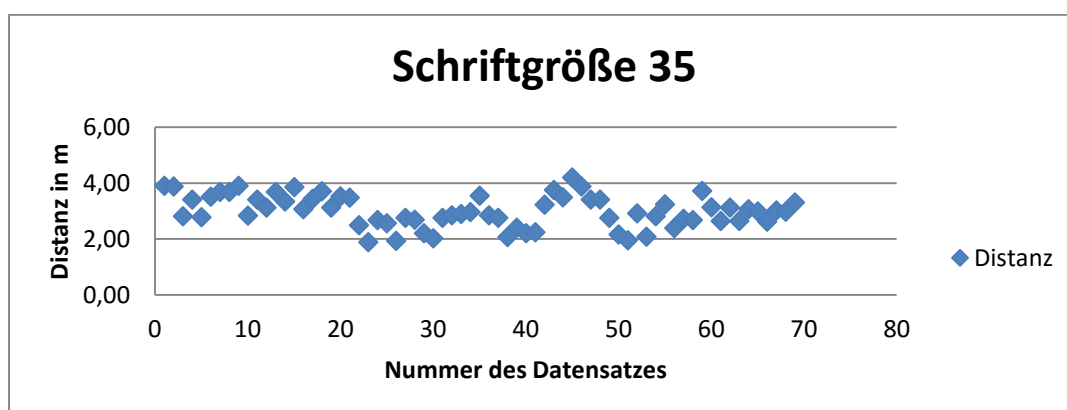


Abbildung A.6 Distanzverteilung bei Schriftgröße 35

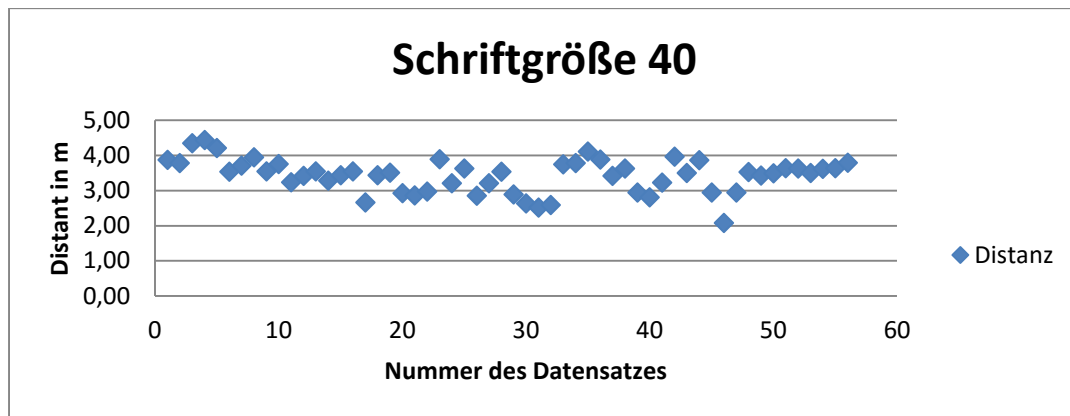


Abbildung A.7 Distanzverteilung bei Schriftgröße 40

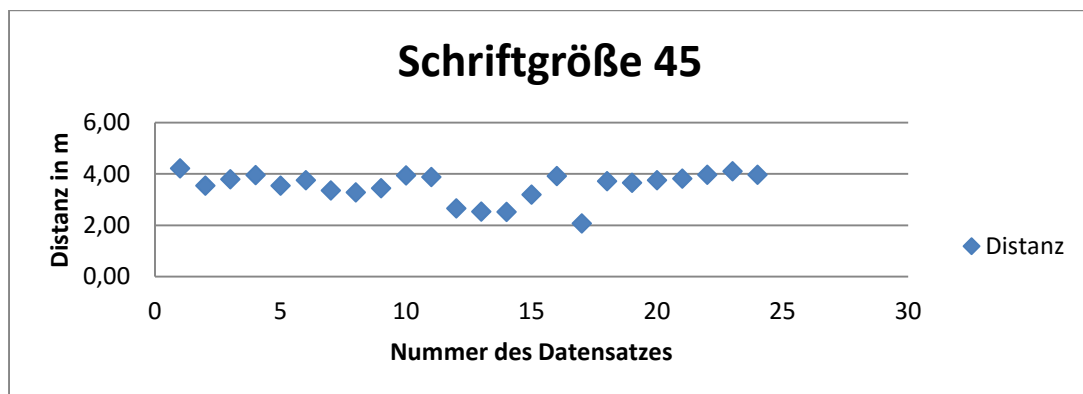


Abbildung A.8 Distanzverteilung bei Schriftgröße 45

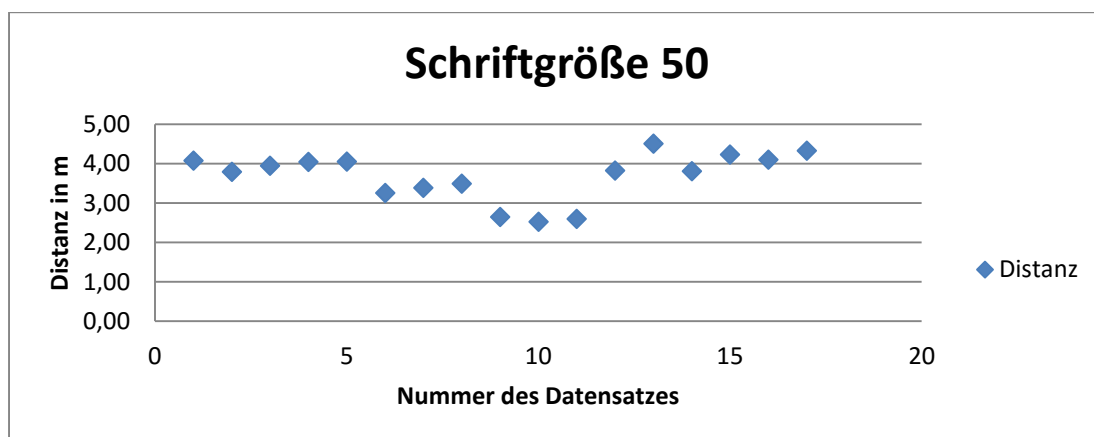
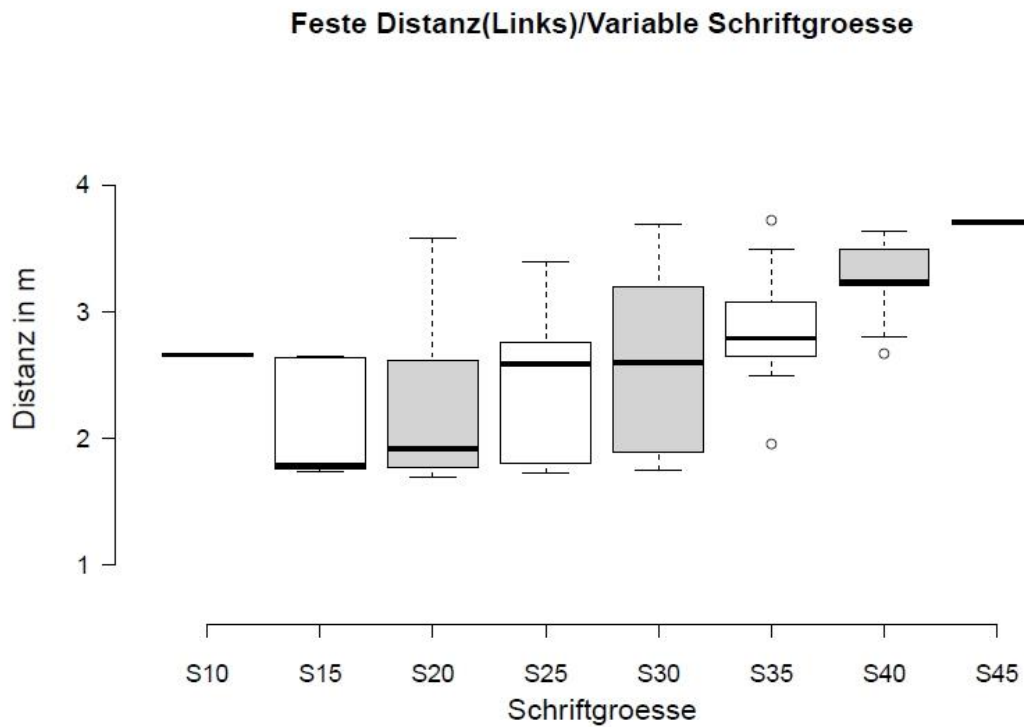
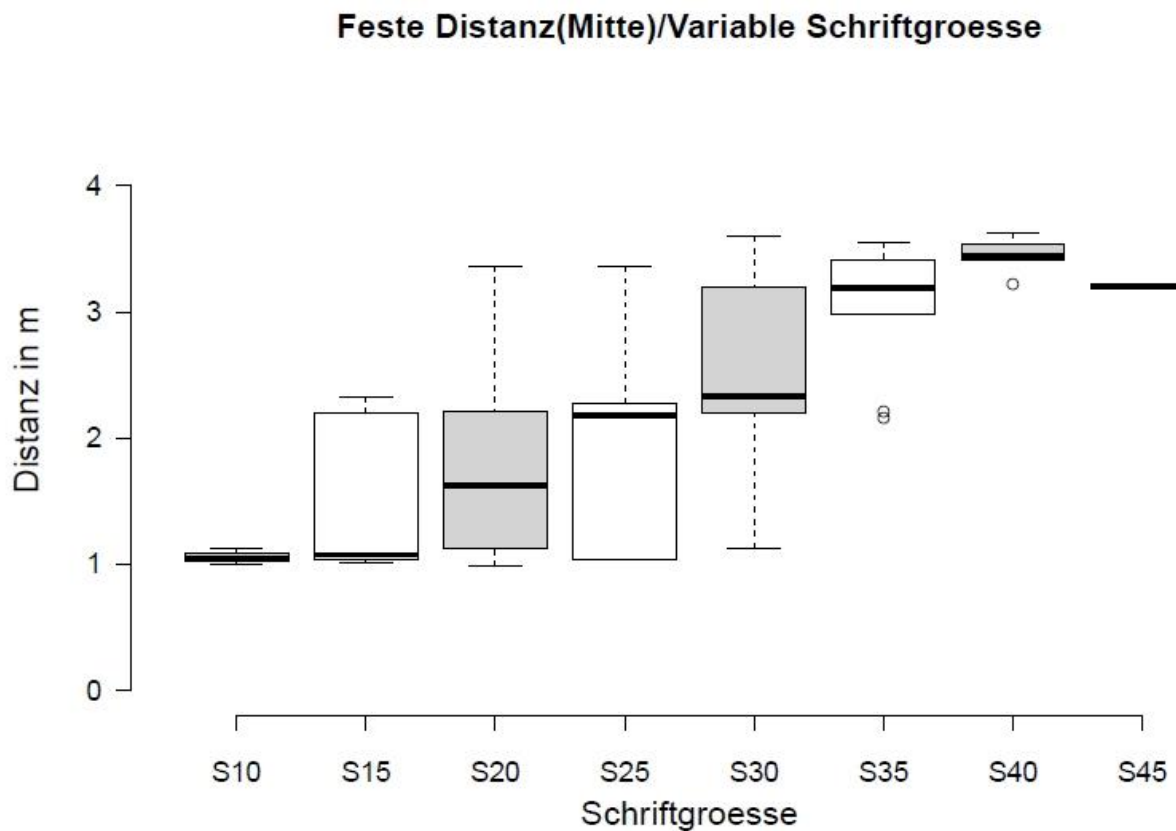


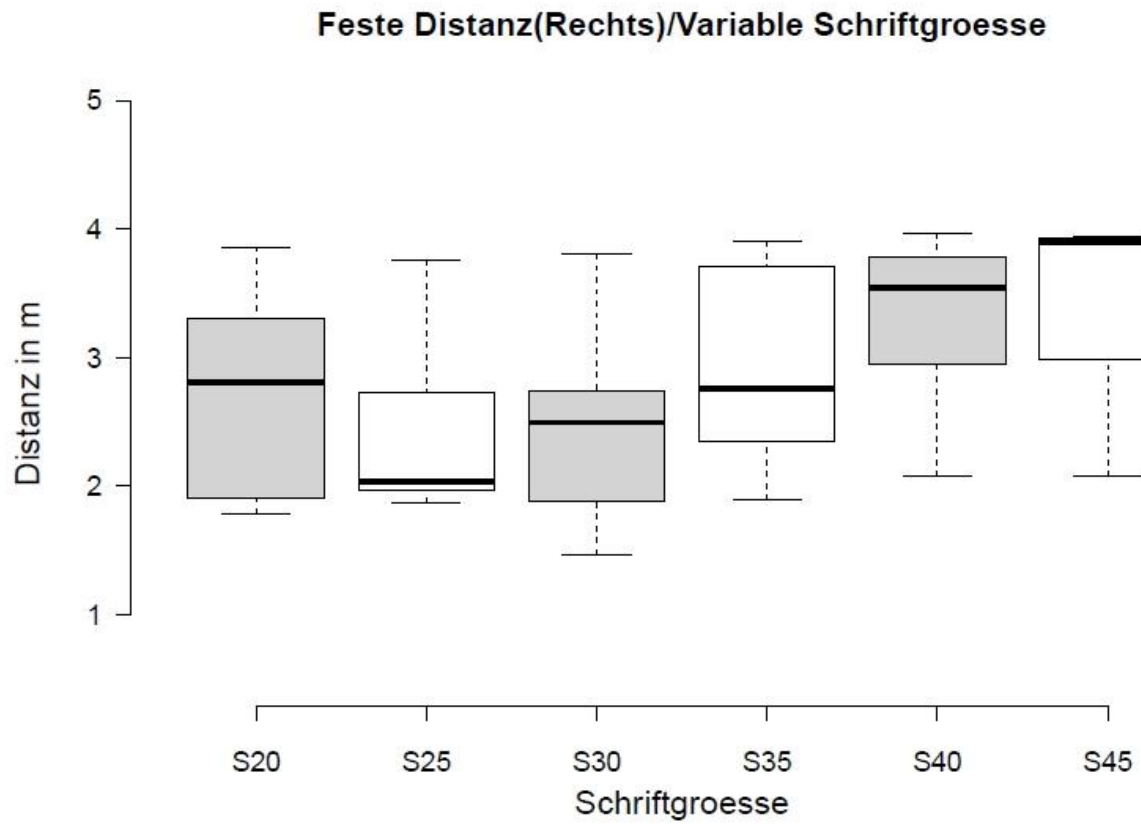
Abbildung A.9 Distanzverteilung bei Schriftgröße 50



**Abbildung A.10 Feste Distanz(Links) und variabler Schriftgröße**



**Abbildung A.11 Feste Distanz(Mitte) und variabler Schriftgröße**

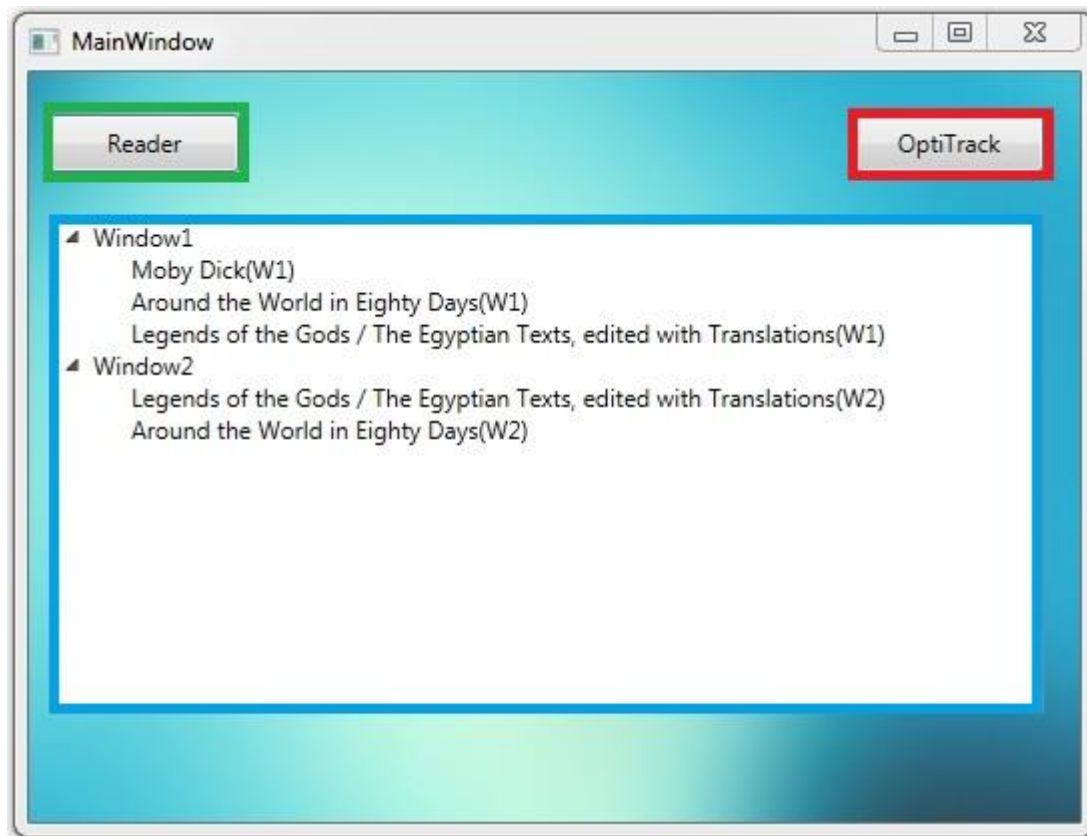


**Abbildung A.12 Feste Distanz(Rechts) und variabler Schriftgröße**

## Bedienungseinleitung

In der Bedienungseinleitung wird erklärt wie das Programm, welches während dieser Diplomarbeit entwickelt wurde, gestartet wird und auf was der Benutzer achten soll.

In der Abbildung A.13 ist das Startfenster zusehen. Mit der Taste „Reader“ wird ein Fenster, in dem der Benutzer die Textdokumente lesen kann, geöffnet. Es können mehrere Fenster für das Lesen der Dokumente gleichzeitig geöffnet werden. Mit der Taste „OptiTrack“ wird die Bewegungserkennungssystemkomponente geöffnet. Falls der Benutzer bereits mehrere Textdokumente offen hat, werden diese in dem blauen Rahmen angezeigt.



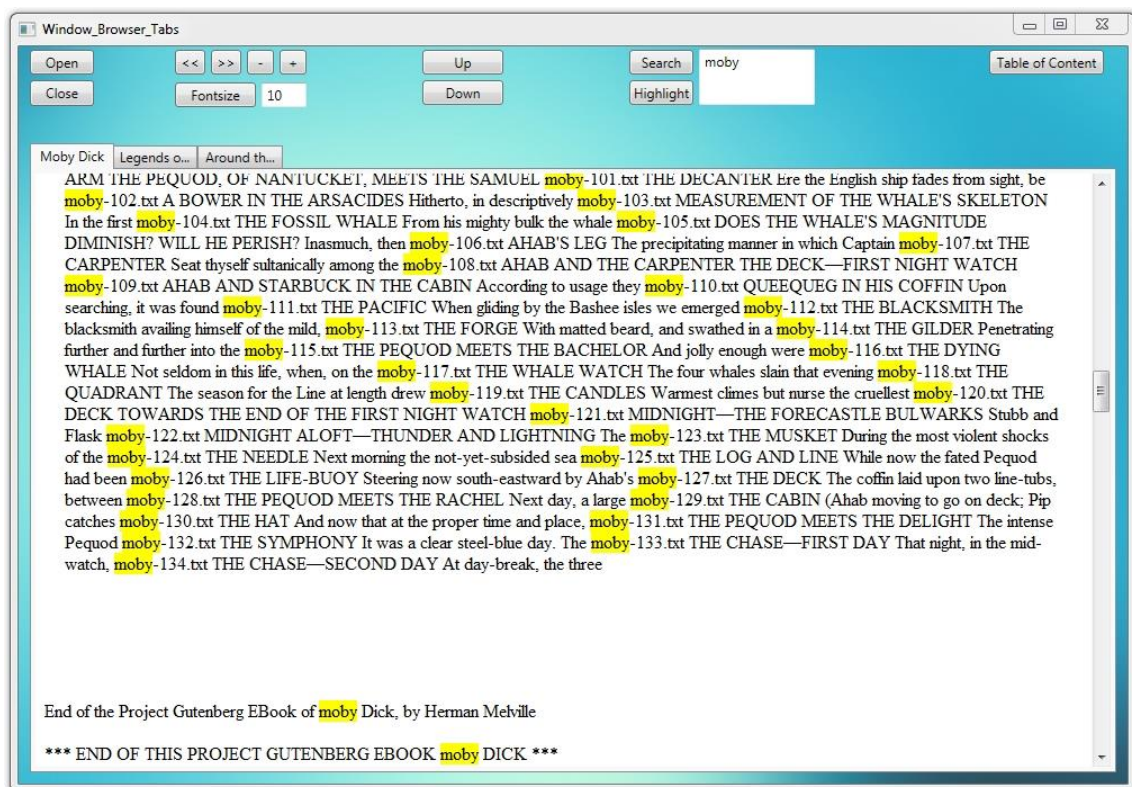
**Abbildung A.13 Startfenster**

In der Abbildung A.14 ist das OptiTrack-Fenster zusehen. Der Benutzer kann in das Feld die IP-Adresse, mit der auf gesendete Daten zugegriffen wird, eingeben. Außerdem kann der Benutzer mit „Load settings“ eigene Einstellungen bezüglich Schriftgröße/Distanz – Verhältnisses laden. Es werden beim Start automatisch vordefinierten Einstellungen geladen. Mit dem „Start-Button“ startet die Datenerfassung. Der Status ist offline, falls der „Start-Button“ nicht gedrückt worden ist. Nach dem Start wird der Status auf „started“ umgeändert. Um diese Komponente zu schließen und die Datenerfassung zu beenden, reicht das Schließen des Fensters.



**Abbildung A.14 OptiTrack-Fenster**

Wenn im Startfenster die „Reader-Taste“ gedrückt wurde erscheint die Lesekomponente, siehe Abbildung A.15. Für genaue Funktionserklärungen kann im Kapitel 4 nachgelesen werden.



**Abbildung A.15 Lesekomponente**





## Literaturverzeichnis

- [1] L. Long, „EVL,“ Electronic Visualization Laboratory, [Online]. Available: <https://www.evl.uic.edu/entry.php?id=1621>). [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [2] N. Krahnstoeber, S. Kettebekov, M. Yeasin und R. Sharma, „A Real-Time Framework for Natural Multimodal Interaction,“ in s *ICMI'02*, Washington DC, USA, 2002.
- [3] A. Biskupski, A. R. Fender, T. M. Feuchtner, M. Karsten und J. D. Willaredt, „Drunken Ed: A Balance Game for Public Large Screen Displays,“ in s *CHI*, Toronto, Kanada, 2014.
- [4] J. Nielsen, „10 Usability Heuristics for User Interface Design,“ Nielsen Norman Group, 11 1995. [Online]. Available: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [5] B. Li, W. Zhang, R. Zhou, C. Yang und Z. Li, „A comparative ergonomics study: Performing reading-based tasks on a large-scale tabletop vs. laptop,“ *International Journal of Industrial Ergonomics*, pp. 156-161, 24 Oktober 2011.
- [6] „Intel Free Press,“ [Online]. Available: <http://blogs.intel.com/freepress/files/2013/01/Zoom-Digital-Signage-Digital-Touch-Table.png>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [7] A. Endert, L. Bradel, J. Zeitz, C. Andrews und C. North, „Designing large high-resolution display workspaces,“ in s *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, New York, NY, USA, 2012.
- [8] D. S. Tan, D. Gergle, P. G. Scupelli und R. Pausch, „With Similar Visual Angles, Large Displays Improve Spatial Performance,“ in s *CHI 2003*, Fort Lauderdale, Florida, USA, 2003.
- [9] G. J. Zimmerman und W. S., „The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey,“ *Journal of Applied Psychology*, pp. 24-34, 1948.
- [10] R. Biedert, G. Buscher, S. Schwarz, J. Hees und A. Dengel, „Text 2.0,“ in s *CHI 2010*, Atlanta, Georgia, USA, 2010.
- [11] R. Biedert, G. Buscher, S. Schwarz, M. Möller und A. Dengel, „The Text 2.0 Framework,“ in s *IUI 2010*, Hong Kong, China, 2010.
- [12] K. O'Hara und A. Sellen, „A Comparison of Reading Paper and On-Line Documents,“ in s *CHI 97*, Atlanta, Georgia, USA, 1997.
- [13] N. Marquardt, R. Diaz-Marino, S. Boring und S. Greenberg, „The Proximity Toolkit: Prototyping Proxemic Interactions in Ubiquitous Computing Ecologies,“ in s *UIST'11*,

Santa Barabra, CA, USA, 2011.

- [14] E. T. Hall, The Hidden Dimension, New York, USA: Garden City, 1966.
- [15] „Study Body Language,“ [Online]. Available: <http://www.study-body-language.com/Personal-distance.html>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [16] „MSDN Microsoft,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa663364.aspx>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [17] „IDPF,“ International Digital Publishing Forum, [Online]. Available: <http://idpf.org/epub>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [18] „CodePlex - Project Hosting for Open Source Software,“ [Online]. Available: <https://pubreader.codeplex.com>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [19] „MSDN Microsoft,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <https://social.msdn.microsoft.com/Forums/en-US/b8c9d5d5-8d85-49ee-91e3-0753a6ead023/webbrowser-find-dialog?forum=Vsexpressvcs>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [20] „Stack Overflow,“ Stack Exchange, [Online]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/1412648/how-to-highlight-a-specific-word-in-webbrowser-control-c-sharp>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [21] N. Yau, „Flowingdata - How to Read and Use a Box-and-Whisker Plot,“ [Online]. Available: <https://flowingdata.com/2008/02/15/how-to-read-and-use-a-box-and-whisker-plot/>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [22] „MSDN Microsoft,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/de-de/library/windows/desktop/ff684173%28v=vs.85%29.aspx>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [23] A. Field und G. Hole, How to Design and Report Experiments, Thousand Oaks, California 91320: SAGE Publications Ltd, 2003.
- [24] „Support Office,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <https://support.office.com/de-de/article/Gleichungen-zum-Berechnen-von-Trendlinien-12cfdaa5-0652-436f-839c-0561e8620ba5>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [25] „Evernote,“ Evernote Corporation, [Online]. Available: <https://evernote.com/intl/de/>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [26] „OneNote,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <https://www.onenote.com/>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].
- [27] „Adobe Acrobat DC,“ Adobe Systems, [Online]. Available:

<https://acrobat.adobe.com/de/de/products/about-adobe-pdf.html>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].

[28] „Extensible Markup Language (XML),“ World Wide Web Consortium, [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/>. [Zugriff am 13 Dezember 2015].



## **Erklärung**

Ich versichere, diese Arbeit selbstständig verfasst zu haben.  
Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und alle wörtlich oder sinn-  
gemäß aus anderen Werken übernommene Aussagen als solche gekennzeichnet.  
Weder diese Arbeit noch wesentliche Teile daraus waren bisher Gegenstand eines anderen  
Prüfungsverfahrens.

Ich habe diese Arbeit bisher weder teilweise noch vollständig veröffentlicht.  
Das elektronische Exemplar stimmt mit allen eingereichten Exemplaren überein.

Stuttgart, den 15. Dezember 2015 \_\_\_\_\_