

# **Evaluation von Video Content auf einer öffentlichen komplexen LED-Wand mittels Eyetracking**

## **Master-Thesis**

zur Erlangung des akademischen Grades M.Sc.

**Britta Marie Walter**



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fakultät Design, Medien und Information  
Department Medientechnik

Erstprüferin: Dipl. Des. M.Sc. Anke von der Heide

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Roland Greule

Hamburg, 7. Juni 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1	Methode . . . . .	7
1.1.1	Versuchsaufbau und Durchführung . . . . .	10
1.1.2	Datenanalyse . . . . .	12
1.2	Untersuchungen . . . . .	14
1.3	Vorgehen . . . . .	14
<b>2</b>	<b>Medienfassaden und Public Displays</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Wahrnehmung und Eyetracking</b>	<b>24</b>
3.1	Das menschliche Auge . . . . .	24
3.2	Die menschliche Wahrnehmung . . . . .	25
3.3	Augenbewegungen und Eyetracking . . . . .	27
<b>4</b>	<b>Technik</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Studien</b>	<b>36</b>
5.1	Studie 1 - Räumlicher Test . . . . .	36
5.2	Studie 2 - Helligkeiten . . . . .	39
5.2.1	Randomisierte Graustufen . . . . .	41
5.2.2	Helligkeitsverläufe . . . . .	45
5.2.3	Schwarz-Weiß-Kontraste . . . . .	48
5.3	Studie 3 - Text . . . . .	51
5.3.1	Schlagzeilentexte mit Bild . . . . .	52
5.3.2	Lauftexte . . . . .	56
5.4	Studie 4 - Unschärfe . . . . .	61
5.5	Studie 5 - Komplexe Inhalte . . . . .	69
<b>6</b>	<b>Ergebnisse und Interpretation</b>	<b>76</b>
6.1	Studie 1 - Räumlicher Test . . . . .	76
6.2	Studie 2 - Helligkeiten . . . . .	76
6.3	Studie 3 - Text . . . . .	78
6.4	Studie 4 - Unschärfe . . . . .	80
6.5	Studie 5 - Komplexe Inhalte . . . . .	82

## *Inhaltsverzeichnis*

<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>85</b>
7.1	Gemeinsamkeiten der Ergebnisse . . . . .	86
7.2	Auffälligkeiten . . . . .	87
7.3	Ausblick . . . . .	88
<b>A</b>	<b>Material</b>	<b>90</b>
A.1	Helligkeiten . . . . .	90
A.1.1	Snapshot 1 . . . . .	90
A.1.2	Snapshot 2 . . . . .	92
A.1.3	Snapshot 3 . . . . .	94
A.1.4	Snapshot 4 . . . . .	96
A.1.5	Snapshot 5 . . . . .	97
A.1.6	Snapshot 6 . . . . .	99
A.2	Text . . . . .	101
A.2.1	Snapshot 1 . . . . .	101
A.2.2	Snapshot 2 . . . . .	103
A.3	Unschärfe . . . . .	105
A.3.1	Unschärf . . . . .	105
A.3.2	Mittelscharf . . . . .	107
A.3.3	Scharf . . . . .	108
A.4	Komplex . . . . .	110
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>113</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>116</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>117</b>

## **Abstract**

The question of how to make content on a public LED wall particularly attractive so that it is noticed and viewed arises anew for every LED wall. In this work, five different types of content are examined on the LED wall in the entrance area of the Neubau at the media campus of HAW Hamburg using eye tracking technology. This is to find out which areas of the wall and which content are particularly attention-grabbing. First, the space containing the LED wall is examined with the wall switched off in order to find the most interesting viewing angles. Brightness, text, blur and complex videos on the wall are then examined. The evaluation of the eye tracking data showed that in all examinations the subjects looked along a diagonal that runs from the bottom center to the top right of the LED wall. This could speak for positioning content along these diagonals. Furthermore, it was found that very bright areas, areas with a lot of contrast, edges and areas that differ very significantly from others are the most interesting for viewers. This adds to existing literature. Based on these findings, recommendations can be made as to what should be placed where and how on this LED wall.

## **Zusammenfassung**

Die Frage, wie man Inhalte auf einer öffentlichen LED-Wand besonders attraktiv gestaltet, sodass diese auch bemerkt und angesehen werden, stellt sich für jede LED-Wand von Neuem. In dieser Arbeit werden fünf verschiedene Arten von Inhalten auf der LED-Wand im Eingangsbereich des Neubaus auf dem Mediacampus der HAW Hamburg mittels Eyetracking-Technologie untersucht, um herauszufinden, welche Bereiche der Wand und welche Inhalte besonders aufmerksamkeitsregend sind. Dabei wird zunächst die Räumlichkeit bei der ausgeschalteten LED-Wand untersucht, um die interessantesten Blickwinkel zu finden. Daraufhin werden Helligkeiten, Text, Unschärfe und komplexe Videos auf der Wand untersucht. Bei den Auswertungen der Eyetracking-Daten zeigte sich, dass die Proband:innen in allen Untersuchungen an einer Diagonalen, die von unten mittig bis oben rechts über die LED-Wand verläuft, entlangblickten. Dies könnte für die Positionierung von Inhalten entlang dieser Diagonalen sprechen. Weiterhin wurde erkannt, dass sehr helle Bereiche, Bereiche mit viel Kontrast, Kanten und Bereiche, die sich sehr deutlich von anderen unterscheiden für Betrachter:innen am interessantesten sind. Anhand dieser Erkenntnisse können Empfehlungen ausgesprochen werden, welche Inhalte wo und in welcher Art und Weise auf der LED-Wand platziert werden sollten.

# 1 Einleitung

LED-Leinwände und Medienfassaden werden in urbanen Stadtsituationen von Jahr zu Jahr präsenter. Sie dienen als Werbeflächen, künstlerische Installationen, Informationsanzeigen und vieles mehr. Gerade aus großen Metropolen sind LED-Anzeigetafeln aus dem Stadtbild nicht mehr wegzudenken und gehören sogar, wie auf dem Times Square in New York City und dem Shibuya-Viertel in Tokio, zu den bekanntesten Sehenswürdigkeiten der Städte.

Auch in kleineren Örtlichkeiten werden LED-Wände immer gefragter. In Hamburg entsteht bis 2024 das Digital Art Museum in der Hafencity, an dessen kompletter Außenfassade eine LED-Wand befestigt sein wird. Sie soll den zukünftigen Besucher:innen bereits einen ersten Eindruck davon verleihen, was sie im Museum erwartet ([Digital Art Museum 2022](#)).

Auch auf dem Mediacampus der HAW Hamburg befindet sich eine ca. 20qm große LED-Wand im Eingangsbereich des Neubaus in einer öffentlichen Situation. Sie wird in der vorliegenden Arbeit Hauptuntersuchungsgegenstand sein. Die Wand wird zur Zeit hauptsächlich als Informationsanzeige verwendet und zeigt im Alltag beispielsweise die korrekten Corona-Verhaltensregeln an. Die Wand befindet sich in ca. vier Meter Höhe im Eingangsbereich des Gebäudes. Die Besonderheit der Wand ist, dass sie über einen großen Bildschirm (im Folgenden auch Vollfläche genannt) verfügt, sowie rechts daran angliedernd mehrere kleinere Bildschirmkacheln (im Folgenden auch Kachelraster genannt). Diese sind nicht alle zusammenhängend und erzeugen ein Puzzle-Muster (siehe Abbildung 1.1).

Die Kacheln sind dabei Teil der weißen Wand. An Stellen, wo keine Kachel angebracht ist, ist die Wand mit weißem Blech überzogen. Insgesamt besteht die Wand aus 108 LED-Kacheln der Marke ABSON. Jede Kachel hat 240x120px, eine Wiederholrate von 1920 Hz und verfügt über 1000 Nits Maximalhelligkeit. Die Wand ist über zwei Medienserver über die Mapping Software Pixera von AV Stumpff bespielbar, verfügt über einen Lichtsensor des Herstellers Nova und einen LED-Wand Controller der Marke Novastar. Die Wand kann Content in einer maximalen Auflösung von 4320x1800px anzeigen. Dabei wird dieser auf der gesamten Fläche der Bildschirme angezeigt. Es ist auch möglich, zwei Contents gleichzeitig laufen zu lassen: Dabei läuft einer auf der linken Vollfläche in der Größe 1920x1080px und der andere auf dem Kachelraster in der Größe 2400x1800px. Wenn Content auf der gesamten Fläche, Vollfläche und Kachelraster läuft, ist es trotzdem möglich, den ganzen Content zu erfassen und es wird der Eindruck gewonnen, der Content sei lediglich durch einige Flächen verdeckt.

Die LED-Wand ist Teil des Eingangsbereiches, in dem sich ein Treppenhaus, der

## 1 Einleitung



**Abbildung 1.1:** LED-Wand aus Sicht des Cafés im Neubau

Zugang zur Mensa rechts und der Zugang zum Forum Finkenau links befindet. Insgesamt ist die Wand von mehreren Orten aus zu sehen. Der Raum vor der Treppe erzeugt eine einladende Situation, in der Menschen sich kurz aufhalten können, um auf andere zu warten, sich zu unterhalten oder gemeinsam zum Essen in die Mensa zu gehen und nebenbei die Anzeigen auf der LED-Wand zu lesen. Die Treppe an sich ist nicht zum Verweilen gedacht, sondern stellt einen Raum der Bewegung dar, in dem man sich nur zum Hoch- oder Heruntergehen aufhält. Dabei befindet man sich relativ nah an der Wand und hat die Möglichkeit, kleinere Details darauf wahrzunehmen, sollte man den Blick von den Stufen zur Seite wenden. Oben an der Treppe angekommen ist der Blick auf die LED-Wand verzerrter, da seitlich auf die Wand geschaut wird und die kleineren Kacheln näher am Treppenanfang sind. In den Abbildungen 1.2 und 1.3 sind die jeweiligen Blickwinkel dargestellt.

Die LED-Wand ist auch vom Sitzbereich des Cafés im ersten Stock zu sehen. Der Bereich ist wie ein innenliegender Balkon angebracht und erzeugt so eine Beobachter-Situation, bei der sich die Wand auf gleicher Höhe mit den Betrachtenden befindet und man nach unten auf den Eingangsbereich schauen kann. Vom hinteren Bereich der Brüstung aus sind alle Kacheln vollständig zu sehen. Weiter vorne jedoch, im sog. Lichthof, sind einige Teile der Wand von einem Banner an der Brüstung und Teilen der Treppe verdeckt, wie auf Abbildung 1.4 zu sehen.

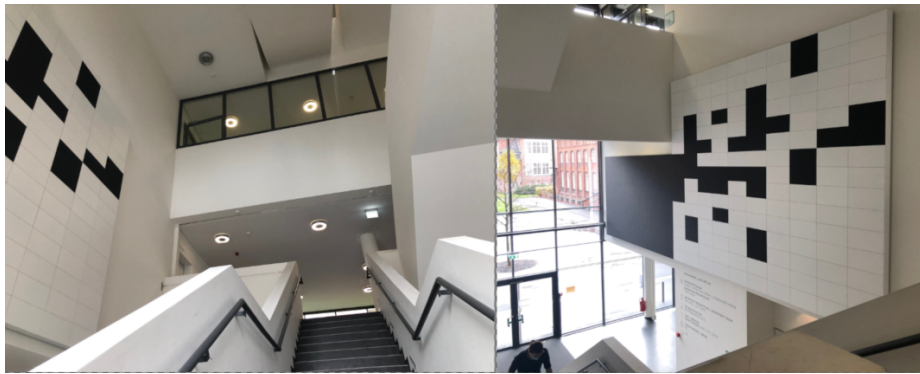
Durch diese verschiedenen Standorte entstehen unterschiedliche Sichtachsen auf die LED-Wand und somit auch unterschiedliche Wahrnehmungen des auf der Wand gezeigten Inhaltes.

Durch diese besondere Art der Anordnung von Vollfläche und dem Kachelraster

## 1 Einleitung



**Abbildung 1.2:** LED-Wand aus Sicht des Eingangs (li.) und der Mensa (re.)



**Abbildung 1.3:** LED-Wand aus Sicht auf der Treppe (li.) und oben an der Treppe mit Blick nach unten (re.)

ist es nicht ganz trivial, geeigneten Content auf die Wand zu bringen. Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, Untersuchungen durchzuführen, um Erkenntnisse darüber zu erlangen, welche Bereiche der LED-Wand Betrachter:innen von welchem Blickwinkel aus besonders ansehen, welche Blickverhaltensweisen von Menschen erkannt und genutzt werden können und welche Inhalte besondere Aufmerksamkeit erregen. Damit sollen Grundlagen für Content Creators erstellt werden, die in Betracht gezogen werden können, um für diese Wand geeigneten und aufmerksamkeitsstarken Content zu erstellen. Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet daher: **Welche Erkenntnisse können aus den Untersuchungen gewonnen werden und welche Empfehlungen können auf Grundlage dieser bezüglich Positionierung und Inhalt auf der LED-Wand gegeben werden?**

### 1.1 Methode

Um die gesuchten Erkenntnisse gewinnen zu können, werden verschiedene Arten von Content auf der LED-Wand platziert. Dazu werden fünf Untersuchungen durchgeführt, die jeweils unterschiedliche Charakteristika abbilden. Dabei steigt jeweils die

## 1 Einleitung



**Abbildung 1.4:** Sitzbereich im Lichthof des Cafés mit Blick auf die LED-Wand. Das blaue Banner und die Treppe verdecken die Wand größtenteils

Komplexität von Untersuchung zu Untersuchung. Die unterschiedlichen Untersuchungen werden von Proband:innen durchgeführt, die den Inhalt und die Situation, die die Wand erzeugt, auf sich wirken lassen. Um genaue Aussagen darüber treffen zu können, wohin Menschen tatsächlich schauen, werden alle Untersuchungen mit Eyetracking Technologie durchgeführt. Dabei tragen die Proband:innen jeweils nacheinander eine spezielle Eyetracking-Brille der Marke Tobii (Model: Glasses 2), die sowohl das Blickfeld aufnimmt als auch die Augenbewegungen der Proband:innen. So können exakte Aussagen darüber getroffen werden, wo tatsächlich hingeschaut wurde.

Diese Methode wurde gewählt, weil damit metrisch und objektiv erfassbar ist, wie lange und wie oft die Proband:innen welchen Inhalt und welche Bereiche tatsächlich angesehen haben. Ohne Eyetracking würden diese Aussagen nur durch Befragung oder Beobachtung möglich sein, was jedoch zwangsläufig subjektiv wäre.

Um Empfehlungen zur Positionierung und Inhalt auf den Kacheln der LED-Wand aussprechen zu können, wird außerdem die Literatur als Methode herangezogen, um Ergebnisse zu vergleichen und gegebenenfalls zu erweitern.

Der erste Test, der durchgeführt wird, ist ein räumlicher Test. Dabei wird kein Content auf die LED-Wand gespielt. Die Wand ist ausgeschaltet und die Kacheln sind dadurch schwarz (vgl. Abbildungen 1.1 - 1.3). Das Ziel ist, besonders geeignete und interessante Blickpositionen im Gebäude zu finden, um in den nachfolgenden Untersuchungen gezielt von diesen Positionen zu analysieren. Da die Wand von sehr vielen Positionen aus gesehen werden kann, ist es notwendig, die Anzahl der Blickpositionen gezielt zu reduzieren, da der Analyseaufwand sonst in keinem Verhältnis stünde. So können die „besten“ Positionen gezielter analysiert werden.



## 1 Einleitung

Im zweiten Test werden insgesamt sechs Bilder mit verschiedenen Helligkeitsstufen in unterschiedlichen Anordnungen auf der Wand untersucht. Dabei wird überprüft, ob Betrachter:innen eher auf hellere oder auf dunklere Bereiche schauen. Nach aktuellem Wissensstand sind sehr helle Displays besonders aufmerksamkeitsregend (Huang et al. 2008) (Mehr dazu in Kapitel 2). Daher wird in diesem Test die Vermutung aufgestellt, dass hellere Bereiche auf der LED-Wand mehr beachtet werden, als dunklere.

Im dritten Test werden insgesamt zwei Bilder und vier Videos untersucht, auf denen Text und Bilder, sowie Laufschrift in verschiedenen Geschwindigkeiten und Größen zu sehen sind. Die ersten zwei Bilder enthalten jeweils eine Schlagzeile mit Überschrift und zwei kurze Sätze. Zusätzlich ist dazu ein Bild eines Menschen auf der Wand zu sehen. Auf dem ersten Bild ist dabei der Text oben links und das Bild des Menschen rechts unten zu sehen, während es beim zweiten Bild genau anders herum ist. Dabei wird überprüft, welcher Bereich mehr Aufmerksamkeit gewinnt und ob der Text tatsächlich gelesen wird. In den nächsten vier Untersuchungen liegen Videos vor, auf denen jeweils dieselbe Schlagzeile als Breaking-News-Banner über die LED-Wand von rechts nach links läuft. Die Videos unterscheiden sich in Geschwindigkeit und Textgröße. Dabei wird überprüft, ob die Betrachter:innen bei den Texten dieselben Verhaltens- und Lesemuster zeigen, wie durch aktuelle Forschung postuliert (Rayner 1998), ob Lauftexte gelesen werden und diese somit eine geeignete Möglichkeit sind, Nachrichten auf der Wand zu zeigen. Sollte dies der Fall sein, stellt sich damit die Frage, wie schnell und wie groß der Text sein darf, damit Menschen diesen noch lesen können.

Im vierten Test wird Unschärfe untersucht. Dabei wird ein Bild eines Baumes in drei Verpixelungsstufen nacheinander auf der Wand gezeigt. In der ersten sehr unscharfen Version ist das Motiv bis auf die Größe der LED-Kacheln verpixelte. In der zweiten Version sind die Pixel bereits etwas kleiner und in der letzten Version ist der unverpixelte Baum zu sehen. Es wurde ein Baum als Motiv gewählt, da dies ein alltäglicher Gegenstand ist und alle Proband:innen dieses Motiv kennen. Außerdem ist der Baum so auf der Wand angeordnet, dass der Stamm durch einige fehlende Kacheln nicht ganz abgebildet ist und die Baumkrone über viele Kacheln bis auf die Vollfläche hereinragt. Dieser Umstand trägt zusätzlich zum Verpixelungsbild bei. Bei diesem Test wird untersucht, welche Verhaltensmuster Menschen an den Tag legen, wenn Inhalt nicht sofort erkennbar ist und ob das Nicht-Wissen dazu beitragen könnte, dass Menschen diese Bilder aufmerksamer ansehen, oder ob sie das Interesse schneller verlieren.

Abschließend werden im fünften und letzten Test komplexe Inhalte auf der Wand gezeigt. Es werden nacheinander Videos in drei Komplexitätsstufen auf der Wand gezeigt. Die Videos zeigen Naturaufnahmen, die chinesische Mauer und einige Gebäude. In der ersten Stufe werden zeitgleich zwei Videos abgespielt. Je eins auf der Vollfläche und dem Kachelraster. In der zweiten Stufe werden insgesamt vier Videos gleichzeitig abgespielt. Dabei ist eins auf der Vollfläche und die restlichen drei auf dem Kachelraster verteilt. In der letzten Stufe werden neun Videos gleichzeitig an-

gezeigt. In allen Stufen werden inhaltlich die gleichen Videos gezeigt, lediglich die Anzahl der gleichzeitig zu sehenden Videos ist von Stufe zu Stufe höher. Ziel dabei ist, herauszufinden, welcher Kachelbereich auf der Wand dabei besonders angesehen wird und welcher Inhalt die Aufmerksamkeit der Proband:innen besonders erregt.

### 1.1.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Jeder der fünf Tests findet vor Ort auf dem Mediacampus der HAW Hamburg im Neubau statt. Bei der Durchführung der Eyetracking-Tests ist die Eyetracking Hardware (Brille und zugehöriges Equipment wie Batterie und Speichermedium) sowie ein Laptop mit einer Controller-Software notwendig. Die Eyetracking-Brille ist per WLAN mit dem Controller-Laptop verbunden. So ist es möglich, dass die Proband:innen lediglich die Brille tragen müssen, die mittels eines Kabels mit der Batterie verbunden ist. Das Gehäuse der Batterie hat ca. ein DIN-A5-Format und kann mittels eines Hakens an einem Gürtel, der Hose oder einem anderen Kleidungsstück befestigt werden. Dies ermöglicht es den Proband:innen, sich frei zu bewegen, ohne die Einschränkung, ständig den Laptop oder die Batterie der Brille mittragen zu müssen und die Hände frei zu haben. Einige Proband:innen präferierten dennoch, die Batterie in einer Hand zu tragen, meldeten jedoch dadurch keine Einschränkungen in ihrer Bewegungsfreiheit.

Die Technik wird für die Tests jeweils im Café im ersten Stockwerk aufgebaut, da von dort eine WLAN-Verbindung der Brille mit dem Laptop und der Controller-Software in allen Testbereichen gewährleistet ist.

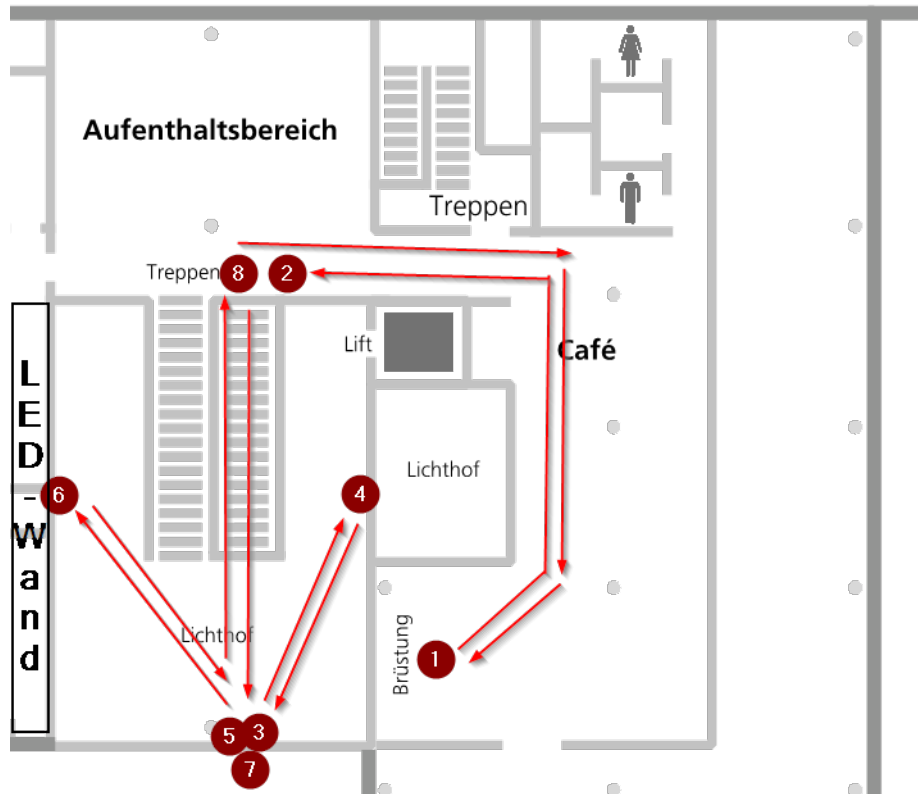
Die Tests wurden insgesamt an vier Tagen durchgeführt. Der vierte und fünfte Test (Unschärfe und Komplexe Inhalte) wurde dabei aus terminlichen Gründen an demselben Tag durchgeführt. Die Tests wurden jeweils von vormittags bis über die Mittagszeit durchgeführt, da zum Zeitpunkt der Tests Winter war und die Lichtverhältnisse zu dieser Tageszeit am optimalsten waren. Es wurde darauf geachtet, dass bei allen Tests möglichst die gleichen Lichtverhältnisse vorlagen. Durch eine automatische Jalousievorrichtung an der Glasfassade des Gebäudes kam es um die Mittagszeit in einigen Tests dazu, dass die Lichtverhältnisse sich während des Tests veränderten, da die Jalousien heruntergefahren wurden. Da dies ein automatischer Prozess ist, konnte dies leider nicht kurzfristig verhindert werden. Die Auswirkungen davon werden in der Auswertung der Untersuchungen berücksichtigt.

In den ersten zwei Tests war außerdem eine Kachel auf der Vollfläche der LED-Wand defekt, was dazu führte, dass diese immer mit 100 Prozent Helligkeit gestrahlt hat, während der Rest der Kacheln auf 48 Prozent Helligkeit eingestellt war. Dies führte im Helligkeitstest zu Auffälligkeiten, die im Abschnitt 5.2 konkretisiert werden. In den nachfolgenden Tests wurde diese Kachel jedoch ausgetauscht, sodass ab Studie 3 keine Verfälschungen der Ergebnisse mehr auftraten. Die defekte Kachel findet daher im Helligkeitstest besondere Berücksichtigung. Weiterhin gab es an einigen Tagen Störungen im Testablauf. So war am Tag des ersten Tests ein mobiles Impfzentrum im Eingangsbereich des Gebäudes aufgebaut, was zu einem erhöhten

## 1 Einleitung

Personendurchlauf im Eingangsbereich führte. Der Testablauf wurde so nicht verhindert, es war jedoch für einige Proband:innen in einigen Situationen schwieriger, die vorgegeben Wege abzulaufen, da sich erst ein Weg durch Menschengruppchen gebahnt werden musste. Am Tag der letzten Tests wurde der Testablauf in ähnlicher Weise minimal verlangsamt, da zu dem Zeitpunkt das Semester nach den Weihnachtsferien wieder gestartet war und sich mehr Studierende als in den Tests davor auf dem Weg zur oder von der Mensa befanden. Da der Test über die Mittagszeit stattfand, machte sich dies besonders bemerkbar.

Die Proband:innen hatten die Aufgabe, mit der Brille einen Weg abzulaufen, der im Zuge der ersten Studie festgelegt wurde. In Studie 1 liefen die Proband:innen frei umher. Der Laufweg, der ab Studie 2 abgelaufen wurde, ist in Abbildung 1.5 veranschaulicht. Dieser startet im Café (1), von wo aus ein guter Blick auf die LED-Wand von der Brüstung des Cafés möglich ist. Danach geht es zurück durch das Café bis zum Treppenabgang (2) nach unten. Von dort aus geht es die Treppe herunter bis zur Eingangstür (3). Dort gehen die Proband:innen einmal hinaus und wieder herein, um so den Blickwinkel des Hineinkommens in den Eingangsbereich aufzunehmen. Von dort aus verläuft der Weg weiter bis in den Eingangsbereich der Mensa (4). Dort wird der Blickwinkel beim Verlassen der Mensa aufgenommen. Von der Mensa aus verläuft der Weg zurück zum Eingangsbereich des Gebäudes (5), von wo aus er dann bis zum Eingang des Forums (6) verläuft. Vom Forum aus laufen die Proband:innen erneut zurück zum Eingangsbereich (7) des Gebäudes und schließlich wieder die Treppe hoch (8) bis zurück in das Café. Diese Gehwege wurden so gewählt, da so im Studienalltag tatsächlich genutzte Gehwege abgebildet werden können.



**Abbildung 1.5:** Laufwege auf Grundriss des Erdgeschosses und 1.Stockwerk. Bildquelle: Grundriss zur Verfügung gestellt durch Prof. Greule. Eigene Anpassung und Wegdarstellung

### 1.1.2 Datenanalyse

In jedem Test nehmen 6-8 Proband:innen teil. Der Anteil männlicher und weiblicher Versuchspersonen war bei allen Versuchen in etwa gleichverteilt. Aufgrund der Corona-Situation ist eine größere Anzahl Versuchspersonen nicht möglich gewesen, da zu den Zeitpunkten der Tests die Hochschule nur sehr kleine Präsenzveranstaltungen und die Corona-Maßnahmen der Stadt keine größeren Zusammenkünfte erlaubten. Die Versuchspersonen gehören zu einer Gruppe Studierender des AK LED-Wand im Masterstudiengang Sound Vision der HAW Hamburg. Im Rahmen der Corona-Situation sind daher immer dieselben Personen Versuchspersonen und wissen daher im Vorfeld, um was es bei den Tests geht und führen im Rahmen des Kurses selbst Untersuchungen an der Wand durch, welche in dieser Arbeit jedoch nicht näher beleuchtet werden.

Die verwendete Controller-Software Tobii Pro Glasses Controller ermöglicht das Anlegen einer Studie und zugehörigen Versuchsreihen, welchen dann zugehörige Aufnahmen und Proband:innen zugeordnet werden können. Beim Exportieren der Aufnahmen in die Analyse-Software sind die Daten bereits nach Studie und Versuchen

## 1 Einleitung

geordnet. Die Aufnahmen der Proband:innen wurden anonymisiert und mit Pseudonymen „Proband:in 1-8“ in die Software aufgenommen.

Die Eyetracking-Brille muss vor dem Test jeweils auf die Augen der Proband:innen kalibriert werden, um so bestmögliche und möglichst verlustfreie Daten zu gewinnen. Dafür setzen diese die Brille auf und blicken dann auf ein bestimmtes Kreis-Kontrast-Muster in ca. einem Meter Abstand. Wenn die Kalibrierung erfolgreich ist, kann über die Controller-Software eine Aufnahme gestartet werden. Nach Aufnahmebeginn ermöglicht die Software einen Live-View der Blicke der Proband:innen. So können die Fixierungen und interessanten Bereiche mitverfolgt werden und es werden erste Analyseindrücke gewonnen. Außerdem kann so stets mitverfolgt werden, wo der/die Proband:in sich gerade befindet und ob es Probleme gibt. Die Aufnahmen werden ebenfalls über die Software gestoppt, sobald der/die Proband:in zurück im Café ist.

Die Aufnahmen werden nach den Tests mit der Analyse-Software Tobii Pro Lab ausgewertet. Dazu werden die gespeicherten Aufnahmen über eine SD-Karte direkt in die Software importiert. Tobii Pro Lab hat viele Möglichkeiten, die Daten auszuwerten. Für diese Studien wurde (1) von dem Visualisierungs-Tool (Erstellung von Heatmaps), (2) Areas of Interest und (3) dem metrischen Datenexport Gebrauch gemacht. (1) Eine Heatmap ist eine Visualisierung der Verteilung der Blicke von Testpersonen auf einem Stimulus (dem Bild). Sie zeigen den Fokus der visuellen Aufmerksamkeit und bieten die Möglichkeit, diese von allen Nutzern gleichzeitig anzuzeigen. Die Visualisierung - also die Erstellung von Heatmaps - eignet sich besonders für die unbewegten Bilder auf der LED-Wand, da so die visuelle Aufmerksamkeit von allen Proband:innen von einem Blickwinkel aus zusammengefasst abgebildet werden kann. Trotzdem ist eine hohe Blickdauer auf einer Heatmap nicht unbedingt gleichzusetzen mit Interesse und könnte zum Beispiel Verwirrung implizieren. Aus diesem Grund eignen sich Heatmaps für erste Eindrücke gut, um Muster zu erkennen, sie reichen jedoch nicht aus, um gezieltere Erkenntnisse zu erlangen (vgl. [Tobii \(2022b\)](#)).

(2) Um tiefere Erkenntnisse zu gewinnen, wird die Funktion der Erstellung von sog. Areas of Interest (AoI) verwendet. AoIs sind Werkzeuge, um genauere Analysen über einen von Forschenden gewählten Bereich vorzunehmen. Dabei handelt es sich um Bereiche, die - wie der Name schon sagt - von besonderem Interesse sind. AoIs können mit der Software pixelgenau auf dem Aufnahmematerial erstellt werden. Bei der Datenanalyse werden diese Bereiche gesondert betrachtet, sodass genaue Aussagen über die Fixierungszeiten, -dauern und -anzahlen auf der jeweiligen AoI getroffen werden können. Dies geschieht über die Berechnung der metrischen Daten.

(3) Mittels des Metrische-Daten Exports können dann verschiedene Parameter pro AoI analysiert werden. Die in dieser Studie interessanten Parameter sind die insgesamt Fixierungsdauer (Total Fixation Duration), die durchschnittliche Fixierungsdauer (Average Fixation Duration), die Anzahl Fixierungen (Fixation Count), die Zeit bis zur ersten Fixierung (Time to First Fixation), die erste Fixierungsdauer (First Fixation Duration), die insgesamt Blickdauer auf einem Bereich (Total Visit Duration), die durchschnittliche Blickdauer auf einem Bereich (Average Visit Duration) und die Anzahl insgesamt Blicke auf einem Bereich (Visit Count).

Bei der Interpretation der Daten wird auch die Literatur herangezogen. Dabei kann überprüft werden, ob und wenn ja wie die gewonnen Ergebnisse in der Literatur einzuordnen sind.

### 1.2 Untersuchungen

Im ersten Test wird lediglich die ausgeschaltete LED-Wand betrachtet. Dabei ist es zunächst das Ziel, besonders geeignete Blickpositionen im Gebäude zu finden, um in den nachfolgenden Untersuchungen gezielt von diesen Positionen zu analysieren. Die zweite Untersuchung ist ein Helligkeitstest. Dabei soll untersucht werden, ob die Proband:innen eher auf helle oder eher auf dunklere Bereiche auf der LED-Wand schauen. Dabei werden verschiedene Arten von Helligkeits-Bildern auf die Wand gebracht, die nacheinander untersucht werden. Die dritte Untersuchung zielt auf Texte auf der Wand ab. Dabei wird die Leserichtung, die Textanordnung, Größe und Geschwindigkeit von Text untersucht, um daraus abzuleiten, wie Text idealerweise auf der Wand platziert werden kann. Im vierten Test geht es um Unschärfe. Dabei wird ein Motiv in drei verschiedenen Unschärfestufen an die Wand gebracht. Ziel ist es, dabei herauszufinden, ob sich das Blickverhalten der Proband:innen ändert und was aus dem Verhalten abgeleitet werden kann. In der letzten Untersuchung werden die komplexesten Inhalte betrachtet. Diese sind bewegte Videos, die ebenfalls in drei Komplexitätsstufen von den Proband:innen betrachtet werden. Die Videos zeigen Naturaufnahmen, bei denen pro Komplexitätsstufe immer mehr Videos zeitgleich auf den verschiedenen Kacheln und der Vollfläche abgespielt werden. Ziel ist hier, herauszufinden, was die Aufmerksamkeit besonders erregt, ob Muster erkennbar sind oder Bereiche auf der Wand/pro Video besonders auffällig sind.

### 1.3 Vorgehen

In dieser Arbeit werden im nächsten Kapitel zunächst einige Hintergründe zu öffentlichen Medienfassaden und Displays erläutert sowie aktuelle Forschungen zu den Themen präsentiert. Es werden Unterschiede zwischen Medienfassaden und Displays aufgezeigt und Designempfehlungen zum Inhalt und der Platzierung zu öffentlichen Displays aus der Literatur wiedergegeben.

Im darauf folgenden Kapitel werden Grundlagen zur menschlichen Wahrnehmung und Eyetracking erläutert, um so ein besseres Grundverständnis der Lesenden zu den Themen zu schaffen. Dabei wird auf das menschliche Auge, Augenbewegungen, Eyetracking und Wahrnehmung eingegangen, sowie relevante Forschungen präsentiert.

Im weiteren Verlauf folgt ein kurzes Kapitel über die verwendete Technik, woraufhin der Teil der durchgeführten Studien folgt. Dabei werden zunächst alle fünf Studien nochmal zusammengefasst, erläutert und Ergebnisse präsentiert. Im anschließenden Teil werden die Ergebnisse interpretiert und ein Bezug zur Literatur hergestellt, wor-

## *1 Einleitung*

aufhin dann Empfehlungen gegeben werden können, wo und wann welcher Inhalt am besten auf der LED-Wand platziert werden könnte.

Abschließend wird ein Fazit und Ausblick auf weiterführende Forschungen gegeben.

## 2 Medienfassaden und Public Displays

In diesem Kapitel werden zunächst die Begriffe „Medienfassade“ und „Public Display“ näher erläutert, sowie Unterschiede aufgezeigt. Anschließend werden einige relevante Forschungen zu beiden Themen präsentiert und ein Bezug zur zu untersuchenden LED-Wand hergestellt.

Medienfassaden und Public Displays gehören schon seit einiger Zeit zu urbanen Umgebungen. Die LED-Wand im Eingangsbereich des Neubaus der HAW Hamburg, die Gegenstand der Untersuchungen dieser Arbeit ist, ist zwar im engen Sinne ein Public Display, jedoch kann sie auch durch das einzigartige Kachelmuster und den dadurch entstehenden künstlerischen Freiheitsgrad möglicherweise nicht nur in eine Kategorie eingeteilt werden.

Medienfassaden sind digitale öffentliche Bildschirme in unterschiedlichen Formen und Auflösungen, die entstehen, indem entweder die Außenfläche eines architektonischen Gebäudes mit steuerbaren, einheitlich geformten, lichtemittierenden Elementen ausgestattet oder digitale Inhalte darauf projiziert werden. Sie werden in die architektonische Struktur eines Gebäudes eingebettet und befinden sich - wie der Name schon sagt - außen an der Fassade des Gebäudes (vgl. [GI \(2022\)](#)). Ein typisches Beispiel für eine Medienfassade ist das Klubhaus St. Pauli in Hamburg. Wie in Abbildung 2.1 zu sehen, ist die ganze Fassade - auch architektonisch - eine ganze künstlerische Installation.

Das Wort Public Display setzt sich zusammen aus dem Englischen „public“ für öffentlich und „display“ für Anzeige/Bildschirm oder anzeigen, darstellen, zeigen. Public Displays sind also öffentlich zugängliche Bildschirme, die für unterschiedliche Zwecke etwas anzeigen. Diese können LED-Wände, Infopanels, Touchscreens oder sonstige Bildschirme sein, die der Öffentlichkeit zugänglich sind. Aus diesem Grund müssen sie auch besonders robust sein, da sie meistens im Dauerbetrieb laufen und nicht wie Bildschirme, die privat oder beruflich genutzt werden, regelmäßig ein- und ausgeschaltet werden.

Im ersten Moment scheinen Medienfassaden und Public Displays eng miteinander verwandt zu sein, denn beide Arten können demselben Zweck dienen: Informationsanzeige und/oder sie können künstlerische Freiheiten zur Schau stellen. Sie unterscheiden sich jedoch in einigen Punkten sehr voneinander und können daher nicht ganz gleichgesetzt werden.

Als erstes ist die ganze Situation, die erzeugt wird, je nach Medienfassade oder Public Display meistens schon eine grundsätzlich unterschiedliche, denn bei Medi-





**Abbildung 2.1:** Beispiel einer Medienfassade: Das Klubhaus St.Pauli in Hamburg. Bildquelle: Aufnahme von Anke von der Heide

enfassaden wird das ganze Gebäude meist Teil der Zurschaustellung der Inhalte, während sich diese bei Public Displays tatsächlich auf den Bereich des Bildschirms beschränkt. Damit einhergehend ist ein fundamentaler Unterschied zwischen beiden Arten die physikalische Größe der ganzen Installation. Wie bereits erwähnt, können Medienfassaden die ganze Architektur eines Gebäudes beeinflussen und ebenso groß sein, wohingegen Public Displays etwas kleiner dimensioniert sind. Nach [GI \(2022\)](#) reichen sie von TV- bis Billboard-Größe. Darüber hinaus interagieren Menschen unterschiedlich: Während sich die Benutzer:innen bei Public Displays meist gegenseitig sehen können, da sie sich in der Nähe des Displays befinden, können Betrachter:innen von Medienfassaden sehr weit verteilt sein (je nach Größe der Fassade) und sich gegenseitig nicht immer zwangsläufig wahrnehmen. Dieser Umstand beeinflusst auch die gesellschaftlichen Protokolle darüber, wie sich Menschen verhalten ([Goffman 1963](#)). Weiterhin ist die Situation, in der sich eine Medienfassade und ein Public Display befinden, meist sehr unterschiedlich. Durch die Position der Installation an der Außenfassade eines Gebäudes gibt es sehr viele Variablen, die die Situation beeinflussen, wie zum Beispiel das Wetter, Tageszeit, Jahreszeit, Verkehr und vieles mehr. Diese Faktoren kommen bei Public Displays in Innenräumen weniger zum Tragen, da sie

sich immer an derselben Stelle an einem Ort befinden, der einen bestimmten Zweck hat. Sie werden häufig zum Anzeigen von Informationen im öffentlichen Raum wie beispielsweise in Einkaufszentren oder Bahnhöfen verwendet. Typischerweise zeigen sie auch Werbung oder Informationen über den Ort, an dem sie sich befinden (Parker et al. 2018). Durch neuere Technologien können sie sogar interaktiv werden. So gibt es beispielsweise in einigen Kinos die Möglichkeit, bis zum Beginn des eigentlichen Films interaktiv mit den anderen Besucher:innen im Saal ein Spiel zu spielen. Dabei können sich die Besucher:innen über eine App einloggen, eine Spielfigur wählen und dann ein Rennen laufen, bei dem der/die Schnellste etwa Kinotickets gewinnen kann (REDyPLAY 2022). Während eine KinoLED-Wand vielleicht nicht das typische Public Display ist, lassen sich solche Interaktionsmöglichkeiten durchaus auch mit klassischen Public Displays realisieren, wie beispielsweise die McDonalds Self-Service Kiosks. Trotz dieser Möglichkeiten, zeigen Forschungen, dass Public Displays oft irrelevant für den Ort sind, an dem sie sich befinden und von Passant:innen ignoriert werden. Dieses Phänomen heißt Display Blindness (Parker et al. 2018, Huang et al. 2008, Memarovic et al. 2015, Müller et al. 2009).

Dieser Begriff beschreibt das Phänomen, dass Passant:innen Public Displays nicht beachten, obwohl sie so konzipiert zu sein scheinen, dass diese gesehen und beachtet werden müssten. Display Blindness scheint eine Variante der Banner Blindness zu sein, welche ein Phänomen aus der Web-Usability-Forschung ist, bei dem bannerartige Informationen bewusst oder unbewusst von Usern ignoriert werden (Benway 1998). Display Blindness stellt für Betreibende von Displays ein großes Problem dar, denn wenn die Inhalte nicht beachtet werden, rentiert sich das ganze Display nicht. Die Forschung zu dem Thema ist groß. Müller et al. (2009) zeigen den Zusammenhang zwischen den Erwartungen, was auf Public Displays gezeigt wird und der Aufmerksamkeit, die Betrachter:innen den Displays schenken. Dabei zeigt sich, dass wenn uninteressanter Inhalt erwartet wird (wie zum Beispiel Werbung), die Displays oft ignoriert werden. Huang et al. (2008) zeigen auf, dass oft erwartet wird, dass ein Display ganz natürlich die Aufmerksamkeit von Passant:innen erregt und sofort ins Auge fällt. Sie fanden jedoch heraus, dass dies eher die Ausnahme ist und Passant:innen ganz im Gegensatz das Display erst betrachten, wenn etwas anderes in der Nähe des Displays ihre Aufmerksamkeit zuerst erregt hat. Sie fanden außerdem heraus, dass selbst wenn Passant:innen gezwungenermaßen in die Richtung eines Displays schauen, das Display so gut wie gar nicht angeschaut wurde. In dem Versuch standen Menschen in einem Buchladen an einer Kasse Schlange, während hinter den Kassierenden ein großes Display hing, welches farbenfrohen Inhalt in Form eines Literatur-Quizzes sowie Informationen über kostenlose Services des Geschäfts zeigte. Das Display wurde jedoch fast gar nicht angesehen. Die Menschen in der Schlange blickten stattdessen eher auf ihren Einkauf und nebenstehende Merchandise-Artikel.

In einem weiteren Versuch derselben Studie zeigte sich jedoch in einem Fall doch erhöhte Aufmerksamkeit von Menschen auf ein Display. In diesem Versuch schauten die Menschen während sie Rolltreppen hochfuhren, auf Live-Überwachungsmaterial derselben Rolltreppe und konnten so sich selbst sehen. Nach den Autoren könne man

so durch die erzwungene Blickrichtung der Menschen und besonders bewegtes Videomaterial, auf dem die Passant:innen selbst zu sehen sind, weitere Forschungen anstellen, da dies augenscheinlich Faktoren sind, die dazu beitragen, Blicke auf Displays zu lenken.

Weiterhin zeigten sie, dass die Höhe bzw. die Position des Displays wichtig ist: Displays, die auf Augenhöhe von Passant:innen waren, wurden eher angesehen als Displays, die hoch hingen. [Huang et al. \(2008\)](#) zeigen in weiteren Versuchen, dass die Größe des Displays eine Rolle spielt. In ihren Versuchen zeigte sich, dass Menschen sich bei kleineren Displays länger aufhalten. Ganz ähnlich zu dem Setting für diese Arbeit fand der Versuch im Eingangsbereich einer Universität statt, in der ein großes Display hing. Das Display zeigte Event-Informationen, die demnächst in der Universität stattfanden und generelle Informationen zu dem Gebäude. In derselben Halle waren jedoch auch kleinere konventionell-große Displays (wie PC-Bildschirme), die allerdings interaktiv waren. Es zeigte sich, dass Menschen mit den kleinen Displays interagieren. Interessanterweise schauten die Menschen im Eingangsbereich sogar auch dann auf die kleinen Bildschirme, wenn sie nicht interagierten, sondern nur den Inhalt ansahen. Dies war beim großen Display, das über allen in der Halle hing, nie der Fall.

In einem weiteren Versuch in einer anderen Universitätseingang-Umgebung wurde ein sehr großes Display mit einer Bank davor, sowie mehrere kleinere Desktop-Bildschirmgroße Displays ebenfalls mit Bänken davor installiert. Auf den Displays lief immer dasselbe Video. In dem Versuch setzten sich einige Besucher:innen gelegentlich auf die Bank vor dem großen Bildschirm, schauten jedoch das Display nicht an und unterhielten sich stattdessen. Vorbeigehende blickten das große Display gelegentlich kurz an. Die kleinen Displays erregten ebenfalls nicht viel Aufmerksamkeit. Allerdings, wenn sich einmal Passant:innen vor ein kleines Display gesetzt hatten, blieben diese dann für eine längere Zeit sitzen und sie schauten das ganze Video. Die Autoren schließen daraus, dass Menschen eher daran gewöhnt sind, kleinere Displays zu betrachten. Kleinere Displays scheinen sie mehr dazu einzuladen, Inhalte für längere Zeit aktiv zu betrachten. Außerdem fühlen kleinere Displays sich eher privat an und führen weniger dazu sich ausgestellt(exposed) zu fühlen. Dies könne eine längere Interaktionszeit fördern.

Basierend auf ihren Ergebnissen geben [Huang et al. \(2008\)](#) folgende Empfehlungen zum Design von großen, öffentlichen Displays, da sich bei diesen die Gestaltung mit dem Ziel, längere Aufmerksamkeit von Passant:innen zu erregen, als schwierig/kompliziert erweist:

- Kurze Blicke:
  - man müsse davon ausgehen, dass Passant:innen nur ein paar Sekunden auf das Display blicken, um zu entscheiden, ob es relevant ist.
  - Informationen müssen innerhalb von 2-3 Sekunden entnommen werden können
  - Text sollte möglichst vermieden werden

- Position:
  - Displays sollten möglichst auf Augenhöhe sein
- Inhalt
  - Inhalt sollte möglichst dynamisch und in Videoform vorliegen
  - Abrupte Inhaltswechsel sollten vermieden werden
- Blick- und Bewegungsrichtung
  - die Bewegungs- und Blickrichtung der Menschen am Ort des Displays sollten beachtet werden
  - es sollte darauf geachtet werden, andere Gegenstände in der Nähe des Displays zu platzieren, die die Aufmerksamkeit auf das Display lenken können
- Displaygröße
  - es sollte darauf geachtet werden, eine Balance zwischen Offenheit und Privatsphäre zu finden und nicht nur eine Größe in Betracht zu ziehen

Weitere Studien zeigen, dass Aufmerksamkeit auf Public Displays durch das Hinzufügen einer Interaktionsmöglichkeit gesteigert werden kann (Dalton et al. 2015, Veenstra et al. 2015). Auf großen Displays komme dies besonders zum Tragen, wenn das Display auf die Passant:innen reagiert, es also einen direkten Effekt auf diese hat (Hespanhol and Tomitsch 2015, Müller et al. 2012). In manchen Situationen kann ein solches Verhalten den sog. „Honeypot Effekt“ auslösen. Er tritt auf, wenn andere Passant:innen die bereits interagierenden Passant:innen bemerken und sie dazu verleiten, ebenfalls mit dem Display interagieren zu wollen (Brignull and Rogers 2003).

Durch die „Hyperconnectivity“ (dt. etwa: Hyper-Verbundenheit) der modernen Gesellschaft mit dem Internet entsteht eine Art zweite digitale Wirklichkeit, die über der Realität mitschwingt, denn wir sind durch Smartphones, Tablets oder Smartwatches ständig online (vgl. Choi (2014)). Dabei entstehen auch Chancen, Schnittmengen aus persönliche und öffentliche Erfahrungen zu bilden (Hatuka and Toch 2017). So erfahren beispielsweise QR-Codes wieder neue Beliebtheit, in dem sie öffentliche Informationen aufs private Smartphone holen können. Allerdings stellt sich durch die ständige Verbundenheit der Menschen mit dem Smartphone die Frage, ob Public Displays aktuell überhaupt noch relevant sind. Diese Frage untersuchen Parker et al. (2018), indem sie die von Huang et al. (2008) aufgestellten Thesen auf die Probe stellen und prüfen, ob diese 10 Jahre später immer noch Gültigkeit haben. Besonders zielen sie darauf ab, die Wirkung von Designelementen, Position und Standort, Relevanz von Inhalten und Smartphone-Nutzung auf die Aufmerksamkeit von Passant:innen zu untersuchen. In ihrer Forschung sind die Displays größer und die Menschen in der Umgebung der Displays nutzen viel ihre Smartphones. Zu Zeiten von Huang et al. (2008) waren Smartphones noch nicht so präsent und Parker et al.

(2018) stellen daher die Vermutung auf, dass die Smartphone-Nutzung die Display Blindness verstärken könnte.

In ihren Untersuchungen zu Designelementen zeigt sich, dass je größer Displays sind und während die Betrachter:innen bereits in einem günstigen Winkel ausgerichtet sind (ähnlich wie in [Huang et al. \(2008\)](#) Studie zum Beispiel auf Rolltreppen), desto eher wird dem Display Aufmerksamkeit geschenkt, sogar von Smartphone-Usern. Weiterhin ist der Standort bzw. die Struktur an der das Display hängt, sowie die Helligkeit des Displays wichtig. In dunkleren Umgebungen führten hellere Displays zu mehr Aufmerksamkeit und je mehr die Struktur um das Display herum zu dem Inhalt auf dem Display passte, desto eher wurde es wahrgenommen.

Die Position- und Standort-Untersuchungen zeigen eine Korrelation zwischen Aufmerksamkeit und Nähe des Displays zum Hauptweg innerhalb eines öffentlichen Raumes. Die Autoren können außerdem bestätigen, dass Displays, die bereits günstig auf Menschenströme ausgerichtet sind, mehr Aufmerksamkeit erfahren als andere (z.B. auf der Rolltreppe).

In ihren Untersuchungen zur Relevanz von Inhalten finden [Parker et al. \(2018\)](#) heraus, dass kontextrelevante Inhalte mit Informationen zur Umgebung immernoch gefragt sind und Displays mit solchen Inhalten - auch von Smartphone-Usern - genutzt werden.

In den Untersuchungen zum Effekt von Smartphones auf die Aufmerksamkeit auf Displays zeigt sich, dass eine große Anzahl Menschen während des Gehens das Smartphone benutzt und interaktive, sowie nicht-interaktive Displays fast gar nicht beachtet werden. Einzig die bereits erwähnten sehr großen Displays, die günstig ausgerichtet sind, sodass sie nah oder im Hauptweg sind (zum Beispiel am Ende von Rolltreppen) und sehr hell eingestellt sind, konnten auch Smartphone-User dazu bringen, aufzuschauen. Zu [Huang et al. \(2008\)](#) stellen sie einige Ergänzungen auf. In dieser Studie wurde die Empfehlung ausgesprochen, Displays auf Augenhöhe zu positionieren. Aber dadurch, dass Displays heutzutage viel größer sind als die von [Huang et al. \(2008\)](#) untersuchten Displays, habe die Empfehlung nicht mehr so eine große Bedeutung. Bei interaktiven Displays gelte dies jedoch weiterhin. [Huang et al. \(2008\)](#) empfehlen außerdem dynamischen Inhalt, in Form von Videos. [Parker et al. \(2018\)](#) hingegen untersuchten verschiedenen Content und stellten fest, dass zum Beispiel das meist angesehene Display in ihren Untersuchungen (das am Ende der Rolltreppe) auch statischen Inhalt in einer Art Diashow zeigte und es trotzdem Aufmerksamkeit bekam. Dies spricht also dafür, dass Videos nicht unbedingt immer die beste Lösung sind. Faktoren wie die Helligkeit und die Ausrichtung hingegen fallen dabei schwerer ins Gewicht.

Insgesamt kamen [Parker et al. \(2018\)](#) zu der Erkenntnis, dass die wichtigsten Empfehlungen aus der Studie von [Huang et al. \(2008\)](#) zum größten Teil bereits in den von ihnen untersuchten Displays umgesetzt waren und geben drei weitere ergänzende Empfehlungen ab:

- Smartphone-Nutzung einbeziehen: Möglichkeiten für Verbindungen zwischen

privatem Smartphone und öffentlichem Raum erschaffen

- Kommunikation: die Struktur, die das Public Display enthält, sollte ihm helfen, sich abzuheben und den Zweck des Displays vermitteln
- günstig ausgerichtete, große Banner-Displays: diese Art und Platzierung von Displays führe sogar dazu, Smartphone-User aufblicken zu lassen

Die LED-Wand, die Gegenstand der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen ist, befindet sich in einer öffentlichen Situation, das heißt, sie ist der Öffentlichkeit prinzipiell zugänglich und nicht beschränkt auf eine ausgewählte Gruppe Passant:innen. Da sich die Wand jedoch innerhalb der Hochschule befindet, ist die Gruppe der Menschen, die sich in dem Bereich bewegen mutmaßlich doch eher beschränkt auf Studierende, Lehrende oder Besucher:innen der Hochschule. Durch die besondere Position der LED-Wand im Eingangsbereich des Gebäudes ergibt sich auch eine besondere Situation für Passant:innen, die sich in dem Bereich bewegen. Die besondere Situation ergibt sich aus den vielen verschiedenen Blickwinkeln auf die LED-Wand.

Die LED-Wand kann durch vorige erläuterte Unterschiede zwischen Public Display und Medienfassade eher in die Kategorie Public Display eingeordnet werden. Trotzdem sind einige Forschungsansätze bezüglich Medienfassaden durchaus übertragbar auf Public Displays und besonders auch auf die untersuchte LED-Wand in dieser Arbeit. Insbesondere die Arbeit von [Huang et al. \(2008\)](#) zeigt auf, dass durchaus auch die ganze Situation und nicht nur der Inhalt auf dem Display ein wichtiger Faktor ist.

Ein spannender Ansatz, den unter anderem [Fischer and Hornecker \(2012\)](#) oder [Fuchkina et al. \(2016\)](#) verfolgen, zeichnet auf, dass es bei Medienfassaden nicht nur um den auf dem Screen abgespielten Inhalt geht, sondern vielmehr um die ganze Situation, die der Screen mit der Umgebung zusammen schafft. Wenn dieses Konzept von Content-Creators verstanden ist, ermöglicht es diesen, den ganzen Ort, die gesamte Situation und sogar auch die Bedeutung des Ortes/der Situation für eine kurze Zeit zu verändern. Ein Idealfall wäre sogar, eine Möglichkeit zu erschaffen, mit der die zugängliche Öffentlichkeit kreativ und kommunikativ an der Situation teilhaben kann ([Fischer and Hornecker 2012](#)).

[Fischer and Hornecker \(2012\)](#) untersuchen verschiedene Situationen, die typisch für eine Medienfassade in einer urbanen Situation sind. Sie konzentrieren sich dabei auf vier Hauptsituationen: Plaza, Walkway, Hybrid und Open Plan. Eine Plaza-Situation ist dabei ein Platz, der von Gebäuden umringt und relativ geschlossen ist, während sich Menschen darin aufhalten. Eine Walkway Situation ergibt sich aus einem Transit Bereich. Menschen halten sich darin eher flüchtig auf. Weiterhin gibt es eine hybride Situation, die aus Plaza und Walkway entsteht. Eine Open Plan Situation entsteht aus einem Bereich, in dem Menschen sich flüchtig aufhalten und die darin enthaltene Medienfassade auch kaum wahrnehmbar ist. Als Beispiel wird eine große Kreuzung gezeigt, auf deren anderer Seite sich die Medienfassade befindet

und so für Passant:innen kaum eine Rolle spielt (Fischer and Hornecker 2012). Weiterhin ist die Position des Displays wichtig. Dieses kann entweder in einer erhöhten Position hängen oder ebenerdig sein. So konnten die Autoren der Arbeit beobachten, dass bei ebenerdigen Installationen mehr Interaktionen gefördert wurden, als bei höher hängenden Displays. Dies erklären sie damit, dass die ebenerdigen Displays mehr „in-reach-of-grasp“ waren. Höher gelegene Displays würden eher Distanz schaffen und meist für Werbung genutzt werden, was die Interaktion damit eher unwahrscheinlich mache (Fischer and Hornecker 2012).

Übertragen auf die Untersuchungsbereiche dieser Arbeit, wäre der Eingangsbereich des Gebäudes, in dem die LED-Wand hängt, am ehesten eine Plaza-Situation. Sie ist zwar nicht von anderen Gebäuden erzeugt, es wird jedoch eine ähnliche Situation durch das offene Treppenhaus, das erste Stockwerk und den Bereich direkt an der Eingangstür erzeugt. Durch die erhöhte Position der LED-Wand entsteht ebenfalls ein geschlossener Eindruck. Whyte (1990) beobachtete das Verhalten von Passanten in New York und zeigte unter anderem, dass Menschen sich typischerweise an Straßenecken oder vor Eingängen und Treppen aufhalten, um sich dort mit anderen zu unterhalten, was zur Situation im Eingangsbereich passt.

Auf der Ebene des Cafés hingegen ist die LED-Wand nicht mehr in der erhöhten Position, sondern eher auf „Ground-Level“, weshalb hier eventuell eher ein Ort der Interaktion entstehen könnte als im Erdgeschoss. Dadurch, dass das Café aber nicht bis zur Wand heranreicht, können auch Interagierende nicht bis ganz an die Wand herantreten, was möglicherweise mehr Distanz schaffen könnte und Menschen nicht verstehen könnten, dass Interaktionen von dort aus möglich sind. Die Fläche, von der aus interagiert werden könnte, ist ca 10m von der Wand entfernt, kann also nicht ganz gleichgesetzt werden mit der Situation des Ground-Levels in der Forschungsarbeit von Fischer and Hornecker (2012). Die Situation im Café entspricht eher einer Balkon-Situation, da von der Brüstung aus der Eingangsbereich im Erdgeschoss überblickt werden kann. Befindet man sich jedoch im Sitzbereich, entsteht wiederum eher eine Kino-Situation, da ein guter Blick auf fast die komplette Wand möglich ist.

Der Bereich oben, unten sowie auf der Treppe hingegen kann nach Fischer and Hornecker (2012) als Transit bzw. Walkway-Bereich definiert werden. An sowie auf der Treppe halten sich Menschen nur zum Passieren auf, nie zum Verweilen, da so auch der Menschenstrom aufgehalten würde.

# 3 Wahrnehmung und Eyetracking

In diesem Kapitel werden einige Grundlagen bezüglich menschlicher visueller Wahrnehmung und des visuellen Systems, Augenbewegungen und Eyetracking erläutert.

Menschen nehmen ihre Umgebung über die fünf Sinne wahr: Hören, Sehen, Tasten, Schmecken, Riechen. Wahrnehmung ist ein Prozess, bei dem subjektiv Informationen aus Sinneseindrücken gewonnen und verarbeitet werden und diese zu einem Gesamtergebnis zusammengesetzt werden. Dabei sind jedoch nicht in jeder Situation immer alle Sinne beteiligt. Der vermeintlich wichtigste Sinn, mit dem der Mensch seine Umgebung wahrnimmt, ist das Sehen. Wichtigkeit liegt jedoch im Auge des Betrachters. [Hutmacher \(2019\)](#) fragt sich, ob man beispielsweise die Sinnesorgangröße als Wichtigkeitsfaktor heranziehen könnte, um Wichtigkeit zu messen. Die Haut (für das Tasten) ist deutlich größer als das Auge oder die Ohren, jedoch bedeute dies vermutlich nicht, dass ein Sinn wichtiger ist als der andere. Außerdem könnte auch die Rezeptorenanzahl herangezogen werden, um Wichtigkeit zu definieren. Das Auge hat Stäbchen für das Sehen im Dunklen und drei verschiedene Arten von Zapfen für das Farbsehen. Für das Riechen hingegen gibt es hunderte verschiedene Rezeptoren. Das heißt wiederum nicht unbedingt, dass das Riechen wichtiger ist, als das Sehen (vgl. [Hutmacher \(2019\)](#)). Wichtigkeit zu definieren ist also eine schwierige Frage und es gibt keinen wissenschaftlichen Konsens darüber, dass das Sehen der wichtigste Sinn ist. Dass das Sehen ein dominanter Sinn ist, spätestens seit Smartphone und Computer, ist jedoch nicht von der Hand zu weisen. So fällt es westlich geprägten Kulturen deutlich leichter Sinneseindrücke, die mit dem Auge erfasst wurden in Sprache zu verwandeln, also diese zu beschreiben [Majid et al. \(2018\)](#). Den meisten Menschen fällt es sehr schwer beispielsweise Gerüche oder Geräusche genauso gut zu beschreiben, wie Dinge, die sie gesehen haben (vgl. [Majid et al. 2018](#)), um nur ein Beispiel zu nennen, das aufzeigt, dass das Sehen in unserer Gesellschaft wichtig und dominant ist.

## 3.1 Das menschliche Auge

Der Mensch nimmt visuelle Reize über die Augen wahr. Das menschliche Auge funktioniert ähnlich wie eine Kamera (tatsächlich funktionieren eigentlich Kameras ähnlich wie das Auge). Dabei fällt Licht durch das Auge durch die Hornhaut, die vordere Augenkammer, Pupille, Linse und Glaskörper, bis auf die Netzhaut und wird dort schließlich an den Sehnerv weitergeleitet und gebündelt. Der Sehnerv leitet diese Informationen ans Gehirn, wo ein Bild entsteht. Genau genommen sind Netzhaut und



Sehnerv bereits Teil des Gehirns. Durch die Kombination der Bilder von zwei Augen kann so ein räumliches Bild erstellt werden. Ausschlaggebend für das Farbsehen sind die Zapfen-Rezeptoren. Fürs Hell-Dunkel-Sehen gibt es Stäbchen-Rezeptoren. Ein Auge hat ca. 120-125 Millionen Stäbchen und nur ca. 5-6 Millionen Zapfen. Das bedeutet, der Mensch kann auch bei relativ wenig Licht noch sehr gut Hell-Dunkel-Unterschiede sehen, Farben sind jedoch bei weniger Licht deutlich schwerer bis gar nicht mehr zu erkennen.

Ein Mensch kann im Durchschnitt ca.  $200^\circ$  horizontal und  $130^\circ$  vertikal sehen. Der Teil, der scharf fixiert werden kann, ist ca.  $2^\circ$  groß. Wenn der Daumen am ausgestreckten Arm nach oben gezeigt wird, entspricht der dickste Teil des Daumens in etwa diesen  $2^\circ$ , die scharf wahrgenommen werden können (O'Shea 1991).

In diesem Sichtfeld kann ein Mensch durchschnittlich eine Leuchtdichte von  $4 \cdot 10^{-6}$  cd/m<sup>2</sup> ( $0,000004$  cd/m<sup>2</sup>) bis  $3,2 \cdot 10^6$  cd/m<sup>2</sup> ( $320000000$  cd/m<sup>2</sup>) wahrnehmen (Sczepek 2011). Wobei der niedrigste Wert einem sternlosen Nachthimmel und der höchste Wert einer im Zenit stehenden Sonne entspricht.

## 3.2 Die menschliche Wahrnehmung

Trotz dieser beeindruckenden Zahlen sehen wir immer nur ein Abbild, eine Illusion der Realität. Denn unser Gehirn ist ein Meister darin, uns eine heile Welt vorzugaukeln. An dem Teil im Auge, an dem der Sehnerv an die Netzhaut anschließt, sitzen keine Rezeptoren: Wir sind an dieser Stelle blind. Doch wir sehen trotzdem ein vollständiges Bild, ohne ein Loch, denn das Gehirn vervollständigt diesen blinden Fleck einfach für uns. Genauso kann man glauben, jemanden in der Ferne zu erkennen, weil bestimmte Merkmale an die Person erinnern, als dass man die Person tatsächlich erkennt. Wie jedoch Cutting and Kozlowski (1977) feststellten, sind Menschen tatsächlich in der Lage Freunde und Familie zum Beispiel an ihrem Gang zu erkennen. Besonders markant ist dieses Phänomen auch bei der Erkennung von Gesichtern. Der Mensch ist seit Urzeiten darauf geprägt, Gesichter zu erkennen, weil sich darin die Emotion, Gemütszustand und Gesinnung am deutlichsten zeigen. So ist erkennbar, ob jemand feindselig oder wohlwollend gestimmt ist, was überlebenswichtig sein könnte. Reid et al. (2017) zeigten, dass sogar schon Babys im Mutterleib die Fähigkeit besitzen, Gesichter zu erkennen. Dabei wurde den Schwangeren eine Lichtprojektion in abstrakter Form eines Gesichts auf dem Bauch gespielt. Es konnte dabei beobachtet werden, dass die Ungeborenen sich den Lichtgesichtern zuwandten. Dies ist nicht passiert, als Licht ohne Gesichtsform auf den Bauch gespielt wurde. Dies lässt erahnen, wie wichtig es ist, Gesichter erkennen zu können. In manchen Situationen ist diese Fähigkeit sogar so stark, dass Gesichter erkannt werden, wo überhaupt gar keine sind. Dies lässt sich zum Beispiel an Autos feststellen, bei dem die Scheinwerfer wie zwei Augen aussehen können, der Kühlergrill wie ein Mund und das Markenzeichen wie eine kleine Nase.

Das Gehirn ist bemüht, ein möglichst schlüssiges Bild der Realität zu liefern und ergänzt die tatsächlich wahrgenommenen Eindrücke um bereits erlernte Muster. Dabei werden nicht nur Lücken aufgefüllt, sondern auch Voraussagen gemacht. Dies lässt sich am Beispiel von Blinzeln und Licht ausschalten veranschaulichen. Schaltet jemand das Licht in einem Raum aus und wieder an, bemerken wir dies natürlich und unsere visuelle Wahrnehmung ist für den Moment ausgeschaltet, bevor wir wieder sehen können. Anders verhält sich dies jedoch beim Blinzeln. Auch in diesem Fall ist die visuelle Wahrnehmung jedes Mal für einen Moment ausgeschaltet. Das Gehirn gibt jedoch selbst den Befehl zum Blinzeln und kann so voraussagen, dass die Wahrnehmung für einen Moment ausgeschaltet sein wird und ignoriert diese Tatsache dann absichtlich, sodass wir keine Einschränkung in unserer visuellen Wahrnehmung haben.

So haben Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt eine Studie veröffentlicht, in der sie zeigten, dass unser Gehirn vor allem dann aktiv wird, wenn es einen Sehreiz nicht vorhersagen kann (Alink et al. 2010). Die Forscher zeigten Versuchspersonen auf einem Bildschirm einen Balken, der sich bewegte. Gleichzeitig maßen sie die Aktivität in dem Teil des Gehirns, der visuelle Informationen verarbeitet. Dort fanden sie immer dann ein starkes Signal, wenn ein Balken aus dem erwarteten Bewegungsmuster ausbrach (vgl. Alink et al. (2010)). Die Forscher schließen daraus, dass das Gehirn nicht einfach nur auf Signale aus den Sinnenorganen warte. Stattdessen versuche es aktiv, mögliche Sinneseindrücke vorherzusagen. Treffen die Vorhersagen zu, kann das Gehirn die tatsächlich eintreffenden Informationen besonders effektiv und mit geringem Aufwand verarbeiten.

Um Aufwand und Energieverbrauch zu sparen, ist das visuelle System des Menschen auch sehr gut darin, Kanten und Kontraste zu finden (Sczepek 2011, Mallot 2000). Denn anhand dieser kann es Objekte unterscheiden. Durch die Unterbrechung der Lichtmuster kann dies schnell erfasst und codiert werden, wodurch nicht der vollständige visuelle Reiz verarbeitet werden muss. Kanten und Kontraste sind gerade die Informationen, die benötigt werden, um etwas zu identifizieren. Sczepek (2011) beschreiben, dass es nicht nötig ist, beispielsweise die Farbe eines Gegenstandes an jedem einzelnen Punkt auf diesem zu definieren, sondern nur dort, wo sich etwas ändert. Durch die Änderung entsteht Aufmerksamkeit.

Nach Yantis (2000) ist Aufmerksamkeit ein selektiver Prozess, bei dem es einen Top-Down- und einen Bottom-Up-Prozess gibt. Beim Top-Down-Prozess wird Aufmerksamkeit durch bereits vorhandenes Vorwissen gesteuert. Wenn man beispielsweise nach dem Portemonnaie in der Tasche sucht, ist schon bekannt, wie das Portemonnaie aussieht und die Aufmerksamkeit wird nur auf dieses Aussehen gelenkt. Beim Bottom-Up-Prozess ist kein Vorwissen im Spiel und auch nicht notwendig. Aufmerksamkeit wird bei diesem Prozess automatisch auf das Objekt gelenkt, welches sich von anderen unterscheidet. Schaut man beispielsweise in eine grüne Baumkrone, fällt die Aufmerksamkeit automatisch auf den roten Luftballon, der sich darin verfangen hat.

Nach Findlay and Gilchrist (2003) unterteilt sich visuelle Aufmerksamkeit auch in

offene und verdeckte Aufmerksamkeit. Bei offener Aufmerksamkeit werden die Augen auf das interessante Objekt gelenkt und dann fixiert. Bei verdeckter Aufmerksamkeit werden die Augen jedoch nicht auf das interessante Objekt gelenkt, sondern stattdessen ein alternativer Fixpunkt gewählt. Dies passiert zum Beispiel, wenn etwas/jemand nur aus den Augenwinkeln beobachtet wird, damit die Beobachtung nicht auffällt.

## 3.3 Augenbewegungen und Eyetracking

Damit visuelle Aufmerksamkeit entstehen kann, sind Augenbewegungen notwendig. In diesem Abschnitt werden diese sowie das Verfolgen und Auswerten dieser Bewegungen - Eyetracking - näher beleuchtet.

Augen bewegen sich ständig, wenn etwas betrachtet wird. Obwohl man annehmen könnte, dass man das gesamte Blickfeld mit einer einzigen Fixierung wahrnehmen kann, könnten wir in Wirklichkeit die Informationen außerhalb des fovealen Sehens nicht vollständig verarbeiten, wenn wir unsere Augen nicht bewegen könnten (Rayner 1998). Demnach sind Augenbewegungen erforderlich, um die Einschränkungen der Sehschärfe der Netzhaut zu überwinden, denn auf der Netzhaut kann nur ein sehr kleiner Teil mit 100 Prozent Auflösung gesehen werden. Während eine Szene betrachtet wird, bewegen sich unsere Augen alle 200-350 ms (Rayner 1998). Diese Augenbewegungen dienen dazu, die Fovea (der hochauflösende Teil der Netzhaut) zu besonders interessant scheinenden Bereichen zu lenken, um diese detaillierter zu verarbeiten.

Augenbewegungen werden in zwei Teilbewegungen aufgeteilt. Die sog. Sakkaden und Fixierungen. Als Sakkaden bezeichnet man dabei die tatsächliche Augenbewegung, die schnell und ruckartig ausgeführt wird, um die Sehachse auf eine neue Stelle auszurichten. Sakkaden können eine Maximalgeschwindigkeit von mehr als 500 Grad pro Sekunde erreichen (Büttner and Büttner-Ennever 2006). Große Orientierungsbewegungen beinhalten dabei eine koordinierte Bewegung von Augen, Kopf und Körper. Kleine Orientierungsbewegungen, wie sie zum Beispiel beim Lesen dieses Textes nötig sind, werden nur von den Augen ausgeführt (Yarbus 1967b). Beim Sehen werden pro Sekunde mehrere Sakkaden vollzogen. Dabei werden die neu ausgerichteten Sehziele ohne jegliches Bewusstsein darüber ausgewählt. Während Sakkaden vollzogen werden, kann das Gehirn keine Informationen über die Augen aufnehmen. Die Informationsgewinnung und Verarbeitung passiert während der zweiten Teilbewegung, der Fixierung. Dies ist die Zeit, in der das Auge relativ still ist und das neu ausgewählte Ziel der Sakkade fixiert (Rucci and Poletti 2015).

Es gibt jedoch noch eine dritte Augenbewegung, den sog. „Smooth Pursuit“. Diese Bewegung tritt auf, wenn etwas sich Bewegendes mit den Augen verfolgt wird (Purves et al. 2001). In dieser Zeit können Informationen verarbeitet werden, während sich die Augen bewegen. Dies ist bei Fixierungen und Sakkaden nicht möglich. Diese Bewegung kann nur durchgeführt werden, wenn die Augen tatsächlich etwas verfolgen.

### 3 Wahrnehmung und Eyetracking

Ohne ein Ziel, das verfolgt wird, kann diese Bewegung nicht mit Absicht hervorgerufen werden. Beim Versuch ohne ein Ziel ist die Bewegung nur eine Abfolge von Sakkaden und Fixierungen.

Blicke und Augenbewegungen sagen also viel darüber aus, wo unsere visuelle Aufmerksamkeit liegt und wie Dinge verarbeitet werden. Aus diesem Grund ist die Beobachtung und Analyse der Augenbewegungen in vielen Forschungsgebieten ein gefragtes Thema. In den Gebieten der Medizin, Psychologie, Neurowissenschaften oder der Marktforschung wird die Methode der Blickrichtungserkennung, also des Eyetrackings mittlerweile eingesetzt. Sie dient dazu, zu erkennen, wohin der Mensch seine visuelle Aufmerksamkeit richtet. Dass die Augenbewegungen viel darüber aussagen, wo gerade unsere Aufmerksamkeit liegt, wurde schon sehr früh erkannt. Seit es Kameras und Aufnahmegeräte gibt, ist es möglich geworden, aufgenommenes Material nachträglich zu analysieren. Schon vor über 100 Jahren haben [Judd et al. \(1905\)](#) Augenbewegungen untersucht und mittels nachträglicher Analyse von Bildmaterial eingeordnet. In einigen Studien geschah dies zu dem Zeitpunkt über einfache Beobachtung durch einen anderen Menschen. So beschrieb [Huey \(1968\)](#) beispielsweise Augenbewegungen beim Lesen. In den späten 1960ern wurde eine Forschung besonders bekannt, die die Augenbewegungen bei verschiedenen Aufgabenstellungen untersuchte ([Yarbus 1967a](#)). Diese gilt heute noch als Pionierarbeit, bezüglich Augenbewegungen und Aufgabenstellungen dabei. So untersuchte [Yarbus \(1967a\)](#) die Augenbewegungen beim Lesen eines Textes (Reading), bei der Wahrnehmung einer Szene (Scene Perception) und beim visuellen Suchen (Visual Search).

Besonders interessant für diese Arbeit ist die Augenbewegung beim Lesen und bei der Szenenwahrnehmung, da die LED-Wand auch als Szene wahrgenommen werden kann. Das Lesen ist insofern interessant, da im dritten Test Laufschrift und Schlagzeilen auf der LED-Wand untersucht werden. Auch das Konzept der visuellen Suche ist für diese Arbeit interessant, da sie in den letzten zwei Studien beobachtet werden konnte (Unschärfetest und Komplexe-Inhalte-Test).

Eine wichtige Erkenntnis, die im ersten Moment zu dem vorherigen Teil widersprüchlich scheint, ist, dass Menschen in der Lage sind, während einer Szenenbetrachtung eine Szene mit einem einzigen Blick zu verstehen und zu erfassen. Dies geschieht so schnell, dass die Szene bereits verstanden und verarbeitet ist, dass die Augen sich noch gar nicht bewegt haben ([De Graef 2005](#)). Das bedeutet, dass das Verstehen einer Situation durchaus mit einem Blick erfolgen kann, nicht jedoch die Beobachtung und Interpretation aller Details der Situation. Einige Forschungen zeigen, dass in nur 40 Millisekunden genug Informationen gewonnen werden können, um eine Szene zu verstehen und zu verarbeiten ([Castelhana and Henderson 2008](#)). Die Arbeit von [Yarbus \(1967a\)](#) zeigt, dass die Augen sich schnell zu relevanten und wichtigen Bereichen einer Szene wenden. Einige Studien zeigten auch, dass die Augenbewegungen und Fixierungen in einer Szene sehr stark davon abhängen, was in der Szene besonders hervorgehoben ist. Hervorhebungen wurden in diesen Studien durch Kontrast, Farbe, Helligkeit und einige andere Komponenten erzielt ([Parkhurst and Niebur 2003](#), [Mannan et al. 1996](#)).

### 3 Wahrnehmung und Eyetracking

Aufgabe	Fixierungsdauer (ms)	Sakkadengröße (Grad)
Stilles Lesen	225-250	2 (8-9 Buchstabenabstände)
Vorlesen	275-325	1,5 (6-7 Buchstabenabstände)
Szenenwahrnehmung	260-330	4
Visuelle Suche	180-275	3

**Tabelle 3.1:** Durchschnittliche Fixierungsdauern und Sakkadengrößen nach Aufgaben (Rayner 1998)

Augenbewegungen während des Lesens unterscheiden sich von denen einer Szenenbetrachtung. Beim Lesen hängen die Augenbewegungen von den Wörtern und insbesondere den Leerzeichen dazwischen ab, da diese als Haltepunkte fungieren. Dies steht im Gegensatz zur Szenenbetrachtung, in der der visuelle Winkel ausschlaggebend dafür ist, wie weit und wie viel sich die Augen bewegen, wie Morrison and Rayner (1981) zeigen. In dieser Studie zeigten die Autoren, dass wenn die Größe eines Beispielsbildes mit Text konstant gehalten wird und man den Betrachtungsabstand variiert, die Entfernung, die die Augen zurücklegen, durch die Buchstabenabstände determiniert wird und nicht durch den Sehwinkel. Beim Lesen geschieht es außerdem in ca. 10 - 15 Prozent der Zeit, dass Leser ihre Augen entgegen der Leserichtung bewegen und vorher gelesene Wörter oder Zeilen nochmal ansehen (Rayner 1998). Rayner (1998) nennt diese Bewegungen Regressionen (engl. regressions) und zeigt auf, dass diese häufiger auftreten, je schwerer zu verstehen der Text ist.

Weiterhin hängen laut Rayner and Pollatsek (1989) die Augenbewegungen auch sehr stark davon ab, mit welchem Ziel etwas gelesen wird. So unterscheiden sich die Lesemuster einer Person, die versucht, einen Text zu verstehen von dem einer Person, die einen Text überfliegt. Um Texte zu verstehen, wird beim Lesen zwar nicht immer jedes Wort fixiert, aber die für jedes Wort aufgewendete Zeit ist bezeichnend für das Verständnis des Wortes. So brauchen Leser für schwierige Wörter oder Texte auch länger Zeit. Beim Überfliegen eines Textes zeigen sich weiter verteilte Fixierungsmuster mit kürzeren Fixierungsdauern. Es kann zwar trotzdem der Inhalt des Textes erfasst werden, jedoch können meist keine Detailfragen zum Text beantwortet werden (Rayner and Pollatsek 1989).

Auch wenn es offensichtlich große Unterschiede in diesen Aufgaben gibt, können einige allgemeine Aussagen über Augenbewegungen getroffen werden. Rayner (1998) zeigt auf, dass die Anzahl Informationen, die bei einer Fixierung verarbeitet werden (in der Wahrnehmungsspanne oder dem funktionalen Sichtfeld), in Abhängigkeit von der Aufgabe variiert. Die Wahrnehmungsspanne ist beim Lesen deutlich kleiner, als bei der Szenenwahrnehmung oder der visuellen Suche. Daher sind beispielsweise Fixierungen und Sakkaden in der Szenenwahrnehmung tendenziell länger, weil mehr Informationen in einer einzigen Fixierung verarbeitet werden. Außerdem beeinflusst die Schwierigkeit die Augenbewegungen: Beim Lesen tritt dies auf, wenn der Text schwieriger wird und die Augenfixationen länger und die Sakkaden kürzer werden.

### *3 Wahrnehmung und Eyetracking*

Ebenso werden bei der Szenenwahrnehmung und der visuellen Suche die Fixierungen länger und die Sakkaden kürzer, wenn das Betrachtete unübersichtlich, dicht befüllt ist oder sehr viele unterschiedliche Reize darin vorkommen ([Rayner 1998](#)). Durchschnittliche Fixierungsdauern und Sakkadengrößen sind nach Aufgabenbereichen in Tabelle 3.1 dargestellt.

## 4 Technik

In diesem Kapitel wird die Technik vorgestellt, mit der die Untersuchungen durchgeführt werden.

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von Eyetracking-Systemen, die die Augenbewegungen sehr exakt messen und auswerten können, damit im Nachhinein detaillierte Analysen erstellt werden können. Sie werden in vielen Bereichen der Forschung angewendet. Mit der wachsenden Nachfrage und steigender Relevanz, erscheinen stetig neue Firmen, die ihre Eyetracking-Lösungen anbieten. Dabei geht es jedoch nicht nur um Hardware, wie die Hightech-Brillen oder Kameras, sondern auch um die zugehörige Analyse-Software, ohne die die Untersuchungen mit der Hardware nur einen Bruchteil so aufschlussreich wären und um ein vielfaches aufwändiger.

Für die Untersuchungen in dieser Arbeit wird eine Eyetracking-Brille der Marke Tobii verwendet. Tobii AB ist ein schwedisches Hightech-Unternehmen, das bereits 2001 gegründet wurde ([Tobii 2015a](#)). Tobii ist weltweiter Marktführer in jedem seiner drei Geschäftsbereiche. Diese sind Tobii Dynovox, Tobii Pro und Tobii Tech. Tobii Dynovox entwirft unterstützende Technologien, um Menschen mit Behinderungen oder besonderen Bedürfnissen bei der Kommunikation zu unterstützen. Tobii Pro konzentriert sich auf spezialisierte Eyetracking-Hard- und Software und ermöglicht so tiefe Einblicke ins menschliche Verhalten und leistet einen großen Beitrag in der menschlichen Verhaltenspsychologieforschung (vgl. [Tobii \(2015b\)](#)). Tobii Tech bietet die Integration von Eyetracking-Technologie in die Unterhaltungsbranche, wie zum Beispiel die Integration in VR-Brillen und die Gaming-Branche.

Für die in dieser Arbeit durchzuführenden Studien wird die Tobii Pro Glasses 2 verwendet. Die Brille verfügt über eine sogenannte True View. Das bedeutet, sie ermöglicht das menschliche Sehen so natürlich und authentisch wie möglich, indem sie den Proband:innen ein vollkommen freies Sichtfeld bietet. Dies ist wichtig, um so das natürlichste, tatsächliche Sehverhalten von Menschen zu ermöglichen, das ohne Brille auch nicht von Gerätschaften im Sichtfeld verdeckt ist. Die Brille verfügt über eine Weitwinkel-HD-Szenenkamera, die in der Mitte über der Nase angebracht ist. Damit wird aufgezeichnet, was die Proband:innen in ihrem Blickfeld haben. Außerdem verfügt die Brille über zwei Kameras pro Auge, die die Augen- und Pupillenbewegung der Proband:innen binokular genau aufzeichnen. Die dünnen Bügel der Kamera ermöglichen außerdem ein gutes peripheres Sehen und durch das leichte Gewicht fühlt sie sich beim Tragen an, wie eine normale Brille. In [Abbildung 4.1](#) ist die Brille zu sehen.

Durch die Abtastrate von 100 Hz eignet sich die Brille hervorragend für den Ein-



**Abbildung 4.1:** Tobii Pro Glasses 2. Bildquelle: eigene Aufnahme

satz in natürlichen Umgebungen. Die Kombination der Abtastrate mit einer eigens von Tobii entwickelten Technologie, die das Verrutschen der Brille und den eventuell entstehenden ruckartigen Blickwechseln verhindert, ist es möglich, Daten von sehr hoher Qualität zu gewinnen. Diese Eyetracking-Brille wird wie eine normale Brille aufgesetzt. Durch Kopplung per WLAN oder LAN-Kabel mit der Software Tobii Pro Controller ist es nach einer kurzen Kalibrierung möglich, alles aufzuzeichnen, was der/die Proband:in sieht und anschaut. Die Aufzeichnungen werden dabei auf einer SD-Karte als Tobii-Projekt gespeichert, um sie später in die Auswertungs-Software zu importieren.

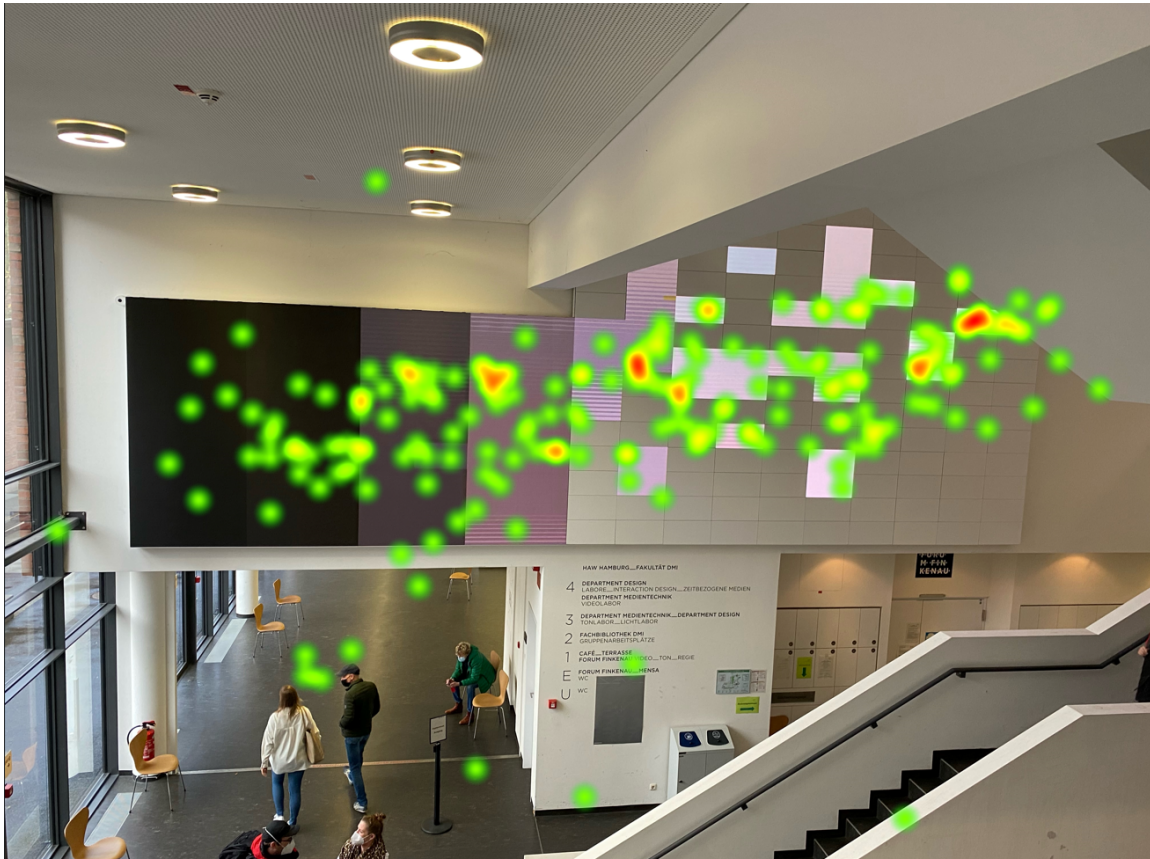
Außerdem ermöglicht die Software eine Live-View. Diese entsteht durch das Mapping der Pupillenkameras, die die Augen aufnehmen, auf das Bild der HD-Szenenkamera, die die Umgebung aufnimmt. Dabei kann in Echtzeit mitverfolgt werden, was die Proband:innen sehen und fokussieren. Dies wird durch den Gaze-Kreis dargestellt. Ein Gaze-Kreis veranschaulicht den Punkt auf dem Bild, der gerade von den Proband:innen angesehen wird und wird in der Software als roter Kreis dargestellt. Dies ist im Testablauf sinnvoll mitzuverfolgen, da so mögliche Probleme der Proband:innen gesehen werden und außerdem erste Eindrücke gesammelt werden können, was die



Proband:innen möglicherweise besonders stark/wenig betrachten.

Für die Auswertung der Daten wird die Software Tobii Pro Lab benötigt. Diese ist ähnlich wie ein Videobearbeitungsprogramm aufgebaut und bedienbar. Zunächst werden die gespeicherten Aufnahmen als Projektdateien in die Software importiert. Dann können sie angesehen und analysiert werden. Bereits ohne weitere Arbeit kann jeweils der Gaze-Kreis, der die Fokussierung der Proband:innen zeigt, gesehen werden. Für die tiefergehende Analyse stellt die Software verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Das Visualisierungstool bietet die Möglichkeit, sog. Heatmaps auf dem Aufnahmematerial zu erstellen. Dabei wird ein Referenzbild neben das Aufnahmematerial gelegt. Dann können die relevanten Zeitspannen im Video markiert werden, um dann vollautomatisch die Fixierungen auf das Referenzbild zu mappen. Dieser Prozess funktioniert automatisch umso besser, je gleicher das Referenzbild mit dem Videomaterial übereinstimmt. Das vollautomatische Mapping kann im Nachhinein manuell pro Fixierung nachgearbeitet und verbessert werden, sollte es notwendig sein. Durch das Mapping entstehen dann die Heatmaps, welche eine Visualisierung der Verteilung der Blicke von Testpersonen auf einem Stimulus (dem Bild) sind. In Abbildung 4.2 ist eine Heatmap zu sehen. Heatmaps zeigen den Fokus der visuellen Aufmerksamkeit und bieten die Möglichkeit, diese von allen Nutzern gleichzeitig anzuzeigen. Heatmaps eignet sich besonders für die Analyse der statischen Bilder auf der LED-Wand, da so die visuelle Aufmerksamkeit von allen Proband:innen von einem Blickwinkel aus zusammengefasst abgebildet werden können. Trotzdem ist eine hohe Blickdauer, also ein roter Punkt auf einer Heatmap nicht unbedingt gleichzusetzen mit Interesse und könnte zum Beispiel Verwirrung implizieren. Aus diesem Grund eignen sich Heatmaps für erste Eindrücke gut, um Muster zu erkennen, sie reichen jedoch nicht aus, um gezieltere Erkenntnisse zu erlangen (vgl. [Tobii \(2022b\)](#)). Aus diesem Grund können in der Tobii Pro Lab Software sogenannte Areas of Interest (AoI) erstellt werden. AoIs können mit der Software pixelgenau auf dem Aufnahmematerial erstellt werden, indem Formen über die gewünschten Bereiche gezogen werden. Es liegt dabei ganz in der Hand der Auswertenden, diese AoIs zu erstellen und es gibt bisher keinen wissenschaftlichen Konsens darüber, auf was bei der Erstellung geachtet werden muss und wie die Erstellung vereinheitlicht werden kann [Hessels et al. \(2016\)](#). In dieser Arbeit wurde nach bestem Wissen und Gewissen dabei vorgegangen. In Abbildung 4.3 sind erstellte AoIs auf einem Bild zu sehen. Sie kennzeichnen die gewünschten Bereiche farblich.

Bei der Datenanalyse werden diese AoIs dann gesondert betrachtet, sodass genaue Aussagen über die Fixierungszeiten, -dauern und -anzahlen auf der jeweiligen AoI getroffen werden können. Dies geschieht über die Berechnung der metrischen Daten, die die Software aus dem Aufnahmematerial extrahieren kann. Die Daten können pro AoI gesondert berechnet und extrahiert werden und anschließend als Excel/csv-File exportiert werden. Die Interpretation der Daten liegt dann in der Hand der Auswertenden. In den exportierten Dateien kann dann nachvollzogen werden, wie oft und wie lange die AoIs von den Proband:innen angeschaut wurden. Außerdem werden Summen und Durchschnitte über alle Proband:innen hinweg gebildet. Die wichtigsten



**Abbildung 4.2:** Beispiel einer erstellten Heatmap

Daten, die dabei ausgewertet werden können sind folgende (Tobii (2022a)):

- Total Fixation Duration: insgesamte Fixierungsdauer über die gesamte Zeit, über alle Proband:innen. Höhere Fixierungsdauern können ein höheres Maß an Interesse signalisieren, während kürzere Fixierungsdauern bedeuten können, dass andere Objekte oder Interessengebiete aufmerksamkeitsstärker oder interessanter sind.
- Fixation count: Anzahl Fixierungen. Eine hohe Anzahl von Fixierungen, wenn der/die Betrachter:in wiederholt dasselbe Objekt oder denselben Bereich besucht, kann ein hohes Maß an Interesse bedeuten. Es könnte aber auch auf Verständnisschwierigkeiten hindeuten.
- Average Fixation Duration: Durchschnittliche Fixierungsdauer. Kombination von Anzahl Fixierungen und insgesamten Fixierungsdauern. Eine hohe Zahl bei einem Objekt relativ zu anderen bedeutet, dass es bevorzugt angesehen wurde.



**Abbildung 4.3:** Beispiel einer erstellten AoI

- **Time to First Fixation:** Die Zeit die von Start der Aufnahme bis zur ersten Fixierung vergangen ist. Zeigt, wie lange es gedauert hat, das Objekt/die AoI zu bemerken. Je kürzer die Dauer, desto schneller wurde es bemerkt.
- **First Fixation Duration:** Dauer der ersten Fixierung des Objekts/AoI. In Verbindung mit Time To First Fixation kann die First Fixation Duration bei der Bestimmung des ersten Eindrucks wichtig sein. Wenn beispielsweise die Zeit bis zur ersten Fixierung gering und die Dauer der ersten Fixierung hoch ist, wird der Bereich oder das Objekt wahrscheinlich als sehr aufmerksamkeitsregend für die Betrachter:innen empfunden.
- **Total Visit Duration:** Zeit von Start der ersten Fixierung bis zur letzten Fixierung in einem Bereich/AoI.
- **Average Visit Duration:** Durchschnittliche Besuchszeit. Kombination aus Total Visit Duration und Visit Count.
- **Visit Count:** Anzahl Besuche auf einer AOI.

## 5 Studien

In diesem Kapitel werden die fünf Untersuchungen beschrieben sowie die Erkenntnisse pro Untersuchung erläutert. In der ersten Studie wird die LED-Wand ausgeschaltet betrachtet, um ein Gefühl für die ganzheitliche Situation zu bekommen, in der sich die LED-Wand befindet. Dabei werden für die darauffolgenden Tests Sichtachsen bestimmt, von denen besonders interessante Blickwinkel auf die Wand entstehen.

In der zweiten Studie wird Helligkeit besonders untersucht. In der Forschung zeigte sich, dass helle Public Displays mehr Aufmerksamkeit erfahren, als dunklere (vgl. Kapitel 2), daher werden in diesem Test verschiedene Helligkeitsmuster getestet und das Blickverhalten der Proband:innen untersucht.

Die dritte Studie untersucht Text auf der LED-Wand. Dabei werden zwei verschiedene Bilder in Schlagzeilenform mit einem Bild eines Menschen auf der Vollfläche angezeigt. Die Anordnung variiert dabei. Weiterhin werden Lauftexte auf der gesamten Fläche angezeigt, die sich in Geschwindigkeit und Größe unterscheiden. Es wird dabei das Leseverhalten der Proband:innen untersucht und mit der Literatur verglichen, um Empfehlungen für Text auf der LED-Wand zu geben.

In der vierten Studie wird Unschärfe untersucht. Dabei werden drei Bilder eines Objekts in verschiedenen Verpixelungsstufen nacheinander auf der LED-Wand angezeigt. Dabei wird das Blickverhalten der Proband:innen untersucht und verglichen, ob die Augenbewegungen dem typischen Suchmuster entsprechen, die bereits in Kapitel 2 erwähnt wurden.

In der letzten Studie werden komplexe Inhalte auf der LED-Wand gezeigt. Diese sind Videos, die in drei Komplexitätsstufen auf der Wand angezeigt werden. Dabei werden pro Stufe immer mehr Videos gleichzeitig auf verschiedenen Bereichen der Wand angezeigt. Es wird untersucht, wo die Aufmerksamkeit der Proband:innen besonders hingelenkt wird. In der Literatur (vgl. Kapitel 2) wurde gezeigt, dass Videos auf Public Displays besonders effektiv sind, um Aufmerksamkeit zu gewinnen. Dies wird in diesem Test angewendet, sodass durch die Eyetracking-Untersuchung weitere Empfehlungen zur Platzierung von Videos auf den einzelnen Kacheln gegeben werden können.

### 5.1 Studie 1 - Räumlicher Test

Um Content für eine Medienfassade oder ein Public Display zu erstellen und zu verstehen, wie dieser wirkt, ist es unabkömmlich, den Raum in seiner Gänze, vor allem auch in Bezug auf das Räumliche, zu verstehen und zu erfassen (vgl. Kapitel

2). Daher ist es wichtig, das Public Display - also die LED-Wand - zuerst in seiner Räumlichkeit zu analysieren und ein Gefühl dafür zu bekommen. In dieser ersten Studie wird daher die LED-Wand im Neubau der Hochschule von den Proband:innen das erste Mal betrachtet. Auf der Wand sind zu diesem Zeitpunkt noch keine Inhalte angezeigt und sie ist ausgeschaltet, strahlt also auch kein Licht aus.

Der Controller Laptop wird im Café des ersten Stockwerkes aufgebaut und die Eyetracking-Brille eingerichtet. Da die Brille über WLAN mit dem Laptop und der Controller-Software verbunden sein muss, eignet sich dieser Ort am besten, da von dort aus im gesamten Testbereich die Verbindung möglich ist. Dieser Platz wird vorerst ausgewählt, um in dieser Untersuchung zu testen, ob die technischen Voraussetzungen bei diesem Aufbauplatz geeignet und möglich sind. Die Proband:innen werden jeweils nacheinander unter Einhaltung der Hygienevorschriften mit der Brille ausgestattet, welche dann auf die Proband:innen kalibriert wird. Der Test beginnt, sobald die Aufnahme über die Software gestartet wird. In diesem ersten Test haben die Proband:innen die Aufgabe, im Erdgeschoss des Eingangsbereichs, sowie dem ersten Stockwerk frei umherzulaufen, um interessante Blickwinkel zu finden.

Die hieraus entstandenen besten Sichtachsen sollen bei den nächsten Studien als Blickpunkte für die nächsten Tests zugrunde gelegt werden. Diese Reduzierung der möglichen Sichtachsenanzahlen ist notwendig, um über die gefundenen besten Achsen zielgenauere Aussagen und Analysen treffen zu können, als über alle möglichen Sichtachsen, da sie ansonsten nicht alle in dieser Arbeit abgehandelt werden könnten.

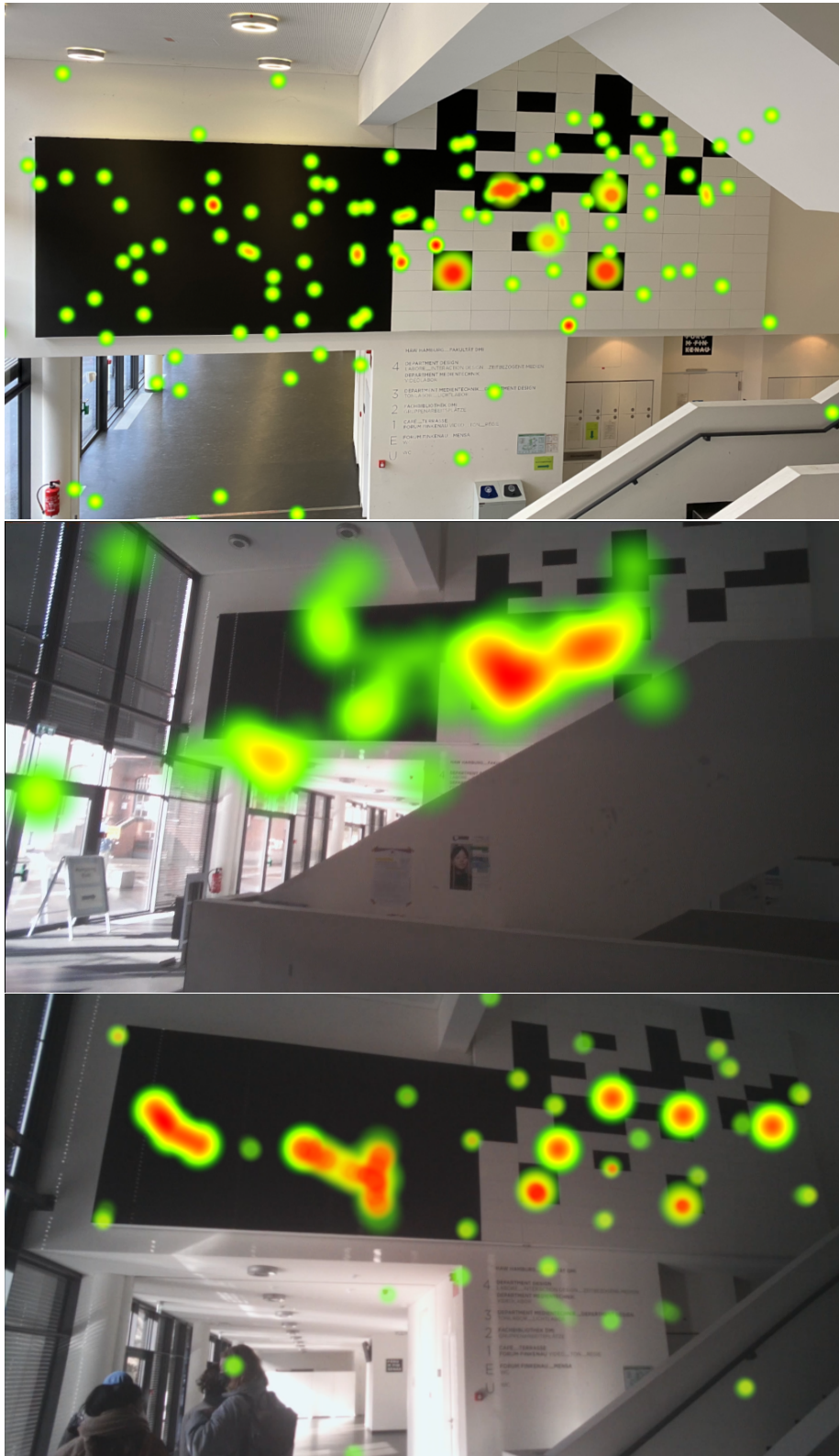
Nachdem alle Proband:innen zurück zum Anfangspunkt im Café sind, wird in der Gruppe diskutiert, welche Standorte besonders interessant sind. Dabei werden folgende Sichtachsen festgehalten:

- Eingangstür Erdgeschoss
- Eingangstür Mensa (beim Herausgehen)
- Café-Brüstung hinterer Teil

Diese Punkte wurden gewählt, weil sie zum einen fast immer einen vollständigen Blick auf die LED-Wand ermöglichen, zum anderen, weil sie möglichen echten Sichtachsen von Menschen entsprechen, die sich in dem Gebäude bewegen.

Das Ziel dieser Untersuchung war es zunächst, die Blickpunkte auszuwählen, jedoch noch keine näheren Untersuchungen damit durchzuführen. Trotzdem wurden auch zur Übung im Umgang mit der Technik für diese erste Untersuchung bereits von diesen drei Punkten aus Auswertungen mittels der Erstellung von Heatmaps vorgenommen. Dabei konnten verschiedene Beobachtungen gemacht werden. Auf Abbildung 5.1 ist zu sehen, dass die Aufmerksamkeit der Proband:innen vom Café und von der Mensa aus fast gleich ausfällt. Die Punkte, die besonders angesehen wurden, sind jeweils separate einzelne Kacheln auf dem Kachelraster rechts. Interessant ist außerdem, dass die Aufmerksamkeit sich in einer Art Diagonalen an der Treppe entlang zu bewegen scheint.

## 5 Studien



**Abbildung 5.1:** Heatmaps der Aufmerksamkeit vom Café (oben) der Mensa (mi.) und dem Eingang (unten) aus gesehen. *Anmerkung: die unterschiedlichen Größen der Heatmap Punkte der Bilder rühren von einer deutlich höheren Auflösung des Referenzbildes links her. Bei allen Bildern wurden jeweils alle Aufnahmen übereinander gelegt, um die Heatmap zu erstellen.*

Es zeigen sich außerdem Lichtspiele auf der LED-Wand, die durch die Jalousievorrichtung an der Glasfassade links der LED-Wand hervorgerufen wurden. Im mittleren und unteren Bild in Abbildung 5.1 ist die Jalousievorrichtung zu sehen. Durch die heruntergefahrenen Jalousien wird das Sonnenlicht nur durch sehr kleine Löcher darin durchgelassen und so entsteht ein Art „Licht-Perlenkette“ auf Teilen der Vollfläche. Dies ist im mittleren Bild teilweise zu erkennen. Damit einhergehend wenden sich die Blicke der Proband:innen auch genau diesen Lichtspielen auf der Vollfläche zu. Am deutlichsten ist dies auf dem unteren Bild, bei dem die Proband:innen vom Eingang des Gebäudes aus auf die Wand blicken, zu sehen.

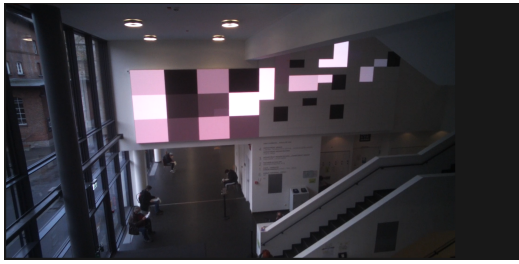
Im mittleren Bild, welches von Eingang der Mensa aus entsteht, gehen die Blicke mehr auf das Kachelraster, jedoch wird auch das Lichtspiel bemerkt und dorthin geschaut, jedoch nicht so stark wie beim Blick vom Eingang des Gebäudes aus. Der Blick von der Brüstung des Cafés aus hingegen verhält sich etwas anders. Von diesem Winkel aus sind die Lichtspiele auf der Vollfläche nicht zu sehen (die Jalousien waren jedoch bereits heruntergefahren). Durch das wechselhafte Wetter am Tag des Tests war jedoch auch die Sonneneinstrahlung nicht bei allen Proband:innen von jeder Sichtachse aus exakt identisch. Die meiste Aufmerksamkeit richtet sich von diesem Winkel aus eher auf das Kachelraster rechts und ganz besonders auf die kleinen separaten Kacheln unten, die von Weiß eingeschlossen sind. Dennoch gibt es auch verteilte Aufmerksamkeitspunkte auf der Vollfläche, die dafür sprechen, dass die Lichtspiele auf der Wand von einigen Proband:innen bemerkt und angesehen wurden. Diese Punkte bündeln sich jedoch nicht so stark wie auf zum Beispiel aus der Sicht der Mensa, was vermutlich an den wechselhaften Lichtverhältnissen liegt. Durch die Bestimmung der Sichtachsen in diesem Test sowie der möglichen Laufwege von echten Passant:innen in dem Gebäude konnten die Voraussetzungen für die nachfolgenden Untersuchungen geschaffen werden. Dabei wurde sich unter anderem für den bereits gezeigten Laufweg der Proband:innen entschieden (siehe Abbildung 1.5). So konnten bereits verbesserte Ablaufpläne für die nächsten Untersuchungen erstellt werden und der Aufbauplatz der Technik stellte sich als gut heraus, da stets eine WLAN Verbindung mit dem Equipment aufrecht erhalten werden konnte.

## 5.2 Studie 2 - Helligkeiten

In der zweiten Studie werden Helligkeiten näher untersucht. Dabei wird vermutet, dass Proband:innen eher auf besonders helle Bereiche achten, wie in der Literatur bereits durch [Huang et al. \(2008\)](#) und [Parker et al. \(2018\)](#) erforscht.

Es werden nacheinander verschiedene Bilder auf die Wand gespielt. Insgesamt werden sechs verschiedene Bilder untersucht, die in Abbildungen 5.2, 5.3 und 5.4 zu sehen sind.

## 5 Studien



**Abbildung 5.2:** Helligkeiten: Snapshots 1 und 2 zeigen verschiedene Graustufen randomisiert auf den Kacheln verteilt.



**Abbildung 5.3:** Helligkeiten: Snapshots 3 und 4 zeigen Helligkeitsverläufe von dunkel nach hell und von hell nach dunkel.



**Abbildung 5.4:** Helligkeiten: Snapshots 5 und 6 zeigen Schwarz-Weiß Kontraste



In den ersten zwei Snapshots sind verschiedene Graustufen zufällig an die Kacheln angeordnet. Die Graustufen gehen dabei von 100 Prozent weiß bis ganz schwarz (siehe Abbildung 5.2).

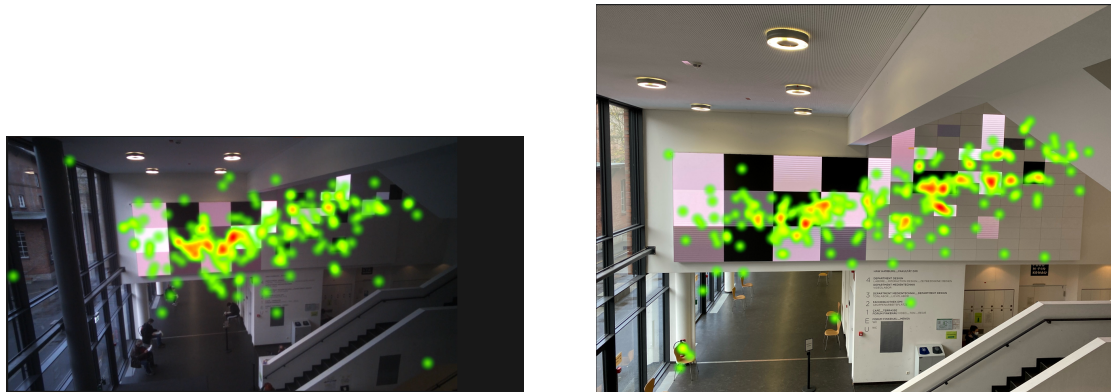
In den Snapshots 3 und 4 auf Abbildung 5.3 sind Helligkeitverläufe zu sehen. Dabei ist in Snapshot 3 der Verlauf von links nach rechts schwarz zu weiß und in Snapshot 4 von weiß zu schwarz. Die Helligkeiten vergrößern bzw. verringern sich dabei in jeder Abstufung um 10 Prozent, sodass auf beiden Bildern insgesamt 10 verschiedene Helligkeiten zu sehen sind.

Die Snapshots 5 und 6 auf Abbildung 5.4 zeigen jeweils den größten Kontrast, indem einmal die Vollfläche komplett schwarz ist und die Kacheln weiß und andersherum. Durch die Anordnung der verschiedenen Helligkeiten soll untersucht werden, welche Bereiche bei welcher Helligkeit besonders aufmerksam angesehen wurden, um darauf basierend mögliche Handlungsempfehlungen für Content Creators geben zu können.

Wie auf den Abbildungen 5.2 - 5.4 zu sehen, gibt es auf der Vollfläche eine Auffälligkeit: eine Kachel ist in den folgenden durchgeführten Test leider defekt und leuchtet heller. Dies fällt insbesondere dann auf, wenn reines Weiß darauf zu sehen ist. Die Ergebnisse sind vermutlich dadurch verfälscht. Nichtsdestotrotz wurden die Tests durchgeführt und Ergebnisse konnten gewonnen werden.

### 5.2.1 Randomisierte Graustufen

In den ersten zwei Tests wurden verschiedene Graustufen zufällig auf den Kacheln angeordnet. Dafür wurden zunächst Heatmaps erstellt, um einen Überblick über die besonders aufmerksamkeitsregenden Flächen zu bekommen. In Abbildung 5.5 sind die Heatmaps aus der Sicht des Cafés zu sehen. In Abbildung 5.6 sind die Heatmaps aus Sicht des Eingangs und der Mensa zu sehen.



**Abbildung 5.5:** Helligkeiten: Heatmaps der zufälligen Graustufen aus Café Sicht



**Abbildung 5.6:** Helligkeiten: Heatmaps der Graustufen aus Sicht des Eingangs und der Mensa

Auf allen Heatmaps ist zu sehen, dass die Aufmerksamkeit sich sehr in die untere Mitte der Vollfläche zu konzentrieren scheint. Auf dem linken Bild in Abbildung 5.5 ist dies noch etwas deutlicher als auf dem rechten. Dies liegt vermutlich daran, dass auf dem ersten Bild die defekte Kachel in einer helleren Fläche liegt und so noch mehr Aufmerksamkeit auf sich zieht, da sie sich von den umherliegenden Kacheln durch Größe und Helligkeit unterscheidet. Weiterhin ist auf den Heatmaps beider Snapshots zu sehen, dass die Heatmap in einer Art Diagonalen von links unten bis rechts oben zieht. Der Blick der Proband:innen scheint sich dabei an der fast parallel dazu verlaufenden Treppe zu orientieren. Dies kann auch auf den Bildern in Abbildung 5.6 beobachtet werden.

Auf den ersten Blick scheint es außerdem so, als sei die Verteilung der Heatmap-Punkte auf schwarze, weiße und graue Kacheln relativ gleich. Nur anhand der Heatmaps kann hier nicht festgestellt werden, ob Proband:innen generell mehr auf helle oder dunklere Flächen blicken.

Um dies näher zu untersuchen, wurden mit der Tobii Software AoIs angelegt, mit denen dies näher untersucht werden kann. Die AoIs wurden dabei nur auf die Snapshots aus der Sicht des Cafés gelegt, da von den anderen Blickpunkten aus sehr ähnliche Heatmaps entstanden sind und die Ergebnisse sich vermutlich nicht zu sehr voneinander unterscheiden würden. Zusätzlich würde der Aufwand, von jedem Blickpunkt aus AoIs zu erstellen und die Daten zu analysieren, den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Es wurde sich daher für die Sicht des Cafés entschieden, da aus diesem Blickwinkel die beste Sicht auf die LED-Wand möglich ist. Es wurden dafür die Kacheln nach weißen, grauen und schwarzen Bereichen aufgeteilt. Ein Beispiel einer solchen AoI ist in Abbildung 5.7 zu sehen. Dabei wurden auf den Snapshots 1 und 2 in Abbildung 5.2 alle Graustufen von 100 Prozent weiß bis 80 Prozent in die weiße Kategorie, 70 bis 20 in die graue Kategorie und 10 bis 0 in die Kategorie schwarz eingeteilt.



**Abbildung 5.7:** Helligkeiten: Aol von Snapshot 2 (vgl. Abbildung 5.2). Die Graustufen wurden jeweils in die Kategorie weiß, grau und schwarz eingeteilt.

Die dabei extrahierten Daten sind in den Tabellen 5.1 und 5.2.1 zu sehen. Es ist zu erkennen, dass die insgesamten Fixierungsdauern (Total Fixation Time) der Proband:innen, die auf hellen Kacheln stattfanden, etwas höher liegt, als auf den dunklen Kacheln. Im ersten untersuchten Snapshot 1 (vgl. Abbildung 5.2) liegt der Anteil bei den hellen Kacheln bei ca. 14 Prozent der Gesamtzeit, bei den grauen Kacheln 11 und bei den schwarzen Kacheln lediglich 7 Prozent. Beim untersuchten Snapshot 2 (vgl. Abbildung 5.2) lässt sich Ähnliches feststellen. Die Bereiche mit weißer Fläche wurden auch hier am meisten angeschaut, der Prozentanteil der Fixierungen liegt bei ca. 18 Prozent. Die grauen Flächen wurden in diesem Test jedoch nur ca. 6 Prozent der Zeit in der Fixierungen stattfanden angeschaut. Die schwarzen Flächen wurden ca. 10 Prozent der Zeit angeschaut. In der Anzahl der Fixierungen (Fixation Count) und der durchschnittlichen Fixierungsdauer (Average Fixation Duration) ist zu sehen, dass bei beiden Bildern der weiße Bereich am häufigsten fixiert wurde. Dabei ist jedoch ein relativ großer Unterschied zwischen Snapshot 1 und 2 erkennbar. Bei Snapshot 1 wurde der weiße Bereich im Schnitt 7 mal, Snapshot 2 im Schnitt 12 mal fixiert. Interessant ist auch, dass bei Snapshot 1 der graue Bereich am zweithäufigsten fixiert wurde, während in Snapshot 2 die schwarze Fläche am zweithäufigsten fixiert wurde. Dies kann vermutlich damit erklärt werden, dass in Snapshot 1 die defekte Kachel in einem grauen Bereich liegt und im zweiten Snapshot auf dem schwarzen Bereich. Durch das Herausfallen aus dem Raster, fällt diese Kachel besonders auf und

## 5 Studien

setzt sich gegen die Helligkeitsunterschiede durch. Die durchschnittliche Fixierungsdauer ist bei Snapshot 1 und 2 relativ gleich verteilt mit 200-300 Millisekunden je Bereich. Bei Snapshot 2 fällt dabei nur der graue Bereich etwas heraus, bei dem die durchschnittliche Fixierungsdauer etwas länger ist (370 Millisekunden).

Interessant sind außerdem die Zeiten bis zur ersten Fixierung bei beiden Bildern (Time to First Fixation), sowie die Dauer dieser ersten Fixierung (First Fixation Duration). In Snapshot 1 hat der weiße Bereich die kürzeste Zeit mit 0,64 Sekunden bis zur ersten Fixierung, was bedeutet, dass dieser Bereich im Schnitt als erstes fixiert wurde. Nach ca. einer Sekunde wurde der graue Bereich das erste Mal fixiert und erst nach knapp 2 Sekunden der schwarze Bereich. Ganz anders sieht dies jedoch bei Snapshot 2 aus, wo überraschenderweise der schwarze Bereich als erstes fixiert wurde. Kurz darauf der weiße und zum Schluss der graue Bereich. Wie bereits erwähnt, gehört die defekte Kachel in Snapshot 2 zum schwarzen Bereich, was als Erklärungsansatz herhalten könnte, warum hier der schwarze Bereich zuerst fixiert wurde. In den Besuchsparemtern (Visits) lassen sich weitere Unterschiede feststellen. Bei beiden Snapshots wurde der weiße Bereich am häufigsten besucht (Visit Count), jedoch unterscheiden sich die Zahlen bei Snapshot 2 deutlicher je Bereich, während sie bei Snapshot 1 näher aneinander liegen. In Snapshot 1 wurde der graue Bereich am zweithäufigsten besucht und bei Snapshot 2 der schwarze. Generell gab es in Snapshot 2 mehr insgesamte Besuche, was dafür sprechen könnte, dass die Blicke eher unruhig waren und oft zwischen den Bereichen gewechselt haben.

	Schwarz	Grau	Weiß
Total Fixation Duration	0,96 (7,16 %)	1,53(11,37%)	1,93 (14,30%)
Average Fixation Duration	0,22	0,29	0,26
Fixation Count	3,88	5,50	7,00
Time to First Fixation	1,92	1,03	0,64
First Fixation Duration	0,22	0,24	0,18
Total Visit Duration	0,99 (6,75%)	1,67 (11,41%)	1,99 (13,62%)
Average Visit Duration	0,30	0,40	0,39
Visit Count	3,13	4,25	5,13

**Tabelle 5.1:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 1 aus Abbildung 5.2

	Schwarz	Grau	Weiß
Total Fixation Duration	2,13 (10,10 %)	1,52(6,02%)	3,70 (17,56%)
Average Fixation Duration	0,26	0,37	0,33
Fixation Count	7,50	4,40	12,00
Time to First Fixation	0,68	1,63	0,90
First Fixation Duration	0,27	0,39	0,28
Total Visit Duration	2,35 (10,32%)	1,55(5,67%)	3,95(17,31%)
Average Visit Duration	0,37	0,47	0,47
Visit Count	5,50	3,40	8,50

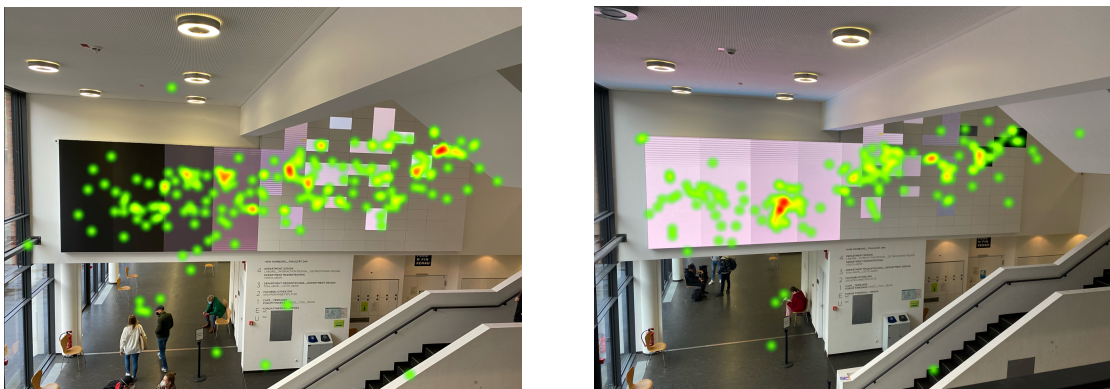
**Tabelle 5.2:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 2 aus Abbildung 5.2

### 5.2.2 Helligkeitsverläufe

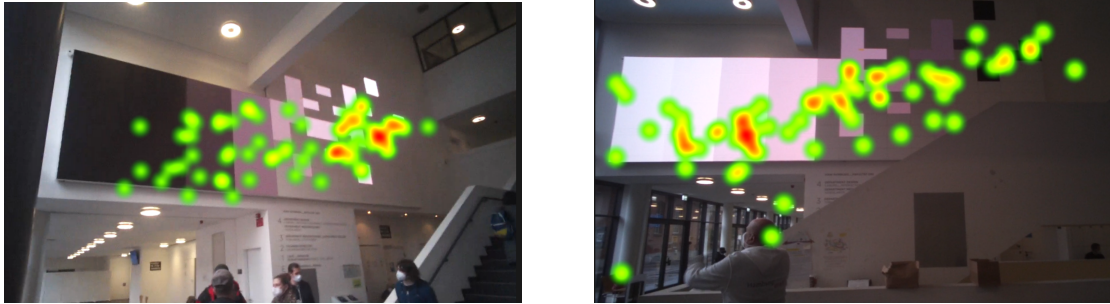
Die nächsten zwei Snapshots 3 und 4 aus Abbildung 5.3 zeigen lineare Helligkeitsverläufe von dunkel nach hell in Snapshot 3 und hell nach dunkel in Snapshot 4. Auch für diese Bilder wurden zunächst Heatmaps erstellt, um eine erste Einschätzung darüber zu erlangen, wie sich die Aufmerksamkeit verteilt.

Die Heatmaps in Abbildung 5.8 aus Sicht des Cafés zeigen Unterschiede aber auch Gemeinsamkeiten auf. In beiden Heatmaps ist erneut die Diagonale parallel zur Treppe auszumachen. Außerdem scheint es auf den ersten Blick so, als wäre die Mehrzahl der Punkte auf den Heatmaps eher in den hellen Bereichen als in den dunklen.

Während bei dem Verlauf von Dunkel nach Hell die Verteilung relativ gleichmäßig an der Diagonalen entlang läuft, fällt bei dem Verlauf von Hell nach Dunkel ein Punkt deutlich ins Auge. Es ist die defekte Kachel, die nicht ins Gesamtbild passt und daher sofort auffällt. Dies ist auch von den Blickpunkten des Eingangs und der Mensa zu sehen, wie in Abbildung 5.9 gezeigt.

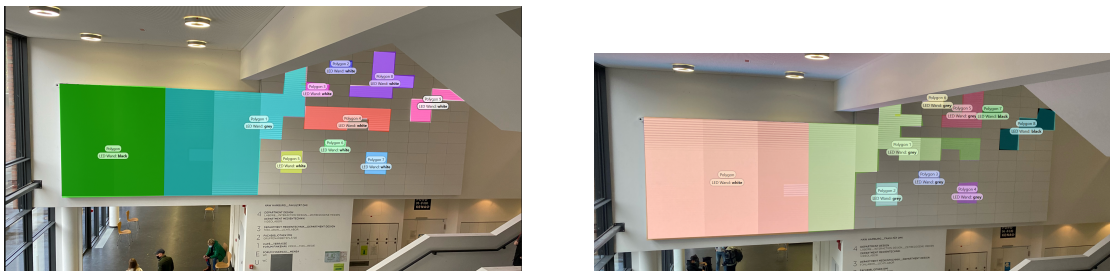


**Abbildung 5.8:** Helligkeiten: Heatmaps von Snapshots 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3) aus Sicht des Cafés



**Abbildung 5.9:** Helligkeiten: Heatmaps von Snapshots 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3) aus Sicht des Eingangs und der Mensa

Auch für diese Bilder wurden AoIs aus der primären Café-Sicht angelegt, sodass weitere Erkenntnisse aus den Daten gezogen werden können. Die AoIs sind in Abbildung 5.10 zu sehen. Dabei wurden die Bereiche wieder in weiß, grau und schwarz unterteilt. In beiden AoIs wurden die Helligkeiten von 100 Prozent weiß bis 80 Prozent in die weiße Kategorie, 70 bis 20 in die graue Kategorie und 10 bis 0 in die schwarze Kategorie eingeteilt. Die Bereiche sind dadurch, je nachdem, ob sie auf der Vollfläche zu sehen sind, flächenmäßig nicht bei beiden Bildern gleich groß.



**Abbildung 5.10:** Helligkeiten: Aoi von Snapshot 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3).

In den Tabellen 5.3 und 5.4 sind die extrahierten metrischen Daten dazu erkennbar. Auf Snapshot 3 liegt der Prozentanteil der insgesamten Fixierungsdauer (Total Fixation Time) auf dem hellen Bereich bei 12 Prozent der Gesamtzeit, beim grauen Bereich bei ca. 14 Prozent und im dunklen Bereich bei ca. 7 Prozent. Der graue Bereich wird demnach länger fixiert als die anderen. Da er sich jedoch auch in der Mitte befindet und flächenmäßig der größte ist, und die defekte Kachel enthält, könnte dies eine Erklärung dafür sein. Auf dem vierten Snapshot mit dem Verlauf von hell nach dunkel ist der Unterschied zwischen den Anteilen etwas größer. Der Anteil Fixierungen auf dem hellen Bereich liegt bei ca. 21 Prozent, auf dem grauen Bereich bei 10 Prozent und beim dunklen Bereich nur bei gut 2 Prozent. Auch überraschend ist, dass trotz gleicher Einteilung der AoI der weiße Bereich nun mit Abstand mehr fixiert wird, als der graue Bereich. Dies liegt jedoch sehr wahrscheinlich auch an der

## 5 Studien

defekten Kachel, die im vierten Snapshot zum weißen Bereich gehört und besonders stark angesehen wurde (wie aus den Heatmaps zu entnehmen). In Snapshot 3 gehörte die Kachel zum grauen Bereich, der ebenfalls die längsten insgesamten Fixierungen auf sich ziehen konnte. In beiden Snapshots hat der schwarze Bereich eine sehr geringe Fixierungsdauer, obwohl er im dritten Snapshot auf der Vollfläche angeordnet ist. Die durchschnittliche Fixierungsdauer (Average Fixation Duration) ist bei beiden Snapshots bei allen Bereichen recht ausgeglichen, lediglich der weiße Bereich in Snapshot 4 wird im Schnitt etwas länger fixiert, was dafür sprechen könnte, dass dieser Bereich besonders interessant ist. Wie zu erwarten ist die Anzahl der Fixierungen (Fixation Count) bei Snapshot 3 im grauen Bereich am höchsten und in Snapshot 4 beim weißen Bereich. Genauso wurde in Snapshot 3 auch der graue Bereich zuerst fixiert (Time to First Fixation) und in Snapshot 4 der weiße Bereich. Während jedoch im dritten Snapshot die ersten Fixierungen der Bereiche noch relativ nah aneinander liegen und innerhalb von zwei Sekunden jeder Bereich das erste Mal fixiert wurde, wurde im vierten Snapshot der schwarze Bereich erst nach mehr als fünf Sekunden das erste mal fixiert. Auch die erste Fixierungsdauer (First Fixation Duration) ist in Snapshot 4 auf dem weißen Bereich hoch. Dies spricht dafür, dass die Kombination aus hoher Helligkeit und großer Fläche sehr aufmerksamkeitsregend ist und von Betrachter:innen vorrangig, eher und länger angesehen wird.

In den Visit-Parametern lassen sich ähnliche Zahlen wie bei den Fixierungen feststellen, mit der Ausnahme, dass die Anzahl Besuche (Visit Count) im vierten Bild überraschenderweise für den grauen Bereich höher ist, als beim weißen Bereich. Dies könnte daran liegen, dass die defekte Kachel in diesem Bild genau am Rand zwischen weißem und grauem Bereich lag und somit bei den Fixierungen in den Bereichen öfter hin und her gesprungen wurde.

	Schwarz	Grau	Weiß
Total Fixation Duration	1,29 (6,84 %)	2,74 (14,47%)	2,27 (12,02%)
Average Fixation Duration	0,35	0,25	0,24
Fixation Count	3,83	11	9,33
Time to First Fixation	1,49	0,61	1,83
First Fixation Duration	0,36	0,29	0,23
Total Visit Duration	1,36 (6,33%)	3,16 (14,69%)	2,49 (11,55%)
Average Visit Duration	0,46	0,54	0,49
Visit Count	2,67	5,83	8,67

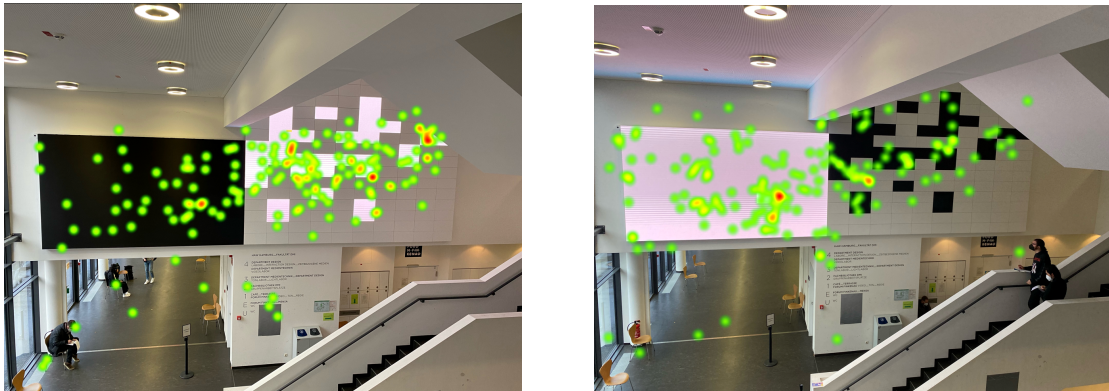
**Tabelle 5.3:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 3 aus Abbildung 5.3

	Schwarz	Grau	Weiß
Total Fixation Duration	0,58 (2,12 %)	2,86 (10,54%)	5,61 (20,67%)
Average Fixation Duration	0,29	0,27	0,48
Fixation Count	2,80	10,00	12,60
Time to First Fixation	5,06	1,16	0,76
First Fixation Duration	0,27	0,23	0,51
Total Visit Duration	0,60 (2,08%)	2,97 (10,23%)	6,00 (20,66%)
Average Visit Duration	0,33	0,45	1,36
Visit Count	2,00	6,20	4,40

**Tabelle 5.4:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 4 aus Abbildung 5.3

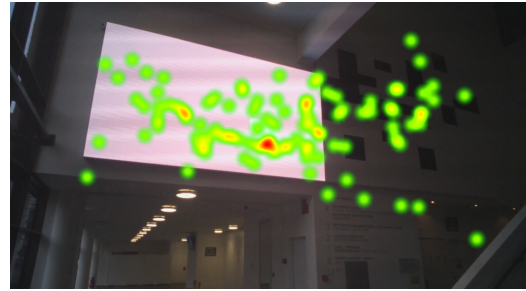
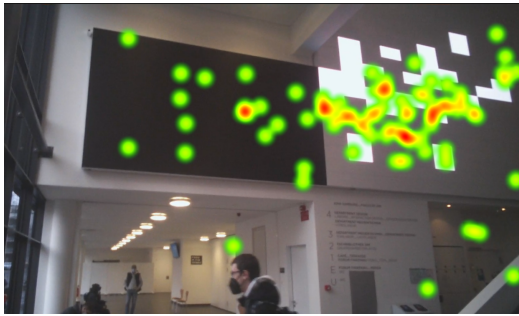
### 5.2.3 Schwarz-Weiß-Kontraste

In den letzten zwei Snapshots 5 und 6 werden die Kontraste zwischen schwarz und weiß untersucht (siehe Abbildung 5.4). In Snapshot 5 ist dabei die Vollfläche schwarz und das Kachelraster rechts weiß. In Snapshot 6 ist die Anordnung genau andersherum. Da auch hier die defekte Kachel in Snapshot 6 besonders auffällt, kann vermutet werden, dass das Ergebnis dadurch verfälscht werden könnte. Um einen ersten Eindruck der Aufmerksamkeitsverteilung zu bekommen, wurden Heatmaps erstellt. Die zugehörigen Heatmaps zu den beiden Snapshots aus Sicht des Cafés sind in Abbildung 5.11 zu sehen, die Heatmaps aus Sicht des Eingangs in Abbildung 5.12 und aus Sicht der Mensa in Abbildung 5.13.

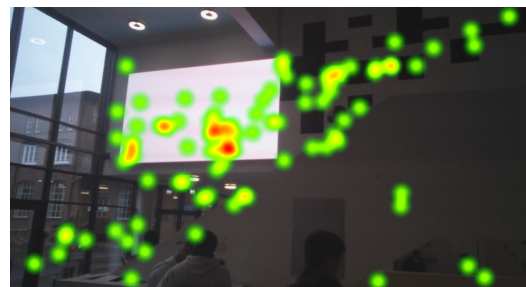
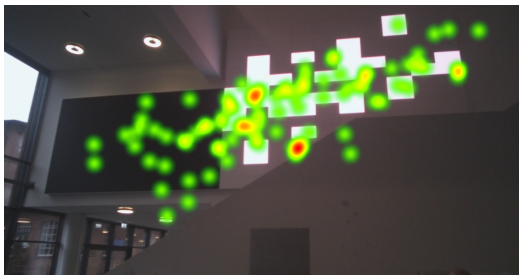


**Abbildung 5.11:** Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht des Cafés





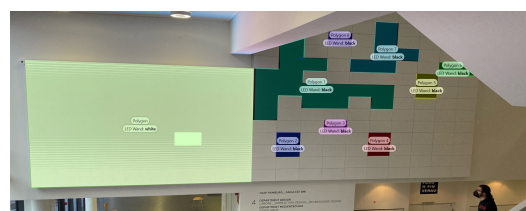
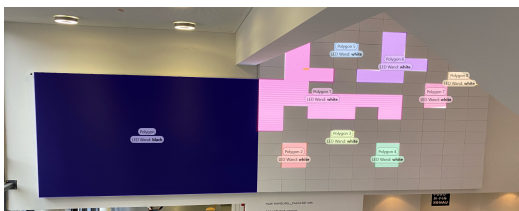
**Abbildung 5.12:** Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht des Eingangs



**Abbildung 5.13:** Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht der Mensa

Wie schon in den vorherigen Tests ist auch in diesem Test erneut die Diagonale in allen Heatmaps von allen Blickwinkeln auszumachen. Weiterhin ist erneut bei Snapshot 6 ein deutlicher Fokus der Aufmerksamkeit bei der defekten Kachel im hellen Bereich auszumachen (wie bereits erwartet). Bei Snapshot 5 hingegen ist die defekte Kachel nicht zu sehen, da sie im dunklen Bereich liegt. Auf diesem Snapshot gibt es mehr rote Heatmap-Punkte auf der rechten Seite der LED-Wand, wo die kleinen hellen Kacheln angebracht sind. Weiterhin kann erneut eine Art Diagonale entlang der Treppe erkannt werden, bei der sich die einzelnen Punkte jedoch etwas mehr verteilen als in zuvor gesehenen Heatmaps.

Für diese Tests wurden ebenfalls AoIs für die Café-Sicht angelegt, die in Abbildung 5.14 zu sehen sind. Dabei wurde nach den Bereichen weiß und schwarz aufgeteilt.



**Abbildung 5.14:** Helligkeiten: Aoi von Snapshots 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4)

## 5 Studien

Die extrahierten Daten aus den AoIs sind in den Tabellen 5.5 und 5.6 zu sehen. In Snapshot 5 liegt der Prozentanteil der Gesamtfixierungsdauer (Total Fixation Time) bei dem weißen Bereich bei ca. 14 Prozent, während der schwarze Bereich ca. 20 Prozent hat. Dies ist überraschend, da es auf der Heatmap nach dem Gegenteil aussieht. Tatsächlich wurde aber insgesamt länger die schwarze Vollfläche fixiert, als die weißen hellen Kacheln.

Bei Snapshot 6 sind die Prozente anders verteilt. Hier liegt der Anteil der Gesamtfixierungsdauer auf der hellen Vollfläche bei ca. 29 Prozent und der Anteil im dunklen Bereich bei nur ca. 5 Prozent. Dies ist weniger überraschend, da die zugehörigen Heatmaps bereits ähnliches vermuten ließen. Da bei diesem Bild die defekte Kachel auf dem weißen Bereich ist, lässt sich vermuten, dass diese maßgeblich daran beteiligt ist, dass der Anteil der Fixierungen hier so hoch ist. Da sie nicht ins Gesamtbild passt und noch heller leuchtet, scheint sie zusätzliche Aufmerksamkeit zu erzeugen. Die durchschnittliche Fixierungsdauer (Average Fixation Time) ist bei beiden Snapshots relativ ausgeglichen, lediglich bei Snapshot 6 ist diese für die weiße Fläche etwas höher. Dies spricht wiederum dafür, dass dieser Bereich interessanter zu sein scheint. Bei Snapshot 5 ist außerdem die Anzahl Fixierungen (Fixation Count) relativ ausgeglichen für beide Bereiche, während in Snapshot 6 die Anzahl im weißen Bereich mehr als 3 Mal so hoch ist wie auf dem schwarzen Bereich.

Zuerst angesehen wurde in beiden Tests immer die Vollfläche (Time To First Fixation), die einmal schwarz und einmal weiß war. Die erste Fixierung (First Fixation Duration) der Vollfläche dauerte im Schnitt auch länger, als die des Kachelrasters rechts. In diesem Fall scheint es so, als habe die Vollfläche eine besonders aufmerksamkeitserregende Wirkung, die durch helle Inhalte nochmal verstärkt wird.

Interessant ist außerdem noch die durchschnittliche Besuchszeit (Average Visit Duration) der Bereiche auf beiden Snapshots. Während sie bei Snapshot 5 recht nah aneinander liegt (mit 520 bis 720 Millisekunden), variiert diese bei Snapshot 6 deutlich mit nur 280 Millisekunden auf dem schwarzen Bereich und fast 2 ganzen Sekunden auf dem weißen Bereich. Dies spricht nochmal dafür, dass der weiße Bereich, wenn er auf der Vollfläche angeordnet ist, besonders interessant zu sein scheint und lange angesehen wird. In der Anzahl der Besuche (Visit Count) lässt sich dies jedoch nicht wiederfinden, da alle Bereiche in beiden Bildern ca. gleich oft besucht wurden, mit dem Unterschied, dass der weiße Bereich in Snapshot 6 deutlich länger angesehen wurde.

Über alle Tests hinweg kann die Auswirkung der defekten Kachel beobachtet werden und sie macht deutlich, dass vermeintliche Kleinigkeiten das Auge sehr stark ablenken können. Durch diese besonders hervorstechende Kachel kann davon ausgegangen werden, dass hier ein Bottom-Up-Aufmerksamkeitsprozess stattfindet, bei dem Aufmerksamkeit automatisch immer auf das Objekt gelenkt wird, welches sich von anderen stark abhebt (Yantis 2000).

## 5 Studien

	Schwarz	Weiß
Total Fixation Duration	2,72 (19,62 %)	1,52 (13,71%)
Average Fixation Duration	0,29	0,22
Fixation Count	8,75	8,20
Time to First Fixation	0,30	2,11
First Fixation Duration	0,38	0,18
Total Visit Duration	2,92 (15,63%)	2,57 (17,18%)
Average Visit Duration	0,72	0,52
Visit Count	4,00	4,20

**Tabelle 5.5:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 5 aus Abbildung 5.4

	Schwarz	Weiß
Total Fixation Duration	1,14 (4,78 %)	5,65 (28,55%)
Average Fixation Duration	0,26	0,41
Fixation Count	4,40	15,50
Time to First Fixation	3,03	0,59
First Fixation Duration	0,29	0,79
Total Visit Duration	1,14 (4,00%)	6,89 (28,91%)
Average Visit Duration	0,28	1,93
Visit Count	4,2	5

**Tabelle 5.6:** Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 6 aus Abbildung 5.4

### 5.3 Studie 3 - Text

In dieser Studie geht es um die Platzierung von Text auf der LED-Wand. Im ersten Test wird ein Schlagzeilentext mit einem Bild auf der Vollfläche platziert. Dabei steht der Text links oben und das Bild rechts unten, wie in Abbildung 5.15 zu sehen.

Hierbei soll herausgefunden werden, was zuerst, am längsten und am häufigsten angeschaut wurde, und ob Muster beim Anschauen des Bildschirms erkannt werden können. Da die Leserichtung in den meisten westlich geprägten Kulturen von links oben nach rechts unten ausgerichtet ist, könnte erwartet werden, dass zunächst die Schlagzeile links oben angeschaut wird, der Text gelesen wird und danach das Bild rechts unten betrachtet wird. Im zweiten Test ist die Anordnung von Text und Bild vertauscht. Das Bild befindet sich links oben, der Text rechts unten. Es stellt sich die Frage, ob die Proband:innen das gleiche Blickmuster wie beim vorherigen Test zeigen.

Im dritten Test wird Lauftext, ähnlich wie Breaking-News-Lauftexte im Fernsehen, über die gesamte LED-Wand aufgespielt. Der Text beginnt dabei ganz rechts auf mittlerer Höhe und läuft dann über die kleineren Kacheln rechts in der Vollfläche nach links herüber. Dieser Test wird in vier Variationen durchgeführt: Text und Geschwindigkeit normal, Geschwindigkeit schnell, Geschwindigkeit langsam, Text größer

bei normaler Geschwindigkeit. Dabei wird untersucht, ob und wenn ja, wie die Proband:innen den Text lesen und welche Muster aus der Literatur dabei wiedererkannt werden können. In der schnellsten Variante erscheinen ca. 4 Wörter pro Sekunde. Bei der mittleren Geschwindigkeit erscheinen ca. 2,5 Wörter pro Sekunde neu auf der Wand und der niedrigsten Geschwindigkeit erscheint ca. 1 Wort pro Sekunde neu auf der Fläche. Diese Werte sind noch deutlich unter dem Wert, den die Literatur für Lesen veranschlagt (8-9 Wörter pro Sekunde (Rayner 1998)), jedoch beziehen sich diese Werte auf Text auf Papier, bei dem zu jeder Zeit der gesamte Text nochmal angesehen werden kann. Bei der Laufschrift gibt es den wesentlichen Unterschied, dass immer nur Teile des Textes vollständig zu sehen sind und die Geschwindigkeit so langsam sein sollte, dass die typischen Regressionen, die notwendig sind, um Texte zu verstehen, auch wirklich vollzogen werden können. Aus diesem Grund wurden diese niedrigeren Geschwindigkeiten für den Text auf der LED-Wand gewählt.

### 5.3.1 Schlagzeilentexte mit Bild

In Abbildung 5.15 sind beide Variationen von Schlagzeilen mit Bild auf der Wand zu sehen. In Abbildung 5.16 sind die entstandenen Heatmaps beider Snapshots vom Café aus zu sehen. In den Abbildungen 5.17 und 5.18 sind die Heatmaps vom Eingang und der Mensa aus zu sehen. Bei allen Bildern ist der Fokus der Blicke deutlich zu erkennen: Das Gesicht von Herrn Drost. Da Menschen darauf gepolt sind, Gesichter zu erkennen (vgl. Kapitel 3) ist es nicht überraschend, dass sich dieses Ergebnis zeigt. Der Text hat in beiden Varianten ebenfalls einige eingefärbte Bereiche, was darauf hindeutet, dass diese ebenfalls nicht unbeachtet geblieben sind. Die Aufmerksamkeit konzentriert sich jedoch nicht so auf einen Punkt, wie beim Gesicht, sondern ist über den Text verteilt. Besonders interessant scheinen die längeren Wörter dabei zu sein, die etwas länger angesehen wurden.



**Abbildung 5.15:** Text: Snapshot 1 und 2 aus Blickwinkel des Cafés und Mensa

## 5 Studien



Abbildung 5.16: Text: Heatmaps von Snapshot 1 und 2 aus Blickwinkel des Cafes



Abbildung 5.17: Text: Heatmaps von Snapshot 1 aus Blickwinkel des Eingangs und der Mensa



Abbildung 5.18: Text: Heatmaps von Snapshot 2 aus Blickwinkel des Eingangs und der Mensa

Um diese Beobachtung durch die Heatmaps zu überprüfen, wurden in der Tobii Software mehrere AoIs auf die Snapshots aus der Café-Sicht gelegt. Anhand dieser können metrische Daten ausgewertet werden. Auch in diesem Test wurde darauf verzichtet, aus allen Blickwinkeln AoIs zu erstellen und auszuwerten, da die Heatmaps

aus allen Winkeln relativ ähnlich sind und der Umfang dieser Arbeit eine Betrachtung von allen Blickwinkeln nicht zulassen würde.

Es wurden jeweils die Bereiche Text, Bild und Gesicht (welches sich innerhalb des Bildes befindet) gekennzeichnet. In Abbildung 5.19 sind beispielhaft die AoIs von Snapshot 2 zu sehen.



**Abbildung 5.19:** Text: Areas of Interest. Grün: Gesicht. Rot: Text. Lila: Bild

Es zeigt sich, dass der Text im ersten Bild deutlich, mit 4,75 Sekunden und einem Gesamtzeitanteil von fast 50 Prozent, am längsten fixiert wurde. Am zweitlängsten wurde das Bild mit gut 30 Prozent fixiert und danach das Gesicht mit knapp 20 Prozent Gesamtzeitanteil. Im ersten Moment scheint dies überraschend, da durch vorherige Beobachtung die Vermutung naheliegt, dass das Gesicht am längsten betrachtet wird. Jedoch hat der Text vermutlich die höchste Fixierungsdauer, weil der Text gelesen wurde, also zwangsläufig fixiert werden muss. Da Lesen viele Fixierungen erfordert (vgl. Kapitel 3) sind diese Zahlen tatsächlich nicht überraschend. Das Gesicht wurde knapp 20 Prozent der Gesamtzeit fixiert, was zwar der niedrigste Wert in der Tabelle ist, jedoch auch der flächenmäßig kleinste. In der Anzahl der Fixierungen (Fixation Count) ist deutlich zu sehen, dass der Text die meisten Fixierungen hat (mehr als dreimal so viele wie das Gesicht). Dies lässt sich wie bereits erwähnt mit dem Lesen erklären, das viele aufeinanderfolgende Fixierungen erfordert. Trotzdem wurde auch das Bild im Schnitt 5,4 mal fixiert und addiert mit den Anzahl Fixierungen des Gesichts kommen diese fast auf die Anzahl des Textes. Dies spricht dafür, dass das Bild mit dem Gesicht zusammen durchaus auch viel Aufmerksamkeit erregt und interessant für die Proband:innen ist. Die durchschnittliche Fixierungszeit des Textes überrascht jedoch ein wenig, da diese relativ groß ist (0,64 Sekunden, 640 Millisekunden). In der Literatur sind die üblichen Fixierungsdauern beim Lesen mit

## 5 Studien

225-250 Millisekunden niedriger (vgl. Tabelle 3.1). Dies könnte bedeuten, dass der Text gar nicht wirklich gelesen wurde, sondern nur angesehen, oder, dass das Lesen auf der LED-Wand deutlich schwieriger für die Proband:innen war.

In der Zeit bis zur ersten Fixierung (Time to First Fixation) hat das Bild den niedrigsten Wert (0,43 Sekunden). Das bedeutet, es wurde zuerst angesehen - vor dem Text und erstaunlicherweise vor dem Gesicht. Darauf folgend wurde das Gesicht fixiert und als letztes der Text. In der Dauer der ersten Fixierung ist zu erkennen, dass das Bild und das Gesicht außerdem länger fixiert wurden als der Text. In der Gesamtbesuchszeit (Total Visit Duration) lassen sich ähnliche Zahlen wie in der Gesamtfixierungsdauer feststellen. In der durchschnittlichen Besuchszeit ist zu sehen, dass der Text deutlich, mit 1,25 Sekunden, am längsten besucht wurde. Da in dieser Zeit 0,64 Sekunden Fixierungen stattfanden, spricht dies dafür, dass während der restlichen Zeit die Blicke viel in dem Bereich gestreift sind und die Wahrscheinlichkeit, dass der Text gelesen wurde, abnimmt. Das Gesicht wurde trotz des flächenmäßig kleinsten Bereichs im Schnitt fast drei Mal besucht, während der Textbereich, der um ein Vielfaches größer ist, auch nur vier mal besucht wurde. Dies spricht dafür, dass das Gesicht immer wieder die Aufmerksamkeit der Proband:innen auf sich gezogen hat.

	Bild	Gesicht	Text
Total Fixation Duration	3,03 (31,94%)	1,72 (18,10%)	4,75 (49,96%)
Average Fixation Duration	0,60	0,59	0,64
Fixation Count	5,40	3,0	9,60
Time to First Fixation	0,43	1,0	1,15
First Fixation Duration	0,79	0,79	0,62
Total Visit Duration	3,07 (31,45 %)	1,72 (17,65%)	4,97 (50,9%)
Average Visit Duration	0,74	0,68	1,25
Visit Count	4,4	2,8	4

**Tabelle 5.7:** Text: Auswertung für Snapshot 1

Im zweiten Snapshot wurde der Text- und Bildbereich umgedreht, sodass dort das Bild links oben und der Text rechts unten angeordnet ist. Auch hier zeigen sich ähnliche Daten wie im Snapshot zuvor. Am längsten wurde erneut der Text mit gut 43 Prozent der Gesamtzeit (Total Fixation Duration) fixiert. Jedoch schon dicht dahinter kommt das Bild mit 36,7 Prozent der Zeit. Die Zeiten unterscheiden sich nur noch um weniger als 10 Prozent, also im Millisekundenbereich, während im vorherigen Snapshot der Text noch deutlich vor dem Bild lag (ca. 20 Prozent und mehr als 1 Sekunde Unterschied). Die Fixierungsdauer (Total Fixation Duration) des Gesichts ist weiterhin bei ca. 20 Prozent der Gesamtzeit. Die durchschnittliche Fixierungszeit (Average Fixation Duration) liegt beim Text diesmal bei 0,45 Sekunden, was etwas niedriger ist, als im vorherigen Snapshot. Jedoch ist die Zeit immer noch höher, als die durchschnittlichen Fixierungsdauern beim Lesen, die aus der Literatur berichtet werden (225-250 Millisekunden - vgl. Tabelle 3.1). Weiterhin ist die Anzahl der Fi-

xierungen (Fixation Count) beim Text fast gleich hoch wie im vorherigen Snapshot. Allerdings ist dieses mal die Anzahl Fixierungen auf dem Bild zusammen mit den Anzahlen der Fixierungen des Gesichts sogar höher als auf dem Text. Dies zeigt, dass das ganze Bild (mit Gesicht) öfter angesehen wurde als der Text. Im vorherigen Snapshot war dies nicht der Fall. Die Zeit bis zu ersten Fixierung (Time to First Fixation) hingegen zeigt, wie im vorherigen Snapshot, dass der Bildbereich zuerst und sehr schnell angesehen wurde (nach 70 Millisekunden). Danach wurde das Gesicht und daraufhin der Text angesehen. Auch hier fällt auf, dass die Dauer der ersten Fixierung des Textes nicht der von der Literatur veranschlagten Fixierungsdauer entspricht, was darauf hindeuten könnte, dass der Text nicht, oder nicht sofort gelesen wurde. In den Besuchsparemtern sind bei diesem Bild ebenfalls ähnliche Zahlen zu sehen, wie in den Fixierungsparametern. Insgesamt wurden das Bild und der Text im Schnitt 4 mal besucht, das Gesicht jedoch auch 2,5 mal, trotz der kleinen Fläche. Addiert man die Besuche von Bild und Gesicht, so ist erkennbar, dass dieser Bereich öfter als der Text besucht wurde, was dafür spricht, dass dieser Bereich interessanter für die Proband:innen war.

	Bild	Gesicht	Text
Total Fixation Duration	2,93 (36,65%)	1,65 (20, 62%)	3,42 (42,71%)
Average Fixation Duration	0,34	0,40	0,45
Fixation Count	7,33	3,50	8,33
Time to First Fixation	0,07	0,41	0,90
First Fixation Duration	0,24	0,18	0,49
Total Visit Duration	3,41 (37,75%)	1,88 (20,77%)	3,74 (41,48%)
Average Visit Duration	0,68	0,64	1,22
Visit Count	4	2,5	4

**Tabelle 5.8:** Text: Auswertung für Snapshot 2

### 5.3.2 Lauftexte

Im dritten Test wurde ein Lauftext über die LED-Wand geschickt. Die Größe des Textes ist dabei so gewählt, dass sie gerade auf die Anfangskachel passt.

In den nächsten Test wurden keine Heatmaps und keine metrischen Daten erstellt und analysiert, da sich diese für bewegte Inhalte weniger eignen. Stattdessen wurden die Aufnahmen händisch anhand des Gaze-Kreises analysiert, um so Verhaltensmuster zu entdecken.

Es ist zu sehen, dass alle Proband:innen aus allen Blickrichtungen identisches Verhalten zeigen. Es wird die Stelle, an der der Text erscheint und seinen Ursprung hat, konzentriert fixiert. Besonders interessant dabei ist, zu sehen, dass die Fixierungen sehr lange anhalten und geradezu stillhalten. In Abbildung 5.20 ist der große rote Fixierungskreis eines Probanden abgebildet. Es sind dabei keinerlei Bewegungslinien zu sehen und der rote Kreis ist besonders groß. Das bedeutet, der Proband ist voll



auf den Punkt konzentriert und fixiert die Stelle.



**Abbildung 5.20:** Text: Fixierung des Startpunktes des Texts

Eine weitere interessante Beobachtung ist, dass Proband:innen versuchen, den Text- bzw. Satzanfang auf der Wand zu finden, wenn sie ihn nicht von Anfang an mitbekommen haben. Sie beginnen dann dort zu lesen und holen dann den Text bis zu der Stelle, an der er erscheint, auf. Dies kann ebenfalls aus allen Blickrichtungen bei den Proband:innen beobachtet werden. Dies zeigt auch, dass die Proband:innen alle schneller lesen können, als die Geschwindigkeit des Textes es verlangt. Die Geschwindigkeit scheint somit unproblematisch für die Proband:innen zu sein.

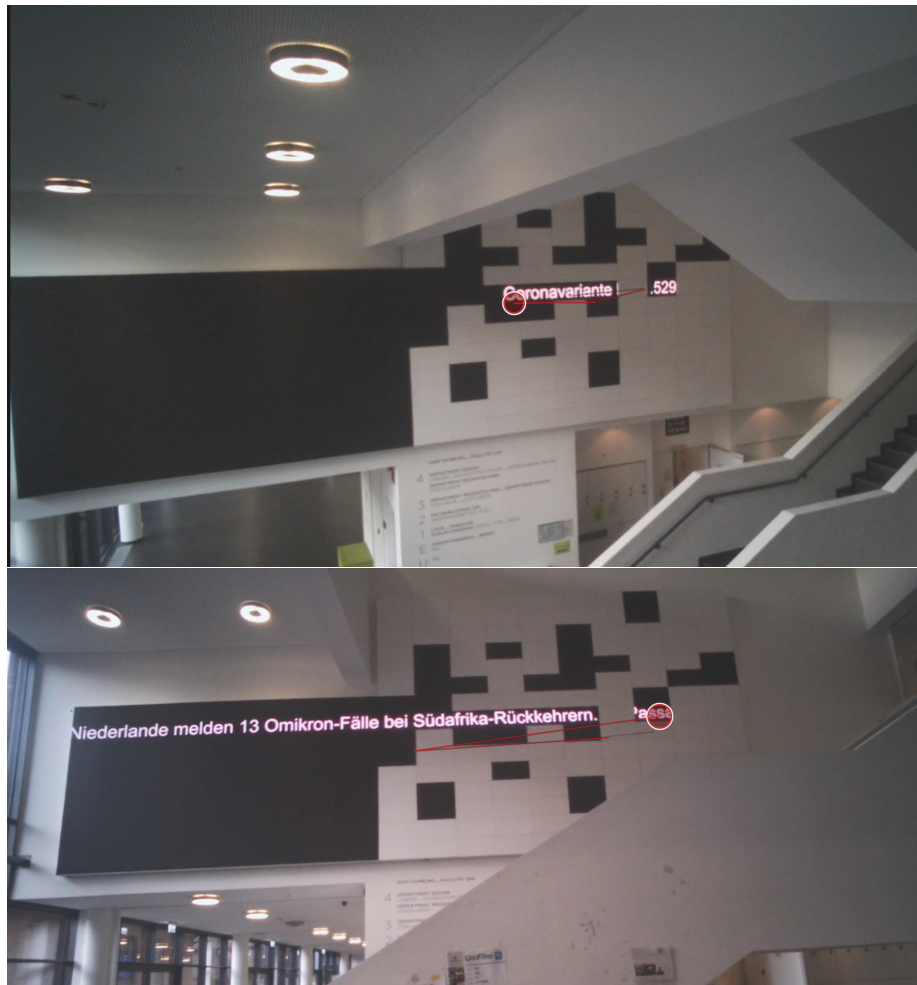
Beim vierten Test wird der gleiche Text in gleicher Geschwindigkeit auf die Wand gespielt, mit dem Unterschied, dass die Schrift nun doppelt so groß wie vorher ist. Ein Buchstabe passt nun auf zwei Kacheln (siehe Abbildung 5.21).

Das Verhalten der Proband:innen ist bei diesem Test sehr ähnlich zu dem vorher gezeigten. Anders als bei vorherigem ist jedoch, dass die Blicke bei längeren Wörtern mehr hin und her springen. Dies fiel insbesondere bei den Wörtern „Niederlande“ und „Coronavariante“ auf, da diese so groß und lang sind, dass sie fast allein die ganze Wand ausfüllen können. Das Auge tänzelt dabei um die Worte herum, bis sie vollständig zu sehen sind und dann geht der Blick zurück zur Anfangsposition, wo die Schrift erscheint und der Satz weiter geht.



**Abbildung 5.21:** Text: Fixierungen bei großer Schrift

Im fünften Test ist die Schrift zurück auf Normalgröße und die Geschwindigkeit ist nun langsamer (siehe Abbildung 5.22). Es ist zu beobachten, dass die Aufmerksamkeit der Proband:innen merklich schwindet. Sie sind in der Lage, viel schneller den Text zu lesen, als er auf der Wand erscheint und streifen mit den Blicken nun mehr umher und sind nicht so fokussiert wie im Test mit normaler Geschwindigkeit. Trotzdem kann auch in diesen Test beobachtet werden, dass sie hauptsächlich auf die Stelle, an der der Text erscheint, sehen. In Abbildung 5.22 ist außerdem zu erkennen, dass wie im vorherigen Test auch längere Wörter wie „Südafrika-Rückkehrer“ (in der Abbildung rechts zu sehen) auch einmal im Ganzen vom Auge gescannt werden, bevor die Fixierung zurück an die Anfangsposition geht. Zu erkennen ist dies an den roten Linien, die dem roten Fixierungspunkt nachfolgen. Das Phänomen des Scannens längerer Worte ist in diesem Test noch etwas präsenter, da der Text sich so langsam bewegt und die Proband:innen mehr Zeit haben, das Wort mehrmals abzuscannen.



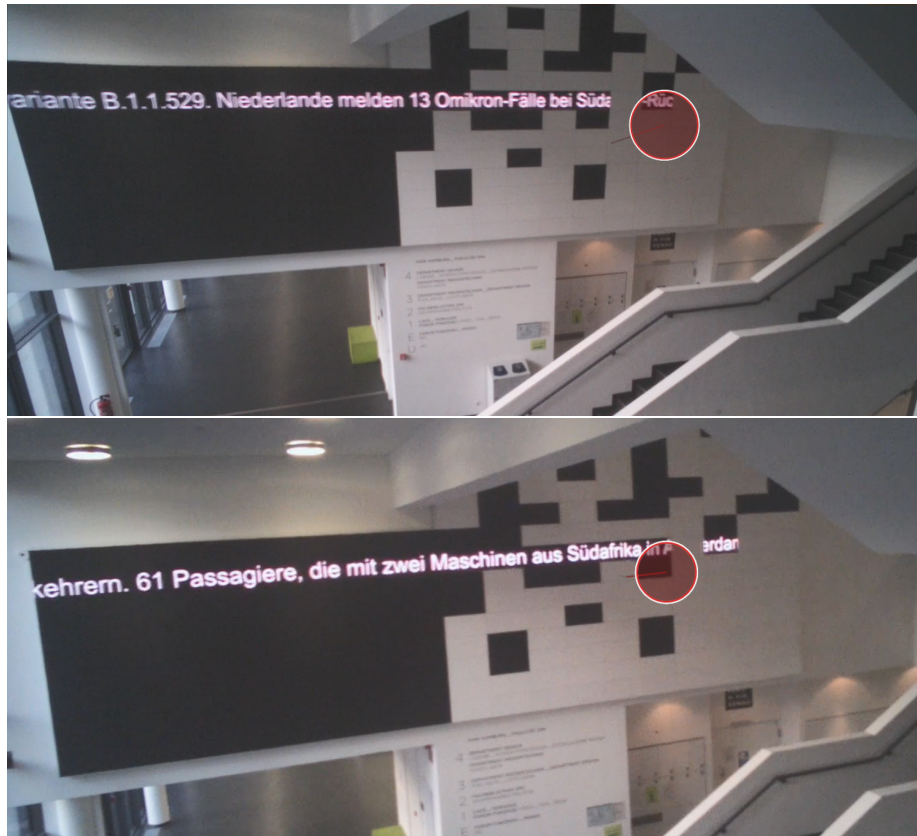
**Abbildung 5.22:** Text: Abscannen längerer Wörter durch rote Linie sichtbar

Im sechsten und finalen Test wurde Geschwindigkeit des Lauftextes erhöht, sodass er noch schneller als die „normale“ Geschwindigkeit der ersten zwei Lauftext-Tests ist.

In diesem Test ist im Vergleich zum Test mit langsamen Text der Fokus und die Aufmerksamkeit der Proband:innen deutlich erhöht. Dies lässt sich daran festmachen, dass die Blicke kaum schweifen und hauptsächlich auf der Startposition des Textes liegen. Wie auch schon in vorherigen Tests, holen die Proband:innen, wenn sie den Text- bzw. Satzanfang nicht mitbekommen haben, den Text nach und nach mit den Augen auf, bis sie zurück auf der Anfangsposition sind. Dabei wandert der Blick vom ersten Wort ganz links nach rechts herüber zur Startposition. Auch in diesem Fall kann man daraus schließen, dass die Textgeschwindigkeit noch nicht zu schnell ist, da die Proband:innen es immer zurück zur Anfangsposition schaffen, also schneller lesen können, als die Geschwindigkeit des Textes es verlangen würde. Außerdem werden längere Wörter einmal ganz abgescannt, bevor zurück zur Startposition geblickt wird.

## 5 Studien

In diesem Test ist ein Verhalten der Proband:innen etwas mehr aufgefallen als in den vorherigen Tests: Die Fokussierung der Textstartposition schwankte mitunter etwas mehr zwischen der ersten Kachel, auf der tatsächlich Text zu sehen ist und der zweiten Kachel, auf der bereits mehr vom Wort zu sehen ist, wie in Abbildung 5.23 rechts zu sehen. Dies liegt eventuell daran, dass auf der ersten kleinen Kachel ganz rechts die Geschwindigkeit doch zu schnell ist, um die Bruchstücke des Textes ganz erfassen zu können und deshalb sicherheitshalber der Text auf der zweiten Kachel nochmal überprüft wird.



**Abbildung 5.23:** Text: Fokussierung auf Textbeginn und Sprung zwischen Anfangskacheln

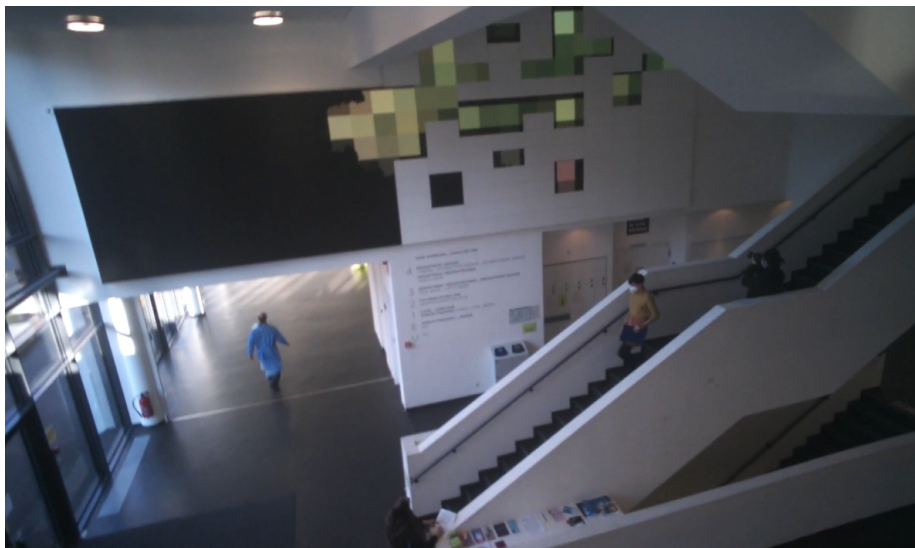
Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass sich das Verhalten der Proband:innen bei allen Tests nicht signifikant verändert. Dies gilt sowohl für die ersten zwei Tests mit Text und Bild, bei denen hauptsächlich das Gesicht zuerst die Aufmerksamkeit bekommt, als auch bei den Laufertexten, bei denen der Fokus der Proband:innen hauptsächlich auf der Textstartposition liegt. Lediglich die Geschwindigkeit des Textes in den letzten Tests hat kleinere Verhaltensänderungen zum Vorschein gebracht. Es zeigte sich jedoch auch, dass die Schlagzeilentexte wahrscheinlich eher überflogen wurden, die Laufertexte jedoch tatsächlich gelesen wurden.

## 5.4 Studie 4 - Unschärfe

In Studie 4 wird ein Test durchgeführt, der drei verschiedene Unschärfe-Stufen untersucht. Dabei wurde als Motiv ein Baum gewählt, der in drei Unschärfe-Stufen auf dem Kachelraster angeordnet ist und in die Vollfläche hineinragt. Die Position auf dem Kachelraster wurde gewählt, um den Effekt der Verpixelung noch zu verstärken, da so einige Teile des Bildes gar nicht zu sehen sind.

In der ersten, ganz unscharfen Version ist das Motiv bis auf die Größe der LED-Kacheln verpixelnt. In der zweiten Version sind die Pixel bereits etwas kleiner und in der letzten Version ist der unverpixelte Baum zu sehen. Grund der Untersuchung ist, herauszufinden, ob für die Proband:innen in allen Leveln der Verpixelung die gleichen Areale und Bereiche des Motivs interessant sind, ob durch die Verpixelung eine Verschiebung der Aufmerksamkeit entsteht und ob die typischen Augenbewegungen festgestellt werden können, wenn etwas gesucht wird (Visual Search).

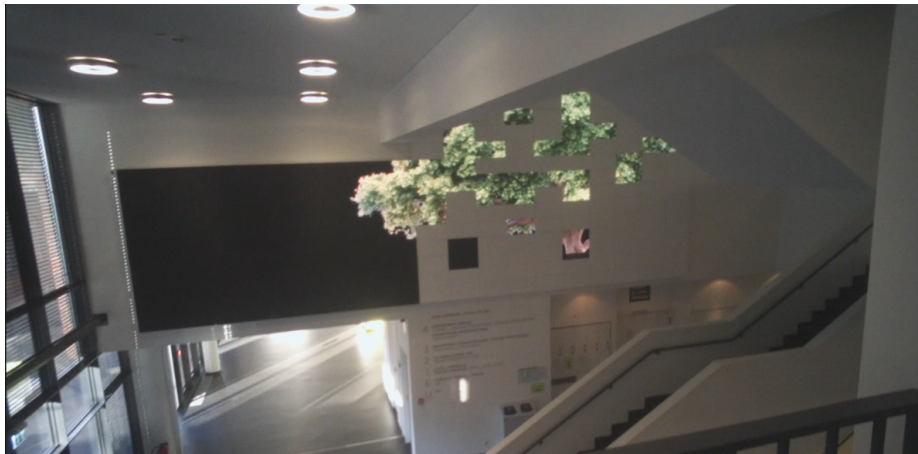
In den Abbildungen 5.24 - 5.26 sind die drei Stufen der Unschärfe abgebildet



**Abbildung 5.24:** Unschärfe: Unscharfe Version des Baumes



**Abbildung 5.25:** Unschärfe: Mittelscharfe Version des Baumes



**Abbildung 5.26:** Unschärfe: Scharfe Version des Baumes

Im ersten Test ist das gänzlich unscharfe Bild auf der Wand zu sehen, bei dem die Pixel fast so groß sind wie die einzelnen Kacheln. Im zweiten Test wurde das etwas weniger verpixelte Bild untersucht und im letzten Test das scharfe Bild.

Im ersten Test fällt auf, dass die Proband:innen sich besonders für einige Bereiche des Bildes zu interessieren scheinen. In Abbildung 5.27 ist die Heatmap zu sehen. Dabei rufen einige Bereiche auf dem Bild eine erhöhte Aufmerksamkeit hervor. Diese sind:

- der Bereich mit dem Stamm des Baumes,
- der Bereich, der einen separaten Ast enthält,

## 5 Studien

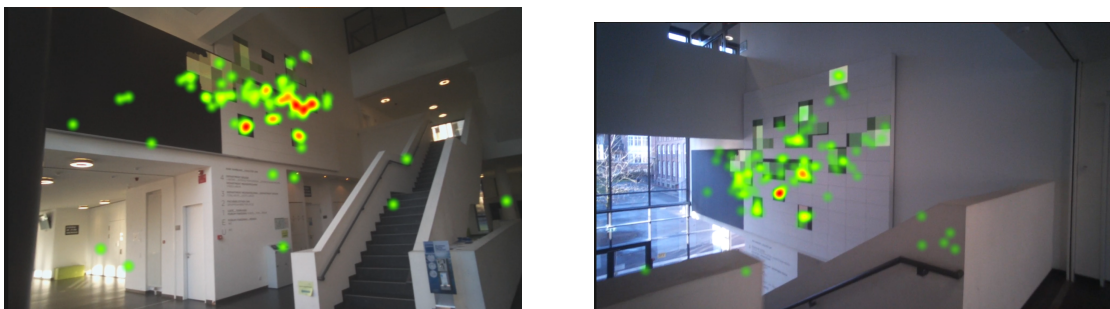
- der Bereich der Kanten der Pixel, die auf die Vollfläche ragen,
- der helle Bereich in der Mitte
- und ein separater schwarzer Bereich.

Es ist erneut auffällig, dass die Heatpunkte sich in einer Diagonalen an der Treppe entlang befinden.



**Abbildung 5.27:** Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Cafe Sicht) in unscharfer Version

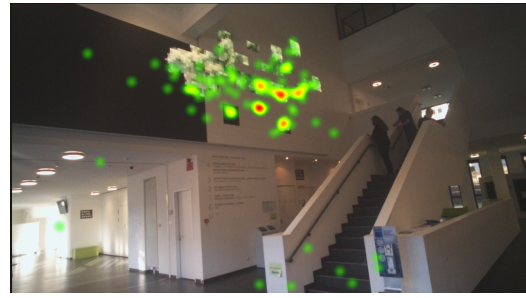
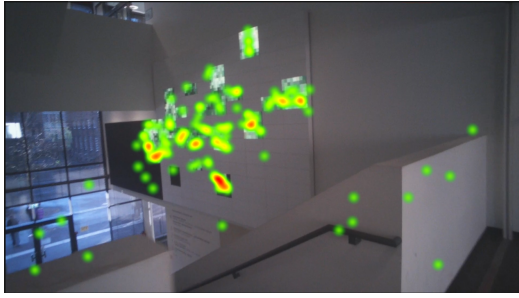
Aus den schrägen Blickwinkeln vom Eingang und von der Treppe aus, kann ein ähnliches Muster entdeckt werden, wie in Abbildung 5.28 zu sehen.



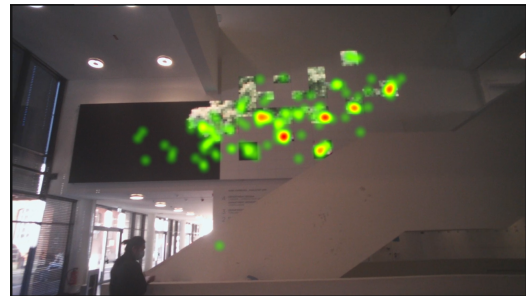
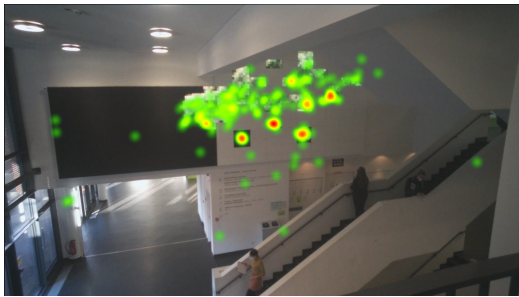
**Abbildung 5.28:** Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in unscharfer Version

Auch im Test des zweiten Bildes, in dem der Baum weniger stark verpixelt ist, zeigen sich ähnliche Muster. Es ist deutlich die Diagonale zu erkennen, sowie die besondere Aufmerksamkeit auf den Kanten, der Stamm-Kachel und der separaten Ast-Kachel.

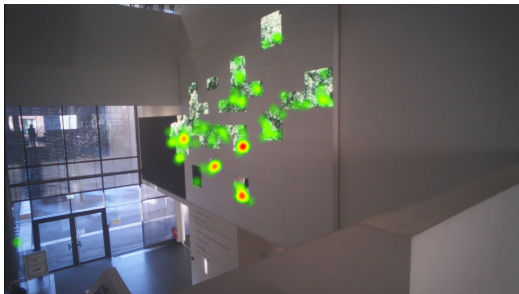
## 5 Studien



**Abbildung 5.29:** Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Cafe) in mittelscharfer Version



**Abbildung 5.30:** Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in mittelscharfer Version



**Abbildung 5.31:** Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Café) in scharfer Version





**Abbildung 5.32:** Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in scharfer Version

Auch im dritten Test wiederholt sich dieses Muster. In allen drei Tests lassen sich dieselben Ergebnisse erkennen. Diese Beobachtungen sind auch durch den Export der metrischen Daten sichtbar. Dafür wurden im Vorfeld die besonders interessanten Bereiche:

- schwarze Kachel
- Vollfläche
- heller Bereich in der Mitte
- die Kanten beim Übergang von Baumkrone auf die schwarze Vollfläche
- die Kachel mit dem separaten Ast
- die Kachel mit dem Stamm

in der Tobii Software mit AoIs markiert, sodass anschließend ermittelt werden konnte, wie oft und lange diese Bereiche angesehen wurden (vgl. Tabelle 5.9).



**Abbildung 5.33:** Unschärfe: Aols. Rot: Vollfläche. Türkis: Kanten, Rosa: schwarze Kachel, Gelb: separater Ast, Grün: Stamm, Blau: helle Mitte

Dabei ist zu sehen, dass die Kanten hier deutlich die meiste Aufmerksamkeit auf sich ziehen. So ist aus dem Blickwinkel des Cafés beim ganz unscharfen Bild zu erkennen, dass die Gesamtzeit der Fixierungen (Total Fixation Time) bei 2,44 Sekunden liegt, was 55,75 Prozent der Gesamtzeit entspricht, in der die Wand angesehen wurde. Das bedeutet, dass über die Hälfte der Zeit genau dieser Kantenbereich angesehen und fixiert wurde. Darauf folgend am zweitlängsten angesehen wurde die separate Ast-Kachel, bei der die Zeit bei einer Sekunde lag, was fast 20 Prozent der Gesamtzeit entspricht. Etwas weiter dahinter liegen die Kacheln mit dem Stamm (0,46 Sekunden / 7,5 Prozent), daraufhin die Vollfläche und die helle Mitte und am wenigsten die separate schwarze Kachel. In den Werten der durchschnittlichen Fixierungsdauer (Average Fixation Time) und der Anzahl Fixierungen (Fixation Count) lassen sich weitere Auffälligkeiten feststellen. Die Kanten wurden im Schnitt sechs mal fixiert, die Kachel mit dem separaten Ast beispielsweise im Schnitt nur gut drei mal. Die durchschnittlichen Fixierungsdauern unterscheiden sich bei beiden jedoch nicht. In der Zeit bis zu ersten Fixierung (Time to First Fixation) ist zu sehen, dass die Kacheln mit den Kanten die kürzeste Zeit haben, also als erstes fixiert wurden (bereits nach 0,98 Sekunden). Überraschenderweise kommt danach bereits die schwarze Vollfläche mit 1,52 Sekunden, obwohl auf dieser gar nichts zu sehen ist. Nach gut 2,6 Sekunden wird die separate Ast-Kachel das erste mal fixiert und erst mehrere Sekunden später werden die restlichen Kacheln das erste mal fixiert. Die Fixierungsdauer der ersten Fixierungen (First Fixation Duration) liegt bei dem Kantenbereich erneut am höchsten (0,43 Sekunden) und ist sogar höher als die durchschnittliche Fixierungsdauer.

## 5 Studien

Obwohl die Vollfläche als nächstes angeschaut wurde, ist die Fixierungsdauer dabei relativ niedrig (0,32 Sekunden), was dafür spricht, dass schnell wieder wegesehen wurde. Die separate Ast-Kachel wurde am zweitlängsten fixiert (0,38 Sekunden) und darauffolgend die helle Mitte (0,36 Sekunden). In der Gesamtbesuchsdauer (Total Visit Duration) der Bereiche lassen sich fast dieselben Zahlen wie bei der Gesamtfixierungsdauer feststellen und es wird nochmal deutlich, dass der Kantenbereich nicht nur am längsten und meisten fixiert wurde, sondern die Proband:innen auf diesem Bereich auch die meiste Zeit mit anderen Augenbewegungen verbracht haben, in denen nicht fixiert wurden (Sakkaden). Auch in der Anzahl der Besuche (Visit Count) ist zu erkennen, dass die Kanten am häufigsten (4,43 mal) angesehen wurden. Am wenigsten Aufmerksamkeit hat die schwarze separate Kachel, die im Schnitt nur einmal fixiert und besucht wurde und erst als letztes angesehen wurde.

	schwarze Kachel	Vollfläche	Kanten	hell Mitte	sep. Ast	Stamm
Total Fixation Duration	0,26 (4,24%)	0,52 (6,84%)	2,44 (55,75%)	0,45 (5,87%)	1,0 (19,49%)	0,46 (7,50%)
Average Fixation Duration	0,26	0,28	0,41	0,35	0,41	0,28
Fixation Count	1	1,75	6	1,50	2,83	1,8
Time to First Fixation	9,18	1,52	0,98	9,0	2,67	6,26
First Fixation Duration	0,26	0,32	0,43	0,36	0,38	0,28
Total Visit Duration	0,26 (4,13%)	0,54 (6,93%)	2,51 (55,92%)	0,46 (5,92%)	1,02 (19,47%)	0,46 (7,32%)
Average Visit Duration	0,26	0,37	0,57	0,38	0,43	0,28
Visit Count	1	1,25	4,43	1,25	2,67	1,80

**Tabelle 5.9:** Unschärfe: Auswertung für unscharfes Motiv

Ähnliches lässt sich in der Auswertung der Parameter des mittelscharfen Baumes feststellen (vgl. Tabelle 5.10). Die meiste Aufmerksamkeit erhält erneut der Bereich mit den Kanten, der insgesamt im Schnitt 1,75 Sekunden fixiert wurde, was 34,77 Prozent der Gesamtzeit entspricht (Total Fixation Duration). Dies ist etwas geringer als auf dem unscharfen Bild. Der Bereich mit der hellen Mitte wurde erstaunlicherweise am zweitlängsten fixiert - fast 1 Sekunde - was 19,1 Prozent der Gesamtzeit entspricht. Darauffolgend kommen die Bereiche mit dem Stamm (17,98 Prozent), mit dem separaten Ast (12,69 Prozent) und die schwarze Kachel (11,24 Prozent). Anders als bei vorherigem Bild wurde die schwarze Kachel in diesem Test viel mehr beachtet als die Vollfläche. Gleiches lässt sich auf bei der Anzahl Fixierungen (Fixation Count) feststellen, die bei dem Kantenbereich bei 4 liegt und bei allen anderen Bereichen deutlich darunter. Bei der durchschnittlichen Fixierungszeit hat jedoch der helle mittlere Bereich die längste Zeit, was daraufhindeuten könnte, dass die Proband:innen diesen Bereich besonders lange nach Informationen absuchen, um das Bild zu verstehen. Bei der Zeit bis zu ersten Fixierung (Time to First Fixation) hingegen werden die Kanten erneut als erstes fixiert (nach 0,68 Sekunden). Alle anderen Bereiche werden erst mehrere Sekunden später das erste mal fixiert. Bei der Dauer der ersten Fixierung (First Fixation Duration) hingegen hat die helle Mitte wieder einen leicht höheren Wert als die Kanten, was dafür spricht, dass die helle Mitte interessant oder aber auch verwirrend für die Betrachter:innen ist. In der Gesamtbesuchsdauer (Total Visit Duration), der durchschnittlichen Besuchsdauer (Average Visit Duration) und

## 5 Studien

der Anzahl Besuche (Visit Count) lassen sich ähnliche Zahlen wie in den analogen Fixierungsparametern feststellen, mit dem Ergebnis, dass der Kantenbereich nicht nur am häufigsten fixiert wurde, sondern auch am längsten besucht wurde. Anders als im vorherigen Bild hat die Vollfläche, auf der weiterhin nichts zu sehen ist, in diesem Test die wenigste Aufmerksamkeit bekommen. Sie wurde im Schnitt nur einmal angesehen und die Fixierungs- und Besuchsdauern sind sehr gering. Dafür wurde jedoch die schwarze Kachel etwas mehr beachtet.

	schwarze Kachel	Vollfläche	Kanten	hell Mitte	sep. Ast	Stamm
Total Fixation Duration	0,68 (11,24%)	0,43 (4,23%)	1,75 (34,77%)	0,96 (19,10%)	0,64 (12,69%)	0,91 (17,98%)
Average Fixation Duration	0,37	0,28	0,50	0,61	0,37	0,53
Fixation Count	1,6	1,33	4	1,83	1,83	1,67
Time to First Fixation	3,87	4	0,68	2,06	4,12	4,13
First Fixation Duration	0,38	0,39	0,41	0,5	0,3	0,73
Total Visit Duration	0,68 (11,18%)	0,45 (4,41%)	1,77 (34,87%)	0,96 (19,01%)	0,64 (12,63%)	0,91 (17,89%)
Average Visit Duration	0,37	0,45	0,67	0,61	0,37	0,53
Visit Count	1,6	1	3,33	1,83	1,83	1,67

**Tabelle 5.10:** Unschärfe: Auswertung für mittelscharfes Motiv

Auf dem dritten Bild ist der Baum scharf zu sehen und die Proband:innen können das Motiv vollständig erkennen. Auch bei diesem Bild gewinnt der Kantenbereich die meiste Aufmerksamkeit. Dies ist unter anderem durch die Fixierungsdauern (Total Fixation Duration) und die Besuchsdauern (Total Visit Duration) zu erkennen, die bei ca. 36 Prozent der Gesamtzeit liegen. Zu den vorherigen Bildern sind diese Werte etwas niedriger und zeigen, dass die Kanten „nur“ noch ca. ein Drittel der Zeit betrachtet wurden. Dafür wurden jedoch andere Bereiche deutlich länger fixiert, wie der Bereich mit dem Stamm (28,75 Prozent der Zeit) oder der separate Ast (15,28 Prozent). Hier findet eine deutliche Angleichung der Zahlen statt, die sich im Vergleich zum unscharfen Bild doch sehr unterscheiden. Überraschend ist auch, dass die Anzahl Fixierungen (Fixation Count) bei den Kanten nicht mehr den höchsten Wert hat, sondern beim Stamm. In der Zeit bis zur ersten Fixierung hingegen hat der Kantenbereich erneut den niedrigsten Wert mit 0,71 Sekunden. Das bedeutet, dass dieser Bereich als erstes angesehen wurde. Kurz danach wurde die schwarze Vollfläche fixiert, was überraschend ist, da dort nach wie vor nichts zu sehen ist. Da die erste Fixierung (First Fixation Duration) jedoch sehr kurz auf diesem Bereich war (nur 0,14 Sekunden), spricht dies dafür, dass diese Tatsache sehr schnell von den Proband:innen verstanden wurde und sie sich wieder dem eigentlichen Inhalt zugewendet haben. Erst mehrere Sekunden später wurden andere Bereiche das erste mal fixiert. In der Dauer der ersten Fixierung (First Fixation Duration) liegen die Bereiche alle nicht weit voneinander entfernt, mit Ausnahme der wie bereits erwähnten Vollfläche, aber auch der schwarzen Kachel, die mehr als eine halbe Sekunde fixiert wurde. Dies könnte darauf hindeuten, dass dort nach Inhalt gesucht wurde. Da sowohl die Vollfläche als auch die schwarze Kachel keinen Inhalt zeigen, ist dieses Verhalten verwunderlich. Anhand der Anzahl Besuche (Visit Count) lässt sich erkennen, dass die beiden Bereiche nicht von allen Proband:innen überhaupt angesehen worden sind, da

## 5 Studien

beide Werte kleiner als 1 sind. Dennoch ist es erstaunlich, dass wenn die schwarze Kachel angesehen wurde, die Besuchszeit (Average Visit Duration) relativ hoch ist (0,55 Sekunden). Dies spricht nochmal dafür, dass einige Proband:innen auf dieser Kachel eventuell etwas erwartet oder gesucht haben. Am häufigsten angesehen wurde erneut der Kantenbereich und der Stammbereich.

	schwarze Kachel	Vollfläche	Kanten	hell Mitte	sep. Ast	Stamm
Total Fixation Duration	0,78 (7,84%)	0,19 (1,27%)	1,79 (36,06%)	0,64 (10,79%)	0,76 (15,28%)	1,23 (28,75%)
Average Fixation Duration	0,55	0,14	0,49	0,35	0,29	0,34
Fixation Count	0,57	0,43	3	1,86	2,14	3,14
Time to First Fixation	6,32	0,86	0,71	1,87	2,97	2,9
First Fixation Duration	0,66	0,14	0,35	0,34	0,31	0,36
Total Visit Duration	0,78 (7,78%)	0,2 (1,33%)	1,8 (35,90%)	0,66 (10,97%)	0,77 (15,29%)	1,23 (28,72%)
Average Visit Duration	0,55	0,2	0,53	0,38	0,35	0,41
Visit Count	0,57	0,29	2,71	1,57	1,86	2,71

**Tabelle 5.11:** Unschärfe: Auswertung für scharfes Motiv

## 5.5 Studie 5 - Komplexe Inhalte

In der letzten Studie geht es darum, den Schritt von den simpleren, zumeist unbewegten Bildern auf der Wand, zu einem komplexen bewegten Inhalt zu gehen. Es werden nacheinander in drei Komplexitätsstufen Videos auf die Wand gebracht. Die Videos zeigen Naturaufnahmen, die chinesische Mauer und einige Gebäude.

In der ersten Komplexitätsstufe werden auf der Vollfläche und den Kacheln zwei verschiedene Videos zeitgleich abgespielt. In der zweiten Komplexitätsstufe werden jeweils zwei Videos mehr verteilt auf verschiedenen Kacheln abgespielt und in der letzten wird fast auf jeder Kachel zeitgleich je ein Video abgespielt, sodass Betrachter:innen neun Videos auf einmal ansehen können.

Der Inhalt der Videos ist in allen drei Stufen identisch, lediglich die Anzahl zeitgleicher Abspielung vergrößert sich mit jedem Komplexitätslevel. Ziel der Untersuchung ist es, herauszufinden, welche Bereiche auf der LED-Wand besonders interessant für Betrachter:innen sind und welche Inhalte darauf besonders angesehen werden. Auf Abbildung 5.34 die Videos aus Café-Sicht in der ersten und der letzten Komplexitätsstufe zu sehen.



**Abbildung 5.34:** Komplex: Komplexitätsstufe 1 (zwei Videos gleichzeitig) und 3 (neun Videos gleichzeitig) aus Sicht des Cafés

Beim ersten Level fällt auf, dass alle Proband:innen zunächst das Video auf der großen Vollfläche ansehen, bevor sie sich den kleineren Kacheln und dem darauf laufenden Content widmen. Weiterhin ist erkennbar, dass die Proband:innen sprunghaft zwischen der Vollfläche und den kleineren Kacheln hin und her blicken. Dabei ist besonders auffällig, dass die zusammengehörigen Videos, die aber über mehrere Kacheln verteilt sind, nacheinander schnell angeschaut werden, bevor andere Teile angeschaut werden. Dies ist in jeder der drei Hauptsichtachsen erkennbar.

In einem Teil des Videos ist ein rotes Dach eines Hauses zu sehen, welches inmitten von weißen anderen Häusern steht. Sobald dieses rote Dach im Video erscheint, blicken die Proband:innen dorthin, da es besondere Aufmerksamkeit zu erregen scheint, siehe auch Abbildung 5.35. Dies könnte zum einen an der Farbe Rot liegen, die in der Natur eine Signalfarbe ist und Gefahr bedeuten kann. Zum anderen könnte dies auch

## 5 Studien

lediglich am Kontrast zwischen rotem Dach auf den leuchtend hellen anderen Dächern liegen. Wie im Helligkeitstest bereits gesehen, lenken Kontraste die Aufmerksamkeit von Menschen besonders gut. Wie in Abbildung 5.35 auf dem zweiten Bild zu sehen, springt der Blick schnell zum roten Dach, sobald es im Video auftaucht. Dies ist an der roten Linie zu erkennen, die den Weg des roten Blickpunkt-Kreis zeigt.

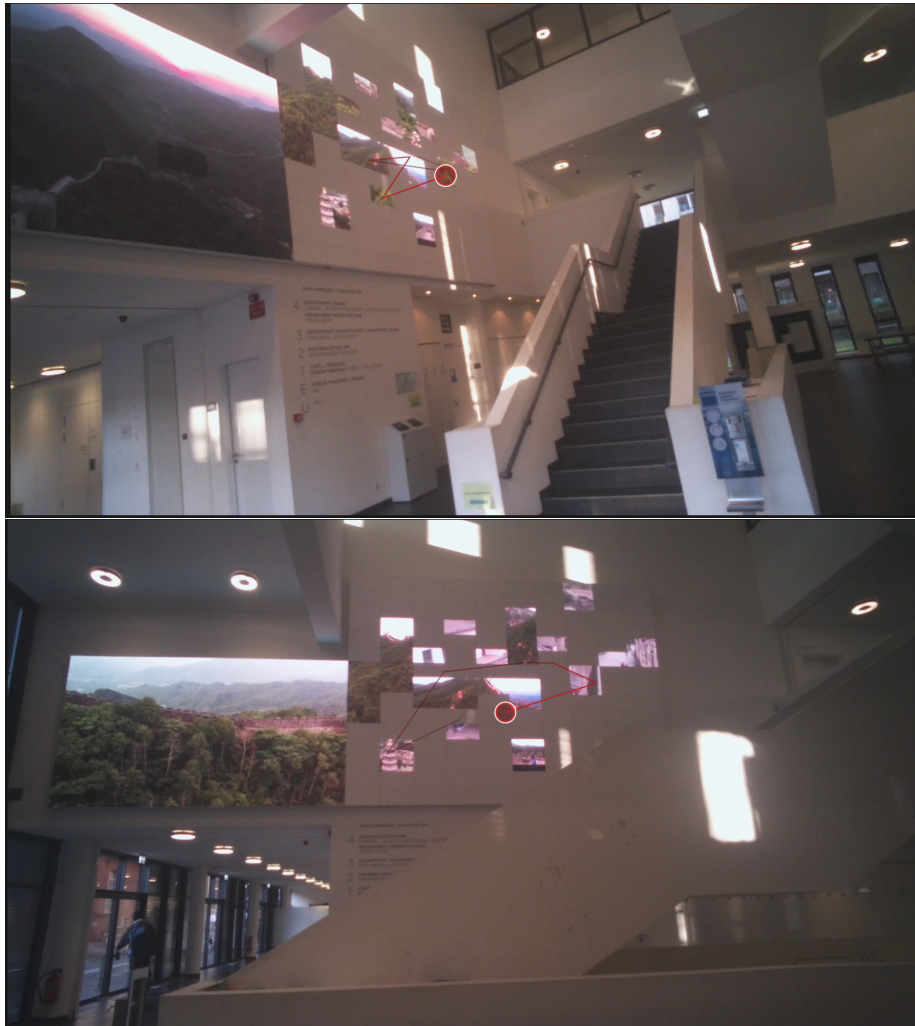


**Abbildung 5.35:** Komplex: Der Blick eines Probanden auf das rote Dach in der ersten Komplexitätsstufe von oben an der Treppe, sowie von vor der Mensa

Weiterhin sind in einem Video kleine, bunt gekleidete Menschen auf der Mauer zu sehen. Auch dies erregt besonders die Aufmerksamkeit der Proband:innen und lässt den Blick fast jedes Mal dorthin wandern, wo die Gesichter der Menschen im Video auftauchen.

In der zweiten Komplexitätsstufe gibt es insgesamt vier zusammengehörige Videos, die gleichzeitig auf der Wand laufen. Auf der Vollfläche läuft weiterhin ein großes Video und auf den kleineren Kacheln verteilen sich die restlichen Videos. Wie schon in der ersten Stufe gesehen, ist es auch in dieser Stufe so, dass die Proband:innen zunächst das große Video auf der Vollfläche ansehen und es tendenziell sogar etwas länger betrachten, als in der ersten Stufe. Bei den kleineren Kacheln wandert der Blick in Stufe 2 schneller und noch sprunghafter von Kachel zu Kachel. Auch hier wird der Eindruck gewonnen, die Proband:innen „suchen“ die zusammengehörigen Kacheln und scannen die Wand danach ab. Sehr interessant ist außerdem, dass sich in der Mitte der kleinen Kacheln ein Video befindet, welches die ganze Zeit über dort bleibt und nicht von anderen Videos abgelöst wird, sowie bei allen anderen Kacheln. Durch diese Besonderheit des Videos, kann man beobachten, dass die Blicke der Proband:innen sich an diesem „Fixpunkt“ zu orientieren scheinen. Es ist zu sehen, wie die Blicke um diesen Teil auf der Wand regelrecht umherkreisen, siehe auch Abbildung 5.36 dazu. Die roten Linien zeigen dabei den Weg des Blickpunktes.

Außerdem ist wie auch schon im ersten Teil beobachtbar, dass die gezeigten bunten Menschen auf der Mauer besondere Aufmerksamkeit erregen. Die Fixierung auf diese ist sogar aus anderen Blickwinkeln als den Hauptsichtachsen zu erkennen, wie in Abbildung 5.37 zu sehen.



**Abbildung 5.36:** Komplex: Blick eines Probanden vom Eingangsbereich und von der Mensa mit kreisförmigen Blicken um die Mitte der Wand herum

In der letzten Komplexitätsstufe sind im Vergleich zu den vorherigen nun noch schnellere Blickwechsel und -bewegungen zu erkennen. Es ist auch das Abscannen der Wand nach zusammengehörigen Videoteilen noch deutlicher zu sehen. Im Vergleich zu den vorherigen Stufen ist es nun jedoch so, dass die Aufmerksamkeit von Anfang an sehr stark auf den kleinen Kacheln liegt, die schnell ihre Inhalte wechseln. Die große Vollfläche wird fast gar nicht mehr angeschaut. Lediglich ein Proband verbringt mehr Zeit mit seiner Aufmerksamkeit auf der Vollfläche als auf den kleineren Kacheln. Alle anderen scheinen die kleinen schnell wechselnden Inhalte auf den Kacheln spannender zu finden.

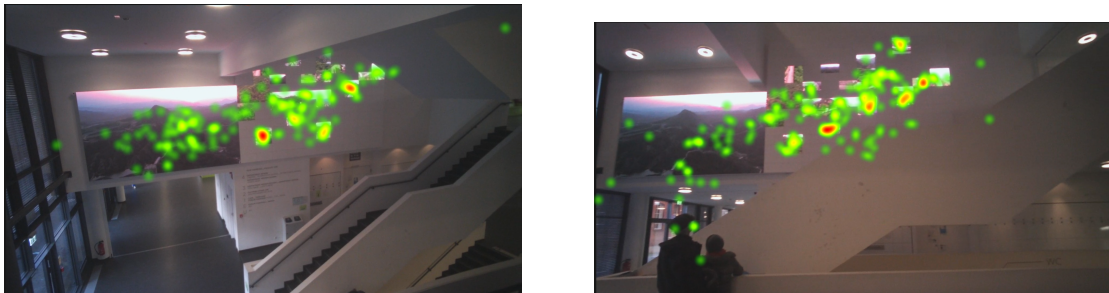
Es wurden wie schon in den vorherigen Tests Heatmaps erstellt, mit denen die Häufigkeit und die Zeit sichtbar gemacht werden können, wie lange und wie oft die Proband:innen wohin geschaut haben. Diese sind in den Abbildungen 5.38 und 5.39





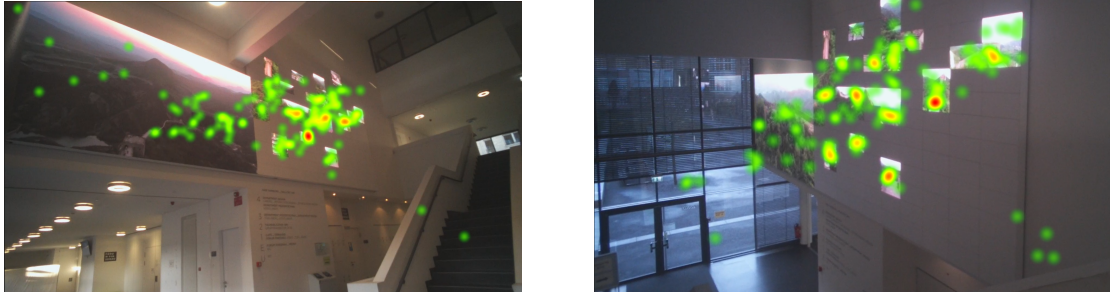
**Abbildung 5.37:** Komplex: Fixierung auf einen bunten Menschen auf der Mauer aus Blickrichtung unterhalb der LED-Wand

zu sehen. Bei allen vier Blickwinkeln ist erneut zu sehen, dass die Blicke in einer Art Diagonalen über die LED-Wand verteilt sind. Die Diagonale ist wie in Studie 2 und Studie 3 wiederzuerkennen und scheint sich auch am Treppenverlauf zu orientieren. Dies bietet Anhaltspunkte für die Neuerstellung von möglichem Content auf der Wand. In Abbildung 5.38 ist außerdem zu sehen, dass viel mehr Zeit auf der rechten Hälfte der Wand verbracht wurde und die Vollfläche nur mit einigen Blicksprenkeln versehen ist.



**Abbildung 5.38:** Komplex: Heatmap aller Proband:innen von den Blickwinkeln Café und Mensa

Auch aus den Blickwinkeln, die etwas schräger zu Wand platziert sind, ist die Diagonale zu erkennen. Außerdem erkennbar ist erneut, dass die Vollfläche auch aus diesen Blickwinkeln kaum angesehen wurde. Der Hauptfokus liegt auf den kleinen Kacheln. Speziell rechts mittig bis oben wird die meiste Aufmerksamkeit generiert.



**Abbildung 5.39:** Komplex: Blick eines Probanden von der Treppe und vom Eingangsbereich

Um zu untersuchen, ob Vollfläche oder Kachelraster interessanter für Betrachter:innen ist, wurden AoIs in der Auswertungssoftware auf der Vollfläche und dem Kachelraster platziert, um so die metrischen Daten dazu zu erhalten. Da die Zahlen bei allen drei Komplexitätsstufen sehr ähnlich waren, wird nur die Auswertung der dritten Komplexitätsstufe in Tabelle 5.12 gezeigt. Die Auswertung der Zahlen gilt aber für alle drei Komplexitätsstufen.

In Tabelle 5.12 sind die Parameter aufgelistet, die ausgewertet und interpretiert wurden. Die gesamte Fixierungsdauer (Total Fixation Time) ist auf dem Kachelraster doppelt so hoch wie auf der Vollfläche. Insgesamt wurden das Kachelraster im Schnitt 5,41 Sekunden angesehen, was 66,87 Prozent der Gesamtzeit entspricht, in der die Proband:innen die LED-Wand angesehen haben. Auf der Vollfläche sind dies nur 2,68 Sekunden, was 33,13 Prozent der Gesamtzeit entspricht. Auch in den Parametern der Anzahl Fixierungen (Fixation Count) und durchschnittlicher Fixierungsdauer (Average Fixation Duration) ist zu erkennen, dass das Kachelraster deutlich mehr Aufmerksamkeit der Proband:innen bekommt. Sowohl die einzelnen Fixierungsdauern sind im Schnitt etwas länger, als auch die Anzahl Fixierungen. In den Parametern Time to First Fixation und First Fixation Duration ist abzulesen, dass das Kachelraster auch vor der Vollfläche angesehen wird. Bereits nach 0,46 Sekunden wird das Kachelraster angesehen, während die Vollfläche erst nach ca. 1 Sekunde das erste Mal angesehen wird. Auch die erste Fixierungsdauer ist auf dem Kachelraster deutlich länger als auf der Vollfläche, was dafür spricht, dass die Proband:innen diese interessierter angesehen haben. Dies könnte daran liegen, dass auf dem Kachelraster mehrere Videos zu sehen waren, während auf der Vollfläche immer nur ein Video lief. An den nächsten Parametern wird dies noch einmal verdeutlicht. Die ganze Visit-Zeit auf dem Kachelraster liegt fast identisch mit den Fixierungen bei 67,88 Prozent der Gesamtzeit und ist doppelt so hoch wie die Zeit, die auf der Vollfläche verbracht wurde. Diese liegt nur bei 32,12 Prozent der Zeit. Insgesamt wurde das Kachelraster im Schnitt 3,38 mal besucht, die Vollfläche nur 2,75 mal (Visit Count). Die einzelnen Visits dauerten dabei auf der Vollfläche ca. eine Sekunde und auf dem Kachelraster

## 5 Studien

schon gute zwei Sekunden. Dies spricht nochmal dafür, dass das Kachelraster einiges mehr an Aufmerksamkeit auf sich zieht, als die Vollfläche.

	Vollfläche	Kachelraster
Total Fixation Duration	2,68 (33,13%)	5,41 (66,87%)
Average Fixation Duration	0,35	0,38
Fixation Count	7,5	14,13
Time to First Fixation	0,95	0,46
First Fixation Duration	0,21	0,38
Total Visit Duration	3,04 (32,12%)	6,42 (67,88%)
Average Visit Duration	1,01	2,19
Visit Count	2,75	3,38

**Tabelle 5.12:** Komplex: Auswertung für höchste Komplexitätsstufe

# 6 Ergebnisse und Interpretation

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studien zusammengefasst und interpretiert. Dabei werden die Ergebnisse außerdem in die Literatur eingeordnet und mögliche Designempfehlungen gegeben.

## 6.1 Studie 1 - Räumlicher Test

In der ersten Studie wurden die Räumlichkeiten, in der sich die LED-Wand befindet untersucht, um ein ganzheitliches Gefühl für die Wand und die gesamte Situation, die entsteht, zu gewinnen. Dabei wurden die Proband:innen losgeschickt, um die besten Sichtachsen zu bestimmen und Auffälligkeiten zu finden. Wie bereits im vorherigen Kapitel 5.1 beschrieben, wurde festgestellt, dass während der Mittagszeit zum Sonnenschutz eine Jalousievorrichtung automatisch herunterfährt. Durch kleine Löcher darin entsteht durch die Sonnenstrahlen, die hindurchkommen, ein Lichtspiel auf der Wand, das im vorherigen Kapitel als „Licht-Perlenkette“ bezeichnet wurden. Zu sehen sind die zugehörigen Bilder in Abbildung 5.1. Die rot eingefärbten Bereiche auf der Vollfläche befinden sich genau da, wo die Lichtspiele durch die Jalousie auf die Wand geworfen werden. Dadurch, dass die Sonne direkt hinter den Proband:innen beim Hereingehen ins Gebäude ist, könnte dies dazu führen, dass aus diesem Winkel die Lichtspiele auf der Wand besonders hell und auffällig auf der Wand zu sehen sind, umgeben von dem kontrastierenden Schwarz der ausgeschalteten LED-Wand.

Im mittleren Bild, welches vom Eingang der Mensa aus entsteht, gehen die Blicke trotz der Lichtspiele auf der Vollfläche mehr auf das Kachelraster. Dies könnte daran liegen, dass das Kachelraster frontal gegenüber des Mensaeingangs liegt und die Proband:innen so schon optimal ausgerichtet sind, um das genau Gegenüberliegende zu sehen, ähnlich wie [Huang et al. \(2008\)](#) es in ihren Tests beobachteten.

## 6.2 Studie 2 - Helligkeiten

In der Helligkeitsstudie wurden sechs verschiedene Bilder mit unterschiedlichen Helligkeitsstufen- und Anordnungen auf der LED-Wand platziert und untersucht. Durch die Literatur ist bekannt, dass besonders große und helle Displays, die bereits günstig zu den Betrachter:innen platziert sind, besondere Aufmerksamkeit erregen ([Parker et al. 2018](#)). Die gewonnenen Ergebnisse dieser Helligkeitsstudie an der LED-Wand im Eingangsbereich der HAW können diese These zum Teil unterstützen.

Bei den ersten beiden untersuchten Snapshots wurden verschiedene Graustufen zufällig auf den einzelnen Kacheln verteilt. Im dritten und vierten Snapshot gab es Helligkeitsverläufe von links nach rechts jeweils einmal beginnend mit hell nach dunkel und dunkel nach hell. Die Graustufen variierten dabei zwischen 100 und 0 Prozent Helligkeit jeweils in 10 Prozent Stufen, sodass es insgesamt 10 verschiedene Helligkeiten auf der Wand gab. In den letzten zwei Snapshots wurden nur Weiß und Schwarz gegenüber gestellt.

Die entstandenen Heatmaps aller untersuchten Snapshots zeigen ein mal mehr, mal weniger die deutlich zu erkennende Diagonale, die sich fast parallel zur Treppe entlang auf der LED-Wand befindet. Dies könnte zum einen daran liegen, dass das Kachelraster nach rechts oben mehr Kacheln hat als nach unten und die Blicke dieser Anordnung somit einfach folgen. Zum anderen scheint es durch die Parallelität der Treppe so zu sein, als ob die Blicke sich daran orientieren und die Treppe als Blickrichtungsleiter fungiert. Mit diesem Heatmap-Muster könnten Orientierungshilfen für Content Creators geschaffen werden, die ihren Content entlang dieser Diagonalen platzieren könnten.

Durch die Analyse der metrischen Daten, die aus den AoIs extrahiert wurden, war es möglich, genauere Aussagen darüber zu treffen, welche Bereiche und Helligkeiten besonders interessant für die Betrachter:innen waren. Dabei stellte sich heraus, dass die hellen, weißen Bereiche insgesamt fast immer am längsten fixiert wurden, was dafür spricht, dass diese Bereiche besonderes interessant für die Betrachter:innen waren. Die weißen Bereiche wurden außerdem nicht nur am längsten, sondern auch am häufigsten betrachtet. Diese Feststellung passt zu den Forschungen von [Parker et al. \(2018\)](#). Es gab jedoch auch Snapshots, bei denen dies nicht so war, wie Snapshot 3, bei dem der graue Bereich am längsten fixiert wurde und Snapshot 5, bei dem der schwarze Bereich am längsten fixiert wurde. In beiden Fällen befand sich jedoch die defekte Kachel auf dem am längsten fixierten Bereich, was ein klares Indiz dafür zu sein scheint, dass diese die Betrachter:innen sehr abgelenkt hat. Die Ablenkung scheint sogar stärker als die aufmerksamkeitsregende Wirkung von sehr hellen Flächen auf der Wand zu sein. Außerdem wurden die hellen Flächen auch fast in jedem Test als erstes fixiert, mit Ausnahme von Snapshot 2, bei dem die schwarze Fläche zuerst angesehen wurde. Jedoch ist auch auf diesem Snapshot die defekte Kachel in dem zuerst fixierten Bereich zu finden, was wahrscheinlich die Erklärung dafür ist, warum nicht der weiße Bereich zuerst fixiert wurde.

Zwar ist es schade, dass die Ergebnisse durch die Kachel augenscheinlich verfälscht wurden, jedoch gibt sie auch mehr Aufschluss darüber, was die Aufmerksamkeit besonders auf sich zieht. Wie [Alink et al. \(2010\)](#) bereits untersuchten, wird das Gehirn besonders aktiv, wenn es Sehreize nicht vorhersagen kann. In der Forschung wurden Bewegungen untersucht, was in diesem Fall nicht direkt auf die in dieser Studie durchgeführten Untersuchungen übertragen werden kann. Jedoch wäre es möglich, dass es einen ähnlichen Effekt gibt, wenn Sehreize nicht zu einem ganzen Bild passen. In diesem Fall wäre es die defekte Kachel in der LED-Wand, die aus dem sonstigen Muster fällt. Durch diese Auffälligkeit wird jedoch auch klar, dass es ganz eindeutig

eine aufmerksamkeitserregende Wirkung nach sich zieht, wenn wie hier, etwas nicht zum Gesamtbild passt, genau wie [Yantis \(2000\)](#) es in seiner Forschung beschreibt und als Bottom-Up-Prozess bezeichnet. Außerdem zeigte sich in den letzten zwei Snapshots, dass die Vollfläche eine besondere aufmerksamkeitserregende Wirkung hat, die durch helle Inhalte nochmal verstärkt wird.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Kombination aus hoher Helligkeit und großer Fläche (beispielsweise die Vollfläche) sehr aufmerksamkeitserregend für die Proband:innen war. Ist zusätzlich noch ein Detail in dieser sehr hellen Fläche, dass zusätzliche Aufmerksamkeit erregt, wie die defekte Kachel, können Content Creators sich fast sicher sein, dass der Content bemerkt wird.

Die Empfehlungen, die [Parker et al. \(2018\)](#) gegeben haben, treffen demnach auch auf dieser LED-Wand zu und sollten Content Creators bekannt sein, mit der Erweiterung, dass Details, die nicht ins Gesamtbild passen, die Aufmerksamkeit nochmal erhöhen.

### 6.3 Studie 3 - Text

Im Text-Test wurden einige Auffälligkeiten entdeckt. In den ersten zwei Testbildern wurden jeweils Textblöcke in Schlagzeilenform und ein Bild mit einem menschlichen Gesicht in zwei verschiedenen Anordnungen näher untersucht. Dabei zeigte sich bei beiden Bildern eine deutliche Aufmerksamkeitskonzentration auf das abgebildete Gesicht, die durch Heatmaps sichtbar gemacht wurden. Bei der näheren Untersuchung und Auswertung der metrischen Daten mittels AoIs zeigte sich ebenfalls, dass die Proband:innen das Gesicht oft angesehen haben. Jedoch hat der Bereich des Textes die längste insgesamt Fixierungsdauer. Dies ist nicht überraschend, da es einige Zeit braucht, den Text zu lesen, was viele aufeinander folgende Fixierungen erfordert. Durch die hohe Anzahl an Fixierungen kann dies nochmal darauf hindeuten, dass der Text gelesen wurde. Nicht jedoch passt die durchschnittliche Fixierungsdauer dieses Bereiches zu der Vermutung, dass der Text gelesen wurde, denn diese Dauer war mehr als doppelt so hoch (640 Millisekunden), wie der Wert, der durch die Literatur als durchschnittliche Fixierungsdauer beim Lesen veranschlagt wird (225-250 Millisekunden). Wie bereits erwähnt, könnte dieser Umstand darauf hindeuten, dass der Text tatsächlich nicht (von allen) gelesen wurde. Da die Proband:innen das Bild schon vor der Eyetracking Untersuchung gesehen hatten, könnte es sein, dass sie den Inhalt des Textes bereits kannten und daher während der Untersuchung den Text nicht mehr genau gelesen, sondern vielmehr erneut überflogen haben. Weiterhin ist es vorstellbar, dass durch die Größe des Textes an der LED-Wand die Zahlen von der Literatur abweichen, welche von Text auf Papier ausgeht. Auch durch die Auswertung der durchschnittlichen Besuchszeiten auf dem Textbereich wurden Zweifel laut, denn die Proband:innen verbrachten einen großen Teil dieser Zeit mit Augenbewegungen, die keine Fixierungen waren. Dies spricht erneut dafür, dass der Text wahrscheinlich nicht (von allen) gelesen wurde.

Weiterhin wurde das Bild mit dem Gesicht darauf in beiden Variationen (Bild links oben und rechts unten) vor dem Text angesehen, und gerade während der ersten Fixierung außerdem länger angesehen. Dieser Umstand macht deutlich, wie groß die aufmerksamkeitsregende Wirkung von Gesichtern ist, was durch die hohe Anzahl an Fixierungen nochmal unterstrichen wird. Das Gesicht fungiert wie ein Magnet fürs Auge und zieht die Blicke immer wieder auf sich.

Ähnliches konnte im zweiten Bild festgestellt werden, in dem der Text rechts unten und das Bild mit dem Gesicht links oben angeordnet war. Hier jedoch wurde das Bild fast sofort durch die Proband:innen fixiert (bereits nach 70 Millisekunden). Dies könnte daran liegen, dass das Bild links oben angeordnet ist und somit zur typischen Lesebewegung passt. Weiterhin auffällig ist auch in diesem Bild, dass die von der Literatur erforschten 225-250 Millisekunden Fixierungsdauern beim Lesen nicht erreicht werden können. Auch in dieser Anordnung liegt der gemessene Wert mit 450 Millisekunden noch deutlich über dem Literatur-Wert. Wie schon beim vorherigen Bild könnte dies dafür sprechen, dass der Text nicht (von allen) tatsächlich gelesen wurde.

In beiden Tests wurde der gleiche Text und das gleiche Bild gezeigt, lediglich die Anordnung unterschied sich. Durch die Ergebnisse wird klar, dass bei der Erstellung von Inhalten, die aus Text und Bild bestehen, sehr darauf geachtet werden sollte, wie stark das Bild vom Text ablenkt. Wenn das Bild ein oder mehrere Gesichter enthält, sollten sich die Content Creators darüber im Klaren sein, dass dies sehr den Fokus und die Aufmerksamkeit verschiebt. Wenn außerdem auf die Leserichtung geachtet wird, kann dieser Effekt minimal verringert werden.

In den darauffolgenden vier Tests wurde jeweils derselbe Text in verschiedenen Geschwindigkeiten und Größen über die LED-Wand laufen gelassen. Das typische Leseverhalten konnte bei allen vier Tests wiedergefunden werden, bei dem es viele aufeinanderfolgende Fixierungen gibt und die Augen sich in Regressionen bei schwierigen oder langen Wörtern auch entgegen der Leserichtung bewegten. Um Lauftexte für eine LED-Wand zu entwickeln, müssen sich Content Creators darüber im Klaren sein, wie groß die Schrift sein wird und wie schnell der Text läuft. Da die Augen bei schweren oder langen Wörtern auch in die andere Richtung wandern, also entgegen der Leserichtung, ist es wichtig, dass der Satzteil, der erneut zum Verständnis angesehen wird, auch wirklich noch auf der Wand zu sehen ist. Ist dieser zu schnell verschwunden, oder die Schrift so groß, dass wichtige Teile des Satzes bereits wieder aus dem Bild herausgelaufen sind, ist dies nicht möglich und Betrachter:innen haben so nicht die Chance, alle Informationen des Textes aufzunehmen. In der schnellsten Variante sind ca. 4 Wörter pro Sekunde neu erschienen. Dies ist noch deutlich unter dem Wert, den die Literatur für Lesen veranschlagt (8-9 Wörter pro Sekunde (([Rayner 1998](#)))), jedoch beziehen sich diese Werte auf Text auf Papier, bei dem zu jeder Zeit der gesamte Text nochmal angesehen werden kann. Bei der Laufschrift gibt es den wesentlichen Unterschied, dass immer nur Teile des Textes vollständig zu sehen sind. In der schnellsten Variante zeigten sich schon etwas hektischere und schnellere Augenbewegungen, was dafür sprechen könnte, dass der Text etwas zu schnell war.

Bei der mittleren Geschwindigkeit zeigten sich ruhigere Bewegungen, bei denen die typischen Regressionen vollzogen wurden, was dafür spricht, dass diese Geschwindigkeit angenehm für die Proband:innen war. Bei dieser Geschwindigkeit erschienen ca. 2,5 Wörter pro Sekunde neu auf der Wand. In der niedrigsten Geschwindigkeit erschien ca. 1 Wort pro Sekunde neu auf der Fläche. Da die Proband:innen in diesem Test mit den Augen mehr umherwanderten und nicht durchgängig fixiert auf die Startposition waren, kann davon ausgegangen werden, dass diese Geschwindigkeit zu langsam für die LED-Wand ist.

Im Test mit größerer Schrift und mittlerer Geschwindigkeit zeigte sich, dass die Proband:innen oft beim Anfangspunkt mit den Augen hin und her sprangen, da auf einigen Kacheln bei der Anfangsposition die Wörter und Buchstaben noch nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Dies könnte zum einen besonders spannend für Betrachter:innen sein, es könnte jedoch auch zu Stress führen, was einen Aufmerksamkeitsverlust nach sich ziehen könnte. Davon abgesehen konnten keine weiteren Auffälligkeiten identifiziert werden, die dafür oder dagegen sprechen würden, diese Schriftgröße und Geschwindigkeit für Laufschrift auf der LED-Wand zu verwenden.

Content Creators, die eine Laufschrift an der LED-Wand positionieren wollen, sollten eine Geschwindigkeit des Textes wählen, bei der nicht mehr als 2-4 Wörter pro Sekunde neu erscheinen und eine Schriftgröße, die gut auf die Kacheln passt, sodass Leser:innen keine hektischen Augenbewegungen durchführen müssen. Sollte schnellerer Text gewünscht sein, sollte darauf geachtet werden, dass die Sätze und beinhaltete Wörter nicht zu lang oder kompliziert sind. Unter diesen Umständen kann auch schnellerer Text gelesen werden. Es sollte außerdem immer genügend Platz sein, auf dem der Text laufen kann, damit die Leser:innen die Möglichkeit haben, entgegen der Leserichtung vorher Gelesenes nochmal anzusehen. Es zeigte sich, dass Lauftext eher geeignet ist, Nachrichten in Text Form auf der Wand anzuzeigen als statische Textblöcke, da bei der Laufschrift eindeutiger Leseverhaltensweisen erkannt werden konnten.

### 6.4 Studie 4 - Unschärfe

In der vierten Studie wurde Unschärfe untersucht, mit dem Ziel herauszufinden, ob und wenn ja, wie sich das Blickverhalten der Proband:innen ändert und welche Bereiche besonders stark fokussiert wurden. Durch die entstandenen Heatmaps in allen drei Stufen der Unschärfe wurde deutlich, dass einige Bereiche besondere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Diese waren der Kantenbereich, in dem die Baumkrone sich in die Vollfläche erstreckte, eine separate schwarze Kachel, die Vollfläche, ein heller Bereich in der Mitte des Kachelrasters, eine separate Kachel, die Teile eines Astes zeigte, sowie die Kachel mit einem Teil des Stamms. Weiterhin wurde von allen gewählten Sichtachsen aus die Diagonale in den Heatmaps sichtbar. Diese erstreckt sich jeweils von links unten nach rechts oben und scheint fast parallel an der Treppe zu verlaufen. Von der Eingangstür des Gebäudes aus gesehen verläuft die Diagonale von



vorne unten nach hinten oben. Da die LED-Wand von dort aus gesehen relativ hoch hängt, müssen die Proband:innen hochschauen, um sie zu sehen. Die Diagonale ist so eine Art Blickvisualisierung, die in einer Linie nach oben verläuft. In der Literatur wurde die günstige Ausgangsposition von Proband:innen besonders hervorgehoben, die wichtig ist, damit die Proband:innen das Display bemerken (Huang et al. 2008, Parker et al. 2018). Dieses Phänomen scheint von diesem Blickpunkt aus zuzutreffen. Auch vom Standort oberhalb der Treppe mit dem Blick nach unten, scheint die Heatmap-Diagonale eine Verlängerung des Blicks zu sein. In diesem Fall stehen die Proband:innen erhöht und blicken schräg auf die Wand. Mit der absteigenden Treppe vor ihnen, scheint der Blick dieser Richtung ebenfalls zu folgen und die Diagonale entsteht. Vom Café und vom Eingang der Mensa aus ist die Treppe im Sichtfeld und scheint von diesen frontalen Blickpunkten aus als eine Art Blickrichtungsorientierung zu fungieren. Diese Phänomene scheinen ebenfalls inhaltsunabhängig zu sein, denn dasselbe Muster wurde auch schon im Räumlichen Test und dem Helligkeitstest beobachtet und können daher als klarer Anhaltspunkt für Content Creators herhalten. Inhalt entlang dieser Diagonale zu platzieren, könnte für Betrachter:innen angenehm anzuschauen sein und eher bemerkt werden, wenn sie bereits günstig zu der Wand ausgerichtet sind.

In der Auswertung der metrischen Daten zeigte sich, dass bei allen drei Stufen der Verpixelung der Kantenbereich am meisten und längsten angesehen wurde. Da das menschliche Sehen darauf ausgelegt ist, Kanten und hohe Kontraste zu finden, da dies die Stellen mit dem höchsten Informationsgehalt sind, passt die Beobachtung zur bereits erforschten Literatur (Mallot 2000, Sczepek 2011). In den Tests suchen die Proband:innen vermutlich nach Informationen, um was für ein Motiv es sich auf der LED-Wand handelt und blicken daher zu einem Großteil die Kanten an, da aus der Erfahrung Kanten und Kontraste Informationen darüber liefern, was sich verändert und so am schnellsten zu einer Erkenntnis zu gelangen. Um möglichst interessanten Content zu erstellen, ist es daher sinnvoll, auf hohe Kontraste und Kanten zu achten, die erheblich dazu beitragen, dass Inhalte erkannt werden. Dies zeigt sich auch in den Zahlen der insgesamten Fixierungsdauer, die beim unscharfen Bild bei über 55 Prozent der Zeit und mehr als 2 Sekunden pro Fixierung lag. Beim mittelscharfen und ganz scharfen Bild lag diese Zeit schon deutlich darunter, da vermutlich in diesen beiden Bildern bereits erkannt werden konnte, um was für ein Motiv es sich handelt.

Dasselbe Prinzip kann auf die separate Ast-Kachel, die Kachel mit dem Stamm und die helle Mitte angewendet werden, die sich durch Kontrast, Kanten und Helligkeit am ehesten vom sonstigen Grün des Baumes abheben. Weiterhin könnte dies auch für die schwarze separate Kachel, sowie auch die Vollfläche gelten. Diese sind zwar inhaltslos und schwarz, jedoch könnte es sein, dass die Proband:innen durch die Kanten und den Kontrast zum eigentlichen Motiv auch in diesen Bereichen nach Informationen suchen. Da die durchschnittliche Fixierungsdauer dieser Bereiche relativ niedrig (zwischen 140 und 370 Millisekunden) liegt, könnte dies ein Zeichen für das visuelle Suchen als typische Augenbewegung sein. Rayner (1998) beobachtete eine durchschnittliche Fixierungsdauer von 180 bis 275 Millisekunden, wenn die Testper-

sonen ein Bild nach etwas absuchten. Da die Fixierungszeiten nicht allzu weit voneinander entfernt sind, könnte dies dafür sprechen, dass die Proband:innen auch bei diesen Bildern auf den dunklen Bereichen etwas gesucht haben. Jedoch passen auch die durchschnittlichen Fixierungszeiten einer typischen Szenenwahrnehmung von 260 bis 330 Millisekunden. In den von [Rayner \(1998\)](#) durchgeführten Test waren die Beispiele für die visuelle Suche auf Papierform abgedruckt und nicht wie in diesem Fall viel größer an einer LED-Wand abgebildet. Da die LED-Wand eher zu einer ganzen Szene passt, die wahrgenommen wird, in dieser Szene jedoch etwas gesucht wird, kann dieses Szenario vermutlich nicht eindeutig nur einer Art der Wahrnehmung zugeordnet werden, sondern ist eher eine Mischung aus beidem. Dies würde auch zu den durchschnittlichen Fixierungsdauern passen, die innerhalb beider Zeitspannen liegen.

### 6.5 Studie 5 - Komplexe Inhalte

Im fünften Test wurde ein Video in drei Komplexitätsstufen auf der LED-Wand untersucht. Das Video zeigte Naturaufnahmen, Teile der chinesischen Mauer und einige Gebäude. Pro Komplexitätsstufe wurden immer mehr Videos gleichzeitig auf das Kachelraster und die Vollfläche verteilt. Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, welcher Bereich auf der Wand besonders interessant ist, sowie welche Inhalte besondere Aufmerksamkeit erregen.

In diesem Test zeigte sich wie auch schon in den vorherigen Tests, dass die Heatmaps erneut die bereits bekannten Diagonalen aufweisen, die von links unten in der Vollfläche nach rechts oben auf das Kachelraster verlaufen. Dies konnte von allen Blickpunkten aus beobachtet werden. Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, scheinen die Diagonalen von den schrägen Sichtachsen aus - also vom Eingang und von oberhalb der Treppe - Verlängerungen der Blickrichtung der Proband:innen zu sein, während sie sich aus den frontalen Sichten - Café und Mensa - fast parallel zur Treppe orientieren. Dass die Diagonalen nicht nur auf den einfachen Bildern in den vorherigen Tests auftreten, sondern auch in diesem Test mit bewegten komplexen Videos, zeigt, dass diese Erkenntnis wichtig für Content Creators ist. Auch bei Videos kann daher darauf geachtet werden, wichtigen Content entlang dieser Linien zu platzieren, um möglichst viele Blicke zu gewinnen. Wenn Inhalte auf den Randflächen, wie beispielsweise links oben auf der Vollfläche, platziert werden, so ist es möglich, dass diese weniger beachtet werden.

In diesem Test zeigte sich unter anderem, dass die Proband:innen ihre Aufmerksamkeit besonders auf die Videos gerichtet haben, in denen Menschen zu sehen sind. Dass Menschen sehr gut darin sind, andere Menschen, oder sich selbst zu erkennen, wurde durch die Wissenschaft bereits sehr weitgehend erforscht ([Reid et al. 2017](#), [Cutting and Kozlowski 1977](#)). Gesichter sind besondere Muster, die sehr schnell unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, ebenso wie menschliche Silhouetten oder die Bewegung von Menschen. Dies kann in diesem Test ebenso wie im Text-Test, bei dem das Gesicht von Herrn Drostens vom Text abgelenkt hat, beobachtet werden und

spricht auch dafür, dass menschliche Gesichter, Silhouetten oder die menschliche Bewegung aktiv für die Aufmerksamkeitslenkung auf der LED-Wand verwendet werden könnten. Da selbst aus dem Blickwinkel unterhalb der Wand - vom Eingang des Forums aus - ein Mensch in einem der Videos erkannt wurde, spricht dies erneut für die besondere Aussagekraft. Bei den meisten anderen Tests wurden die Inhalte auf der Wand von diesem Winkel aus gar nicht beachtet.

Weiterhin wurde beobachtet, dass die Proband:innen versuchen, zusammengehörige Videos zu finden und springen daher mit den Blicken schnell umher um die Einzelteile zu finden. Dieses Verhalten spricht für das typische Suchverhalten, das [Rayner \(1998\)](#) als Visual Search bezeichnete. Je komplexer das Video wurde, desto schneller schweiften die Blicke der Proband:innen umher und suchten die Einzelteile. In den von [Rayner \(1998\)](#) aufgeführten durchschnittlichen Fixierungsdauern sind Werte von 180 bis 275 Millisekunden für die visuelle Suche aufgeführt, bei dem untersuchten komplexesten Video hingegen sind durchschnittliche Fixierungsdauern von 350-380 Millisekunden gemessen worden. Dies passt insofern nicht ganz zusammen. Jedoch gibt es auch Studien, die feststellten, dass die durchschnittlichen Fixierungsdauern länger und die Anzahl Fixierungen größer werden, je komplizierter die Suche ist ([Vlaskamp and Hooge 2006](#)).

Weiterhin wurde beobachtet, dass bei den zwei komplexesten Videos ein Bereich auf dem Kachelraster immer gleich blieb und nicht wie die anderen Kacheln ständig andere Videoteile anzeigte. Dies fiel auch den Proband:innen (ob bewusst oder unbewusst bleibt ungeklärt) auf, denn speziell dieser Bereich wurde mit den Blicken immer wieder umkreist und schien fast als eine Art Fixpunkt oder Anker im Videowirrwarr für Blicke zu dienen. [Crowe et al. \(2021\)](#) zeigen, dass bei der visuellen Suche die Bewegung des abgesuchten Bereichs und die Bewegung der beobachteten Objekte selber zu einer Verlangsamung der Suche führen, auch wenn einige Objekte unbewegt bleiben. Es könnte in diesem Fall also sein, dass das gleichbleibende Video bereits für ein Teilvideo bereits als „gefunden“ verstanden wurde und nun immer wieder die sich verändernden Videoteile abgesucht werden, um zu vergleichen, ob die Teile zusammenpassen. Dies wäre ein Erklärungsansatz, um dieses Verhalten zu deuten und könnte in weiterführenden Forschungen näher betrachtet werden.

Bei der Untersuchung der zwei Bereiche - Vollfläche und Kachelraster - stellte sich mit einer überwältigenden Zahl von knapp 67 Prozent der Gesamtzeit heraus, dass das Kachelraster viel mehr beachtet worden ist, als die Vollfläche. Die insgesamt Anzahl Fixierungen waren auf dem Kachelraster doppelt so hoch wie auf der Vollfläche, die durchschnittliche Fixierungsdauer war länger und das Kachelraster wurde als erstes angesehen. An dieser Stelle muss jedoch auch erwähnt werden, dass auf dem Kachelraster viel mehr Inhalt zu sehen war und viele Videos gleichzeitig abgespielt wurden, während auf der Vollfläche immer nur ein großes Video lief. Es könnte daher durchaus sein, dass die Unterschiede zwischen Vollfläche und Kachelraster nicht mehr so groß sind, wenn auch auf der Vollfläche im Muster des Kachelrasters mehrere Videos abgespielt werden würden. Dies könnte in einer weiterführenden Forschung näher untersucht werden.

Insgesamt zeigt diese Studie jedoch auch, wie effektiv Videos sind, um Aufmerksamkeit zu erregen. Gerade wenn es nicht nur ein großes Video, sondern auch verschiedene kleinere Videos sind, auf denen bestenfalls Menschen oder Gesichter zu sehen sind, kann gute Aufmerksamkeit generiert werden. Dies bestätigt damit auch die Empfehlung von [Huang et al. \(2008\)](#), die dynamische Inhalte und Videos als einen wichtigen Punkt ansahen, um Aufmerksamkeit für ein Display zu generieren.

Content Creators könnten zum Beispiel ein Video konzipieren, bei dem sich ein Mensch auf der LED-Wand entlang der Diagonalen hoch oder runter bewegt, während auf dem Kachelraster vielleicht weitere kleine Videos platziert sind, die den Menschen aus unterschiedlichen Perspektiven zeigen.

## 7 Fazit

In dieser Arbeit wurden verschiedene Arten von Inhalt auf die LED-Wand, die im Eingangsbereich des Neubaus auf dem Mediacampus der HAW Hamburg hängt, gespielt und mit Eyetracking-Technologie untersucht. Das Ziel dieser Forschung war es, herauszufinden, welche Bereiche auf der LED-Wand und welche Arten von Inhalt Aufmerksamkeit gewinnen. Außerdem war das Ziel, Aussagen über das Blickverhalten von Menschen, die die Wand sehen, zu treffen, die als Grundlage für Content Creators dienen können, um guten Inhalt für diese LED-Wand zu produzieren.

Um diese Erkenntnisse gewinnen zu können, wurden zunächst einige Hintergründe zu Public Displays und Medienfassaden geliefert, sowie Unterschiede aufgezeigt. Besonders die Forschung von [Huang et al. \(2008\)](#) und [Parker et al. \(2018\)](#) geben Empfehlungen, welche Aspekte erfüllt sein sollten, damit möglichst viel Aufmerksamkeit für ein Display generiert wird und liefern gute Anhaltspunkte für die Untersuchungen in dieser Arbeit.

Im weiteren Verlauf wurde die menschliche Wahrnehmung, das Auge und Augenbewegungen, sowie Eyetracking vorgestellt, um den Lesenden eine Idee zu verschaffen, wie das menschliche visuelle System funktioniert. Besonders wegweisend und wichtig für diese Arbeit ist dabei die Forschung von [Rayner \(1998\)](#), der die Charakteristika von Augenbewegungen insbesondere bei unterschiedlichen Aufgaben untersuchte.

Daraufhin wurde ein kurzer Einblick in die verwendete Eyetracking Technik gegeben. Dabei wurde die Brille, sowie die verwendete Auswertungssoftware vorgestellt, sowie einige Informationen zu Auswertungsparametern gegeben.

Im Hauptteil werden die durchgeführten Studien mit Ergebnissen vorgestellt. Diese bestanden aus fünf separaten Tests. Im ersten Test wurde die LED-Wand ausgeschaltet untersucht, um einen ersten Eindruck zu gewinnen und von den Proband:innen gute Sichtachsen bestimmen zu lassen. Basierend auf den Sichtachsen, sowie den möglichen tatsächlichen Laufwegen von Menschen innerhalb des Gebäudes, wurde dann ein Laufweg für die nächsten Untersuchungen festgehalten. Im zweiten Test wurden verschiedene Arten von Helligkeiten als Inhalt auf der Wand untersucht. Im dritten Test wurden unterschiedliche Textanordnungen auf der Wand platziert und untersucht. Im vierten Test wurden drei Bilder eines Motivs gezeigt, die in verschiedenen Verpixelungsstufen vorlagen und im letzten Test wurden verschieden komplexe Videos auf der Wand gezeigt. Im letzten Kapitel wurden die gewonnenen Ergebnisse interpretiert und ein Bezug zur Literatur hergestellt. Außerdem wurden Empfehlungen ausgesprochen, die Content Creators als Grundlage für die Produktion von Inhalt für die untersuchte LED-Wand dienen können und die Forschungsfrage konnte beantwortet werden.

## 7.1 Gemeinsamkeiten der Ergebnisse

Insgesamt wurde bei allen Tests, außer beim Text-Test, eine Diagonale in den entstandenen Heatmaps auf der Wand erkannt. Dies zeigt an, dass dieser Bereich besonders stark angesehen wurde. An den Positionen, von wo aus die Proband:innen schräg auf die Wand schauen (Eingangstür und Treppe oben) könnte die Diagonale eine Art Blickverlängerung sein, wie ein Lichtstrahl, ausgehend vom Auge der Proband:innen. Von den frontalen Positionen (Café und Mensaeingang) scheint die Treppe jeweils blickrichtungsweisend zu sein, da die gefundene Diagonale fast parallel zur Treppe verläuft. Die Diagonalen könnte man also für die Platzierung von wichtigen Inhalten nutzen, da die Menschen so auch schon günstig ausgerichtet sind, um genau entlang dieser Linie Inhalt wahrzunehmen. Dieser Punkt wurde durch [Huang et al. \(2008\)](#) und [Parker et al. \(2018\)](#) aufgezeigt und könnte daher auch in diesem Fall Anwendung finden.

Weiterhin wurde in mehr als einem Test die Wichtigkeit von Helligkeit deutlich. Hellere Bereiche wurden im Helligkeitstest länger und öfter betrachtet, als dunklere Bereiche. Außerdem wurde auch im Unschärfetest ein hellerer Bereich mehr beachtet als andere Bereiche. Da beim Helligkeitstest zusätzlich eine defekte Kachel, die mit 100 Prozent Helligkeit strahlte, während der Rest auf 48 Prozent eingestellt war, besonders auffiel und die Testumgebung sabotierte, kann daraus auf die Bedeutung von Helligkeit und resultierender Aufmerksamkeit geschlossen werden. Da dies auch durch die Literatur von [Huang et al. \(2008\)](#) und [Parker et al. \(2018\)](#) beobachtet wurde, kann dies als deutlicher Aufmerksamkeitsfaktor bewertet werden.

Sowohl im Helligkeitstest als auch im Unschärfetest konnte außerdem die Bedeutung von Kanten und hohen Kontrasten für die Aufmerksamkeit von Menschen herausgestellt werden. Da Menschen besonders gut darin sind, Kontraste und Kanten zu finden ([Sczepek 2011](#), [Mallot 2000](#)), werden diese häufiger und länger angesehen, da daraus Informationsgewinnung entsteht. Auch dieser Umstand sollte für möglichen Inhalt auf der Wand in Betracht gezogen werden.

Besonders beim Komplexe-Inhalte-Test als auch beim Text-Test ist außerdem die aufmerksamkeitserregende Wirkung von Gesichtern und Menschen deutlich geworden. Diese Arten von Inhalt ziehen die Blicke besonders auf sich und sollten daher unbedingt beachtet werden. Dieses Phänomen könnte außerdem mit der Kombination der Beobachtung von [Huang et al. \(2008\)](#) und [Parker et al. \(2018\)](#), dass Passant:innen ihre Aufmerksamkeit eher auf Displays lenkten, wenn sie sich dort selbst erkannten, genutzt werden. Dies könnte zum Beispiel in Form von Videos von den Passant:innen im Wirkungsbereich der LED-Wand erzielt werden. Um dies umzusetzen, müssten voraussichtlich die Persönlichkeitsrechte in solchen Situationen bedacht werden. Da die LED-Wand groß ist und von vielen Menschen von vielen unterschiedliche Positionen aus gesehen werden kann, ist es denkbar, dass nicht jeder:r wollen könnte, gefilmt und auf solch einer großen Fläche dargestellt zu werden.

Es konnten während der Tests auch viele Erkenntnisse über das Blickverhalten von Menschen auf der Wand gewonnen werden. So zeigte sich beispielsweise beim

Unschärfetest, dass Menschen ein typisches Suchverhalten in den Blicken zeigen, wenn sie den Inhalt nicht genau erkennen. Dies beinhaltete vor allem das Abscannen von Kanten, Kontrasten und Formen. Außerdem wurden in dem Zuge auch Bereiche auf der Wand fixiert, die eigentlich inhaltslos waren. Dies könnte man ebenfalls auch für die Erstellung von Inhalten für die Wand berücksichtigen. So könnte beispielsweise eine Art Schnitzeljagd auf der LED-Wand stattfinden, bei der anfangs alles undeutlich und schwer zu erkennen ist und auch in dunklen Bereichen Hinweise platzieren, wo als nächstes hingeschaut werden soll und der Inhalt nach und nach klarer zu erkennen wird.

Im Text-Test zeigte sich außerdem, dass Textblöcke weniger wahrscheinlich gelesen werden, als Lauftexte. Der Lauftext in dieser Arbeit mit normaler Geschwindigkeit (ca. 2,5 Wörter pro Sekunde) und so groß, dass er mindestens auf eine ganze Kachel passt, stellte sich als der beste heraus. Es muss dabei darauf geachtet werden, dass immer genügend Satzteile noch auf der LED-Wand zu sehen sind, damit die Leser:innen das typische Leseverhalten mit rückwärts laufenden Regressionen durchführen können, um den Text verstehen zu können.

Während des letzten Test wurde außerdem die Wichtigkeit des Kachelrasters für Aufmerksamkeit herausgearbeitet. Dieser Bereich auf der LED-Wand erzielte doppelt so viele Fixierungen und Fixierungsdauern, als auf der Vollfläche. Diese Feststellung sollte ebenfalls bei der Erstellung von Inhalten berücksichtigt werden. Da jedoch in dem Fall auch die Anzahl an Videos, die gleichzeitig auf der rechten Kachelrasterfläche lief viel höher war, könnte dies der eigentliche Grund dafür sein.

## 7.2 Auffälligkeiten

Während der Tests wurden eine Auffälligkeit festgestellt, wie zum Beispiel die Lichtspiele, die durch die automatische Jalousievorrichtung hervorgerufen wurden, wenn die Sonne geschienen hat. Diese wurden von einigen Proband:innen bemerkt. Sie lenken nicht stark vom Inhalt ab, sind jedoch auch eine Besonderheit, die man eventuell sogar auch für die Content-Erstellung auf der Wand nutzen könnte, indem sie in ein Video oder Bild integriert werden.

Weiterhin stellte sich während der Analyse der Eyetracking Daten eine Schwierigkeit. Bei der Auswertung der Eyetracking Aufnahmen wurden AoIs verwendet. Diese sind ein bewährtes Mittel bei der Eyetracking-Analyse, um genauere Aussagen über Blickverhalten zu erhalten. Das Erstellen von AoIs unterliegt jedoch keinen wissenschaftlichen Standards und werden daher meist subjektiv erstellt. Daher könnte es zum Beispiel sein, dass die AoIs für das Material, das für diese Arbeit ausgewertet wurde, von jemand anderem ganz anders aussehen würden. Vermutlich wären es dieselben Bereiche, diese könnten jedoch in Form und Größe unterschiedlich sein. Auf dieses Problem weisen auch [Hessels et al. \(2016\)](#) in ihrer Forschung hin und vergleichen verschiedene Formen und Größen von AoIs auf Gesichtern. Sie schließen damit, dass die unterschiedlichen Herangehensweisen sich am Ende nicht sonderlich unter-

scheiden und sehr ähnliche Ergebnisse liefern, weisen jedoch auch darauf hin, dass dies vorerst nur in ihrer Untersuchung gilt, die speziell für AoIs auf Gesichtern ausgelegt ist. In dieser Arbeit wurden AoIs auf Bereichen der LED-Wand erstellt. Da die Wand echte erfassbare Dimensionen und Grenzen hat, konnten diese als Anhaltspunkte für die meisten AoIs verwendet werden. Wenn es jedoch darum ging, beispielsweise die AoIs auf den Unschärfebildern zu erstellen, musste dies subjektiv geschehen, da es kaum Forschung darüber gibt, wie AoIs auf Eyetracking-Aufnahmen am besten und objektivsten erstellt werden.

### 7.3 Ausblick

In weiterführenden Untersuchungen könnte näher untersucht werden, warum die Blicke der Proband:innen beim letzten Komplexe-Inhalte-Test immer wieder zurück zum gleichbleibenden Video gekehrt sind. Ein Erklärungsansatz dafür ist das Suchen der zusammengehörigen Videos, bei dem immer wieder das bereits „gefundene“ Video fokussiert wird und dann ausgeschweift wird zu den wechselnden Videoteilen. Da dies jedoch bisher nur ein Erklärungsansatz ist und die bereits bestehende Forschung von [Crowe et al. \(2021\)](#) nicht vollständig dazu passt, würde dies noch Ausgangspunkte für weitere Untersuchungen bieten. Weiterhin könnten die anderen Sichtachsen, die in dieser Arbeit noch nicht behandelt worden sind, weiter untersucht werden. Besonders die Position auf der Treppe aus beiden Richtungen könnte ein interessanter Blickpunkt sein, da die Wand sich sehr nah an der Treppe befindet. Dadurch würde der Inhalt vermutlich eine andere Dynamik erhalten, da von der Treppe aus vermutlich nicht jeder Bereich optimal gesehen werden kann.

In einer zukünftigen Untersuchung könnte außerdem nochmals vertieft werden, ob die Aufmerksamkeit sich bei gleicher Verteilung von komplexen Videos auf der Vollfläche und dem Kachelraster angleicht. In dieser Arbeit wurde auf der Vollfläche immer nur ein Video angezeigt, auf dem Kachelraster jedoch mehrere gleichzeitig, was zu einer vielfach erhöhten Aufmerksamkeit auf dem Kachelraster führte. Weiterführend könnte in zukünftigen Untersuchungen außerdem noch ein Augenmerk auf die Anzahl der zeitgleichen, verschiedenen Videos gelegt werden und die Frage gestellt werden, ab wann es zu viele Videos werden. Es stellt sich auch die Frage, wie viele Videos gleichzeitig noch verkraftbar sind und ab wann es möglicherweise zu stressig wird.

Untersuchungen, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt worden sind, könnten in zukünftigen Forschungen auch nochmals bezüglich Farbe und Ton durchgeführt werden. Es wäre möglich, dass Farben ebenfalls wie Helligkeiten oder Kontraste besondere Aufmerksamkeit generieren. Weiterhin wäre es interessant zu sehen, wie Ton auf der LED-Wand integriert werden könnte. Dabei müsste natürlich beachtet werden, wer das Publikum ist und dass niemand durch den Ton gestört wird.

Weitere Möglichkeiten wären, diese Tests nochmal durchzuführen, ohne dass die Proband:innen den Grund für die Untersuchung erfahren. Dabei wäre es interessant zu sehen, ob das Verhalten ähnlich ist. In diesem Zuge könnte außerdem erforscht



## 7 Fazit

werden, ab wann Menschen sich durch LED-Wand gestört fühlen, beispielsweise wenn diese zu hell ist oder zu sehr flackert oder in zu grellen Farben leuchtet.

Insgesamt konnten viele Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen gewonnen werden und es sind Empfehlungen entstanden, die für die Erstellung von Content auf der LED-Wand berücksichtigt werden können. Diese Empfehlungen könnten als erste Grundlage verwendet werden. Es zeigt sich aber auch, dass das Forschungsfeld potenziell noch viel größer ist.





# A Material

## A.1.2 Snapshot 2

### Total Fixation Duration

SnapshotGrau2										
Total duration of	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:grey	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordin	
Recording010	1	2,70	0,36	1,18	1,16	0,74	0,36	8,10	6,98	141,04
Recording011	2	5,92	2,72	1,06	2,14	1,37	0,80	17,75	9,07	159,64
Recording012	3	5,46	0,58		4,88	1,26	0,56	16,37	14,47	153,70
Recording014	4	12,07	5,32	2,44	5,62	2,77	1,70	38,82	16,71	185,39
Recording015	5	9,57	1,18	2,28	6,12	1,69	0,58	28,72	17,65	154,52
Recording016	6	5,58	2,62	0,66	2,30	0,73	0,20	16,73	16,41	156,93
<b>Average</b>		6,88	2,13	1,52	3,70	1,43	0,70	21,08	13,55	158,54
<b>Share of Total Tin</b>		32,65	10,10	6,02	17,56					
<b>Percentage Fixate</b>		100,00	100,00	83,33	100,00					
<b>Variance</b>		11,27	3,44	0,62	4,35	0,58	0,28	118,76	19,81	214,17
<b>Standard Deviatc</b>		3,36	1,85	0,79	2,09	0,76	0,53	10,90	4,45	14,63

### Average Fixation Duration

SnapshotGrau										
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Total Time of Total Recordin		
Recording010	1	0,30	0,18	0,39	0,29	0,28	0,26	6,98	141,04	
Recording011	2	0,42	0,39	0,53	0,43	0,47	0,42	9,07	159,64	
Recording012	3	0,36	0,14		0,44	0,35	0,32	14,47	153,70	
Recording014	4	0,34	0,44	0,27	0,35	0,35	0,35	16,71	185,39	
Recording015	5	0,31	0,24	0,46	0,29	0,29	0,24	17,65	154,52	
Recording016	6	0,17	0,17	0,22	0,15	0,17	0,14	16,41	156,93	
<b>Average</b>		0,32	0,26	0,37	0,33	0,32	0,29	13,55	158,54	
<b>Variance</b>		0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	19,81	214,17	
<b>Standard Dev</b>		0,09	0,12	0,13	0,11	0,10	0,10	4,45	14,63	

### Fixation Count

SnapshotGrau2											
Number of fixations in /	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Sum	Total Time of Total Time of Total Recordin		
Recording010	1	9	2	3	4	2,45	1,00	27	16	6,98	141,04
Recording011	2	14	7	2	5	3,23	2,00	42	22	9,07	159,64
Recording012	3	15	4		11	3,46	2,00	45	32	14,47	153,70
Recording014	4	35	12	9	16	7,79	4,50	109	41	16,71	185,39
Recording015	5	31	5	5	21	5,47	3,00	93	49	17,65	154,52
Recording016	6	33	15	3	15	4,30	1,00	99	57	16,41	156,93
<b>Average</b>		22,83	7,50	4,40	12,00	4,45	2,25	69,17	36,17	13,55	158,54
<b>Percentage Fixed (%)</b>		100,00	100,00	83,33	100,00						
<b>Variance</b>		129,77	25,10	7,80	44,00	3,73	1,78	1228,97	249,37	19,81	214,17
<b>Standard Deviation (n-1)</b>		11,39	5,01	2,79	6,63	1,93	1,33	35,06	15,79	4,45	14,63

### Time to First Fixation

SnapshotGrau										
Time to first f	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Count	Total Recordin	
Recording010	1	0,00	0,00	0,28	0,98	1,84	0,86	11	141,04	
Recording011	2	0,38	1,24	2,14	0,38	3,57	2,14	13	159,64	
Recording012	3	0,00	0,42		0,00	4,78	5,80	13	153,70	
Recording014	4	0,10	0,70	0,10	1,86	3,91	2,53	14	185,39	
Recording015	5	0,00	1,62	4,00	0,00	2,95	2,08	17	154,52	
Recording016	6	0,12	0,12	1,62	2,20	6,64	6,50	23	156,93	
<b>Average</b>		0,10	0,68	1,63	0,90	3,95	3,32	15,17	158,54	
<b>Count</b>		6	6	5	6					
<b>Variance</b>		0,02	0,41	2,51	0,90	2,71	5,17	18,57	214,17	
<b>Standard Dev</b>		0,15	0,64	1,58	0,95	1,65	2,27	4,31	14,63	

### First Fixation Duration

## A Material

SnapshotGru									
Duration of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Count	Total Recordin
Recording010	1	0,26	0,26	0,52	0,20	0,30	0,26	11	141,04
Recording011	2	0,20	0,88	0,80	0,20	0,51	0,36	13	159,64
Recording012	3	0,16	0,08		0,16	0,26	0,20	13	153,70
Recording014	4	0,08	0,16	0,08	0,24	0,26	0,23	14	185,39
Recording015	5	0,54	0,08	0,48	0,54	0,30	0,26	17	154,52
Recording016	6	0,18	0,18	0,08	0,34	0,17	0,12	23	156,93
<b>Average</b>		0,24	0,27	0,39	0,28	0,30	0,24	15,17	158,54
<b>Count</b>		6	6	5	6				
<b>Variance</b>		0,03	0,09	0,10	0,02	0,01	0,01	18,57	214,17
<b>Standard Dev</b>		0,16	0,30	0,31	0,14	0,11	0,08	4,31	14,63

### Total Visit Duration

SnapshotGru									
Total duration	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordin
Recording010	1	2,86	0,36	1,20	1,18	0,76	0,36	8,32	6,98
Recording011	2	6,60	3,10	1,06	2,16	1,45	0,80	18,87	9,07
Recording012	3	5,62	0,60		4,92	1,28	0,56	16,61	14,47
Recording014	4	13,63	5,40	2,54	5,82	2,92	1,70	40,88	16,71
Recording015	5	10,41	1,24	2,30	6,38	1,77	0,62	30,08	17,65
Recording016	6	9,09	3,42	0,66	3,24	0,96	0,22	22,05	16,41
<b>Average</b>		8,04	2,35	1,55	3,95	1,52	0,71	22,80	13,55
<b>Share of Total</b>		35,24	10,32	5,67	17,31				
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00	83,33	100,00				
<b>Variance</b>		14,56	3,85	0,67	4,34	0,60	0,28	128,78	19,81
<b>Standard Dev</b>		3,82	1,96	0,82	2,08	0,77	0,53	11,35	4,45

### Average Visit Duration

SnapshotGru									
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordin
Recording010	1	0,95	0,18	0,60	0,39	0,39	0,26	4,24	6,98
Recording011	2	1,65	0,62	0,53	0,54	0,61	0,54	7,93	9,07
Recording012	3	0,56	0,20		0,55	0,39	0,32	5,03	14,47
Recording014	4	2,27	0,54	0,42	0,48	0,54	0,44	7,54	16,71
Recording015	5	0,95	0,31	0,57	0,43	0,37	0,31	6,25	17,65
Recording016	6	0,91	0,38	0,22	0,40	0,23	0,18	5,21	16,41
<b>Average</b>		1,22	0,37	0,47	0,47	0,42	0,34	6,03	13,55
<b>Variance</b>		0,39	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02	2,16	19,81
<b>Standard Dev</b>		0,63	0,18	0,15	0,07	0,14	0,13	1,47	4,45

### Visit Count

SnapshotGru									
Number of Vi	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:gr	LED Wand:wf	Average	Median		
Recording010	1		3	2	2			3	1,64
Recording011	2		4	5	2			4	2,08
Recording012	3		10	3				9	2,77
Recording014	4		6	10	6			12	4,79
Recording015	5		11	4	4			15	3,65
Recording016	6		10	9	3			8	2,61
<b>Average</b>			7,33	5,50	3,40			8,50	2,92
<b>Percentage Fi</b>			100,00	100,00	83,33			100,00	
<b>Variance</b>			11,87	10,70	2,80			21,10	1,30
<b>Standard Dev</b>			3,44	3,27	1,67			4,59	1,28

### A.1.3 Snapshot 3

#### Total Fixation Duration

SnapshotGrua											
Total duration of fixation in AOI	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:grey	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordin	
Recording017	1	3,22	0,52	1,38	1,32	0,97	0,52	9,65	5,50	142,33	
Recording018	2	5,48	1,38	2,70	1,40	2,05	1,39	16,43	10,47	168,15	
Recording019	3	7,78	0,68	3,32	3,78	2,12	1,38	23,33	12,49	130,49	
Recording020	4	4,82	2,86	1,58	0,38	1,61	1,58	14,45	9,77	142,50	
Recording021	5	10,41	2,20	4,64	3,58	3,12	2,20	31,24	13,71	187,38	
Recording022	6	6,10	0,12	2,80	3,18	1,83	1,30	18,29	14,41	150,47	
<b>Average</b>		6,30	1,29	2,74	2,27	1,95	1,39	18,90	11,06	153,55	
Share of Total Time (%)		33,33	6,84	14,47	12,02						
Percentage Fixeded (%)		100,00	100,00	100,00	100,00						
Variance		6,30	1,13	1,43	2,01	0,50	0,29	56,73	10,65	429,43	
Standard Deviation (n-1)		2,51	1,06	1,19	1,42	0,71	0,54	7,53	3,26	20,72	

#### Average Fixation Duration

SnapshotGrua											
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wl	Average	Median	Total Time of	Total Recordin		
Recording017	1	0,20	0,26	0,20	0,19	0,21	0,20	5,50	142,33		
Recording018	2	0,32	0,34	0,39	0,23	0,31	0,33	10,47	168,15		
Recording019	3	0,32	0,68	0,28	0,34	0,37	0,32	12,49	130,49		
Recording020	4	0,28	0,48	0,20	0,13	0,24	0,20	9,77	142,50		
Recording021	5	0,30	0,24	0,29	0,36	0,32	0,29	13,71	187,38		
Recording022	6	0,17	0,12	0,17	0,17	0,17	0,17	14,41	150,47		
<b>Average</b>		0,27	0,35	0,25	0,24	0,27	0,25	11,06	153,55		
Variance		0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	10,65	429,43		
Standard Dev		0,07	0,20	0,08	0,10	0,08	0,07	3,26	20,72		

#### Fixation Count

SnapshotGrua											
Number of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wl	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Time of	Total Recordin
Recording017	1	16	2	7	7	4,80	2,00	48	21	5,50	142,33
Recording018	2	17	4	7	6	6,38	5,00	51	32	10,47	168,15
Recording019	3	24	1	12	11	6,55	3,00	72	33	12,49	130,49
Recording020	4	17	6	8	3	5,67	6,00	51	29	9,77	142,50
Recording021	5	35	9	16	10	10,50	9,00	105	40	13,71	187,38
Recording022	6	36	1	16	19	10,80	8,00	108	47	14,41	150,47
<b>Average</b>		24,17	3,83	11,00	9,33	7,45	5,50	72,50	33,67	11,06	153,55
Percentage Fi		100,00	100,00	100,00	100,00						
Variance		85,37	10,17	18,40	30,67	6,54	7,50	768,30	80,67	10,65	429,43
Standard Dev		9,24	3,19	4,29	5,54	2,56	2,74	27,72	8,98	3,26	20,72

#### Time to First Fixation

SnapshotGrua											
Time to first f	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wl	Average	Median	Count	Total Recordin		
Recording017	1	0,12	0,34	0,12	1,40	1,31	0,87	10	142,33		
Recording018	2	0,12	1,20	0,12	5,04	2,38	1,20	8	168,15		
Recording019	3	0,54	3,46	0,54	1,72	3,27	2,48	11	130,49		
Recording020	4	0,00	0,00	0,68	1,82	1,65	0,68	9	142,50		
Recording021	5	0,04	0,04	0,40	1,16	0,95	0,78	10	187,38		
Recording022	6	0,04	3,88	1,80	0,04	2,15	1,80	10	150,47		
<b>Average</b>		0,14	1,49	0,61	1,86	1,95	1,30	9,67	153,55		
Count		6	6	6	6						
Variance		0,04	3,06	0,39	2,83	0,70	0,50	1,07	429,43		
Standard Dev		0,20	1,75	0,62	1,68	0,83	0,71	1,03	20,72		

#### First Fixation Duration

## A Material

SnapshotGru									
Duration of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gri	LED Wand:wlf	Average	Median	Count	Total Recordin
Recording017	1	0,08	0,30	0,08	0,32	0,21	0,25	10	142,33
Recording018	2	0,76	0,60	0,76	0,20	0,49	0,60	8	168,15
Recording019	3	0,18	0,68	0,18	0,24	0,30	0,24	11	130,49
Recording020	4	0,16	0,16	0,30	0,14	0,18	0,16	9	142,50
Recording021	5	0,32	0,32	0,30	0,22	0,33	0,30	10	187,38
Recording022	6	0,24	0,12	0,12	0,24	0,18	0,13	10	150,47
<b>Average</b>		0,29	0,36	0,29	0,23	0,28	0,28	9,67	153,55
<b>Count</b>		6	6	6	6				
<b>Variance</b>		0,06	0,05	0,06	0,00	0,02	0,03	1,07	429,43
<b>Standard Dev</b>		0,24	0,23	0,25	0,06	0,12	0,17	1,03	20,72

### Total Visit Duration

SnapshotGru											
Total duration	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gri	LED Wand:wlf	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordin	
Recording017	1	3,92	0,52	1,50	1,72	1,12	0,52	11,17	5,50	142,33	
Recording018	2	5,88	1,42	2,78	1,44	2,14	1,43	17,11	10,47	168,15	
Recording019	3	9,23	0,68	3,58	4,18	2,34	1,38	25,72	12,49	130,49	
Recording020	4	5,60	3,00	1,70	0,38	1,75	1,70	15,75	9,77	142,50	
Recording021	5	11,59	2,44	4,88	3,74	3,35	2,44	33,54	13,71	187,38	
Recording022	6	9,69	0,12	4,56	3,48	2,59	1,41	25,92	14,41	150,47	
<b>Average</b>		7,65	1,36	3,16	2,49	2,22	1,48	21,54	11,06	153,55	
<b>Share of Tota</b>		35,53	6,33	14,69	11,55						
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00	100,00	100,00						
<b>Variance</b>		8,71	1,31	2,02	2,31	0,58	0,38	68,27	10,65	429,43	
<b>Standard Dev</b>		2,95	1,15	1,42	1,52	0,76	0,62	8,26	3,26	20,72	

### Average Visit Duration

SnapshotGru									
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gri	LED Wand:wlf	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordin
Recording017	1	0,98	0,26	0,37	0,86	0,43	0,35	4,27	5,50
Recording018	2	0,98	0,47	0,56	0,36	0,48	0,47	3,82	10,47
Recording019	3	1,54	0,68	0,45	0,60	0,56	0,46	6,14	12,49
Recording020	4	0,80	0,60	0,34	0,13	0,35	0,34	3,18	9,77
Recording021	5	1,93	0,61	0,61	0,75	0,66	0,61	6,64	13,71
Recording022	6	0,97	0,12	0,91	0,27	0,42	0,28	4,25	14,41
<b>Average</b>		1,20	0,46	0,54	0,49	0,48	0,42	4,72	11,06
<b>Variance</b>		0,19	0,05	0,04	0,08	0,01	0,01	1,86	10,65
<b>Standard Dev</b>		0,44	0,22	0,21	0,29	0,11	0,12	1,36	3,26

### Visit Count

SnapshotGru							
Number of Vi	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gri	LED Wand:wlf	Average	Median
Recording017	1	4	2	4	2	2,40	2,00
Recording018	2	6	3	5	4	4,00	4,00
Recording019	3	6	1	8	7	3,73	3,00
Recording020	4	7	5	5	3	3,67	5,00
Recording021	5	6	4	8	5	4,50	4,00
Recording022	6	10	1	5	13	4,90	4,50
<b>Average</b>		6,50	2,67	5,83	5,67	3,87	3,75
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00	100,00	100,00		
<b>Variance</b>		3,90	2,67	2,97	15,87	0,74	1,18
<b>Standard Dev</b>		1,97	1,63	1,72	3,98	0,86	1,08





## A Material

### Total Visit Duration

SnapshotGrau										
Total duration	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wh	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recording
Recording023	1	23,15	0,54	7,16	14,61	8,47	6,98	67,72	30,94	199,57
Recording024	2	7,64	0,24	1,14	5,90	3,17	1,14	22,19	9,31	162,30
Recording025	3	9,53	1,36	2,56	5,32	2,53	1,36	27,86	12,39	138,13
Recording026	4	2,40	0,28	0,66	1,32	0,99	0,66	6,92	4,28	130,31
Recording028	5	7,00	0,60	3,36	2,88	2,06	1,48	20,63	10,29	139,97
<b>Average</b>		9,94	0,60	2,97	6,00	3,44	2,32	29,06	13,44	154,06
<b>Share of Total</b>		34,21	2,08	10,23	20,66					
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00	100,00	100,00					
<b>Variance</b>		61,36	0,20	6,63	26,57	8,51	6,86	526,19	104,57	788,91
<b>Standard Dev</b>		7,83	0,45	2,58	5,15	2,92	2,62	22,94	10,23	28,09

### Average Visit Duration

SnapshotGrau										
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wh	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recording
Recording023	1	1,93	0,18	0,55	1,46	0,83	0,54	6,60	30,94	199,57
Recording024	2	1,91	0,24	0,28	1,97	0,98	0,28	6,89	9,31	162,30
Recording025	3	1,06	0,34	0,37	1,33	0,51	0,28	5,56	12,39	138,13
Recording026	4	0,80	0,28	0,22	1,32	0,63	0,28	4,44	4,28	130,31
Recording028	5	1,40	0,60	0,84	0,72	0,66	0,66	6,62	10,29	139,97
<b>Average</b>		1,42	0,33	0,45	1,36	0,72	0,41	6,02	13,44	154,06
<b>Variance</b>		0,25	0,03	0,06	0,20	0,03	0,03	1,04	104,57	788,91
<b>Standard Dev</b>		0,50	0,16	0,25	0,44	0,19	0,18	1,02	10,23	28,09

### Visit Count

SnapshotGrau							
Number of Vi	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:gr	LED Wand:wh	Average	Median
Recording023	1	12	3	13	10	8,13	10,00
Recording024	2	4	1	4	3	2,86	3,00
Recording025	3	9	4	7	4	4,00	4,00
Recording026	4	3	1	3	1	1,86	1,00
Recording028	5	5	1	4	4	2,50	2,00
<b>Average</b>		6,60	2,00	6,20	4,40	3,87	4,00
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00	100,00	100,00		
<b>Variance</b>		14,30	2,00	16,70	11,30	6,27	12,50
<b>Standard Dev</b>		3,78	1,41	4,09	3,36	2,50	3,54

## A.1.5 Snapshot 5

### Total Fixation Duration

SnapshotGrau5										
Total duration of fixation in AOI	Participant	LED Wand	LED Wand:blk	LED Wand:wh	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recording	
Recording029	1	5,18	3,14	2,04	1,94	1,73	15,53	10,87	184,22	
Recording030	2	3,06	0,56	2,50	1,15	0,61	9,17	13,31	148,74	
Recording031	3	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,78	6,06	135,08	
Recording032	4	5,56	4,16	1,40	3,33	4,16	16,67	19,43	195,11	
Recording033	5	4,46	3,04	1,42	2,67	3,04	13,37	11,09	143,70	
Recording034	6								194,83	
<b>Average</b>		3,70	2,72	1,52	1,87	1,96	11,11	12,15	166,95	
<b>Share of Total Time (%)</b>		33,33	19,62	13,71						
<b>Percentage Fixated (%)</b>		100,00	80,00	100,00						
<b>Variance</b>		4,61	2,34	0,71	1,48	2,69	41,51	23,55	751,27	
<b>Standard Deviation (n-1)</b>		2,15	1,53	0,84	1,22	1,64	6,44	4,85	27,41	

### Average Fixation Duration

## A Material

SnapshotGraum									
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:wh	Average	Median	Total Time of	Total Recordin	
Recording029	1	0,30	0,35	0,25	0,27	0,29	10,87	184,22	
Recording030	2	0,12	0,14	0,12	0,13	0,12	13,31	148,74	
Recording031	3	0,13		0,13	0,13	0,13	6,06	135,08	
Recording032	4	0,33	0,32	0,35	0,33	0,33	19,43	195,11	
Recording033	5	0,30	0,34	0,24	0,29	0,30	11,09	143,70	
Recording034	6							194,83	
<b>Average</b>		0,24	0,29	0,22	0,23	0,23	12,15	166,95	
<b>Variance</b>		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	23,55	751,27	
<b>Standard Dev</b>		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	4,85	27,41	

### Fixation Count

SnapshotGraum										
Number of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:wh	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Time of	Total Recordin
Recording029	1	17	9	8	6,38	6,50	51	27	10,87	184,22
Recording030	2	25	4	21	9,38	4,00	75	29	13,31	148,74
Recording031	3	2		2	2,00	2,00	6	15	6,06	135,08
Recording032	4	17	13	4	10,20	13,00	51	43	19,43	195,11
Recording033	5	15	9	6	9,00	9,00	45	29	11,09	143,70
Recording034	6									194,83
<b>Average</b>		15,20	8,75	8,20	7,39	6,90	45,60	28,60	12,15	166,95
<b>Percentage Fi</b>		100,00	80,00	100,00						
<b>Variance</b>		69,20	13,58	56,20	11,13	18,55	622,80	98,80	23,55	751,27
<b>Standard Dev</b>		8,32	3,69	7,50	3,34	4,31	24,96	9,94	4,85	27,41

### Time to First Fixation

SnapshotGraum									
Time to first f	Participant	LED Wand	LED Wand:bl	LED Wand:wh	Average	Median	Count	Total Recordin	
Recording029	1	0,30	0,30	3,20	3,01	3,20	8	184,22	
Recording030	2	0,42	0,42	1,74	2,51	1,74	8	148,74	
Recording031	3	0,00		0,00	0,00	0,00	3	135,08	
Recording032	4	0,00	0,00	2,16	0,86	0,00	5	195,11	
Recording033	5	0,48	0,48	3,46	1,67	0,48	5	143,70	
Recording034	6						0	194,83	
<b>Average</b>		0,24	0,30	2,11	1,61	1,08	4,83	166,95	
<b>Count</b>		5	4	5					
<b>Variance</b>		0,05	0,05	1,90	1,48	1,90	9,37	751,27	
<b>Standard Dev</b>		0,23	0,21	1,38	1,22	1,38	3,06	27,41	

### First Fixation Duration

SnapshotGraum									
Duration of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Count	Total Recording Dura	
Recording029	1	0,34	0,34	0,20	0,25	0,27	8	184,22	
Recording030	2	0,12	0,12	0,08	0,11	0,12	8	148,74	
Recording031	3	0,14		0,14	0,14	0,14	3	135,08	
Recording032	4	0,70	0,70	0,38	0,57	0,70	5	195,11	
Recording033	5	0,36	0,36	0,08	0,25	0,36	5	143,70	
Recording034	6						0	194,83	
<b>Average</b>		0,33	0,38	0,18	0,27	0,32	4,83	166,95	
<b>Count</b>		5	4	5					
<b>Variance</b>		0,05	0,06	0,02	0,03	0,06	9,37	751,27	
<b>Standard Dev</b>		0,23	0,24	0,12	0,18	0,23	3,06	27,41	

### Total Visit Duration

## A Material

SnapshotGrau										
Total duration	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recording		
Recording029	1	5,70	3,40	2,22	2,10	1,84	16,79	10,87	184,22	
Recording030	2	10,39	0,68	7,50	3,19	1,08	25,52	13,31	148,74	
Recording031	3	0,26		0,26	0,26	0,26	0,78	6,06	135,08	
Recording032	4	5,96	4,46	1,40	3,53	4,46	17,67	19,43	195,11	
Recording033	5	4,74	3,14	1,46	2,79	3,14	13,93	11,09	143,70	
Recording034	6								194,83	
<b>Average</b>		5,41	2,92	2,57	2,37	2,15	14,94	12,15	166,95	
<b>Share of Total</b>		36,21	15,63	17,18						
<b>Percentage Fixated</b>		100,00	80,00	100,00						
<b>Variance</b>		13,05	2,55	8,08	1,68	2,78	81,11	23,55	751,27	
<b>Standard Dev</b>		3,61	1,60	2,84	1,30	1,67	9,01	4,85	27,41	

### Average Visit Duration

SnapshotGrau										
Average duration	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recording		
Recording029	1	1,14	1,13	0,55	0,62	0,47	4,94	10,87	184,22	
Recording030	2	2,08	0,23	1,25	0,70	0,48	5,64	13,31	148,74	
Recording031	3	0,13		0,13	0,13	0,13	0,39	6,06	135,08	
Recording032	4	0,74	0,74	0,35	0,59	0,74	2,93	19,43	195,11	
Recording033	5	0,68	0,78	0,29	0,57	0,68	2,83	11,09	143,70	
Recording034	6								194,83	
<b>Average</b>		0,95	0,72	0,52	0,52	0,50	3,35	12,15	166,95	
<b>Variance</b>		0,52	0,14	0,19	0,05	0,06	4,25	23,55	751,27	
<b>Standard Dev</b>		0,72	0,37	0,44	0,22	0,24	2,06	4,85	27,41	

### Visit Count

SnapshotGrau						
Number of Visits	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median
Recording029	1	5	3	4	2,75	3,00
Recording030	2	5	3	6	3,63	3,00
Recording031	3	2		2	2,00	2,00
Recording032	4	8	6	4	5,60	6,00
Recording033	5	7	4	5	5,00	5,00
Recording034	6					
<b>Average</b>		5,40	4,00	4,20	3,80	3,80
<b>Percentage Fixated</b>		100,00	80,00	100,00		
<b>Variance</b>		5,30	2,00	2,20	2,26	2,70
<b>Standard Dev</b>		2,30	1,41	1,48	1,50	1,64

## A.1.6 Snapshot 6

### Total Fixation Duration

SnapshotGrau6										
Total duration of fixation in AOI	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recording		
Recording034	1	12,43	2,24	10,19	6,22	6,22	37,30	20,75	194,83	
Recording035	2	6,76	0,40	6,36	4,05	6,36	20,27	11,35	166,63	
Recording036	3	6,54	2,04	4,50	3,27	3,27	19,61	11,89	125,88	
Recording037	4	2,80		2,80	2,80	2,80	8,39	5,40	141,82	
Recording038	5	3,26	0,64	2,62	1,63	1,63	9,77	12,61	157,15	
Recording039	6	7,82	0,36	7,46	4,69	7,46	23,45	8,75	135,68	
<b>Average</b>		6,60	1,14	5,65	3,78	4,62	19,80	11,79	153,67	
<b>Share of Total Time (%)</b>		33,33	4,78	28,55						
<b>Percentage Fixated (%)</b>		100,00	83,33	100,00						
<b>Variance</b>		12,23	0,86	8,61	2,54	5,54	110,06	26,24	622,20	
<b>Standard Deviation (n-1)</b>		3,50	0,92	2,93	1,59	2,35	10,49	5,12	24,94	

### Average Fixation Duration

## A Material

SnapshotGrau									
Average dura	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Total Time of Total Recordin		
Recording034	1		0,34	0,28	0,35	0,30	0,32	20,75	194,83
Recording035	2		0,31	0,20	0,32	0,27	0,31	11,35	166,63
Recording036	3		0,47	0,34	0,56	0,42	0,44	11,89	125,88
Recording037	4		0,40		0,40	0,40	0,40	5,40	141,82
Recording038	5		0,14	0,13	0,15	0,13	0,14	12,61	157,15
Recording039	6		0,65	0,36	0,68	0,55	0,65	8,75	135,68
<b>Average</b>			0,38	0,26	0,41	0,35	0,38	11,79	153,67
<b>Variance</b>			0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	26,24	622,20
<b>Standard Dev</b>			0,17	0,10	0,19	0,14	0,17	5,12	24,94

### Fixation Count

SnapshotGrau6									
Number of fixat	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Int	Total Time of Total Recording D
Recording034	1		37	8	29	18,50	18,50	111	194,83
Recording035	2		22	2	20	13,20	20,00	66	166,63
Recording036	3		14	6	8	7,00	7,00	42	125,88
Recording037	4		7		7	7,00	7,00	21	141,82
Recording038	5		23	5	18	11,50	11,50	69	157,15
Recording039	6		12	1	11	7,20	11,00	36	135,68
<b>Average</b>			19,17	4,40	15,50	10,73	12,50	57,50	153,67
<b>Percentage Fixate</b>			100,00	83,33	100,00				
<b>Variance</b>			113,37	8,30	71,50	21,47	31,20	1020,30	622,20
<b>Standard Deviat</b>			10,65	2,88	8,46	4,63	5,59	31,94	24,94

### Time to First Fixation

SnapshotGrau									
Time to first f	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Count	Total Recording D	
Recording034	1		0,00	0,48	0,00	2,03	0,24	6	194,83
Recording035	2		0,00	3,02	0,00	1,21	0,00	5	166,63
Recording036	3		1,62	5,02	1,62	3,47	3,32	6	125,88
Recording037	4		0,00		0,00	0,00	0,00	3	141,82
Recording038	5		0,60	0,60	1,92	2,18	1,26	6	157,15
Recording039	6		0,00	6,04	0,00	2,41	0,00	5	135,68
<b>Average</b>			0,37	3,03	0,59	1,88	0,80	5,17	153,67
<b>Count</b>			6	5	6				
<b>Variance</b>			0,43	6,35	0,84	1,38	1,76	1,37	622,20
<b>Standard Dev</b>			0,66	2,52	0,92	1,18	1,33	1,17	24,94

### First Fixation Duration

SnapshotGrau									
Duration of fi	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Count	Total Recording Du	
Recording034	1		0,24	0,32	0,24	0,26	0,24	6	194,83
Recording035	2		0,20	0,28	0,20	0,23	0,20	5	166,63
Recording036	3		2,76	0,42	2,76	1,53	1,59	6	125,88
Recording037	4		0,24		0,24	0,24	0,24	3	141,82
Recording038	5		0,08	0,08	0,14	0,10	0,08	6	157,15
Recording039	6		1,18	0,36	1,18	0,85	1,18	5	135,68
<b>Average</b>			0,78	0,29	0,79	0,54	0,59	5,17	153,67
<b>Count</b>			6	5	6				
<b>Variance</b>			1,10	0,02	1,08	0,31	0,40	1,37	622,20
<b>Standard Dev</b>			1,05	0,13	1,04	0,56	0,63	1,17	24,94

### Total Visit Duration

SnapshotGrau									
Total duratio	Participant	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Inte	Total Recording D
Recording034	1		14,35	2,24	11,55	6,99	6,90	41,94	194,83
Recording035	2		7,54	0,40	7,04	4,48	7,04	22,41	166,63
Recording036	3		7,02	2,08	4,66	3,41	3,37	20,45	125,88
Recording037	4		3,36		3,36	3,36	3,36	10,07	141,82
Recording038	5		8,42	0,64	6,88	3,91	3,76	23,45	157,15
Recording039	6		8,22	0,36	7,84	4,92	7,84	24,61	135,68
<b>Average</b>			8,15	1,14	6,89	4,51	5,38	23,82	153,67
<b>Share of Tota</b>			34,21	4,00	28,91				
<b>Percentage Fi</b>			100,00	83,33	100,00				
<b>Variance</b>			12,63	0,87	8,02	1,84	4,37	106,25	622,20
<b>Standard Dev</b>			3,55	0,93	2,83	1,36	2,09	10,31	24,94

### Average Visit Duration

## A Material

SnapshotGrau	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median	Sum	Total Time of Inte	Total Recording D
Average dura Participant								
Recording034 1	1,59	0,28	0,96	0,72	0,63	4,31	20,75	194,83
Recording035 2	1,26	0,20	1,01	0,73	1,01	3,67	11,35	166,63
Recording036 3	1,17	0,42	1,16	0,75	0,79	4,52	11,89	125,88
Recording037 4	1,12		1,12	1,12	1,12	3,36	5,40	141,82
Recording038 5	2,10	0,13	3,44	1,55	1,12	9,33	12,61	157,15
Recording039 6	4,11	0,36	3,92	2,53	3,92	12,66	8,75	135,68
<b>Average</b>	1,89	0,28	1,93	1,24	1,43	6,31	11,79	153,67
<b>Variance</b>	1,31	0,01	1,85	0,51	1,52	14,47	26,24	622,20
<b>Standard Dev</b>	1,15	0,12	1,36	0,71	1,23	3,80	5,12	24,94

### Visit Count

SnapshotGrau	LED Wand	LED Wand:black	LED Wand:white	Average	Median
Number of Vi Participant					
Recording034 1	9	8	12	8,17	8,50
Recording035 2	6	2	7	4,80	6,00
Recording036 3	6	5	4	4,17	4,00
Recording037 4	3		3	3,00	3,00
Recording038 5	4	5	2	3,00	3,00
Recording039 6	2	1	2	1,60	2,00
<b>Average</b>	5,00	4,20	5,00	4,12	4,42
<b>Percentage Fi</b>	100,00	83,33	100,00		
<b>Variance</b>	6,40	7,70	15,20	5,14	5,84
<b>Standard Dev</b>	2,53	2,77	3,90	2,27	2,42

## A.2 Text

### A.2.1 Snapshot 1

#### Total Fixation Duration

Total duration Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordin
Recording001 1	0,80	0,34	1,92	1,02	0,80	3,06	8,68
Recording002 2	4,10	2,16	5,24	3,83	4,10	11,49	15,99
Recording003 3	3,44	1,54	6,26	3,74	3,44	11,23	11,05
Recording004 4	3,88	2,70	3,66	3,41	3,66	10,23	9,17
Recording005 5	2,96	1,86	6,66	3,82	2,96	11,47	13,77
<b>Average</b>	3,03	1,72	4,75	3,17	2,99	9,50	11,73
<b>Share of Total</b>	31,94	18,10	49,96				
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00				
<b>Variance</b>	1,75	0,78	3,84	1,47	1,67	13,23	9,66
<b>Standard Dev</b>	1,32	0,88	1,96	1,21	1,29	3,64	3,11

#### Average Fixation Duration

Average dura Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Total Time of Total Recordin
Recording001 1	0,27	0,17	0,96	0,47	0,27	8,68
Recording002 2	0,59	0,72	0,75	0,68	0,72	15,99
Recording003 3	0,86	0,77	0,39	0,67	0,77	11,05
Recording004 4	0,97	0,90	0,73	0,87	0,90	9,17
Recording005 5	0,33	0,37	0,37	0,36	0,37	13,77
<b>Average</b>	0,60	0,59	0,64	0,61	0,60	11,73
<b>Variance</b>	0,10	0,09	0,06	0,04	0,07	9,66
<b>Standard Dev</b>	0,31	0,30	0,25	0,20	0,27	3,11

#### Fixation Count

## A Material

Number of fix Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Time of	Total Recordir
Recording001 1	3	2	2	2,33	2,00	7	15	8,68	105,22
Recording002 2	7	3	7	5,67	7,00	17	28	15,99	141,59
Recording003 3	4	2	16	7,33	4,00	22	22	11,05	174,48
Recording004 4	4	3	5	4,00	4,00	12	12	9,17	145,61
Recording005 5	9	5	18	10,67	9,00	32	33	13,77	139,77
<b>Average</b>	5,40	3,00	9,60	6,00	5,20	18,00	22,00	11,73	141,33
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00						
<b>Variance</b>	6,30	1,50	49,30	10,28	7,70	92,50	76,50	9,66	605,98
<b>Standard Dev</b>	2,51	1,22	7,02	3,21	2,77	9,62	8,75	3,11	24,62

### Time to First Fixation

Time to first f Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Count	Total Recordir
Recording001 1	0,42	0,42	1,60	0,48	0,42	3	105,22
Recording002 2	0,54	0,54	0,80	0,36	0,54	3	141,59
Recording003 3	0,80	1,76	0,70	0,85	0,80	3	174,48
Recording004 4	0,38	0,38	1,30	0,29	0,38	3	145,61
Recording005 5	0,00	1,88	1,34	1,07	1,34	3	139,77
<b>Average</b>	0,43	1,00	1,15	0,61	0,70	3,00	141,33
<b>Count</b>	5	5	5				
<b>Variance</b>	0,08	0,57	0,33	0,11	0,16	0,00	605,98
<b>Standard Dev</b>	0,29	0,76	0,57	0,34	0,40	0,00	24,62

### First Fixation Duration

Duration of fi Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Count	Total Recordir
Recording001 1	0,14	0,14	1,14	0,47	0,14	3	105,22
Recording002 2	1,12	1,12	0,50	0,91	1,12	3	141,59
Recording003 3	0,66	0,90	0,76	0,77	0,76	3	174,48
Recording004 4	1,28	1,28	0,22	0,93	1,28	3	145,61
Recording005 5	0,68	0,52	0,50	0,57	0,52	3	139,77
<b>Average</b>	0,78	0,79	0,62	0,73	0,76	3,00	141,33
<b>Count</b>	5	5	5				
<b>Variance</b>	0,20	0,21	0,12	0,04	0,21	0,00	605,98
<b>Standard Dev</b>	0,45	0,46	0,35	0,20	0,46	0,00	24,62

### Total Visit Duration

Total duration Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordir
Recording001 1	0,80	0,34	1,92	1,02	0,80	3,06	8,68	105,22
Recording002 2	4,14	2,16	5,32	3,87	4,14	11,61	15,99	141,59
Recording003 3	3,44	1,54	6,56	3,84	3,44	11,53	11,05	174,48
Recording004 4	3,90	2,72	3,94	3,52	3,90	10,55	9,17	145,61
Recording005 5	3,08	1,86	7,12	4,02	3,08	12,05	13,77	139,77
<b>Average</b>	3,07	1,72	4,97	3,25	3,07	9,76	11,73	141,33
<b>Share of Tota</b>	31,45	17,65	50,90					
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00					
<b>Variance</b>	1,78	0,79	4,40	1,59	1,78	14,34	9,66	605,98
<b>Standard Dev</b>	1,33	0,89	2,10	1,26	1,33	3,79	3,11	24,62

### Average Visit Duration

Average dura Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordir
Recording001 1	0,27	0,17	0,96	0,47	0,27	1,40	8,68	105,22
Recording002 2	0,83	0,72	1,33	0,96	0,83	2,88	15,99	141,59
Recording003 3	0,86	0,77	1,64	1,09	0,86	3,27	11,05	174,48
Recording004 4	1,30	1,36	1,31	1,32	1,31	3,97	9,17	145,61
Recording005 5	0,44	0,37	1,02	0,61	0,44	1,83	13,77	139,77
<b>Average</b>	0,74	0,68	1,25	0,89	0,74	2,67	11,73	141,33
<b>Variance</b>	0,16	0,21	0,08	0,12	0,17	1,11	9,66	605,98
<b>Standard Dev</b>	0,40	0,45	0,27	0,35	0,41	1,05	3,11	24,62

### Visit Count

## A Material

Number of Vi Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median
Recording001 1	3	2	2	2,33	2,00
Recording002 2	5	3	4	4,00	4,00
Recording003 3	4	2	4	3,33	4,00
Recording004 4	3	2	3	2,67	3,00
Recording005 5	7	5	7	6,33	7,00
<b>Average</b>	4,40	2,80	4,00	3,73	4,00
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00		
<b>Variance</b>	2,80	1,70	3,50	2,52	3,50
<b>Standard Dev</b>	1,67	1,30	1,87	1,59	1,87

### A.2.2 Snapshot 2

#### Total Fixation Duration

Total duration Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordir
Recording006 1	1,46	1,14	2,10	1,57	1,46	4,70	6,86 144,17
Recording007 2	3,48	3,02	2,98	3,16	3,02	9,47	16,01 146,26
Recording008 3	0,10	0,10	3,22	1,14	0,10	3,42	5,70 121,39
Recording009 4	2,20	0,34	1,86	1,47	1,86	4,40	14,33 142,03
Recording010 5	9,13	4,28	4,12	5,84	4,28	17,53	17,09 157,91
Recording011 6	1,22	1,02	6,24	2,83	1,22	8,48	8,20 162,44
<b>Average</b>	2,93	1,65	3,42	2,67	1,99	8,00	11,36 145,70
<b>Share of Tota</b>	36,65	20,62	42,73				
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00				
<b>Variance</b>	10,49	2,71	2,57	3,07	2,15	27,62	25,13 207,30
<b>Standard Dev</b>	3,24	1,65	1,60	1,75	1,47	5,26	5,01 14,40

#### Average Fixation Duration

Average dura Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Total Time of Total Recordir
Recording006 1	0,36	0,38	0,30	0,35	0,36	6,86 144,17
Recording007 2	0,39	0,43	0,43	0,41	0,43	16,01 146,26
Recording008 3	0,10	0,10	0,46	0,22	0,10	5,70 121,39
Recording009 4	0,18	0,11	0,13	0,14	0,13	14,33 142,03
Recording010 5	0,61	0,86	0,69	0,72	0,69	17,09 157,91
Recording011 6	0,41	0,51	0,69	0,54	0,51	8,20 162,44
<b>Average</b>	0,34	0,40	0,45	0,40	0,37	11,36 145,70
<b>Variance</b>	0,03	0,08	0,05	0,04	0,05	25,13 207,30
<b>Standard Dev</b>	0,18	0,28	0,22	0,21	0,22	5,01 14,40

#### Fixation Count

Number of fi Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of Total Time of Total Recordir
Recording006 1	4	3	7	4,67	4,00	14	20 6,86 144,17
Recording007 2	9	7	7	7,67	7,00	23	31 16,01 146,26
Recording008 3	1	1	7	3,00	1,00	9	12 5,70 121,39
Recording009 4	12	3	14	9,67	12,00	29	36 14,33 142,03
Recording010 5	15	5	6	8,67	6,00	26	27 17,09 157,91
Recording011 6	3	2	9	4,67	3,00	14	13 8,20 162,44
<b>Average</b>	7,33	3,50	8,33	6,39	5,50	19,17	23,17 11,36 145,70
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00				
<b>Variance</b>	30,67	4,70	8,67	7,00	14,70	62,97	95,77 25,13 207,30
<b>Standard Dev</b>	5,54	2,17	2,94	2,65	3,83	7,94	9,79 5,01 14,40

#### Time to First Fixation

## A Material

Time to first f Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Count	Total Recordir
Recording006 1	0,00	0,00	1,26	0,42	0,00	3	144,17
Recording007 2	0,12	0,12	0,62	0,29	0,12	3	146,26
Recording008 3	0,24	0,24	0,00	0,16	0,24	3	121,39
Recording009 4	0,00	2,08	1,04	1,04	1,04	3	142,03
Recording010 5	0,04	0,04	1,90	0,66	0,04	3	157,91
Recording011 6	0,00	0,00	0,58	0,19	0,00	3	162,44
<b>Average</b>	0,07	0,41	0,90	0,46	0,24	3,00	145,70
<b>Count</b>	6	6	6				
<b>Variance</b>	0,01	0,67	0,43	0,11	0,16	0,00	207,30
<b>Standard Dev</b>	0,10	0,82	0,65	0,34	0,40	0,00	14,40

### First Fixation Duration

Duration of fi Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Count	Total Recordir
Recording006 1	0,08	0,08	0,16	0,11	0,08	3	144,17
Recording007 2	0,14	0,14	0,44	0,24	0,14	3	146,26
Recording008 3	0,10	0,10	0,18	0,13	0,10	3	121,39
Recording009 4	0,40	0,08	0,42	0,30	0,40	3	142,03
Recording010 5	0,16	0,16	0,92	0,41	0,16	3	157,91
Recording011 6	0,54	0,54	0,80	0,63	0,54	3	162,44
<b>Average</b>	0,24	0,18	0,49	0,30	0,24	3,00	145,70
<b>Count</b>	6	6	6				
<b>Variance</b>	0,04	0,03	0,10	0,04	0,04	0,00	207,30
<b>Standard Dev</b>	0,19	0,18	0,31	0,20	0,19	0,00	14,40

### Total Visit Duration

Total duration Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordir
Recording006 1	1,66	1,28	2,40	1,78	1,66	5,34	6,86
Recording007 2	3,64	3,06	3,00	3,23	3,06	9,69	16,01
Recording008 3	0,10	0,10	3,32	1,17	0,10	3,52	5,70
Recording009 4	3,28	0,36	3,22	2,29	3,22	6,86	14,33
Recording010 5	10,55	5,44	4,12	6,70	5,44	20,11	17,09
Recording011 6	1,22	1,02	6,42	2,88	1,22	8,65	8,20
<b>Average</b>	3,41	1,88	3,74	3,01	2,45	9,03	11,36
<b>Share of Tota</b>	37,75	20,77	41,48				
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00	100,00				
<b>Variance</b>	13,98	4,12	2,02	3,82	3,51	34,41	25,13
<b>Standard Dev</b>	3,74	2,03	1,42	1,96	1,87	5,87	5,01

### Average Visit Duration

Average dura Participant	Bild	Gesicht	Text	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordir
Recording006 1	0,83	0,64	1,20	0,89	0,83	2,67	6,86
Recording007 2	0,91	0,61	0,50	0,67	0,61	2,02	16,01
Recording008 3	0,10	0,10	1,11	0,44	0,10	1,31	5,70
Recording009 4	0,66	0,18	0,64	0,49	0,64	1,48	14,33
Recording010 5	1,17	1,81	0,69	1,22	1,17	3,67	17,09
Recording011 6	0,41	0,51	3,21	1,37	0,51	4,12	8,20
<b>Average</b>	0,68	0,64	1,22	0,85	0,64	2,54	11,36
<b>Variance</b>	0,15	0,38	1,02	0,15	0,13	1,34	25,13
<b>Standard Dev</b>	0,38	0,62	1,01	0,39	0,35	1,16	5,01

### Visit Count













## A Material

Average dura Participant	black Kachel	Haupt	hellMitte	Kanten	sep.Ast	Stamm	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordi	
Recording052 1	0,14	0,20	0,27	0,49	0,30	0,56	0,33	0,28	1,97	9,01	133,23
Recording053 2	0,69		0,15	0,58	0,15	0,52	0,42	0,52	2,09	9,43	136,78
Recording054 3	0,82		0,20	0,60	0,35	0,41	0,48	0,41	2,39	15,87	181,67
Recording055 4			0,30	0,95	0,57	0,38	0,55	0,47	2,20	9,83	135,82
Recording056 5						0,42	0,42	0,42	0,42	3,60	146,75
Recording057 6			0,96	0,22	0,36	0,40	0,48	0,38	1,94	6,48	145,61
Recording058 7		0,20		0,33	0,38	0,16	0,27	0,27	1,07	6,28	259,92
<b>Average</b>	0,55	0,20	0,38	0,53	0,35	0,41	0,42	0,39	1,72	8,64	162,82
<b>Variance</b>	0,13	0,00	0,11	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,50	15,03	2103,30
<b>Standard Dev</b>	0,36	0,00	0,33	0,25	0,14	0,13	0,10	0,09	0,71	3,88	45,86

### Visit Count

Number of Vi Participant	black Kachel	Haupt	hellMitte	Kanten	sep.Ast	Stamm	Average	Median	
Recording052 1		1	1	2	4	1	4	2,17	1,50
Recording053 2		2		2	4	2	5	3,00	2,00
Recording054 3		1		3	4	6	5	3,80	4,00
Recording055 4				3	3	2	2	2,50	2,50
Recording056 5							1	1,00	1,00
Recording057 6				1	1	1	1	1,00	1,00
Recording058 7			1		3	1	1	1,50	1,00
<b>Average</b>	1,33	1,00	2,20	3,17	2,17	2,71	2,14	1,86	
<b>Percentage Fi</b>	42,86	28,57	71,43	85,71	85,71	100,00			
<b>Variance</b>	0,33	0,00	0,70	1,37	3,77	3,57	1,11	1,23	
<b>Standard Dev</b>	0,58	0,00	0,84	1,17	1,94	1,89	1,05	1,11	

## A.4 Komplex

### Total Fixation Duration

Total duratio Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Sum	Total Time of Total Recordi	
Recording074 1	2,12	9,21	5,67	5,67	11,33	12,69	146,27
Recording075 2	9,17	2,18	5,68	5,68	11,35	13,11	299,66
Recording076 3	1,84	7,26	4,55	4,55	9,09	10,81	176,84
Recording077 4	2,40	10,85	6,63	6,63	13,25	15,41	133,37
Recording078 5	1,58	4,04	2,81	2,81	5,62	6,64	146,33
Recording079 6	1,06	2,34	1,70	1,70	3,40	12,59	218,29
Recording080 7	1,16	4,44	2,80	2,80	5,60	6,76	121,69
Recording081 8	2,12	2,98	2,55	2,55	5,10	6,00	169,23
<b>Average</b>	2,68	5,41	4,05	4,05	8,09	10,50	176,46
<b>Share of Total</b>	33,13	66,87					
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00					
<b>Variance</b>	7,11	10,88	3,29	3,29	13,16	12,78	3379,26
<b>Standard Dev</b>	2,67	3,30	1,81	1,81	3,63	3,57	58,13

### Average Fixation Duration

Average dura Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Total Time of Total Recordi	
Recording074 1	0,30	0,42	0,36	0,36	12,69	146,27
Recording075 2	0,54	0,44	0,49	0,49	13,11	299,66
Recording076 3	0,37	0,52	0,44	0,44	10,81	176,84
Recording077 4	0,30	0,49	0,40	0,40	15,41	133,37
Recording078 5	0,26	0,37	0,32	0,32	6,64	146,33
Recording079 6	0,12	0,17	0,14	0,14	12,59	218,29
Recording080 7	0,58	0,28	0,43	0,43	6,76	121,69
Recording081 8	0,35	0,33	0,34	0,34	6,00	169,23
<b>Average</b>	0,35	0,38	0,36	0,36	10,50	176,46
<b>Variance</b>	0,02	0,01	0,01	0,01	12,78	3379,26
<b>Standard Dev</b>	0,15	0,12	0,11	0,11	3,57	58,13

## A Material

### Fixation Count

Number of fi Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Time of	Total Recordi
Recording074 1	7	22	14,50	14,50	29	30	12,69	146,27
Recording075 2	17	5	11,00	11,00	22	22	13,11	299,66
Recording076 3	5	14	9,50	9,50	19	21	10,81	176,84
Recording077 4	8	22	15,00	15,00	30	32	15,41	133,37
Recording078 5	6	11	8,50	8,50	17	17	6,64	146,33
Recording079 6	9	14	11,50	11,50	23	23	12,59	218,29
Recording080 7	2	16	9,00	9,00	18	19	6,76	121,69
Recording081 8	6	9	7,50	7,50	15	16	6,00	169,23
<b>Average</b>	<b>7,50</b>	<b>14,13</b>	10,81	10,81	21,63	22,50	10,50	176,46
<b>Percentage Fi</b>	100,00	100,00						
<b>Variance</b>	19,14	35,27	7,57	7,57	30,27	33,43	12,78	3379,26
<b>Standard Dev</b>	4,38	5,94	2,75	2,75	5,50	5,78	3,57	58,13

### Time to First Fixation

Time to first f Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Count	Total Recordi
Recording074 1	4,02	0,00	2,01	2,01	2	146,27
Recording075 2	0,00	2,04	1,02	1,02	2	299,66
Recording076 3	0,96	0,00	0,48	0,48	2	176,84
Recording077 4	0,46	0,00	0,23	0,23	2	133,37
Recording078 5	0,16	1,30	0,73	0,73	2	146,33
Recording079 6	1,38	0,00	0,69	0,69	2	218,29
Recording080 7	0,60	0,20	0,40	0,40	2	121,69
Recording081 8	0,00	0,14	0,07	0,07	2	169,23
<b>Average</b>	<b>0,95</b>	<b>0,46</b>	0,70	0,70	2,00	176,46
<b>Count</b>	8	8				
<b>Variance</b>	1,77	0,60	0,37	0,37	0,00	3379,26
<b>Standard Dev</b>	1,33	0,78	0,61	0,61	0,00	58,13

### First Fixation Duration

Duration of fi Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Count	Total Recordi
Recording074 1	0,18	0,16	0,17	0,17	2	146,27
Recording075 2	0,26	0,28	0,27	0,27	2	299,66
Recording076 3	0,24	0,90	0,57	0,57	2	176,84
Recording077 4	0,50	0,40	0,45	0,45	2	133,37
Recording078 5	0,08	0,14	0,11	0,11	2	146,33
Recording079 6	0,14	0,16	0,15	0,15	2	218,29
Recording080 7	0,14	0,36	0,25	0,25	2	121,69
Recording081 8	0,12	0,64	0,38	0,38	2	169,23
<b>Average</b>	<b>0,21</b>	<b>0,38</b>	0,29	0,29	2,00	176,46
<b>Count</b>	8	8				
<b>Variance</b>	0,02	0,07	0,03	0,03	0,00	3379,26
<b>Standard Dev</b>	0,13	0,27	0,16	0,16	0,00	58,13

### Total Visit Duration

## A Material

Total duration	Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordi
Recording074	1	2,22	9,95	6,09	6,09	12,17	12,69	146,27
Recording075	2	10,51	2,20	6,36	6,36	12,71	13,11	299,66
Recording076	3	1,92	7,60	4,76	4,76	9,51	10,81	176,84
Recording077	4	2,78	11,45	7,12	7,12	14,23	15,41	133,37
Recording078	5	1,70	4,56	3,13	3,13	6,26	6,64	146,33
Recording079	6	1,76	7,44	4,60	4,60	9,19	12,59	218,29
Recording080	7	1,20	4,86	3,03	3,03	6,06	6,76	121,69
Recording081	8	2,22	3,32	2,77	2,77	5,54	6,00	169,23
<b>Average</b>		3,04	6,42	4,73	4,73	9,46	10,50	176,46
<b>Share of Total</b>		32,12	67,88					
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00					
<b>Variance</b>		9,34	10,51	2,79	2,79	11,15	12,78	3379,26
<b>Standard Dev</b>		3,06	3,24	1,67	1,67	3,34	3,57	58,13

### Average Visit Duration

Average dura	Participant	Haupt	Klein	Average	Median	Sum	Total Time of	Total Recordi
Recording074	1	0,74	3,32	2,03	2,03	4,06	12,69	146,27
Recording075	2	2,10	0,55	1,33	1,33	2,65	13,11	299,66
Recording076	3	0,96	1,90	1,43	1,43	2,86	10,81	176,84
Recording077	4	0,93	2,86	1,89	1,89	3,79	15,41	133,37
Recording078	5	0,85	4,56	2,70	2,70	5,41	6,64	146,33
Recording079	6	0,59	1,86	1,22	1,22	2,45	12,59	218,29
Recording080	7	1,20	1,62	1,41	1,41	2,82	6,76	121,69
Recording081	8	0,74	0,83	0,78	0,78	1,57	6,00	169,23
<b>Average</b>		1,01	2,19	1,60	1,60	3,20	10,50	176,46
<b>Variance</b>		0,23	1,77	0,35	0,35	1,39	12,78	3379,26
<b>Standard Dev</b>		0,48	1,33	0,59	0,59	1,18	3,57	58,13

### Visit Count

Number of Vi	Participant	Haupt	Klein	Average	Median
Recording074	1	3	3	3,00	3,00
Recording075	2	5	4	4,50	4,50
Recording076	3	2	4	3,00	3,00
Recording077	4	3	4	3,50	3,50
Recording078	5	2	1	1,50	1,50
Recording079	6	3	4	3,50	3,50
Recording080	7	1	3	2,00	2,00
Recording081	8	3	4	3,50	3,50
<b>Average</b>		2,75	3,38	3,06	3,06
<b>Percentage Fi</b>		100,00	100,00		
<b>Variance</b>		1,36	1,13	0,89	0,89
<b>Standard Dev</b>		1,16	1,06	0,94	0,94



# Abbildungsverzeichnis

1.1	LED-Wand aus Sicht des Cafés im Neubau . . . . .	6
1.2	LED-Wand aus Sicht des Eingangs (li.) und der Mensa (re.) . . . . .	7
1.3	LED-Wand aus Sicht auf der Treppe (li.) und oben an der Treppe mit Blick nach unten (re.) . . . . .	7
1.4	Sitzbereich im Lichthof des Cafés mit Blick auf die LED-Wand. Das blaue Banner und die Treppe verdecken die Wand größtenteils . . . . .	8
1.5	Laufwege auf Grundriss des Erdgeschosses und 1.Stockwerk. Bildquelle: Grundriss zur Verfügung gestellt durch Prof. Greule. Eigene Anpassung und Wegdarstellung . . . . .	12
2.1	Beispiel einer Medienfassade: Das Klubhaus St.Pauli in Hamburg. Bildquelle: Aufnahme von Anke von der Heide . . . . .	17
4.1	Tobii Pro Glasses 2. Bildquelle: eigene Aufnahme . . . . .	32
4.2	Beispiel einer erstellten Heatmap . . . . .	34
4.3	Beispiel einer erstellen AoI . . . . .	35
5.1	Heatmaps der Aufmerksamkeit vom Café (oben) der Mensa (mi.) und dem Eingang (unten) aus gesehen. <i>Anmerkung: die unterschiedlichen Größen der Heatmap Punkte der Bilder rühren von einer deutlich höheren Auflösung des Referenzbildes links her. Bei allen Bildern wurden jeweils alle Aufnahmen übereinander gelegt, um die Heatmap zu erstellen.</i>	38
5.2	Helligkeiten: Snapshots 1 und 2 zeigen verschiedene Graustufen randomisiert auf den Kacheln verteilt. . . . .	40
5.3	Helligkeiten: Snapshots 3 und 4 zeigen Helligkeitsverläufe von dunkel nach hell und von hell nach dunkel. . . . .	40
5.4	Helligkeiten: Snapshots 5 und 6 zeigen Schwarz-Weiß Kontraste . . . . .	40
5.5	Helligkeiten: Heatmaps der zufälligen Graustufen aus Café Sicht . . . . .	41
5.6	Helligkeiten: Heatmaps der Graustufen aus Sicht des Eingangs und der Mensa . . . . .	42
5.7	Helligkeiten: AoI von Snapshot 2 (vgl. Abbildung 5.2). Die Graustufen wurden jeweils in die Kategorie weiß, grau und schwarz eingeteilt. . . . .	43
5.8	Helligkeiten: Heatmaps von Snapshots 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3) aus Sicht des Cafés . . . . .	45
5.9	Helligkeiten: Heatmaps von Snapshots 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3) aus Sicht des Eingangs und der Mensa . . . . .	46

## Abbildungsverzeichnis

5.10	Helligkeiten: AoI von Snapshot 3 und 4 (vgl. Abbildung 5.3). . . . .	46
5.11	Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht des Cafés . . . . .	48
5.12	Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht des Eingangs . . . . .	49
5.13	Helligkeiten: Heatmaps von Snapshot 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) aus Sicht der Mensa . . . . .	49
5.14	Helligkeiten: AoI von Snapshots 5 und 6 (vgl. Abbildung 5.4) . . . . .	49
5.15	Text: Snapshot 1 und 2 aus Blickwinkel des Cafés und Mensa . . . . .	52
5.16	Text: Heatmaps von Snapshot 1 und 2 aus Blickwinkel des Cafés . . . . .	53
5.17	Text: Heatmaps von Snapshot 1 aus Blickwinkel des Eingangs und der Mensa . . . . .	53
5.18	Text: Heatmaps von Snapshot 2 aus Blickwinkel des Eingangs und der Mensa . . . . .	53
5.19	Text: Areas of Interest. Grün: Gesicht. Rot: Text. Lila: Bild . . . . .	54
5.20	Text: Fixierung des Startpunktes des Texts . . . . .	57
5.21	Text: Fixierungen bei großer Schrift . . . . .	58
5.22	Text: Abscannen längerer Wörter durch rote Linie sichtbar . . . . .	59
5.23	Text: Fokussierung auf Textbeginn und Sprung zwischen Anfangskacheln . . . . .	60
5.24	Unschärfe: Unschärfe Version des Baumes . . . . .	61
5.25	Unschärfe: Mittelscharfe Version des Baumes . . . . .	62
5.26	Unschärfe: Scharfe Version des Baumes . . . . .	62
5.27	Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Cafe Sicht) in unscharfer Version . . . . .	63
5.28	Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in unscharfer Version . . . . .	63
5.29	Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Cafe) in mittelscharfer Version . . . . .	64
5.30	Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in mittelscharfer Version . . . . .	64
5.31	Unschärfe: Heatmaps frontale Sicht (Mensa und Café) in scharfer Version . . . . .	64
5.32	Unschärfe: Heatmaps schräge Sicht (Eingang und Treppe oben) in scharfer Version . . . . .	65
5.33	Unschärfe: AoIs. Rot: Vollfläche. Türkis: Kanten, Rosa: schwarze Kachel, Gelb: separater Ast, Grün: Stamm, Blau: helle Mitte . . . . .	66
5.34	Komplex: Komplexitätsstufe 1 (zwei Videos gleichzeitig) und 3 (neun Videos gleichzeitig) aus Sicht des Cafés . . . . .	70
5.35	Komplex: Der Blick eines Probanden auf das rote Dach in der ersten Komplexitätsstufe von oben an der Treppe, sowie von vor der Mensa . . . . .	71
5.36	Komplex: Blick eines Probanden vom Eingangsbereich und von der Mensa mit kreisförmigen Blicken um die Mitte der Wand herum . . . . .	72
5.37	Komplex: Fixierung auf einen bunten Menschen auf der Mauer aus Blickrichtung unterhalb der LED-Wand . . . . .	73

*Abbildungsverzeichnis*

5.38	Komplex: Heatmap aller Proband:innen von den Blickwinkeln Café und Mensa . . . . .	73
5.39	Komplex: Blick eines Probanden von der Treppe und vom Eingangsbereich . . . . .	74

# Tabellenverzeichnis

3.1	Durchschnittliche Fixierungsdauern und Sakkadengrößen nach Aufgaben (Rayner 1998) . . . . .	29
5.1	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 1 aus Abbildung 5.2 . . . . .	44
5.2	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 2 aus Abbildung 5.2 . . . . .	45
5.3	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 3 aus Abbildung 5.3 . . . . .	47
5.4	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 4 aus Abbildung 5.3 . . . . .	48
5.5	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 5 aus Abbildung 5.4 . . . . .	51
5.6	Helligkeiten: Auswertung für Snapshot 6 aus Abbildung 5.4 . . . . .	51
5.7	Text: Auswertung für Snapshot 1 . . . . .	55
5.8	Text: Auswertung für Snapshot 2 . . . . .	56
5.9	Unschärfe: Auswertung für unscharfes Motiv . . . . .	67
5.10	Unschärfe: Auswertung für mittelscharfes Motiv . . . . .	68
5.11	Unschärfe: Auswertung für scharfes Motiv . . . . .	69
5.12	Komplex: Auswertung für höchste Komplexitätsstufe . . . . .	75

# Literaturverzeichnis

Alink, A., Schwiedrzik, C. M., Kohler, A., Singer, W. and Muckli, L. (2010), ‘Stimulus Predictability Reduces Responses in Primary Visual Cortex’, *The Journal of Neuroscience* **30**(8), 2960–2966.

**URL:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6633950/> Zuletzt besucht am 15.03.2022

Benway, J. (1998), ‘Banner Blindness: Web Searchers Often Miss’.

**URL:** <https://www.semanticscholar.org/paper/Banner-Blindness%3A-Web-Searchers-Often-Miss-Links-Benway/2e153327467dc3825fb963e9d0c92193ab5983bd>  
Zuletzt besucht am 05.05.2022

Brignull, H. and Rogers, Y. (2003), *Enticing People to Interact with Large Public Displays in Public Spaces*.

Büttner, U. and Büttner-Ennever, J. A. (2006), Present concepts of oculomotor organization, in J. A. Büttner-Ennever, ed., ‘Progress in Brain Research’, Vol. 151 of *Neuroanatomy of the Oculomotor System*, Elsevier, pp. 1–42.

**URL:** <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007961230551001X>  
Zuletzt besucht am 08.05.2022

Castelhano, M. and Henderson, J. (2008), ‘The Influence of Color on the Perception of Scene Gist’, *Journal of experimental psychology. Human perception and performance* **34**, 660–75.

Choi, A. J. (2014), Internet of Things: Evolution towards a hyper-connected society, in ‘2014 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC)’, pp. 5–8.

Crowe, E. M., Howard, C. J., Gilchrist, I. D. and Kent, C. (2021), ‘Motion disrupts dynamic visual search for an orientation change’, *Cognitive Research: Principles and Implications* **6**(1), 47.

**URL:** <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00312-2> Zuletzt besucht am 02.05.2022

Cutting, J. E. and Kozlowski, L. T. (1977), ‘Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues’, *Bulletin of the Psychonomic Society* **9**(5), 353–356.

**URL:** <https://doi.org/10.3758/BF03337021> Zuletzt besucht am 16.04.2022

- Dalton, N. S., Collins, E. and Marshall, P. (2015), Display Blindness? Looking Again at the Visibility of Situated Displays using Eye-tracking, *in* ‘Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems’, CHI ’15, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 3889–3898.  
**URL:** <https://doi.org/10.1145/2702123.2702150> Zuletzt besucht am 12.04.2022
- De Graef, P. (2005), Semantic effects on object selection in real-world scene perception, *in* ‘Cognitive Processes in Eye Guidance’, Oxford University Press, Oxford.  
**URL:** <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780198566816.001.0001/acprof-9780198566816-chapter-8> Zuletzt besucht am 03.04.2022
- Digital Art Museum, H. (2022), ‘Digital Art Museum in Hamburg | Ausstellung teamLab | Borderless’.  
**URL:** <https://digitalartmuseum.com/> Zuletzt besucht am 16.03.2022
- Findlay, J. M. and Gilchrist, I. D. (2003), *Active Vision: The Psychology of Looking and Seeing*, Oxford University Press UK.
- Fischer, P. T. and Hornecker, E. (2012), Urban HCI: spatial aspects in the design of shared encounters for media facades, *in* ‘Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems’, ACM, Austin Texas USA, pp. 307–316.  
**URL:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2207676.2207719> Zuletzt besucht am 09.04.2022
- Fuchkina, E., Fischer, P. T., Tien, C. N., von der Heide, A. and Hornecker, E. (2016), In-situ versus simulation-based experience evaluation of media augmented urban environments, *in* ‘Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct’, UbiComp ’16, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 65–68.  
**URL:** <https://doi.org/10.1145/2968219.2971422> Zuletzt besucht am 10.04.2022
- GI, G. f. I. (2022), ‘Media Façades, Interaction with’.  
**URL:** <https://gi.de/informatiklexikon/media-facades-interaction-with> Zuletzt besucht am 10.04.2022
- Goffman, E. (1963), *Behavior in Public Places: Notes on the Social Organization of Gatherings*, Free Press of Glencoe.
- Hatuka, T. and Toch, E. (2017), ‘Being visible in public space: The normalisation of asymmetrical visibility’, *Urban Studies* **54**(4), 984–998. Publisher: SAGE Publications Ltd.  
**URL:** <https://doi.org/10.1177/0042098015624384> Zuletzt besucht am 17.04.2022
- Hespanhol, L. and Tomitsch, M. (2015), ‘Strategies for Intuitive Interaction in Public Urban Spaces’, *Interacting with Computers* .

- Hessels, R. S., Kemner, C., van den Boomen, C. and Hooge, I. T. C. (2016), ‘The area-of-interest problem in eyetracking research: A noise-robust solution for face and sparse stimuli’, *Behavior Research Methods* **48**(4), 1694–1712.  
**URL:** <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0676-y> Zuletzt besucht am 07.05.2022
- Huang, E., Koster, A. and Borchers, J. O. (2008), Overcoming Assumptions and Uncovering Practices: When Does the Public Really Look at Public Displays?, in ‘Pervasive’.
- Huey, E. B. (1968), *The Psychology and Pedagogy of Reading*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Hutmacher, F. (2019), ‘Why Is There So Much More Research on Vision Than on Any Other Sensory Modality?’, *Frontiers in Psychology* **10**.  
**URL:** <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.02246> Zuletzt besucht am 15.03.2022
- Judd, C. H., McAllister, C. N. and Steele, W. M. (1905), ‘General introduction to a series of studies of eye movements by means of kinetoscopic photographs’, *Psychological Review Monographs* **7**(1), 1–16.  
**URL:** <http://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-002C-0464-C> Zuletzt besucht am 02.04.2022
- Majid, A., Roberts, S. G., Cilissen, L., Emmorey, K., Nicodemus, B., O’Grady, L., Woll, B., LeLan, B., de Sousa, H., Cansler, B. L., Shayan, S., de Vos, C., Senft, G., Enfield, N. J., Razak, R. A., Fedden, S., Tufvesson, S., Dingemanse, M., Ozturk, O., Brown, P., Hill, C., Le Guen, O., Hirtzel, V., van Gijn, R., Sicoli, M. A. and Levinson, S. C. (2018), ‘Differential coding of perception in the world’s languages’, *Proceedings of the National Academy of Sciences* **115**(45), 11369–11376. Publisher: Proceedings of the National Academy of Sciences.  
**URL:** <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1720419115> Zuletzt besucht am 15.03.2022
- Mallot, H. A. (2000), Kantendetektion, in H. A. Mallot, ed., ‘Sehen and die Verarbeitung visueller Information: Eine Einführung’, Computational Intelligence, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, pp. 75–95.  
**URL:** [https://doi.org/10.1007/978-3-663-11347-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-663-11347-8_4) Zuletzt besucht am 02.05.2022
- Mannan, S. K., Ruddock, K. H. and Wooding, D. S. (1996), ‘The relationship between the locations of spatial features and those of fixations made during visual examination of briefly presented images’, *Spatial Vision* **10**(3), 165–188.
- Memarovic, N., Clinch, S. and Alt, F. (2015), ‘Understanding Display Blindness in Future Display Deployments’.

- Morrison, R. E. and Rayner, K. (1981), ‘Saccade size in reading depends upon character spaces and not visual angle’, *Perception & Psychophysics* **30**(4), 395–396.
- Müller, J., Walter, R., Bailly, G., Nischt, M. and Alt, F. (2012), ‘Looking glass: a field study on noticing interactivity of a shop window’, p. 10.
- Müller, J., Wilmsmann, D., Exeler, J., Buzeck, M., Schmidt, A., Jay, T. and Krüger, A. (2009), Display Blindness: The Effect of Expectations on Attention towards Digital Signage, in H. Tokuda, M. Beigl, A. Friday, A. J. B. Brush and Y. Tobe, eds, ‘Pervasive Computing’, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 1–8.
- O’Shea, R. P. (1991), ‘Thumb’s rule tested: visual angle of thumb’s width is about 2 deg’, *Perception* **20**(3), 415–418.
- Parker, C., Tomitsch, M. and Kay, J. (2018), ‘Does the Public Still Look at Public Displays? A Field Observation of Public Displays in the Wild’, *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)* **2**.
- Parkhurst, D. J. and Niebur, E. (2003), ‘Scene content selected by active vision’, *Spatial Vision* **16**(2), 125–154. Place: Netherlands Publisher: VSP.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O. and Williams, S. M. (2001), ‘Types of Eye Movements and Their Functions’, *Neuroscience. 2nd edition*. Publisher: Sinauer Associates.  
**URL:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10991/> Zuletzt besucht am 22.04.2022
- Rayner, K. (1998), ‘Eye movements in reading and information processing: 20 years of research’, *Psychological Bulletin* **124**(3), 618–660.
- Rayner, K. and Pollatsek, A. (1989), *The psychology of reading*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. OCLC: 18259894.
- REDyPLAY (2022), ‘REDyPLAY: Gaming-Spass im Kinovorprogramm’.  
**URL:** <http://weischer.media/de/de/kinowerbung/news/redyplay-gaming-spass-im-kinovorprogramm/> Zuletzt besucht am 10.04.2022
- Reid, V. M., Dunn, K., Young, R. J., Amu, J., Donovan, T. and Reissland, N. (2017), ‘The Human Fetus Preferentially Engages with Face-like Visual Stimuli’, *Current Biology* **27**(12), 1825–1828.e3. Publisher: Elsevier.  
**URL:** [https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822\(17\)30580-8](https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822(17)30580-8) Zuletzt besucht am 16.03.2022
- Rucci, M. and Poletti, M. (2015), ‘Control and Functions of Fixational Eye Movements’, *Annual review of vision science* **1**, 499–518.  
**URL:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5082990/> Zuletzt besucht am 16.03.2022



- Sczepek, J. (2011), *Visuelle Wahrnehmung: Eine Einführung in die Konzepte Bildentstehung, Helligkeit and Farbe, Raumentiefe, Größe, Kontrast and Schärfe*, BoD – Books on Demand.
- Tobii (2015a), ‘Providing technologies & solutions for a better world - Tobii’.  
**URL:** <https://www.tobii.com/> Zuletzt besucht am 21.12.2021
- Tobii (2015b), ‘Research paper library with eye tracking - Tobii Pro’.  
**URL:** <https://www.tobiipro.com/research-paper-reference-library/> Zuletzt besucht am 10.04.2022
- Tobii (2022a).  
**URL:** <https://vr.tobii.com/sdk/learn/analytics/fundamentals/metrics/> Zuletzt besucht am 25.04.2022
- Tobii (2022b), ‘Visualizations’.  
**URL:** <https://vr.tobii.com/sdk/learn/analytics/fundamentals/visualizations/> Zuletzt besucht am 07.05.2022
- Veenstra, M., Wouters, N., Kanis, M., Brandenburg, S., Raa, K., Wigger, B. and Vande Moere, A. (2015), *Should Public Displays be Interactive? Evaluating the Impact of Interactivity on Audience Engagement*.
- Vlaskamp, B. N. S. and Hooge, I. T. C. (2006), ‘Crowding degrades saccadic search performance’, *Vision Research* **46**(3), 417–425. Place: Netherlands Publisher: Elsevier Science.
- Whyte, W. H. (1990), *City: Rediscovering the Center*, Doubleday.
- Yantis, S. (2000), *Control of Cognitive Processes: Attention and Performance XVIII*, International Symposium on Attention and Performance, MIT Press.
- Yarbus, A. L. (1967a), Eye Movements and Vision, in A. L. Yarbus, ed., ‘Eye Movements and Vision’, Springer US, Boston, MA.  
**URL:** [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7_5) Zuletzt besucht am 16.03.2022
- Yarbus, A. L. (1967b), Saccadic Eye Movements, in A. L. Yarbus, ed., ‘Eye Movements and Vision’, Springer US, Boston, MA, pp. 129–146.  
**URL:** [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7_5) Zuletzt besucht am 17.03.2022

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbstständig ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nach entlehnten Passagen sind durch Quellenangaben eindeutig kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Britta Marie Walter