

# **Diplomarbeit**

Stefan Richter  
Bereitstellung eines  
Eyetracking-Systems für Lehre  
und Forschung

Stefan Richter

Bereitstellung eines Eyetracking-Systems für Lehre  
und Forschung

Diplomarbeit eingereicht im Rahmen der Diplomprüfung  
im Studiengang Softwaretechnik  
am Studiendepartment Informatik  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Jörg Raasch  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Olaf Zukunft

Abgegeben am 27. Juni 2008

**Stefan Richter**

**Thema der Diplomarbeit**

Bereitstellung eines Eyetracking-Systems für Lehre und Forschung

**Stichworte**

Eyetracking, Fixationen, Sakkaden, Heat Map, Gaze Plot, Area of Interest

**Kurzzusammenfassung**

Diese Diplomarbeit beschreibt die technische und methodische Integration eines Eyetracking-Systems in das Usability-Labor der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg.

Es werden Muster für Aufgabenstellungen erarbeitet, die im Projektstudium von Studenten durchgeführt werden können.

Sowohl die Vorteile, als auch die Grenzen eines solchen Systems werden dargestellt.

**Stefan Richter**

**Title of the paper**

Provision of an eyetracking-system for teaching and research

**Keywords**

eyetracking, fixation, saccade, heat map, gaze plot, area of interest

**Abstract**

These report describes the technical and methodical integration of an eyetracking-system for the usability-laboratory at the university of applied sciences in Hamburg.

The goal is to develop patterns that can be used by students.

Advantages and limits of the system are shown.

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	7
1.1.	Problemstellung und Motivation .....	7
1.2.	Wissenschaftliches und technisches Umfeld.....	7
1.2.1.	Ursprung der Blickmessung .....	7
1.2.2.	Aktuell verwendete Messmethoden .....	7
1.2.3.	Anwendungsfelder für Eyetracking.....	8
1.3.	Zielsetzung.....	8
1.4.	Aufbau der Arbeit .....	9
2.	Grundlagen.....	10
2.1.	Usability Allgemein .....	10
2.2.	Eyetracking als Methode im Bereich Usability.....	10
2.3.	Biologischer Hintergrund .....	11
3.	Technische Implementierung .....	12
3.1.	Hardware.....	12
3.1.1.	Allgemeine Funktionsweise.....	12
3.1.2.	Kalibrierung .....	14
3.1.3.	Visualisierung der Messdaten .....	14
3.1.4.	Modell und Ausstattung.....	15
3.1.5.	Technische Integration des Eyetrackers in die derzeitige Labor-Konfiguration .....	16
3.1.6.	Probleme bei der Hardware Installation .....	16
3.2.	Software .....	16
3.2.1.	Beschreibung der zum Eyetracker mitgelieferten Software.....	16
3.2.2.	Konfigurieren des Eyetrackers .....	17
3.2.3.	Angebotene Design-Elemente .....	17
3.2.3.1.	Instruction .....	18
3.2.3.2.	Image.....	19
3.2.3.3.	Screen Recording.....	19
3.2.3.4.	Movie (AVI).....	20
3.2.3.5.	Web .....	20
3.2.3.6.	External Video .....	21
3.2.3.7.	Scene Camera .....	22
3.2.4.	Betrachtete Auswertungsmöglichkeiten .....	22
3.2.4.1.	Gaze Plot.....	24
3.2.4.2.	Heat Map .....	25
3.2.4.3.	Cluster .....	27
3.2.4.4.	Bee Swarm .....	28
3.2.4.5.	Areas of Interest / Statistiken .....	28
3.2.5.	Fazit über alle Auswertungsmöglichkeiten .....	31
3.3.	Test der Implementierung .....	31

4.	Anwendungsgebiete und Thesen .....	32
4.1.	Einfache Betrachtung von Bildern .....	32
4.1.1.	Selektive Scharfstellung .....	32
4.1.2.	Bildliche „Mauer“ .....	33
4.1.3.	Qual der Wahl .....	34
4.1.4.	Tests der Bildkompositionen .....	35
4.1.5.	Testergebnisse der Bildkompositionen.....	35
4.1.5.1.	Bild 1.....	35
4.1.5.2.	Bild 2.....	37
4.1.5.3.	Bild 3.....	39
4.1.5.4.	Bild 4.....	41
4.1.5.5.	Bild 5.....	43
4.1.5.6.	Bild 6.....	45
4.1.5.7.	Bild 7.....	47
4.1.5.8.	Ergebnisse über alle Bildkompositionen .....	49
4.2.	Fehlersuche in Bildern.....	49
4.2.1.	Testergebnisse der Fehlerbilder.....	50
4.2.1.1.	Fehlerbild Esel.....	51
4.2.1.2.	Fehlerbild Sonnenblumen .....	52
4.2.1.3.	Fehlerbild Brot .....	55
4.2.2.	Ergebnisse über alle Fehlerbilder.....	56
4.3.	Test eines Computerspiels .....	57
4.3.1.	Test .....	57
4.3.2.	Erwartungen.....	57
4.3.3.	Ergebnis Blickmessung .....	58
4.3.4.	Ergebnis der Befragung .....	64
4.3.5.	Ergebnis Computerspiel.....	64
4.4.	Betrachten von Filmsequenzen .....	66
4.4.1.	Test .....	66
4.4.2.	Erwartungen.....	66
4.4.3.	Ergebnis Blickmessung .....	66
4.4.3.1.	Ergebnis Blickmessung Musikvideo .....	67
4.4.3.2.	Ergebnis Blickmessung Moderation .....	72
4.4.4.	Fazit .....	80
4.5.	Betrachten einer komplexen Anwendung .....	81
4.5.1.	Basisdaten Test .....	81
4.5.2.	Aufgabe 1 .....	81
4.5.3.	Erwartungen Aufgabe 1.....	81
4.5.4.	Ergebnisse Aufgabe 1 .....	81
4.5.4.1.	Heat Map Gaze Opacity .....	81
4.5.4.2.	AOI und Statistik.....	82
4.5.5.	Aufgabe 2 .....	83
4.5.5.1.	Erwartung Aufgabe 2.....	83
4.5.5.2.	Vorgehen .....	83
4.5.5.3.	Auswahl und Bewertung der Visualisierungen.....	83
4.5.5.4.	Heat Map .....	84
4.5.5.4.1.	Heat Map Darstellung Heat Map .....	84
4.5.5.4.2.	Heat Map Darstellung Gaze Opacity .....	85
4.5.5.4.3.	Heat Map Darstellung Gaze Opacity mit Mausclicks.....	85
4.5.5.5.	Ergebnisse aus der komplexen Anwendung.....	86

5.	Besonderheiten bei den Untersuchungen .....	87
5.1.1.	Test eines Computerspiels.....	87
5.1.2.	Komplexe Anwendung .....	87
5.1.2.1.	VPN-Tunnel bei externem Intranet.....	87
5.1.2.2.	Nicht gewertete Testperson .....	88
5.1.2.3.	Verfälschung durch Scrollen .....	89
6.	Einsatzkonzept .....	90
7.	Zusammenfassung .....	91
7.1.	Fazit .....	91
7.2.	Vision .....	92
7.2.1.	Kombination von Eyetracking und Moustracking.....	92
	Literaturhinweise .....	95
	Glossar .....	96
	Abbildungsverzeichnis .....	97
	Anhang .....	103

# 1. Einleitung

## 1.1. Problemstellung und Motivation

Gute Usability erhält in vielen IT-Unternehmen eine immer größere Bedeutung. Die angewandten Untersuchungsmethoden werden in diesem Bereich immer weiter entwickelt. Neben den bereits etablierten Methoden „Task based testing“ und „Thinking aloud“ [vgl. Nielsen 1994] werden immer häufiger Methoden angewandt, die zusätzliche Metriken<sup>1</sup> nutzen.

Zu der neuesten Erweiterung des Usability-Labors der HAW Hamburg gehört ein Eyetracking-System. Durch dieses System werden die Blicke der Testpersonen verfolgt und dokumentiert. Die Herausforderung besteht nun in der technischen und fachlichen Integration in den universitären Betrieb.

Hierbei steht im Vordergrund, welche zusätzlichen Erkenntnisse das Eyetracking-System ermöglicht, die nicht auch mit einer anderen Methoden gewonnen werden können.

## 1.2. Wissenschaftliches und technisches Umfeld

### 1.2.1. Ursprung der Blickmessung

Die ersten dokumentierten, systematischen Untersuchungen, die sich mit Augenbewegungen beschäftigten, wurden in den Jahren 1878/79 von Emile Javal durchgeführt. Er beobachtete, dass sich die Augen beim Lesen nicht kontinuierlich bewegen, sondern dass die Augenbewegung eine Abfolge von relativ schnellen Sprüngen des Auges ist.

Erste Ansätze zur systematischen, direkten Messung der Augenbewegung stammen von Huey 1908/1968. Er entwickelte eine mechanische Messmethode, bei der eine keramische Haftschale mit einem Loch in der Mitte direkt auf der Hornhaut des Auges (Cornea) aufgebracht wurde. An der Haftschale war ein Aluminiumzeiger befestigt, der die Bewegungen des Augapfels auf einem Papierstreifen nachzeichnete.

Danach erfolgte die Weiterentwicklung der Messung von Augenbewegungen durch Judd und Buswell 1922 bzw. Buswell 1922/1937. Sie entwickelten die erste berührungsfreie Messmethode, in dem sie auf die Cornea einen Lichtstrahl projizierten und dessen Reflektion mit Hilfe einer Kamera auf einen Celluloid Film aufgezeichneten [vgl. Bente 2004, S. 299-300].

### 1.2.2. Aktuell verwendete Messmethoden

Im Laufe der Zeit wurden viele verschiedene Messmethoden entwickelt. Diese lassen sich zunächst in subjektive und objektive Messmethoden unterteilen:

Bei der subjektiven Messmethode werden die Augenbewegungen entweder durch eine andere Person oder durch die Testperson selbst beobachtet. Also

---

<sup>1</sup> Daten, die während des Tests systemunterstützt gesammelt werden. Wie z.B. Anzahl Klicks, Mausebewegungen oder Blickrichtungen.

subjektiv wahrgenommen. Subjektive Messmethoden sind sehr einfach jedoch relativ ungenau. Im wesentlichen werden sie heutzutage noch im medizinischen Umfeld angewandt. Zum Beispiel bei der Untersuchung von Reflexen oder des Gleichgewichtssinns.

Zur objektiven Messung werden generell Messgeräte eingesetzt. Die heutzutage eingesetzten Messgeräte, können danach eingeteilt werden, wie groß die Berührung des Messgerätes mit der Testperson ist. Hiernach ergeben sich drei unterschiedliche Kategorien [vgl. Glenstrup, Engell-Nielsen 1995]:

- Berührungslos über Lichtreflexion: Das Auge wird von einer Lichtquelle angestrahlt und das vom Auge reflektierte Licht wird gemessen.
- Elektroden auf der Haut: Rund um das Auge werden Elektroden auf die Haut geklebt. Da sich um das Auge ein elektrostatisches Feld befindet, das sich bei der Bewegung der Augen minimal verändert, können diese durch die Spannungsunterschiede in den Elektroden gemessen werden.
- Kontaktlinsen: Entweder sind auf den Kontaktlinsen Spiegel angebracht, die die Lichtstrahlen reflektieren oder auf der Kontaktlinse befindet sich eine Spule, die sich in einem hochfrequenten, elektromagnetischen Feld bewegt.

Das Eyetracking-System im Usability-Labor der HAW Hamburg gehört zu der Kategorie, die ein berührungsloses Messen der Augenbewegungen ermöglicht.

Eine detaillierte Beschreibung des verwendeten Prinzips wird in Kapitel 3.1.1 beschrieben.

### **1.2.3. Anwendungsfelder für Eyetracking**

Die Anwendung von Eyetracking lässt sich generell in zwei große Bereiche unterteilen. Ein Bereich bezieht sich auf die reine Untersuchung des Blickverhaltens. Folgende Anwendungsbeispiele verdeutlichen diesen Bereich:

- Anwendungssoftware verbessern
- Inhalte von Webseiten besser positionieren
- Menschen, die an kortikaler Sehschwäche leiden, durch ein intensiveres Sehtraining behandeln

Der zweite Bereich umfasst die Anwendungen, die Eyetracking dazu nutzen, um über den Blick des Anwenders Funktionen einer Maschine zu steuern. Hierbei wird Eyetracking in einem Mensch-Maschine-System eingesetzt.

Diese Arbeit bezieht sich auf den ersten Bereich, der reinen Untersuchung des Blickverhaltens.

## **1.3. Zielsetzung**

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, einen Eyetracker technisch und methodisch in das Usability-Labor der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg zu integrieren.

Aus technischer Sicht wird eine bestmögliche Integration in das Gesamtkonzept des Usability-Labors angestrebt. Die Benutzung der neuen Technik soll ohne großen Mehraufwand problemlos möglich sein.

Es sollen Muster für Aufgabenstellungen gefunden werden, die im Projektstudium von Studenten durchgeführt werden können.

Im Laufe der geplanten Studien werden Erfahrungen mit den von der mitgelieferten Software<sup>2</sup> angebotenen Auswertungsoptionen gesammelt.

Hierbei soll der jeweilige Einsatzzweck, der Bearbeitungsaufwand und der Nutzen beurteilt werden. Sowohl die Vorteile, als auch die Grenzen eines solchen Systems werden herausgearbeitet. Diese Inhalte werden in Form von Arbeitsabläufen am Ende der Arbeit dargestellt.

Abschließend soll ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen aufgezeigt werden, die eventuell in folgenden Ausbaustufen des Labors realisiert werden können.

### **1.4. Aufbau der Arbeit**

Nach der generellen Einführung in das Thema durch die Einordnung in das wissenschaftliche und technische Umfeld, werden die notwendigen Grundlagen beschrieben, um ein allgemeines Verständnis für die folgenden Ausarbeitungen zu schaffen. Kapitel 2 beschreibt hierbei den Ansatz von Usability und Kapitel 3 den technischen Hintergrund. Diese Kapitel gliedert sich in zwei Bereiche. Der erste Teil beschäftigt sich damit, wie Eyetracking technisch funktioniert. Der zweite Teil erklärt die Besonderheiten der verwendeten Software und deren Auswertungsmöglichkeiten.

Um das Eyetracking-System zukünftig im Rahmen von Lehre und Forschung einsetzen zu können, wurden unterschiedliche Anwendungsgebiete untersucht. Die Untersuchungsgegenstände steigern sich von einfachen, statischen Anwendungen hin zu dynamischen Interaktionen zwischen dem Anwender und dem Testobjekt. Durch diesen Ansatz sollte zunächst an bereits bekannten Sachverhalten die neue Methodik des Eyetrackings getestet werden. Nach ersten Erfahrungen sollten die getesteten Techniken im Umfeld neuer noch unbekannter Anwendungsgebiete eingesetzt werden, um zunehmend zu neuen Ergebnissen zu gelangen, die noch unbekannt waren.

Kapitel 5 beschreibt die Besonderheiten, die bei bestimmten Anwendungen berücksichtigt wurden bzw. zukünftig beachtet werden sollten.

Das nachfolgende Kapitel versteht sich als einfache Entscheidungshilfe, die für die Auswahl der geeigneten Vorgehensweise bei zukünftigen Untersuchungen verwendet werden kann.

Abschließend werden während der Untersuchungen erarbeiteten Vor- und Nachteile des Eyetracking-Systems zusammengefasst und Anregungen für weiterführende Arbeiten auf diesem Gebiet gegeben.

---

<sup>2</sup> Tobii Studio

## 2. Grundlagen

### 2.1. Usability Allgemein

To use (benutzen) und the ability (die Fähigkeit) sind zwei Worte, aus denen sich der Begriff Usability zusammensetzt. Es geht also um die Fähigkeit, etwas zu benutzen bzw. etwas so zu gestalten, damit der Benutzer es intuitiv und problemlos gebrauchen kann. Usability ist somit eine abstrakte Eigenschaft, die Geräten zugeschrieben wird, wenn sie „benutzerfreundlich“, „angenehm zu bedienen“, „geeignet zur Erfüllung einer bestimmten Aufgabe“ und dergleichen sind.

Die Norm DIN EN ISO 9241 [vgl. ISO 2008] definiert den Begriff Usability wie folgt:

„Usability eines Produkts ist das Ausmaß, in dem es von einem bestimmten Benutzer verwendet werden kann, um bestimmte Ziele in einem bestimmten Kontext effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

In Abschnitt 10 dieser Norm werden für Softwaresysteme Kriterien festgelegt, um die Benutzerfreundlichkeit zu maximieren:

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Erwartungskonformität
- Fehlertoleranz
- Individualisierbarkeit
- Lernförderlichkeit

### 2.2. Eyetracking als Methode im Bereich Usability

Es gibt mehrere Untersuchungsmethoden, um die Usability einer Anwendung bewerten zu können, z.B. Task based testing und Thinking aloud.

Beim Task based testing werden für das zu testende Objekt typische Aufgaben entworfen, die von Testpersonen erledigt werden müssen. Die Testpersonen werden beobachtet und Ihre Ergebnisse bewertet. Bereits durch eine geringe Anzahl von Testpersonen kann man aussagekräftige Ergebnisse erzielen.

Bei der Methode Thinking aloud werden die Testpersonen angehalten, alles was sie während der Bearbeitung der Aufgaben denken, laut auszusprechen bzw. zu kommentieren. Eine Möglichkeit das laute Denken zu begünstigen besteht darin, zwei Testpersonen die Aufgaben gleichzeitig bearbeiten zu lassen. Dadurch zeigt sich ein natürliches Gesprächsverhalten.

Eine weitere Methode ist das Eyetracking. Bei dieser Methode wird der Verlauf des Blickes einer Testperson aufgezeichnet. Auf Basis dieser Daten können verschiedene Auswertungen generiert werden. Im Laufe dieser Arbeit soll die Methode des Eyetrackings im Verhältnis zu den anderen Methoden dargestellt werden.

### **2.3. Biologischer Hintergrund**

Im Umfeld des Eyetrackings sind zwei Fachbegriffe von besonderer Bedeutung: Fixationen und Sakkaden. Mit ihnen werden die zwei Zustände der Augenbewegungen beschrieben.

Sakkaden sind die Blickbewegungen des Auges, wenn es über den Bildschirm wandert. Eine Sakkade ist die schnellste Bewegung, zu der der menschliche Körper fähig ist. Es dauert etwa 30 Millisekunden bis ein Inhalt im Zentrum der Betrachtung steht.

Eine Fixation geschieht, wenn diese Bewegung stoppt und das Auge etwas erfasst.

Während sakkadischer Aktivitäten kann man nicht sehen. Die Welt wird nur durch Fixationen wahrgenommen. Das Gehirn setzt den visuellen Eindruck den wir erlangen durch sukzessive Fixationen zusammen [vgl. Penzo 2005].

### 3. Technische Implementierung

#### 3.1. Hardware

##### 3.1.1. Allgemeine Funktionsweise

Das Eyetracking-System sendet einen Lichtstrahl aus und nimmt sowohl den reflektierten Strahl an der Cornea als auch die reflektierten Strahlen an der Netzhaut (Retina) mittels einer Kamera auf.

Trifft ein Lichtstrahl auf ein Auge wird dieser – bedingt durch den Aufbau des Auges – jeweils an den Grenzen der Cornea und an den Grenzen der Linse reflektiert. Insgesamt wird der Lichtstrahl also vier mal reflektiert. Die folgende Abbildung stellt die Stellen, an denen die Lichtstrahlen reflektiert werden, schematisch dar.

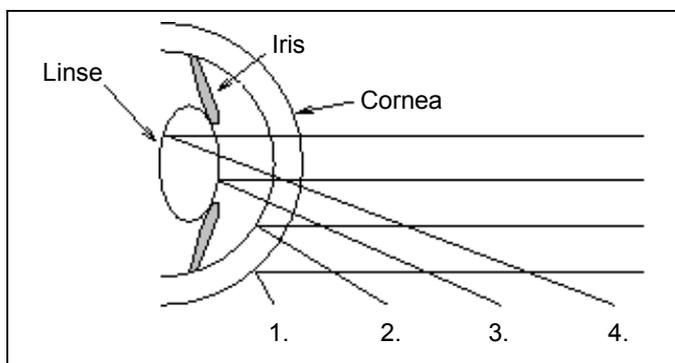


Abb. 1: Reflexion von Lichtstrahlen [Glenstrup, Engell-Nielsen 1995]

Jeder einzelne Lichtstrahl wird zunächst an der Cornea reflektiert und beim Durchtreten der Cornea gebrochen. An der zweiten Grenze der Cornea wird der dieser Lichtstrahl nochmals reflektiert und wieder gebrochen. Gleiches passiert beim Eintritt des Lichtstrahls in die Linse und nochmals beim Austritt aus der Linse. Die Reflexionen jedes einzelnen Lichtstrahls treffen hierdurch an 4 unterschiedlichen Stellen aus dem Auge heraus. Es entstehen 4 Bilder des Lichtstrahls. Diese werden als Purkinje Bilder bezeichnet.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch die Entstehung der 4 Purkinje Bilder.

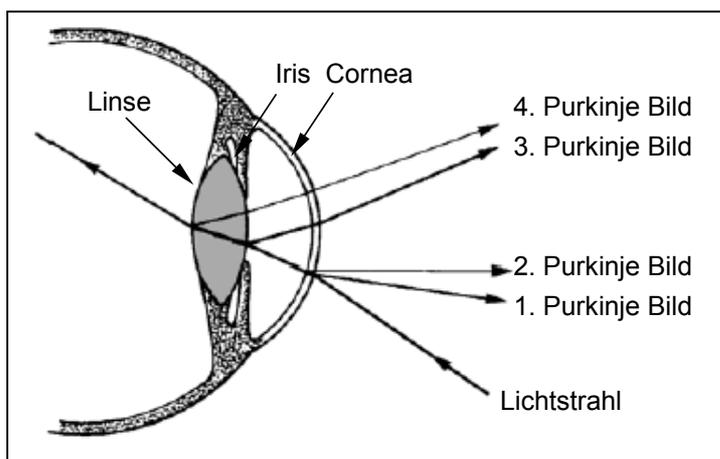
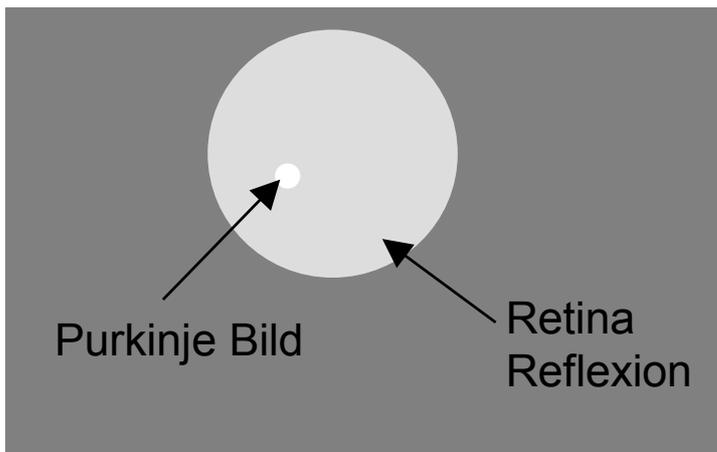


Abb. 2: Entstehung der 4 Purkinje Bilder [Dornhöfer, Pannasch, Unema 2003]

Verwendet man eine Lichtquelle, die das Licht nicht streut sondern als gebündelten Strahl sendet, wird ebenfalls ein gebündelter Strahl reflektiert. Das Purkinje Bild kann dann von einer Kamera als heller Punkt aufgenommen werden.

Gleichzeitig reflektiert die Retina das Licht in Form einer etwas weniger hellen Scheibe. Die Kamera nimmt beide Reflexionen auf [vgl. Glenstrup, Engell-Nielsen 1995].

Die folgende schematische Darstellung verdeutlicht das von der Kamera aufgenommene Bild.



*Abb. 3: Schematische Darstellung der Kameraaufnahme*

Je nach Blickrichtung der Testperson (sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung) verändert sich die Lage des Purkinje Bildes zur Retina Reflexion. Hierbei besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Blickrichtung und der Lage des Purkinje Bildes und der Retina Reflexion. [vgl. Glenstrup, Engell-Nielsen 1995].

Dieses relative Verhältnis wird in folgender Abbildung schematisch dargestellt.

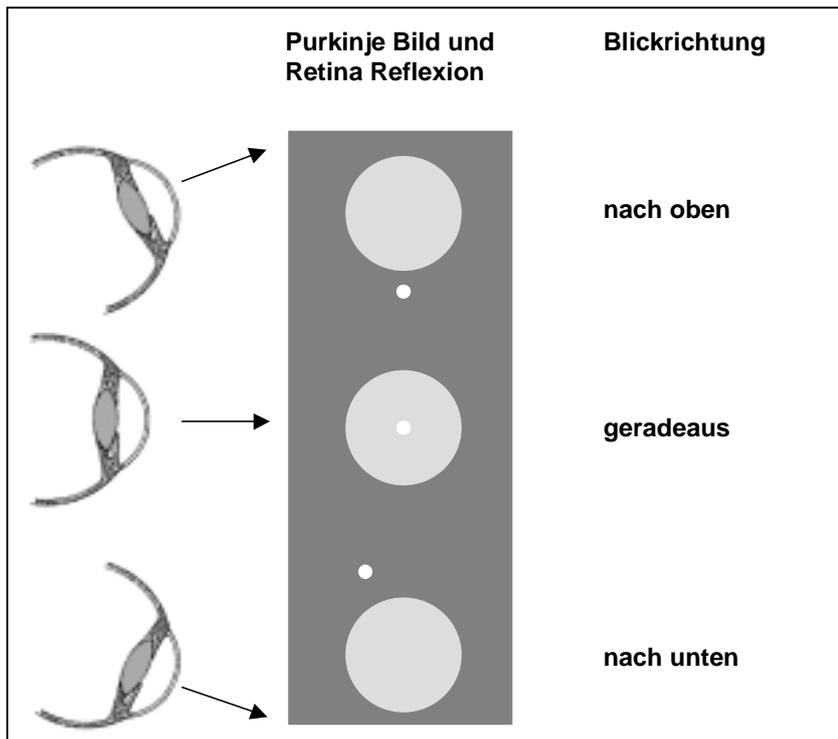


Abb. 4: Blickrichtung als Abbild von Purkinje Bild und Retina Reflexion [vgl. Rohs, 2007]

Da die Blickrichtung aus dem Verhältnis zwischen Cornea und Retina Reflexion abgeleitet wird und nicht nur z.B. die Reflexion der Cornea genutzt wird, hat die Testperson einen gewissen Bewegungsspielraum. Der Bewegungsspielraum wird nur dadurch begrenzt, dass die reflektierten Strahlen nicht mehr die Kamera erreichen. Um den Spielraum der Testperson zu erweitern, wird die Reflexion beider Augen aufgenommen. Falls ein Auge den Bewegungsspielraum verlässt, werden die Daten des anderen Auges aufgenommen. Dieses Verfahren nennt sich binoculares Tracking.

Das verwendete Eyetracking-System nutzt Infrarotdioden als Lichtquelle für den Lichtstrahl und eine Infrarotkamera zur Aufzeichnung der reflektierten Strahlen. Infrarotlicht wird genutzt, da es von Menschen nicht wahrgenommen wird und somit nicht ablenkt. Darüber hinaus wird das Infrarotlicht nicht von anderen Lichtquellen gestört. Infrarotdioden werden genutzt, da diese einen gebündelten Lichtstrahl erzeugen.

### 3.1.2. Kalibrierung

Der Aufbau des Auges ist bei jedem Menschen individuell unterschiedlich. Um dies zu berücksichtigen wird das Eyetracking-System vor dem Test kalibriert. Hierzu muss die Testperson unterschiedliche Punkte auf dem Objekt fixieren. Das System nutzt die hierdurch ermittelten Daten zum Ausgleich des individuellen Aufbaus des Auges.

### 3.1.3. Visualisierung der Messdaten

Die Visualisierung der Messdaten erfolgt durch die im Eyetracking-System enthaltene Logik.

Aus den Aufnahmen der Kamera wird der Blickverlauf ermittelt. Das System berücksichtigt hierbei einige Größen, wie z.B. Abstand der Testperson zum Eyetracker oder Position und Größe des betrachteten Objektes (z.B. Monitor, Zeitung, Statue). Aus diesen Daten kann die Stelle berechnet werden, welche die Testperson zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtet hat.

Legt man nun die Darstellung des betrachteten Objekts unter den vom Eyetracking-System ermittelten Blickverlauf, so ergibt sich ein Gesamtbild aus Objekt und betrachteten Stellen.

Das Eyetracking-System nimmt die Messdaten kontinuierlich auf und bietet unterschiedliche Möglichkeiten an, diese zu visualisieren. Die für die Diplomarbeit verwendeten Visualisierungsmöglichkeiten werden in Kapitel 3.2.4 beschrieben.

### 3.1.4. Modell und Ausstattung

Bei dem verwendeten Eyetracker handelt es sich um das Modell X120 der Firma Tobii Technology.



Abb. 5: Eyetracker im Testraum HAW Hamburg

Der Eyetracker hat folgende technische Daten.

	Tobii X120 Eyetracker	
Genauigkeit	0.5 Grad	
Daten Rate	60 Hz	120 Hz
Bewegungsspielraum des Kopfes	44x22x30 cm	30x22x30 cm
Gewicht	~ 3 kg	

Tabelle 1: technische Daten des Tobii X120 [vgl. Tobii 2008]

Die Genauigkeit bezieht sich auf den Messgenauigkeit in Bezug auf die Messung der Blickrichtung.

Darüber hinaus verfügt der Eyetracker über binoculares Tracking und eine Ethernet-Schnittstelle zur Anbindung an einen Computer oder ein Netzwerk.

### **3.1.5. Technische Integration des Eyetrackers in die derzeitige Labor-Konfiguration**

Der Eyetracker wurde direkt vor den LCD-Monitor des Testrechners positioniert, da auf diesem Testrechner die Aufgaben von den Testpersonen bearbeitet werden.

Der Eyetracker wurde über die Ethernet-Schnittstelle an einen Switch in das lokale Netzwerk des Usability-Labors angebunden. Dadurch ist es möglich, alle Funktionen des Eyetrackers, wie z.B. die Kalibrierung und die Tests per Remote-Zugriff vom Regieraum aus durchzuführen.

Folgende Möglichkeiten, die das Modell anbietet, wurden nicht genutzt, da diese bereits durch die im Usability-Labor installierten Komponenten abgedeckt wurden [vgl. Klengel 2008]:

- Installation einer User-Kamera mit Hilfe der mitgelieferten Software.
- Aufnahme des Tons.

### **3.1.6. Probleme bei der Hardware Installation**

Der Eyetracker konnte anfänglich im lokalen Netzwerk des Usability-Labors nicht zuverlässig unter einer gleichbleibenden IP-Adresse erreicht werden. Es kam dadurch zu Problemen bei der Remote-Steuerung der Software aus dem Regieraum. Um Abhilfe zu schaffen, wurde der DHCP-Server des WLAN-Routers im Usability-Labor angepasst. Es wurde ein Mappingeintrag zwischen der MAC-Adresse des Eyetrackers und einer IP-Adresse hinzugefügt. Die IP-Adresse des Eyetracker blieb nun konstant.

## **3.2. Software**

### **3.2.1. Beschreibung der zum Eyetracker mitgelieferten Software**

Verwendet wird das mitgelieferte Programm-Paket Tobii Studio in der Version 1.1.17.

Dieses Programm-Paket besteht aus zwei Teilen:

1. Tobii Studio: Diese Software dient zum Erstellen und Auswerten von Testszenarien.
2. Tobii Logger: Diese Software ermöglicht die Fernsteuerung von Tobii Studio in einem LAN und kann ein Livebild eines Eyetracking-Tests des Testrechners zeigen. Dieses Livebild zeigt den genauen Desktop-Inhalt und den Blickverlauf der Testpersonen in Form von Fixationen und Sakkaden (siehe Kapitel 2.3).

Das Programm-Paket wird laufend weiter entwickelt. Eine Hilfefunktion wird Online angeboten. Die Inhalte waren zu Beginn dieser Arbeit noch unvollständig, sie werden jedoch schrittweise komplettiert.

In den folgenden Kapiteln wird beschrieben, wie das System am Arbeitsplatz eingerichtet werden muss, welche Einstellungen (Designelemente) beim Erstellen der Testszenarien verwendet werden können und welche Auswertungsformen genutzt wurden.



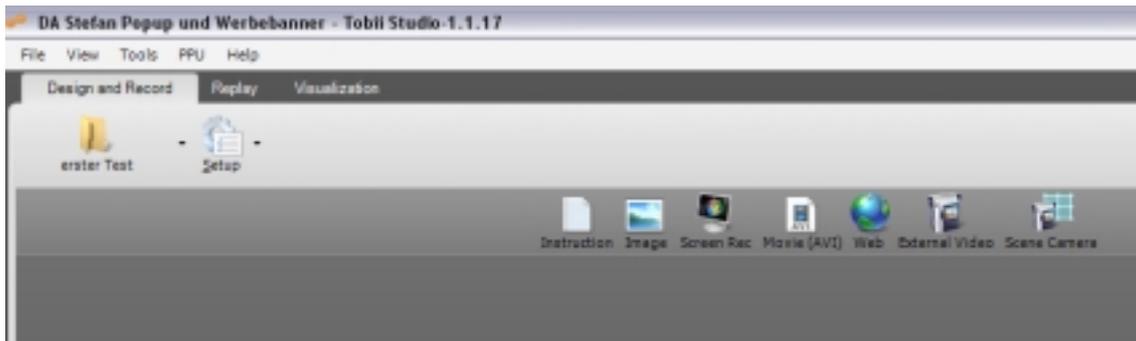


Abb. 8: *Designelemente in Tobii Studio*

### 3.2.3.1. Instruction

Mit diesem Element kann eine Anweisung oder ein Hinweistext auf dem Bildschirm gezeigt werden. Der Text ist frei wählbar. Schriftart und Farbe von Schrift und Hintergrund können bestimmt werden.

Die Dauer der Anzeige kann wie folgt eingestellt werden:

- Betrachtungszeit in Sekunden
- Anzeige durch Mausklick beenden
- Anzeige durch Tastendruck beenden (Taste ist frei wählbar)

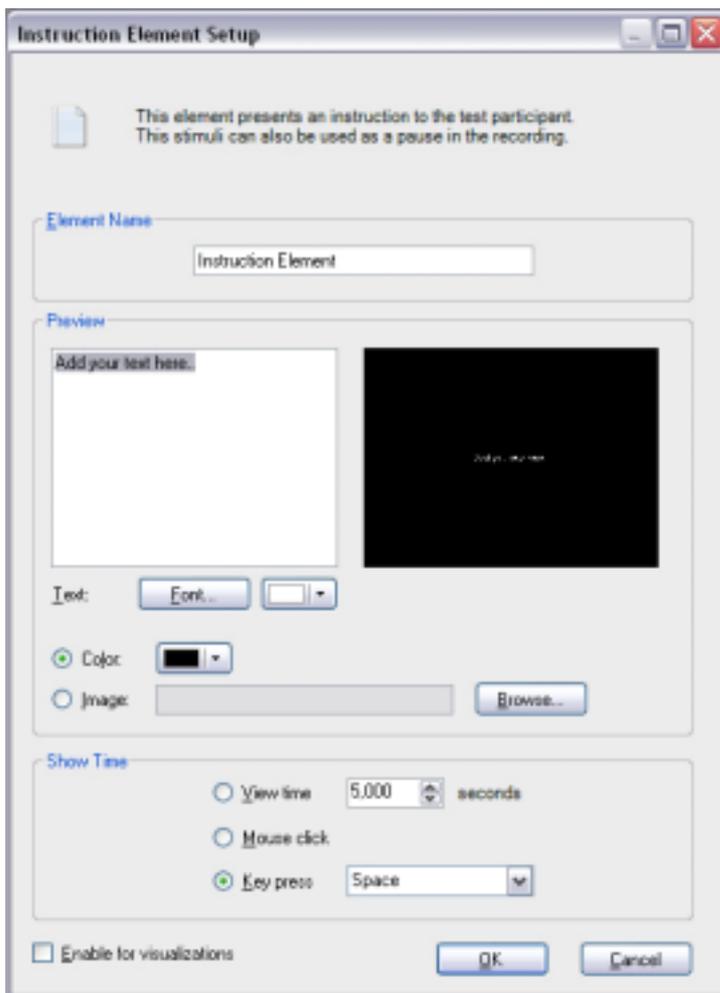


Abb. 9: *Instruction Element Setup*

### 3.2.3.2. Image

Das Image-Element wird benutzt, um Bilder anzuzeigen. Da die Software die Auflösung des Bildes nicht skaliert, ist hier darauf zu achten das Bild in der gewünschten Dimensionierung bereitzustellen. Wenn eine Bildschirmfüllende Anzeige gewünscht wird, sollte das Bild entsprechend der aktuellen Bildschirmauflösung eingestellt sein.

Wird der Haken bei „Mark as dummy media“ gesetzt, so werden für dieses Bild keine Eyetracking-Daten erzeugt. Das Bild wird aber dennoch während des Tests angezeigt.

Die Dauer der Anzeige kann wie folgt eingestellt werden:

- Betrachtungszeit in Sekunden
- Anzeige durch Mausklick beenden
- Anzeige durch Tastendruck beenden

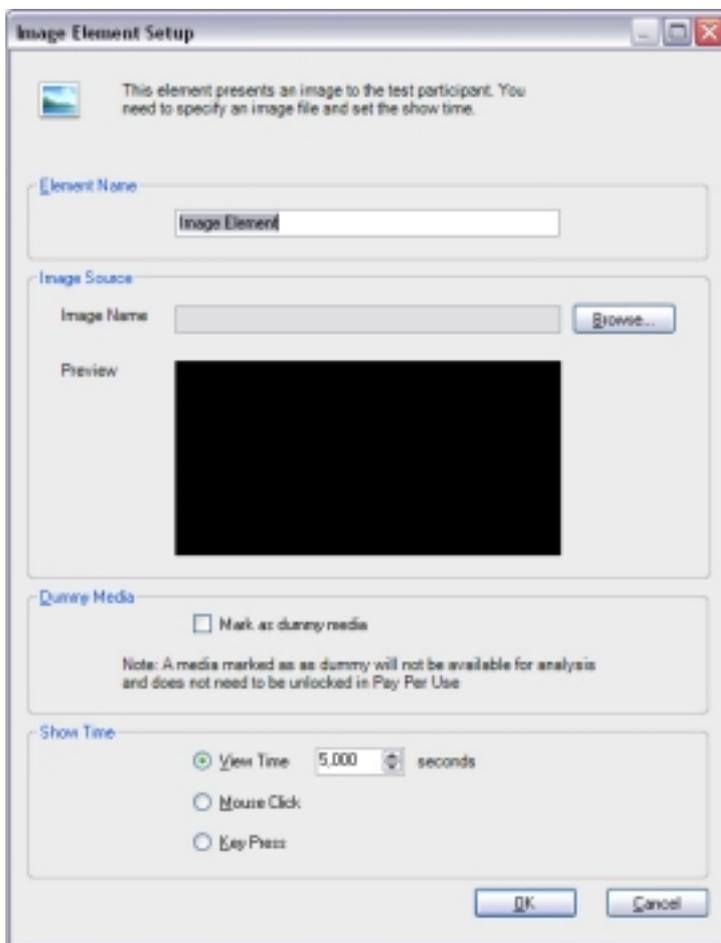


Abb. 10: Image Element Setup

### 3.2.3.3. Screen Recording

Das Screen Recording Element nimmt alles auf, was auf dem Monitor passiert, bis die Taste F10 gedrückt wird, oder das Element über die Fernsteuer-Software Tobii Logger beendet wird. Bei diesem Element ist es nicht möglich, die exakte Position auf „langen“ HTML-Seiten wiederzugeben, so wie es das

nachgehend beschriebene Web-Element vermag. Es erfasst lediglich das exakte Abbild des aktuellen Bildschirms.

### 3.2.3.4. Movie (AVI)

Das Movie-Element dient zum Einfügen von eigenen Filmen in den Testverlauf. Es muss im AVI-Format vorliegen. Ähnlich wie beim Image-Element ist hier auf die genaue Skalierung zu achten. Für eine Ansicht im Vollbildmodus muss der Film in der gleichen Auflösung wie der Bildschirm benutzt werden.



Abb. 11: Movie Element Setup

Wird der Haken bei „Mark as dummy media“ gesetzt, so werden für diesen Film keine Eyetracking-Daten erzeugt. Der Film wird aber dennoch während des Tests angezeigt.

Mit folgenden Optionen kann das Element beendet werden:

- nach Ende des Films
- nach einem Mausklick
- nach Betätigen einer beliebigen Taste

### 3.2.3.5. Web

Das Web Element öffnet ein Browserfenster im Internet Explorer. Die Aufzeichnung beginnt bei der eingegebenen URL-Adresse. Die Eyetracking-Daten werden für alle folgenden verlinkten URL-Adressen aufgezeichnet, auf die die Testperson verzweigt. Das Programm erzeugt automatisch für jeden neuen Seiteninhalt ein neues Segment für die spätere Auswertung und Visualisierung. Auf langen HTML-Seiten, deren Inhalt nur durch Scrollen erreichbar ist, werden die Eyetracking-Daten gemäß ihrer tatsächlichen Position auf der langen Seite erfasst.

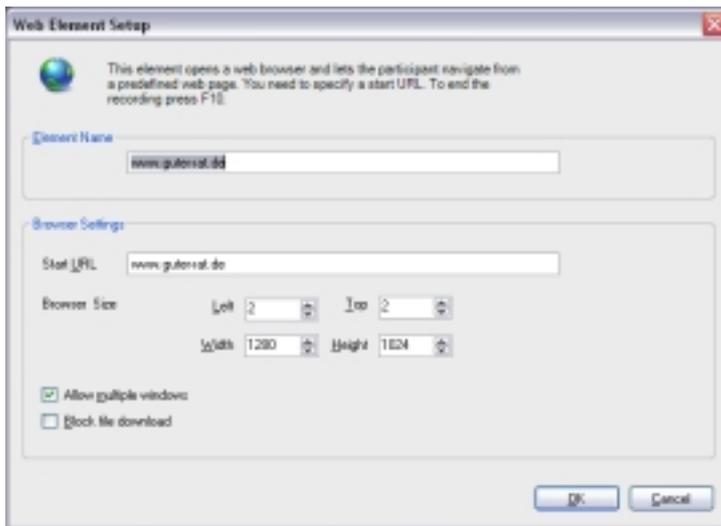


Abb. 12: Web Element Setup

Die Größe und Position des Browserfenster kann angegeben werden. Ein Aufruf des Browsers in der maximierten Darstellung wird von dem Element nicht angeboten. Weitere Optionen sind:

- Erlauben/Verbieten mehrerer Fenster gleichzeitig
- Erlauben/Verbieten des Downloads von Dateien

### 3.2.3.6. External Video

Das Element External Video erlaubt das Einbinden einer externen Videoquelle abhängig von dem auf dem Rechner installierten Capture-Device (z.B. Fernseh-Capture Karte). Auch dieses Element bietet einige Einstellungsmöglichkeiten, die jedoch im Verlauf dieser Arbeit nicht eingesetzt wurden.

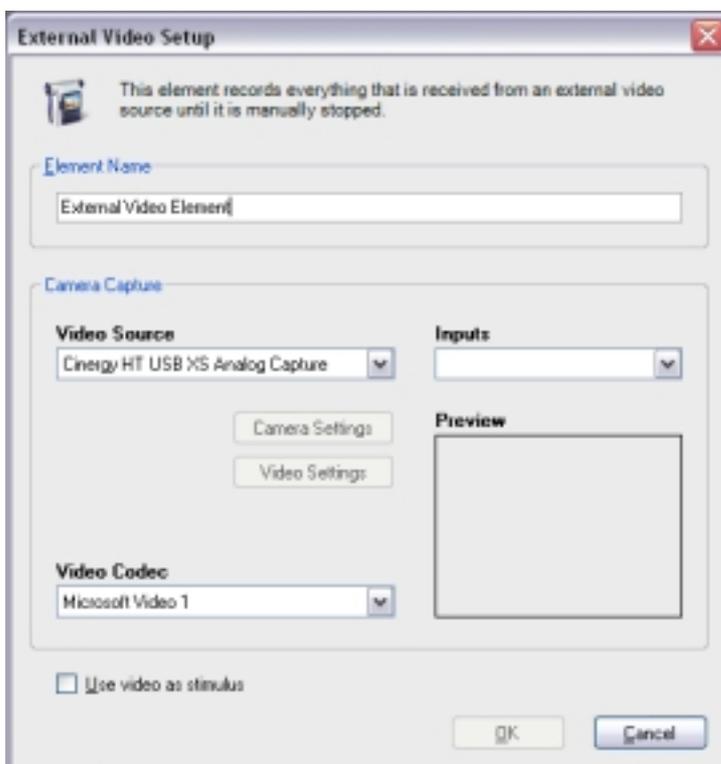


Abb. 13: External Video Setup

### 3.2.3.7. Scene Camera

Das Element Scene Camera erlaubt zusätzlich zu dem obigen Element External Video das perspektivische Mapping der Eyetracking-Daten. Diese Element wurde in der Diplomarbeit ebenfalls nicht weiter untersucht.

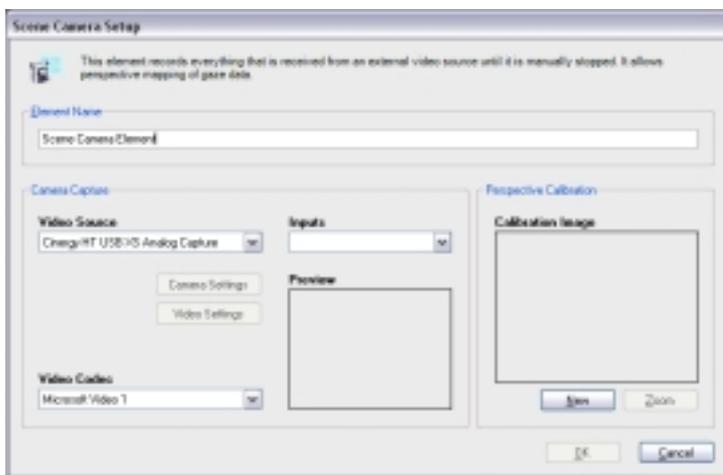


Abb. 14: Scene Camera Setup

### 3.2.4. Betrachtete Auswertungsmöglichkeiten

Die folgende Tabelle enthält alle Auswertungsmöglichkeiten, welche die Software bietet. Um einen Überblick aller Visualisierungsformen zu erhalten und da die Online-Hilfe zu diesen Punkten noch keine Inhalte angeboten hatte, wurde diese Tabelle anhand einer Durchsicht aller Möglichkeiten der Software erstellt.

Die Tabelle erfasst alle Visualisierungsformen mit allen vorhandenen Stellgrößen auf einen Blick. Sie dient damit als Orientierungshilfe zur Auswahl einer passenden Auswertungsform.

## Technische Implementierung

	Gaze Plot	Heat Map	Cluster	Bee Swarm	AOI Tool	Statistics
<b>Recordings selectable</b>	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<b>Timeline</b>	adjustable	adjustable	adjustable	no	no	adjustable
<b>Opacity</b>	adjustable	adjustable	adjustable	adjustable	no	no
<b>Mouse Clicks</b>	on/off	on/off	no	no	no	no
<b>Legend</b>	on/off	on/off	no	no	no	no
<b>Overlay color</b>	no	no	no	adjustable	no	no
<b>Functions</b>	<b>right mouse click:</b> - copy - save image - zoom in - zoom out	<b>right mouse click:</b> - copy - save image - save heatmap layer image - zoom in - zoom out	<b>right mouse click:</b> - export clusters to AOIs - copy - save image - zoom in - zoom out	<b>view AVI export screenshot</b>	<b>right mouse click:</b> - show AOI name labels - copy AOI - paste AOI - copy image - save image - zoom in - zoom out - fit to screen - export <b>create /edit:</b> - Ellipse - Rectangle - Polygon	<b>right mouse click for tables:</b> - copy - save image as - page setup - print - show point values - un-zoom - undo all zoom/pan - set scale to default <b>right mouse click for charts:</b> - copy <b>buttons for tables:</b> - copy - cell values - export - AOI statistics export
<b>Settings</b>	<b>Fixation Border Color:</b> - adjustable	<b>Fixation data style:</b> - Count (with counts and color mapping) - Absolut duration (with time and color mapping) - Relative duration (with time and color mapping)  <b>Display settings:</b> - Heatmap - Gaze opacity - Heatmap 3D	<b>Distance Treshold:</b> - adjustable in pixel			<b>automatically update statistics:</b> - on/off <b>show "not on AOI":</b> - on/off <b>Display settings:</b> - table - chart <b>Variable:</b> - Time to first fixation - Fixation lenght - Fixation count - Observation lenght - Observation count - Fixations before - Participants % <b>Rows and columns:</b> - Recordings vs AOIs - AOIs vs Recordings - Images vs AOIs - AOIs vs Images - Participants vs AOIs - AOIs vs Participants

Tabelle 2: Überblick über die Visualisierungsmöglichkeiten in Tobii Studio (Version 1.1.17)

Im Laufe der folgenden Abschnitte dieses Kapitels werden die einzelnen Auswertungsmöglichkeiten im Detail beschrieben, die im Laufe dieser Diplomarbeit genutzt wurden. Bei den meisten Auswertungsmöglichkeiten, handelt es sich generell um zweidimensionale, grafische Darstellungen.

### 3.2.4.1. Gaze Plot

Bei einem Gaze Plot werden die Verweildauer des Blickes und dessen Verlauf dargestellt.

An welcher Stelle und wie lange eine Testperson an dieser Stelle (Fixation) verweilt, wird durch einen Kreis dargestellt. Die Größe des Kreises sagt hierbei etwas über die Länge der Verweildauer aus. Je größer der Kreis, desto länger hat die Testperson hier verweilt.

Gleichzeitig gibt die fortlaufende Nummerierung der Kreise an, in welcher Reihenfolge das Bild betrachtet wurde. Hierdurch wird der Verlauf des Blickes dargestellt, wohin sich der Blick zuerst richtet und wohin er danach wandert. Dieser Weg wird durch eine Linie dargestellt.

Durch die Linien (Sakkaden) und Kreise (Fixationen) wird letztlich der Weg beschrieben, wie die Testperson das Bild betrachtet (gescannt) hat. Hierbei spricht man auch von einem Scanpfad.

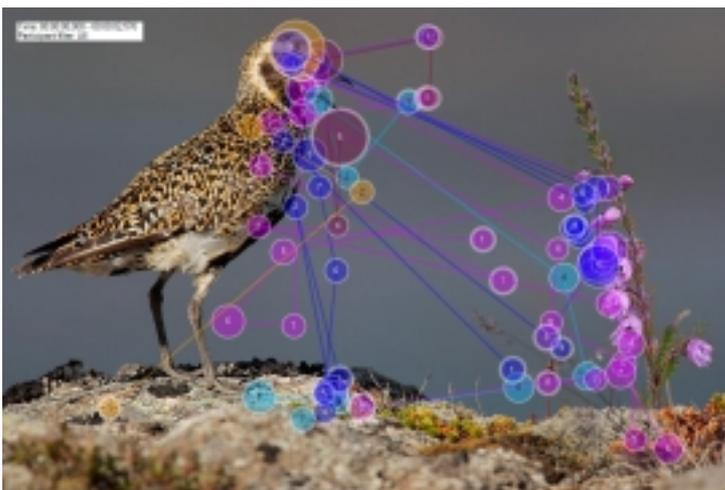


Abb. 15: Beispiel für ein Gaze Plot

Die wichtigsten Einstellgrößen hierbei sind zum einen die Auswahl der zu berücksichtigenden Aufnahmen (Records) und die Einstellung des zu betrachtenden zeitlichen Abschnitts. Dieser Zeitabschnitt mit Hilfe eines Schiebereglers eingestellt werden. Anfangs- und Endzeit sowie die Dauer sind frei bestimmbar.

Darüber hinaus können im Gaze Plot zusätzlich die Mausklicks dargestellt werden. Hierbei wird jede Stelle, an der ein Mausklick durchgeführt wurde, durch ein kleines Maussymbol mit rechter und linker Maustaste markiert. Die Maustaste, die geklickt wurde, ist rot markiert. Ein Beispiel zeigt die folgende Abbildung.



Abb. 16: Beispiel für ein Gaze Plot mit Mausklick auf „Play“

### 3.2.4.2. Heat Map

Die Visualisierungsform Heat Map hat ihren Ursprung in der bildlichen Anzeige von Temperaturdifferenzen, die mit Wärmebildkamera aufgenommen wurden. In Ähnlicher Weise können nicht nur Temperaturwerte, sondern auch eine Reihe anderer Daten dargestellt werden. Denkbar sind hier z.B. auch Mausklicks auf einer Webseite.

Gleich große Werte, wie zum Beispiel die gleiche Anzahl von Mausklicks pro Stelle auf einer Webseite, werden durch die gleiche Farbe dargestellt. Eine unterschiedliche Anzahl an Klicks wird durch eine jeweils andere Farbe dargestellt. In der Regel verläuft die Farbvergabe von hellgrün über gelb und orange zu rot. Z.B. entsprechen keine Klicks keiner Farbe, wenige Klicks hellgrün, mehr Klicks gelb und sehr viele Klicks rot. Alle Daten werden zeitgleich dargestellt. So entsteht eine wolkenförmige Verteilung der einzelnen Farben. Es entsteht der Eindruck, dass die Stellen mit den meisten Klicks, besonders „heiße“ Bereiche des betrachteten Objektes sind. Daher der Begriff Heat Map. Anhand der Heat Map lässt sich schnell und einfach erfassen, welche Stellen am häufigsten, etwas weniger bis gar nicht angeklickt wurden.

Beim Eyetracking werden zum Erstellen der Heat Map die Anzahl der Fixationen je Stelle ermittelt. Es werden also die Bereiche des betrachteten Objektes in unterschiedlichen Farben dargestellt, die gar nicht, nur etwas bis am meisten Aufmerksamkeit erlangt haben. Ein Beispiel zeigt die folgende Abbildung.

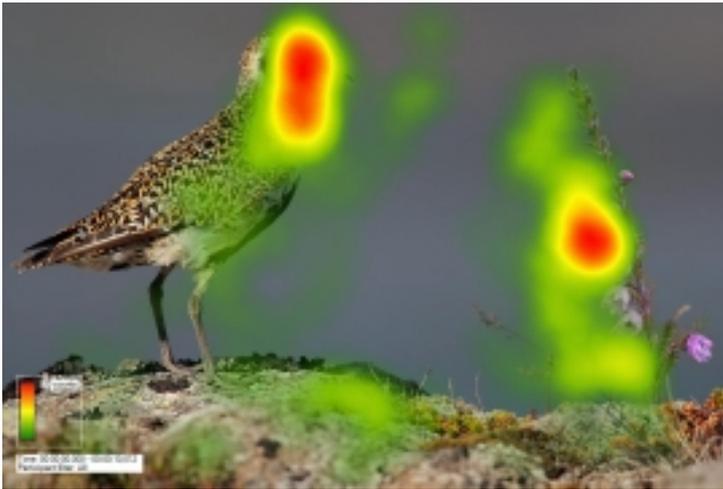


Abb. 17: Beispiel für ein Heat Map

Eine ähnliche Visualisierungsform entsteht, wenn die Heat Map nicht farblich sondern transparent dargestellt wird. Bei dieser Methode ist eine Stelle des Bildes umso transparenter je mehr Fixationen ermittelt wurden. Die Stellen, die sehr häufig fixiert wurden, sind so deutlich erkennbar, wie das Originalbild. Die Stellen, die gar nicht betrachtet wurden, bleiben schwarz. Diese Form der Visualisierung wird mit Gaze Opacity bezeichnet. Gaze steht für den Blick und Opacity für Undurchsichtigkeit. Also die Stellen, die nicht betrachtet wurden, sind für die Betrachter undurchsichtig und werden daher nicht erkannt. Ein Beispiel für eine Heat Map Gaze Opacity zeigt die folgende Abbildung.

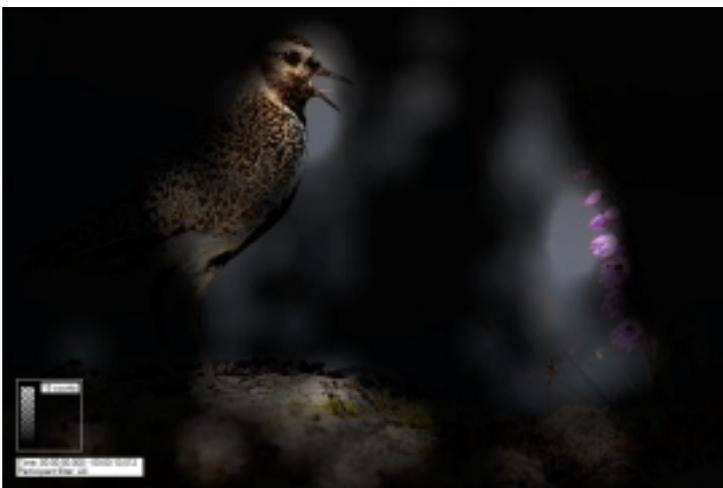


Abb. 18: Beispiel für ein Heat Map Gaze Opacity

Die wichtigsten Einstellgrößen hierbei sind zum einen die Auswahl der zu berücksichtigenden Aufnahmen (Records) und die Einstellung des zu betrachtenden zeitlichen Abschnitts. Dieser Zeitabschnitt kann mit Hilfe eines Schiebereglers eingestellt werden. Anfangs- und Endzeit sowie die Dauer sind frei bestimmbar.

Darüber hinaus kann man die Datenbasis für die Fixationen wählen. Es gibt dabei drei Möglichkeiten: Anzahl, Absolute Dauer oder relative Dauer. Bei allen drei Einstellungen kann der Schwellwert für die farbliche Darstellung bestimmt werden. Der Schwellwert bestimmt damit die Empfindlichkeit für die Anzeige.



Abb. 19: Einstellungen für eine Heat Map

Sowohl bei der farblichen Heat Map also auch bei der Heat Map Gaze Opacity können zusätzlich die Mausclicks dargestellt werden. Die Darstellung der Mausclicks erfolgt genauso wie bei einem Gaze Plot. Ein Beispiel zeigt die folgende Abbildung.

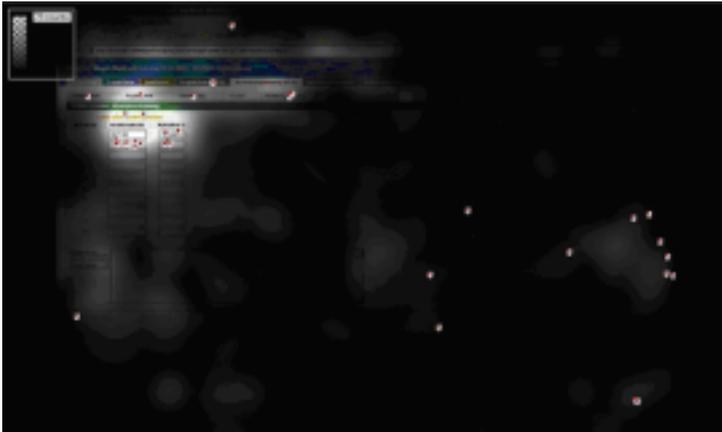


Abb. 20: Beispiel für ein Heat Map Gaze Opacity mit Mausclicks

### 3.2.4.3. Cluster

Für die Bildung von Clustern (deutsch: Häufung, Gruppe) werden die Daten der Fixationen verwendet. Es wird ermittelt, in welchen Bereichen des betrachteten Bildes es zu einer größeren Häufung von Fixationen gekommen ist. Diese Bereiche werden zu Clustern zusammengefasst. Ein Cluster kann zum Beispiel angeben, wie viel Prozent aller Testpersonen, diesen Bereich angeschaut haben.

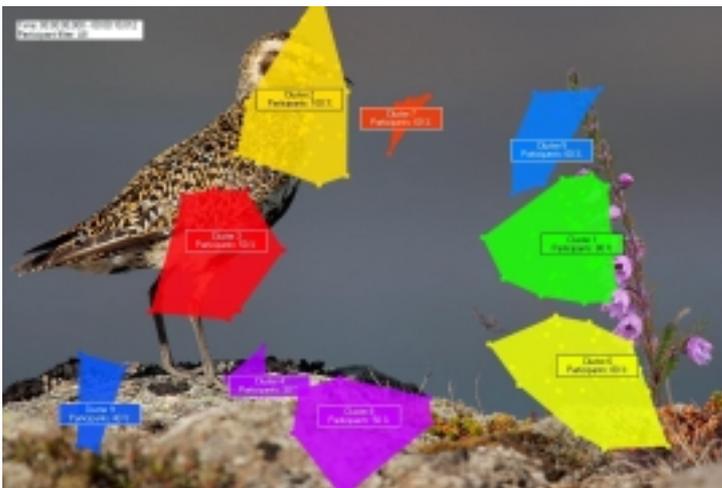


Abb. 21: Beispiel für Cluster

Die wichtigste Einstellgröße hierbei ist der Abstand der Fixationen innerhalb eines Clusters als Durchschnittswert. Hierdurch wird die Größe des Clusters verändert.

Im Vergleich zu den bisher vorgestellten Visualisierungsformen ist diese Form der Darstellung weniger aussagekräftig. Sie kann jedoch dazu verwendet werden, automatisch Bereiche von besonderem Interesse (Areas of Interest AOIs) festzulegen. Diese dienen dann als Basis für weitere Auswertungen. Siehe hierzu auch Kapitel 3.2.4.5.

### 3.2.4.4. Bee Swarm

Bei dieser Form der Visualisierung werden die Fixationen als einzelne gleichgroße Punkte dargestellt. Um den Effekt des Bee Swarms (deutsch: Bienenschwarm) zu erreichen, müssen die Daten mehrerer Testpersonen überlagert und als Filmsequenz dargestellt werden. Blicken die Testpersonen zum gleichen Zeitpunkt auf den gleichen Bereich des betrachteten Objektes, erscheint es dann so, als schwirren die einzelnen Blickpunkte wie Bienen eines Bienenschwarms um dieses Objekt herum.



Abb. 22: Beispiel für einen Bee Swarm

Die wichtigsten Einstellgrößen hierbei sind zum einen die Auswahl der zu berücksichtigenden Aufnahmen (Records) und die Einstellung des zu betrachtenden zeitlichen Abschnitts. Zusätzlich kann die Farbe für die Punkte aus den einzelnen Aufnahmen einzeln bestimmt werden.

### 3.2.4.5. Areas of Interest / Statistiken

Areas of Interest (AOI) sind Bereiche des zu untersuchenden Objektes, die von besonderem Interesse sind und bei denen sich daher detailliertere Analysen anbieten. In dem Sinne sind AOI keine Form der Visualisierung, sondern sie sind die Bereiche, die näher untersucht werden sollen. Hierzu werden die Bereiche entweder automatisch aus Clustern (siehe Kapitel 3.2.4.3) erzeugt oder sie werden manuell über ein in Tobii Studio enthaltenes Werkzeug (AOI Tool) markiert.

Ein Beispiel für einen manuell markierten AOI zeigt die folgende Abbildung.



Abb. 23: Beispiel für manuell festgelegte AOI

Die so festgelegten AOI dienen dazu, aus den Daten, die sich innerhalb der AOI befinden oder die mit den AOI in Verbindung stehen, Statistiken zu erstellen. Mit Hilfe der Statistiken können die Daten zu Tabellen oder graphischen Darstellungen verdichtet werden. Um die Datenfülle für eine sinnvoll aufbereitete Statistik zu reduzieren, wird eine Auswahl von sieben unterschiedlichen Kriterien angeboten.

Darüber hinaus hängt die Anzeige der Daten davon ab, wie diese Daten der unterschiedlichen Kriterien aufbereitet werden sollen. Generell werden zwei unterschiedliche Darstellungsformen unterschieden:

1. Die Anzeige der Daten jeder einzelnen Testperson (participant) bzw. jeder einzelnen Aufnahme (recording) in den einzelnen AOIs. (participant/recording vs. AOI oder AOI vs. participant/recording je nach gewünschter Zuordnung zu x- und y-Achse der Graphik bzw. Reihe und Spalte der Tabelle)
2. Die Anzeige der Daten erfolgt als Durchschnittswert über alle Testpersonen in den einzelnen AOI. (Images vs. AOI oder AOI vs. Images je nach gewünschter Zuordnung zu x- und y-Achse der Graphik bzw. Reihe und Spalte der Tabelle)

Im folgenden werden die einzelnen Kriterien näher beschrieben. Generell gilt, dass nur die Zeiten bzw. Zeitpunkte gewertet werden, die auch in den Einstellungen von Tobii Studio als Fixationen definiert wurden (siehe Kapitel 2.3).

### Time to First Fixation

Die Time to First Fixation entspricht der Zeitdauer vom Erscheinen des zu betrachtenden Gegenstandes bis zur ersten Fixation innerhalb der AOI. Also nach wie vielen Sekunden wurde der Bereich, der als interessant festgelegt wurde, zum ersten Mal fixiert.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, werden die Zeiten angezeigt, die jede einzelne Testperson benötigt um jeden einzelnen AOI das erste Mal zu fixieren. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Zeit angezeigt, welche die Testpersonen benötigen, um jede einzelne AOI das erste Mal zu fixieren.

### Fixations before

Im allgemeinen entspricht die Fixations before der Anzahl an Fixationen, die eine Testperson fixiert hat, bevor eine bestimmte AOI zum ersten mal fixiert wurde.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, wird die Gesamtanzahl der vorherigen Fixationen jeder einzelne Testperson für jede einzelne AOI angezeigt. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Gesamtanzahl vorheriger Fixationen aller Testpersonen für jede einzelne AOI angezeigt.

### Fixation length

Im allgemeinen entspricht die Fixation length der Zeitdauer aller Fixationen in innerhalb einer AOI. Also wie lange wurde der Bereich, der als interessant festgelegt wurde, insgesamt fixiert.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, wird die Gesamtdauer angezeigt, die jede einzelne Testperson den einzelnen AOI fixiert. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Gesamtdauer angezeigt, in der die Testpersonen jeden einzelnen AOI fixieren.

### Fixation count

Im allgemeinen entspricht die Fixation count der Anzahl der Fixationen innerhalb einer AOI. Also wie häufig wurde der Bereich, der als interessant festgelegt wurde fixiert.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, wird Gesamtanzahl der Fixationen jeder einzelne Testperson für jede einzelne AOI angezeigt. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Gesamtanzahl aller Testpersonen für jede einzelne AOI angezeigt.

### Observation length

Im allgemeinen entspricht die Observation length der Gesamtdauer, über die eine Testperson ein AOI betrachtet hat. Die Messung der Gesamtdauer startet vom Zeitpunkt der ersten Fixation innerhalb des AOI bis zur ersten Fixation außerhalb des AOI. Also wie lange wurde der Bereich, der als interessant festgelegt wurde, insgesamt betrachtet.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, wird die Gesamtdauer angezeigt, die jede einzelne Testperson den einzelnen AOI betrachtet. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Gesamtdauer angezeigt, mit der die Testpersonen jeden einzelnen AOI betrachten.

### Observation count

Im allgemeinen entspricht die Observation count der Anzahl an Betrachtungen einer AOI. Also wie häufig wurde der Bereich, der als interessant festgelegt wurde, betrachtet.

Erfolgt die Aufbereitung nach Darstellungsform 1, wird Anzahl der Betrachtungen jeder einzelnen Testperson für jede einzelne AOI angezeigt. In Darstellungsform 2 wird die durchschnittliche Anzahl aller Testpersonen für jede einzelne AOI angezeigt.

Der wesentliche Unterschied zwischen den Kriterien, die sich auf Fixationen und den Kriterien, die sich auf Observation beziehen, besteht darin, dass sich die Fixationen eher auf die fixierten Punkte und die Observation auf die Betrachtung einer einzelnen AOI bezieht.

### Participant %

Dieses Kriterium gibt den prozentualen Anteil aller Testpersonen an, die einen AOI mindestens einmal fixiert haben. Also wie viele der Testpersonen ein AOI fixiert haben.

Diese Statistik kann nur in Darstellungsform 2 erzeugt werden, also als Durchschnitt über alle Testpersonen.

### **3.2.5. Fazit über alle Auswertungsmöglichkeiten**

Die von der Software angebotenen Visualisierungen haben viele Vorteile und erlauben gute Auswertungsmöglichkeiten, aber es gibt Potenzial für Verbesserungen.

Folgende Erweiterungen wären denkbar:

- Kombination von Eye- und Mastracking-Daten. Erste Ansätze für diese Erweiterung werden in Kapitel 7.2 beschrieben.
- Kombination von Gaze Plots und AOIs für einen besseren Überblick großer Datenmengen. Hierzu wurde im Projektstudium an der HAW im Sommersemester 2008 ein erster Prototyp entwickelt [vgl. Beelte, Kölln 2008].

### **3.3. Test der Implementierung**

Vor der ersten relevanten Auswertung wurde ein Test durchgeführt, um die Funktion der neuen Hard- und Software zu prüfen. Auf Basis dieses Tests wurde die Bedienungsanleitung für die Benutzung des Eyetrackers im Usability-Labor der HAW geschrieben. Diese befindet sich im Anhang (siehe: Anhang 1).

## 4. Anwendungsgebiete und Thesen

Im Folgenden werden sieben Untersuchungen geschildert, die eine deutliche Eskalation von einfachen statischen Betrachtungen hin zu höchst dynamischen und komplexen Anwendungsgebieten abdecken. Bei der ersten Studie „Bildkomposition“ sollten allgemein anerkannte Sachverhalte und Erwartungen an den Aufbau von Bildern mit Hilfe der Eyetracking-Technologie nachgewiesen werden. Dieses dient hauptsächlich dazu Sicherheit im Umgang mit der neuen Technik zu gewinnen und einen ersten Eindruck über die Möglichkeiten zu bekommen. Die weiteren Untersuchungen erweitern dann den Betrachtungshorizont jeweils um ein weiteres Schwerpunktthema. Am Ende steht dann die Untersuchung einer komplexen Anwendung. Hier ist dann die höchste Komplexitätsstufe im Rahmen dieser Arbeit erreicht.

Die Untersuchungen dieser Arbeit dienen somit als Basis, weitere Objekte mittels Eyetracking zu analysieren. Vorstellbar wären hier:

- Hochinteraktive Spiele, z.B. Strategiespiele oder Egoshooter
- Simulator eines Kampfs
- direkte Interaktionen, z.B. Steuerung von Programmen
- Betrachten gegenständlicher Objekte

### 4.1. Einfache Betrachtung von Bildern

Diese Untersuchung beschäftigt sich damit, wie ein Bild auf einen Betrachter wirkt. Es wird angenommen, dass der Aufbau eines Bildes (Bildkomposition) entscheidend für die Betrachtung ist.

Aus den folgenden Fragestellungen ergibt sich die Komposition eines Bildes:

- Was ist der Bildgegenstand?
- Wohin mit dem Bildgegenstand?
- Was reizt an dem Motiv?
- Wie erziele ich eine optimale Wirkung?

In der modernen Fotografie hat sich über die Jahre ein Standard für die Beantwortung dieser Fragen entwickelt. Es wurden Regeln entwickelt, um beim Betrachter eine bestimmte Wirkung zu erzielen. Ein Bild ist nicht automatisch schlecht, wenn es diese Regeln nicht berücksichtigt, aber es sollte immer einen guten Grund geben, falls eine oder mehrere dieser Regeln nicht beachtet wird.

Jede dieser Regeln soll hierbei eine bestimmte Wirkung auf den Betrachter erzielen. Mit Hilfe des Eyetrackings soll nun bei drei dieser Regeln untersucht werden, ob deren erwartete Wirkung nachvollzogen werden kann.

#### 4.1.1. Selektive Scharfstellung

Bei dem Prinzip der selektiven Scharfstellung wird nur ein bestimmter Bildgegenstand scharf gestellt, während der Rest des Bildes unscharf dargestellt wird. Durch dieses Gestaltungsmerkmal wird beabsichtigt, dass der Betrachter seine gesamte Aufmerksamkeit auf den scharf eingestellten Bildgegenstand des Bildes richtet. Der Hintergrund der Bilder soll keine

ablenkende Wirkung haben. Beispiele für dieses Gestaltungsmerkmal zeigen die beiden folgenden Bilder.



Abb. 24: Bsp. Selektive Scharfstellung



Abb. 25: Bsp. Portrait

Das Foto links oben zeigt im Vordergrund den selektiv scharf gestellten Radsportler. Das Verfolgerfeld im Hintergrund ist unscharf, es bleibt aber weiterhin gut erkennbar. Durch diese Bildkomposition wird ein großer Abstand zwischen dem in Führung liegenden Radsportler und dem Verfolgerfeld suggeriert.

Das rechte Portrait-Bild zeigt die selektive Scharfstellung noch deutlicher. Der Hintergrund ist unscharf, zeigt nichts besonders und soll somit von einem Betrachter nicht weiter berücksichtigt werden. Diese Darstellungsform wird bei allen im Test genutzten Bildern angewandt.

#### 4.1.2. Bildliche „Mauer“

Bilder können jeweils nur einen bestimmten Ausschnitt dessen zeigen, was insgesamt zu sehen ist. Die Ränder des Bildes stellen für den Betrachter eine Grenze dar. Sie bilden sozusagen eine „Mauer“, die den sichtbaren Bereich des Bildes gegen – bildlich gesprochen – das Ende der Welt abgrenzt.

Jedes bewegte Objekt benötigt vor sich entsprechend viel Freiraum, um die Bewegung fortsetzen zu können. Befindet sich das Objekt zu weit links am Rand, wirkt es so als würde das Objekt gegen eine Mauer laufen. [vgl. Richter 1996].

Im nachfolgenden Beispiel läuft der Geistliche gegen die „Mauer“ des Bilderrahmens. Das Bild wirkt, als hätte man den richtigen Moment verpasst und die Aufnahme wirkt misslungen.

Besser wäre es, wenn sich der Geistliche in der rechten Bildhälfte und das Boot in der linken Bildhälfte befinden würden.



Abb. 26: Bsp. *Gegen die Mauer* [Richter 1996, Seite 95].

Hierbei könnte man erwarten, dass der Betrachter in irgend einer Weise mit dem Bild nicht zufrieden ist. Er könnte eventuell in der rechten leeren Bildhälfte nach Objekten suchen, oder aber versuchen, die Blick- bzw. Laufrichtung des Geistlichen weiter nach links zu verfolgen und gegen die Mauer stoßen.

### 4.1.3. Qual der Wahl

Das nächste Bild zeigt ein Beispiel für eine gelungene Bildkomposition. Gezeigt werden zwei gut ausbalancierte Motive ähnlicher Größe in einem symmetrischen Aufbau. Der Betrachter ist unschlüssig, welches der beiden Mädchen er ansehen möchte. Der doppelte Blickfang erzeugt eine unauflösliche Spannung im Bild. Das Bild wirkt interessant.

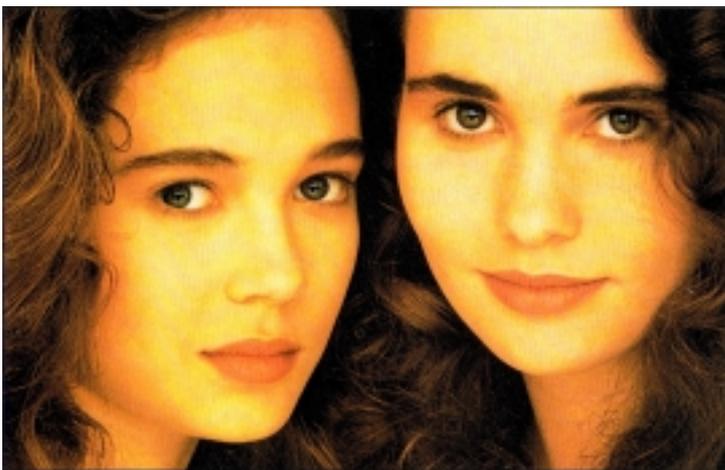


Abb. 27: *Qual der Wahl* [vgl. Fotopraxis 1994, Seite 58]

Es ist zu erwarten, dass sich diese Unschlüssigkeit beim Betrachten mit dem Eyetracker nachweisen lässt.

#### 4.1.4. Tests der Bildkompositionen

Im folgenden Test sollte untersucht werden, ob die oben genannten Regeln mit Hilfe des Eyetracking-Verfahrens nachvollzogen werden können.

Für den Test wurde eine Bildreihe aus sieben Bildern erstellt. Bei den Bildern handelt es sich um Vogelaufnahmen, die mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms modifiziert wurden, um die gewünschte Bildkomposition zu erzielen.

Nach Durchführen der Kalibrierung startete der Ablauf des Testes für die Testperson automatisch. Als erstes erfolgte eine kurze textliche Anweisung an die Testperson, die den weiteren Ablauf des Testes kurz erläutert. Danach wurden die sieben Bilder nacheinander für jeweils 10 Sekunden gezeigt.

Die Tests wurden im Usability-Labor in Bild und Ton aufgezeichnet. Die Eyetracking-Software<sup>3</sup> lieferte aufbereitete Analyse-Ergebnisse, die im Laufe der Untersuchung ausgewertet wurden.

Unter der Annahme, dass jeder der insgesamt 8 Testpersonen gewisse Erwartungen an den grundsätzlichen Aufbau eines Bildes hat, sollte sich der Aufbau der Bilderreihe auch im Blickverlauf widerspiegeln.

#### 4.1.5. Testergebnisse der Bildkompositionen

Im folgenden wird für jedes Foto der Untersuchung folgende Kategorien betrachtet:

- die kompositorische Besonderheit des Bildes
- die zu erwartende Reaktion
- die Blickmessung
- das Ergebnis

##### 4.1.5.1. Bild 1

Der Vogel ist dezentral auf der linken Bildseite positioniert. Seine Blickrichtung ist gegen den linken Bildrand gerichtet.



Abb. 28: Bild 1

---

<sup>3</sup> Tobii Studio

Der Vogel schaut gegen die linke Mauer des Bildes. Der Bildrand ist hier sozusagen das Ende der Welt. Die Testpersonen können nicht der Blickrichtung des Vogels folgen.

Die gesamte rechte Hälfte des Bildes ist ungenutzt. Es ist zu erwarten, dass die Testpersonen auf der rechten Seite einen Blickfang vermissen.

Blickmessung



Abb. 29: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

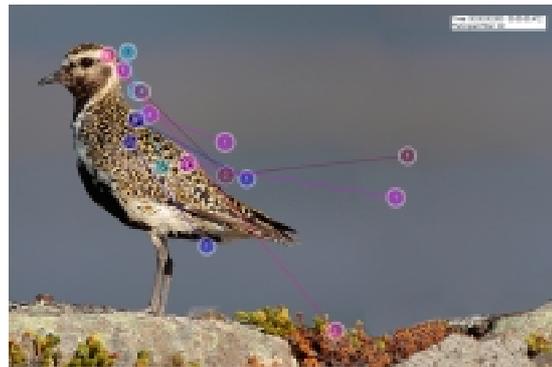


Abb. 30: Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde

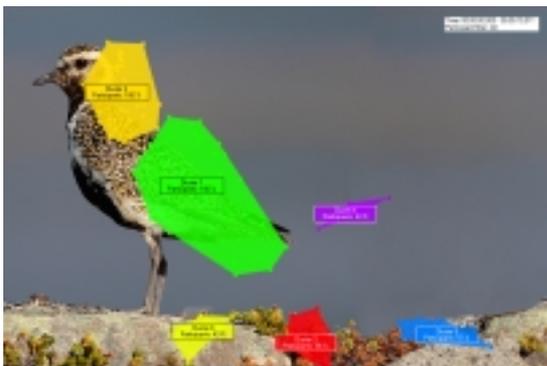


Abb. 31: Cluster aller Testpersonen



Abb. 32: AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik

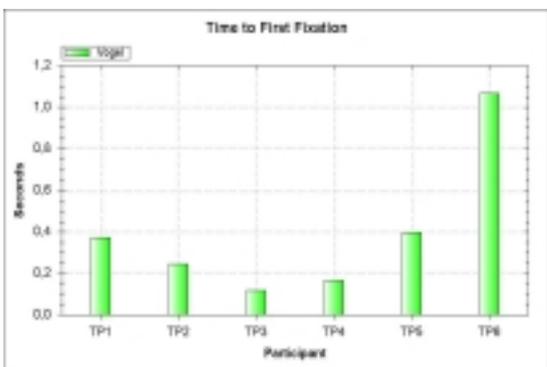


Abb. 33: Statistik: Dauer bis der Vogel erstmals gesehen wird



Abb. 34: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

### Ergebnis / Fazit

Das Verfolgen der Blickrichtung des Vogels konnte nicht gezeigt werden.

Der Gaze Plot aller Testpersonen über die gesamte Zeit zeigt keine Blicke, die der Kopfstellung des Vogels folgen.

Das Vermissten eines Blickfangs auf der rechten Bildhälfte konnte nicht eindeutig gezeigt werden. Die Heat Map zeigt keine heißen Bereiche auf dieser Bildseite. Das Gaze Plot aller Testpersonen über die gesamten 10 Sekunden zeigt nur bei einer Testperson vermehrt Fixationen in der rechten leeren Bildhälfte.

Der unscharf eingestellte Bildhintergrund zieht keine Blicke auf sich. Heat Map und Cluster zeigen hier keine auffälligen Bereiche.

Die Blicke fangen sich eindeutig auf den scharfgestellten Bestandteile des Bildes. Die Visualisierungen Cluster, Heat Map und Gaze Plot verzeichnen hier eindeutig nur Bereiche mit hohem Detailreichtum. Die Statistik „Time to first fixation“ zeigt, dass der Vogel (mit Ausnahme einer Testperson) innerhalb einer halben Sekunde die Blicke auf sich ziehen konnte. Die Heat Map verdeutlicht, dass der Kopf hier von zentralem Interesse ist.

#### **4.1.5.2. Bild 2**

Der Vogel ist nun dezentral auf der rechte Bildseite positioniert. Seine Blickrichtung ist gegen den rechten Bildrand gerichtet.



*Abb. 35: Bild 2*

Ähnlich wie bei dem vorherigen Bild sollte sich zeigen, dass der Betrachter mit der unausgewogenen Komposition nicht zufrieden ist. Auch hier könnte man vermuten, dass man die Blickrichtung des Vogels gegen die Wand verlängert, oder in der linken freien Fläche noch Bildelementen sucht.

Blickmessung



Abb. 36: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

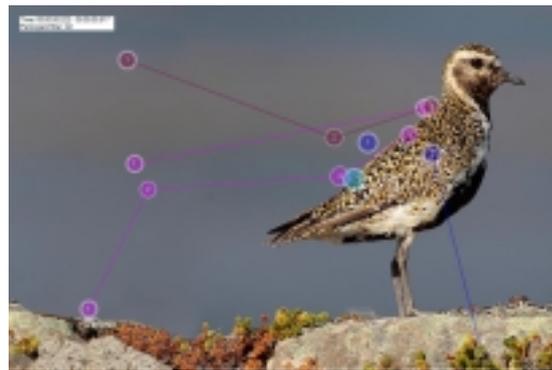


Abb. 37: Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde



Abb. 38: Cluster aller Testpersonen



Abb. 39: AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik

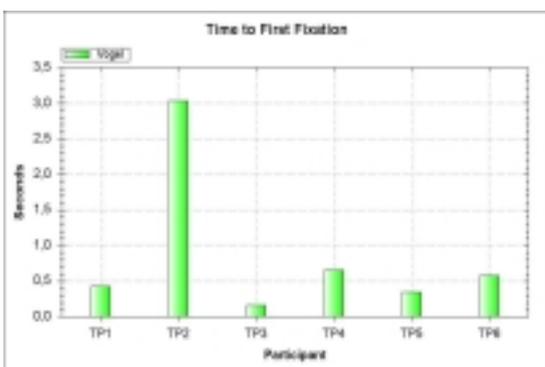


Abb. 40: Statistik: Dauer bis der Vogel erstmals gesehen wird

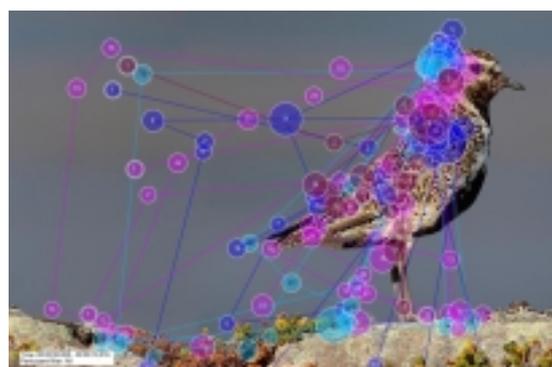


Abb. 41: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

### Ergebnis / Fazit

Das Verfolgen der Blickrichtung des Vogels konnte erneut nicht gezeigt werden. Der Gaze Plot aller Testpersonen über die gesamte Zeit zeigt keine Blicke, die der Kopfstellung des Vogels folgen.

Das Vermissen eines Blickfangs auf der linken Bildhälfte konnte bei diesem Testbild ebenfalls nicht gezeigt werden. Die Heat Map zeigt keine heißen Bereiche auf der linken freien Bildseite. Das Gaze Plot aller Testpersonen über die gesamten 10 Sekunden zeigt nur bei wenigen Testpersonen Fixationen in der linken leeren Bildhälfte. Die Fixationen mit der Nummer 1 dieses Gaze Plots liegen allesamt in der linken Bildhälfte. Das ist wohl auch dadurch zu erklären, dass der Vogel des vorherigen Bildes an dieser Stelle positioniert war.

Der unscharf eingestellte Bildhintergrund zieht erneut keine Blicke auf sich. Heat Map und Cluster zeigen hier keine auffälligen Bereiche.

Die Blicke fangen sich wiederum auf den scharfgestellten Bestandteile des Bildes. Die Visualisierungen Cluster, Heat Map und Gaze Plot und die Statistik „Time to first fixation“ zeigen wiederum die gleichen Ergebnisse wie bei dem Bild zuvor. Die Heat Map verdeutlicht, dass Kopf und obere Rückenpartie hier von zentralem Interesse sind.

#### **4.1.5.3. Bild 3**

Der Vogel ist nun dezentral auf der linken Bildseite positioniert. Seine Blickrichtung ist in das Bild hinein gerichtet. Auf der rechten Seite sind einige Grashalme hinzugekommen.



*Abb. 42: Bild 3*

Die Blickrichtung des Vogels in das Bild hinein sollte den Betrachter verleiten, nachzusehen, ob der Vogel etwas ansieht.

Blickmessung



Abb. 43: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

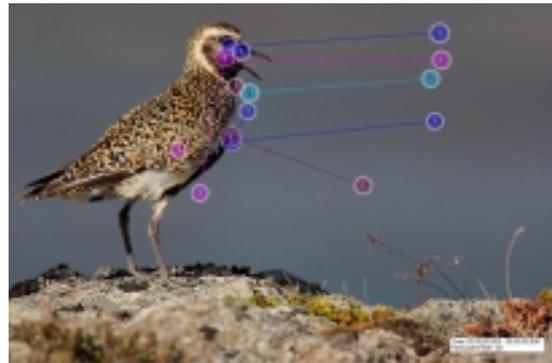


Abb. 44: Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde



Abb. 45: Cluster aller Testpersonen



Abb. 46: AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik

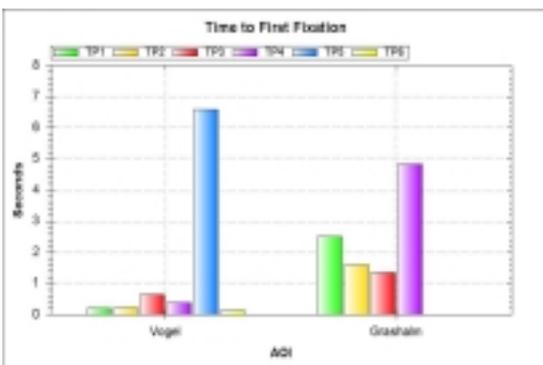


Abb. 47: Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird

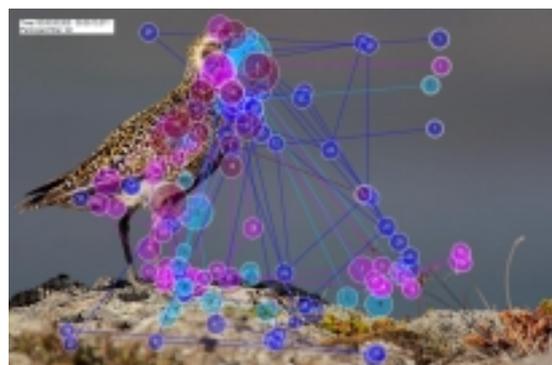


Abb. 48: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

### Ergebnis / Fazit

Wie die Heat Map zeigt, liegen die Bereiche der höchsten Aufmerksamkeit wieder auf dem Kopf des Vogels und auf seinen Füßen. Der linke Grashalm im rechten Bereich ist ebenfalls rot gefärbt. Das stützt die These, dass man in Blickrichtung des Vogels nach etwas sucht. Auch die Betrachtung des Clusters Nummer 4 zeigt, dass 67% der Testpersonen den Grashalm betrachtet haben. Die Statistik „Time to first fixation“ mit den AOs Vogel und Grashalm zeigen, dass der Vogel bis auf eine Ausnahme innerhalb einer halben Sekunde gefunden wurde. Der Grashalm wurde erst nach mehr als einer Sekunde angesehen. Die These, dass nach dem gesucht wird, was der Vogel ansieht konnte folglich aufgezeigt werden.

Auf den beiden Gaze Plots über alle Testpersonen ist zu erkennen, dass die Fixationen mit der Nummer 1 auf der rechten Bildhälfte beginnen. Vermutlich liegt das wiederum an der Position des Vogels auf dem vorherigen Bild.

#### **4.1.5.4. Bild 4**

Der Vogel ist nun dezentral auf der rechten Bildseite positioniert. Das Bild ist das Resultat der vertikalen Spiegelung des vorherigen Bildes.



*Abb. 49: Bild 4*

Da im westlichen Europa von links nach rechts gelesen wird, ist hier zu erwarten, dass sich die Blicke der Betrachter von links nach rechts am Vogelkopf fangen. Die Komposition des Bildes ist deshalb als höherwertig zu beurteilen. Anschließend wird erwartet, dass in Blickrichtung des Vogels auf die Grashalme gesehen wird.

Blickmessung



Abb. 50: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

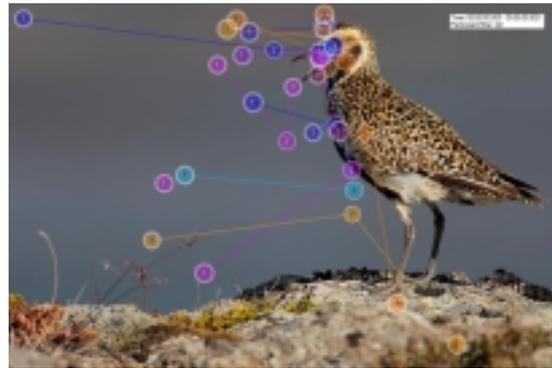


Abb. 51: Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde

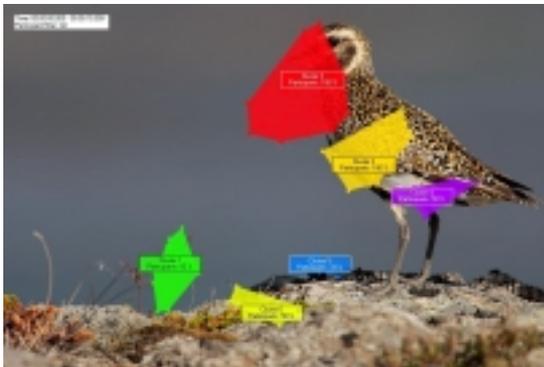


Abb. 52: Cluster aller Testpersonen



Abb. 53: AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik

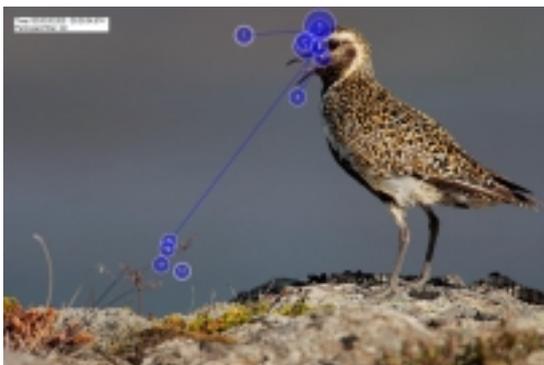


Abb. 54: Gaze Plot eine Testpersonen, erste 4,5 Sekunden

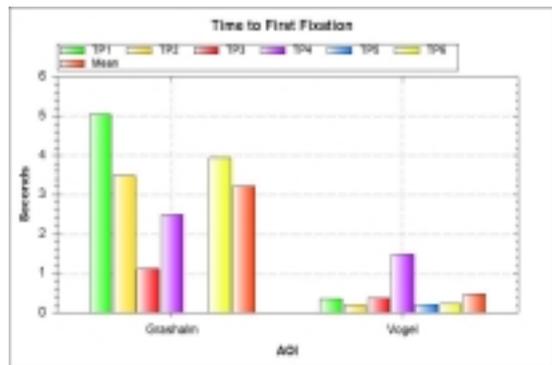


Abb. 55: Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird

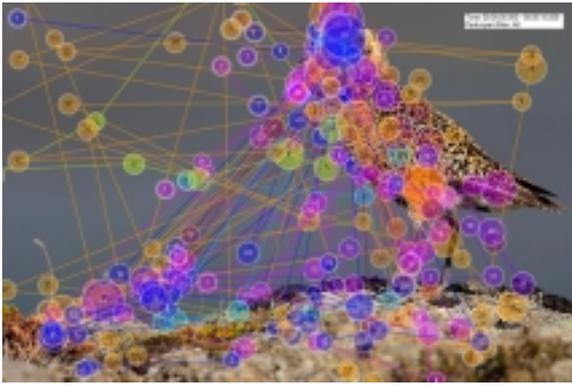


Abb. 56: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

#### Ergebnis / Fazit

Die Auswertung aller oben aufgeführten Gaze Plots zeigen, dass der Blickverlauf in Leserichtung von links nach rechts verläuft und sich dann am Kopf des Vogels fängt. Es bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass sich der Vogel auf dem vorherigen Bild auf der linken Seite befand. Diese Tatsache könnte einen Einfluss auf die Startposition des Blickverlaufs gehabt haben. Um das Testergebnis wissenschaftlich fundierter stützen zu können, müsste noch ein Test durchgeführt werden, bei dem das Objekt des vorherigen Bildes nicht auf der linken Seite angeordnet war.

Die These, dass die Grashalme erst nach dem Vogel betrachtet werden, wird ebenfalls durch die Ergebnisse gestützt. Die Statistik „Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird“ und der Gaze Plot aller Testpersonen über die erste halbe Sekunde zeigen diesen Sachverhalt.

#### **4.1.5.5. Bild 5**

Der Vogel ist auf der linken Bildseite positioniert. In Blickrichtung des Vogels befindet sich ein Zweig mit Blüten. Im Gegensatz zu den recht unscheinbaren Grashalmen zuvor, ist der Blütenzweig deutlich auffälliger.



Abb. 57: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

Deutlicher noch wie bei Bild 3, sollte der Betrachter die Blickrichtung des Vogels verlängern und den Zweig betrachten.

Blickmessung



Abb. 58: Heat Map aller Testpersonen,  
Display Setting: Heat Map

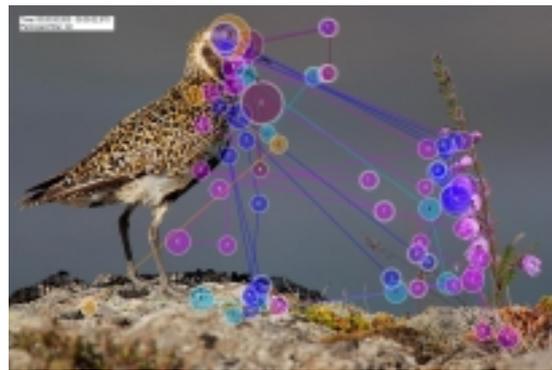


Abb. 59: Gaze Plot aller Testpersonen,  
erste 2,5 Sekunden



Abb. 60: Cluster aller Testpersonen



Abb. 61: AOI auf dem Vogel zur  
Erzeugung der Statistik

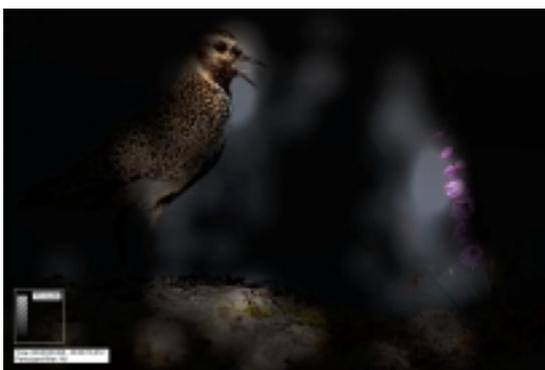


Abb. 62: Heat Map aller Testpersonen,  
Display Setting: Heat Map  
Gaze Opacity

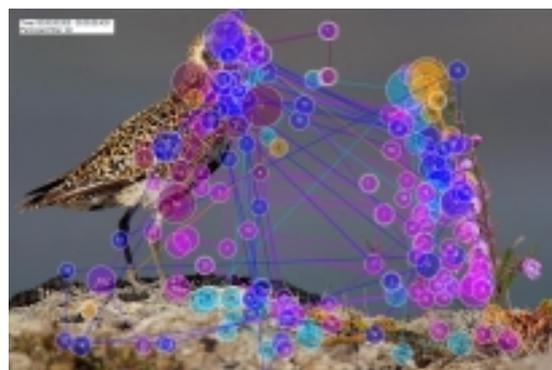


Abb. 63: Gaze Plot aller Testpersonen,  
Dauer 10 Sekunden

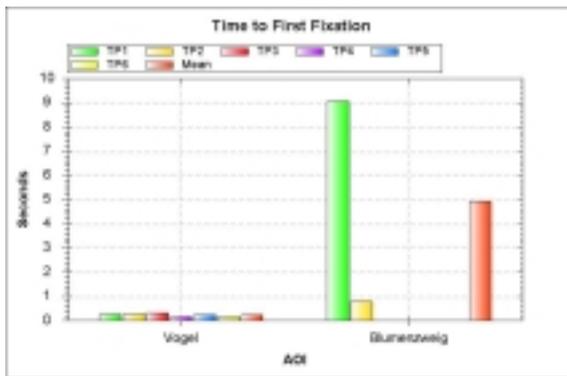


Abb. 64: Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird

### Ergebnis / Fazit

Die Verfolgung der Blickrichtung des Vogels konnte deutlich gezeigt werden. Cluster und Heat Map zeigen eindeutig Bereiche hohen Interesses auf beiden Objekten. Die zeitliche Verfolgung des Fixationsverlaufs auf dem Gaze Plot belegt dies ebenfalls.

Die statistische Auswertung der AOIs auf Vogel und Blütenzweig führte in diesem Fall nicht zu dem gewünschten Erfolg. Wie die Heat Map Gaze Opacity zeigt, lag der betrachtete Bereich bei dem rechten Objekt etwas weiter links vom Zweig. Dies liegt entweder an einer noch mangelhaften Kalibrierung des Eyetrackers, oder ist dadurch zu begründen, wie Menschen generell sehen. Eventuell reicht es dem Menschen aus, etwas neben ein Objekt zu blicken, um es dennoch vollkommen wahrnehmen zu können. Diese These könnte durchaus an anderer Stelle weiter betrachtet werden.

#### **4.1.5.6. Bild 6**

Der Vogel ist auf der rechten Bildseite positioniert. In Blickrichtung des Vogels befindet sich ein Zweig mit Blüten. Das Foto entspricht der vertikalen Spiegelung des vorherigen Bildes.



Abb. 65: Bild 6

Der Betrachter sollte die Blickrichtung des Vogels verlängern und den Zweig betrachten. In diesem Fall verläuft die Blickrichtung des Vogels wieder entgegengesetzt der Leserichtung, was im Vergleich zu Bild 5 eine Verbesserung darstellt.

Blickmessung

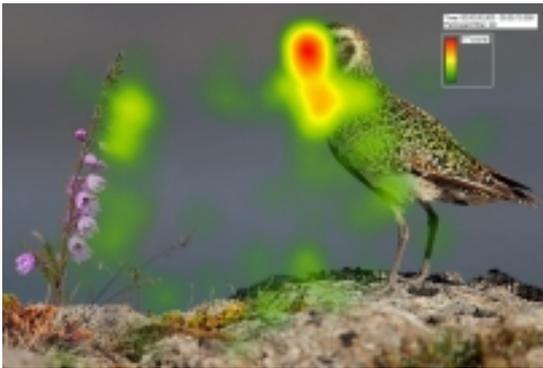


Abb. 66: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

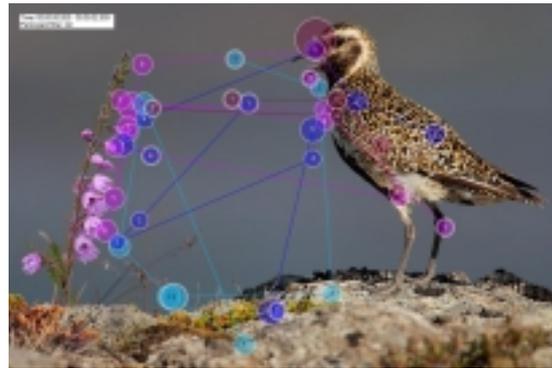


Abb. 67: Gaze Plot aller Testpersonen, erste 2,5 Sekunden

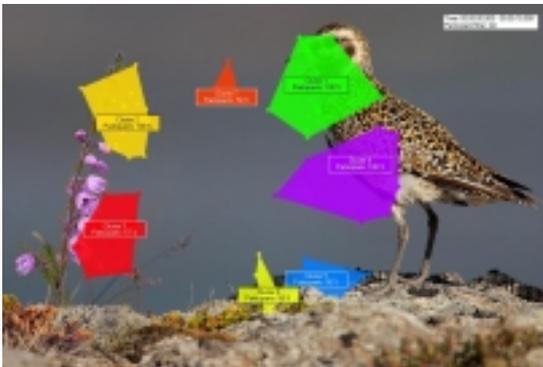


Abb. 68: Cluster aller Testpersonen



Abb. 69 AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik:

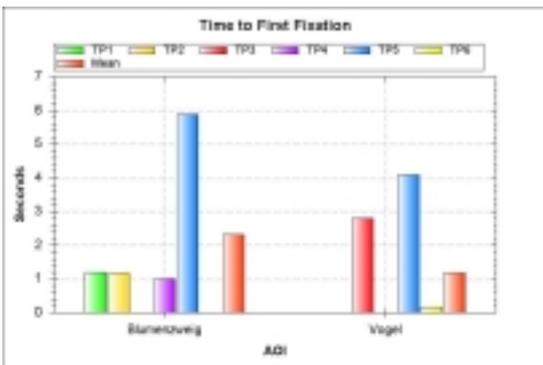


Abb. 70: Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird

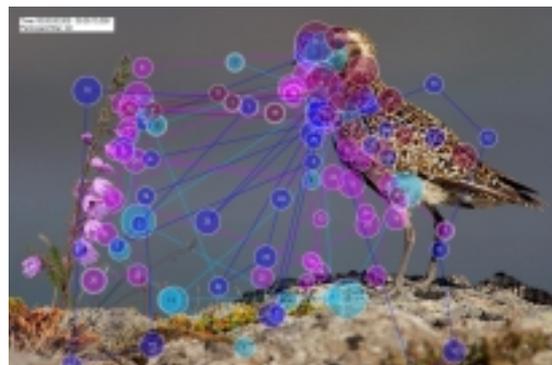


Abb. 71: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

Ergebnis / Fazit

Die Verfolgung der Blickrichtung des Vogels konnte wieder gezeigt werden. Cluster und Heat Map zeigen eindeutig Bereiche hohen Interesses auf beiden Objekten. Jedoch fällt der „heiße Bereich“ auf der linken Seite etwas weniger deutlich aus, wie bei dem Bild zuvor. Die zeitliche Verfolgung des Fixationsverlaufs auf dem Gaze Plot belegt jedoch wieder, dass die Blickrichtung des Vogels weiterverfolgt wird.

Die statistische Auswertung der AOIs auf Vogel und Blütenzweig ist hier weniger kritisch bezüglich eines Versatzes, wie bei dem vorherigen Foto.

**4.1.5.7. Bild 7**

Das Bild zeigt zwei Vögel, die symmetrisch auf der linken und rechten Bildhälfte angeordnet sind. Das Bild zeigt keine auffällig großen Bereiche ohne Inhalte. Das Bild beabsichtigt, eine unauflösbare Spannung zwischen den Motiven zu erzeugen („Die Qual der Wahl“).



Abb. 72: Bild 7

Es ist zu erwarten, dass der Betrachter zwischen den zwei gut ausbalancierten Motiven hin- und herspringt.

Blickmessung

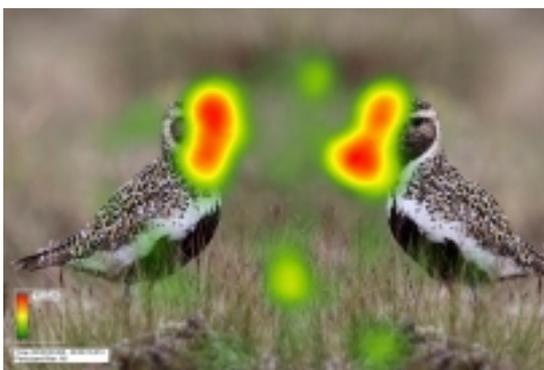


Abb. 73: Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map

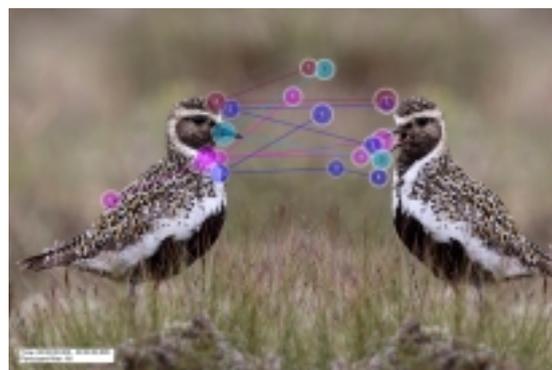


Abb. 74: Gaze Plot aller Testpersonen, erste Sekunde

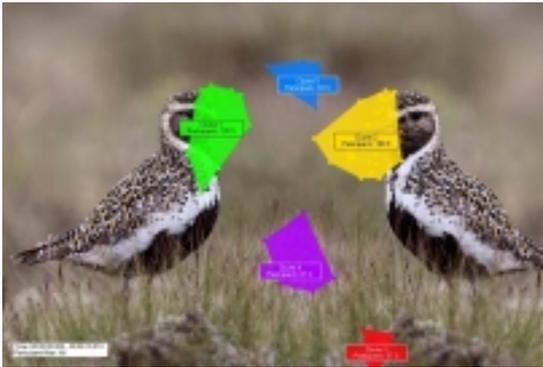


Abb. 75: Cluster aller Testpersonen

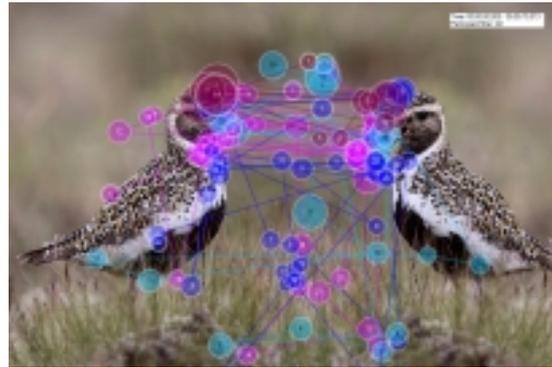


Abb. 76: Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden



Abb. 77: AOIs auf den Köpfen zur Erzeugung der Statistik Nr. 1

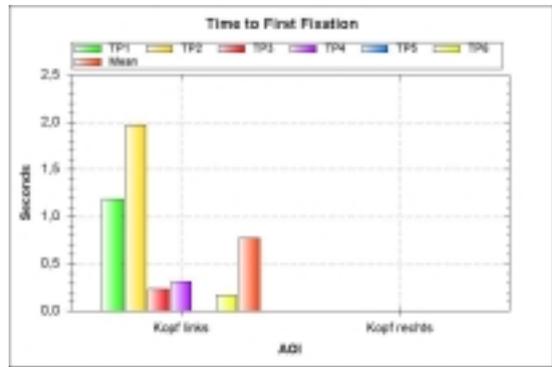


Abb. 78: Statistik: Dauer bis der linke bzw. rechte Vogelkopf erstmals gesehen wird Nr. 1

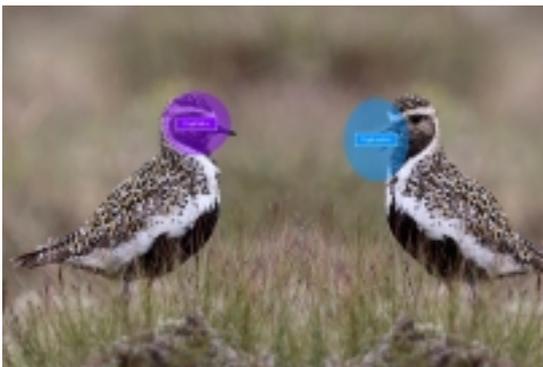


Abb. 79: AOIs auf den Köpfen zur Erzeugung der Statistik Nr. 2

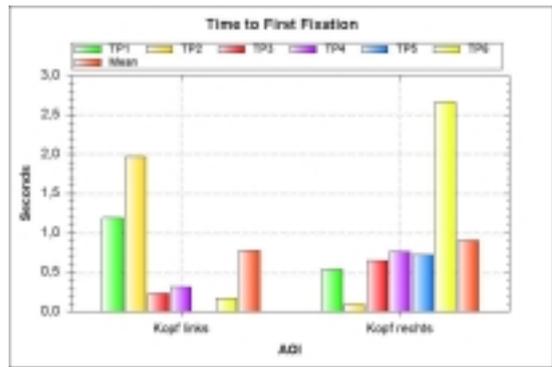


Abb. 80: Statistik: Dauer bis der linke bzw. rechte Vogelkopf erstmals gesehen wird Nr. 2

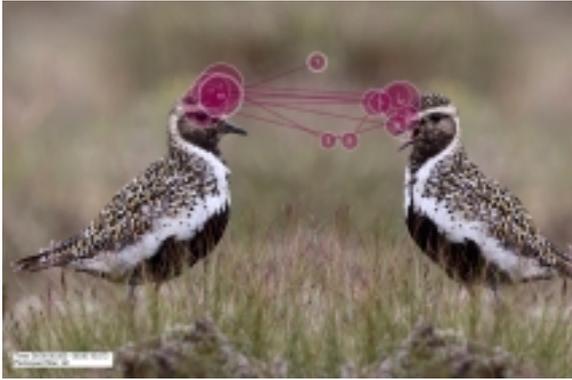


Abb. 81: Gaze Plot einer Testpersonen, Dauer 10 Sekunden

### Ergebnis / Fazit

Bei der letzten Auswertung des Tests war am eindruckvollsten zu zeigen, dass die Erwartungen an den Blickverlauf auch tatsächlich von den Testpersonen erfüllt wurden. Die hohe dynamische Spannung zwischen den beiden Vögeln konnte anhand der obigen Visualisierungen nachgewiesen werden.

Aufgefallen ist hierbei wieder eine Ungenauigkeit des „heißen Bereichs“ beim Kopf des rechten Vogels. Die Blicke endeten wieder etwas links vom eigentlichen Objekt. Die statistische Auswertung „Time to first fixation“ lieferte erst nach Verschiebung des rechten AOIs nach links verständliche Werte.

#### **4.1.5.8. Ergebnisse über alle Bildkompositionen**

Die verwendeten Visualisierungen Heat Map und Gaze Plot eigneten sich sehr gut, um den jeweiligen Sachverhalt deutlich zu machen. Die verwendeten Statistiken über die AOIs konnten bei der Auswertung statischer Bilder ebenfalls unterstützend verwendet werden.

Die deutlichen Ergebnis konnten gezeigt werden, als die Blickrichtung des Vogels auf einen konkreten Gegenstand verlängert wurden. Der Effekt des wechselseitigen Verlängerns des Blicks war besonders beim letzten Bild („Die Qual der Wahl“) zu beobachten.

## **4.2. Fehlersuche in Bildern**

In dieser Untersuchung soll ermittelt werden, wie Unterschiede zwischen zwei ansonsten identischen Bildern von den Testpersonen gefunden werden. Diese Art der Aufgabenstellung findet man häufig als Rätsel in Zeitschriften als sogenannte Fehlerbilder.

Während des Tests sollten die Testpersonen die Unterschiede zwischen jeweils zwei Bildern herausfinden und markieren. Jeweils ein Fehlerbild wurde mit Microsoft Paint geöffnet, damit dort das vorhandene Werkzeug zum Zeichnen der Markierungen genutzt werden konnte.

Der Test bestand aus den drei folgenden, unterschiedlichen Fehlerbildern. Auf der rechten Seite befindet sich jeweils die Auflösung des Fehlerbildes. Der Zeitaufwand für die Bearbeitung aller Fehlerbilder betrug etwa eine viertel Stunde.



Abb. 82: Fehlerbild Esel



Abb. 83: Lösung Esel

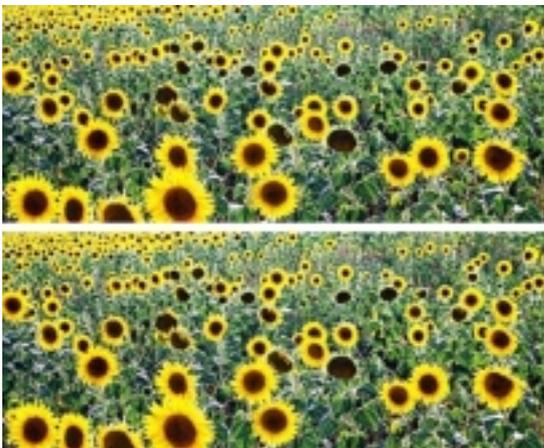


Abb. 84: Fehlerbild Sonnenblumen

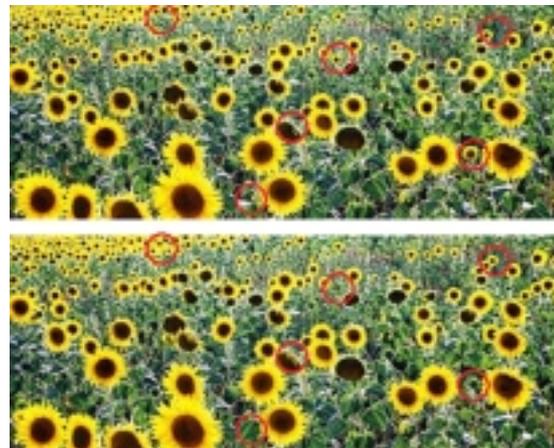


Abb. 85: Lösung Sonnenblumen



Abb. 86: Fehlerbild Brot



Abb. 87: Lösung Brot

Es wird angenommen, dass die Betrachter eine bestimmte Methoden haben, nach den einzelnen Fehlern zu „scannen“.

#### 4.2.1. Testergebnisse der Fehlerbilder

Im Folgenden werden für die einzelnen Fehlerbilder verschiedene Visualisierungen betrachtet und in Hinblick auf ihre Aussagekraft bezüglich der oben formulierten Annahme bewertet.

#### 4.2.1.1. Fehlerbild Esel

Die Heat Map über alle Testpersonen und über den Bearbeitungszeitraum für dieses Fehlerbild, zeigt deutlich einen Bereich höchster Aufmerksamkeit im Bereich des Sattels. In diesem Bildbereich befindet sich auch der höchste Detailreichtum.

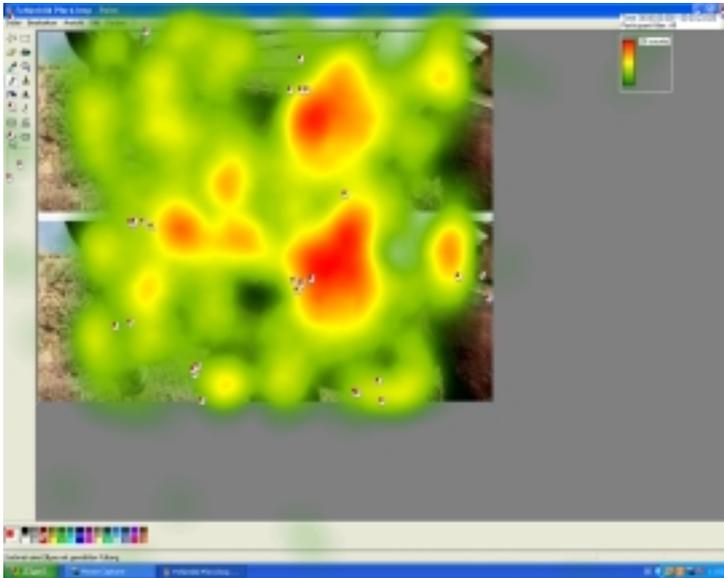


Abb. 88: Heat Map; Fehlerbild Esel

Die Heat Map Gaze Opacity erfolgte über die gleiche Datenbasis wie bei der vorherigen Heat Map. Diese Visualisierung hat den Vorteil, dass der betrachtete Bereich nicht verdeckt wird.

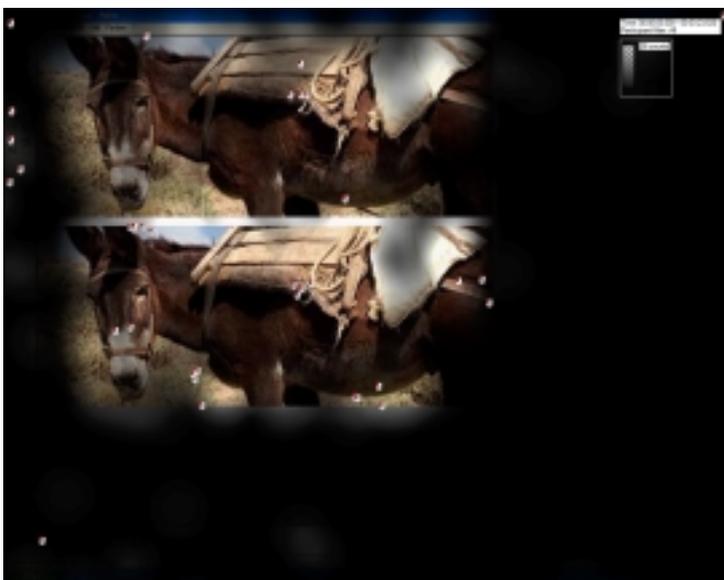


Abb. 89: Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Esel

Aufgrund besserer Übersichtlichkeit wurde das Gaze Plot zunächst nur über einen kurzen Zeitausschnitt für eine Testperson gewählt. Hierbei zeigt sich deutlich das vermutete Suchmuster. Die Testperson vergleicht in rascher Folge gleiche Bereiche im oberen und unteren Bild.

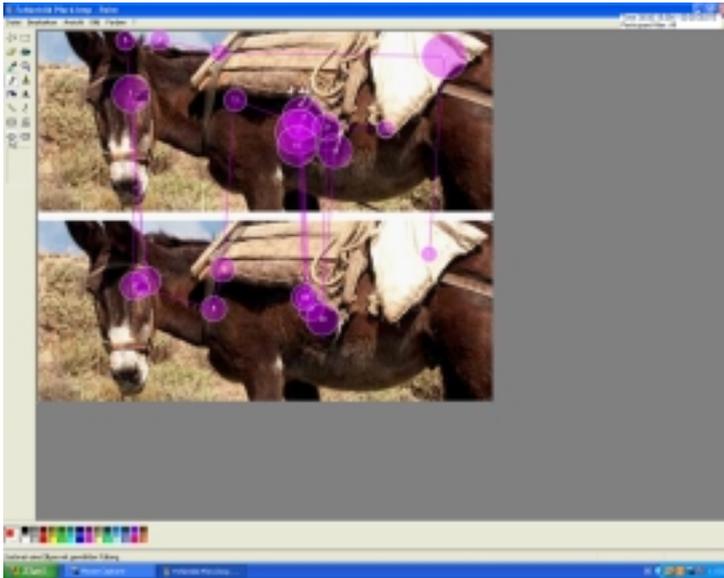


Abb. 90: Gaze Plot einer Testperson; Fehlerbild Esel

Für den selben kurzen Zeitausschnitt wie oben wurde das Gaze Plot über alle Testpersonen ausgewertet. Es zeigt sich auch hier das vermutete Suchmuster. Hierdurch lässt sich belegen, dass alle Testpersonen die Bilder ähnlich „scannen“.

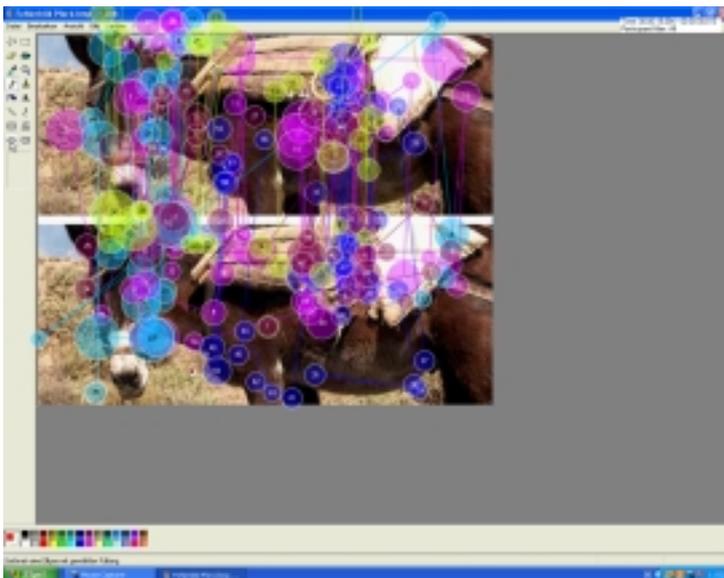


Abb. 91: Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Esel

### 4.2.1.2. Fehlerbild Sonnenblumen

Die Heat Map Gaze Opacity zeigt den gesamten Bereich, der von den Testpersonen betrachtet wurde.

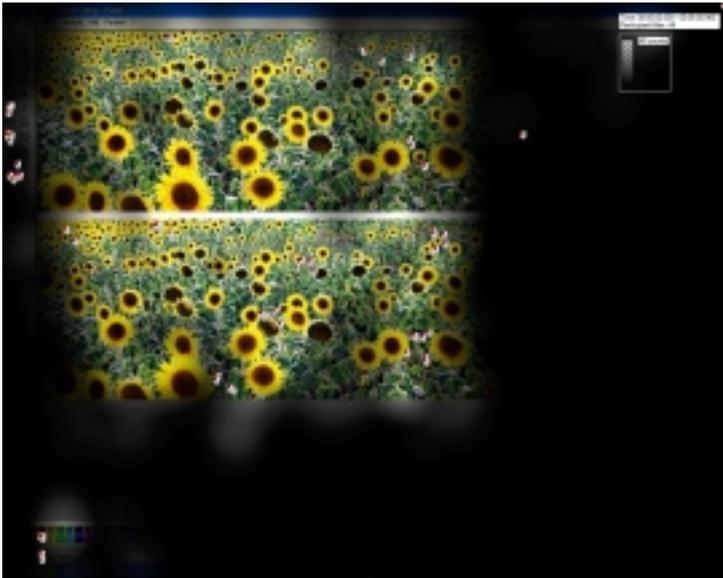


Abb. 92: Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Sonnenblumen

Bei der Auswertung der Gaze Plots für das Fehlerbild Sonnenblumen stach das Ergebnis einer Testperson aus der Testgruppe besonders hervor. Hierbei handelte die Testperson besonders strukturiert. Sie „scannte“ das gesamte Bild von rechts nach links.

Die folgenden Abbildungen zeigen hierzu die aufeinander folgende Sequenzen mit einer Dauer von jeweils 15 Sekunden.

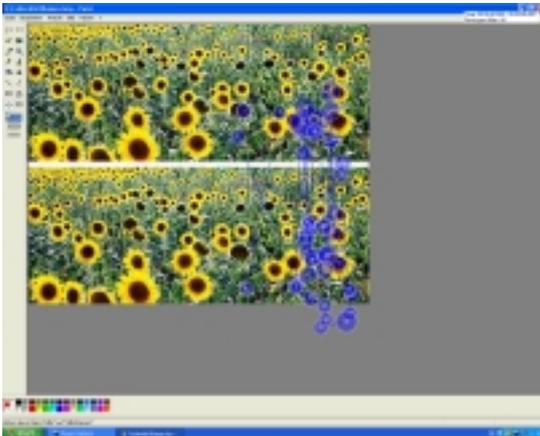


Abb. 93: Fehlerbild Sonnenblumen

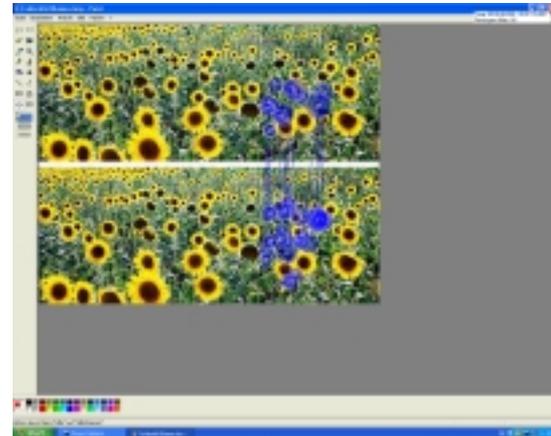


Abb. 94: nach 55 Sek.

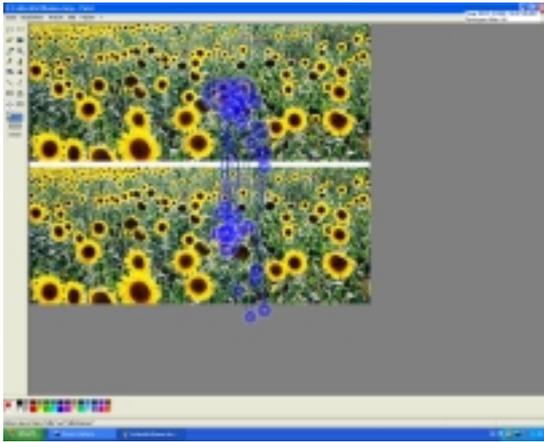


Abb 95: nach 1 Min 10 Sek

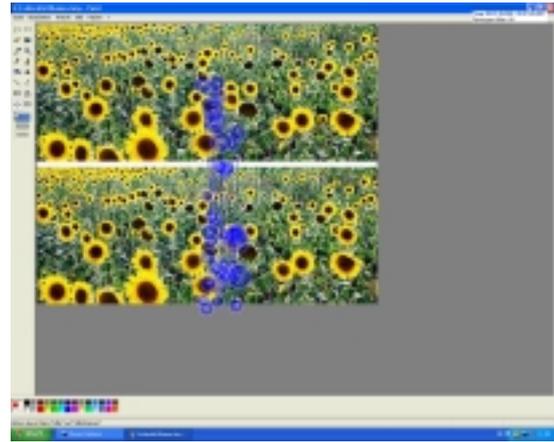


Abb 96: nach 1 Min 25 Sek

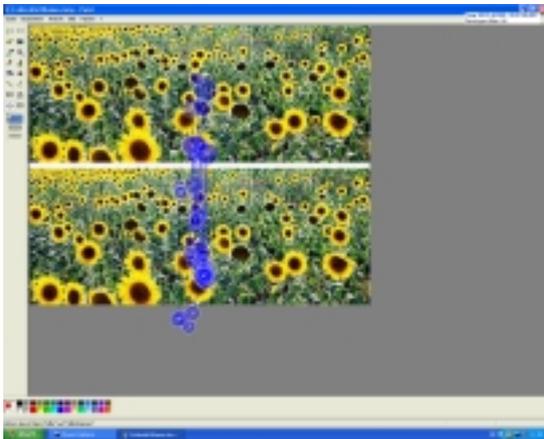


Abb 97: nach 1 Min 40 Sek

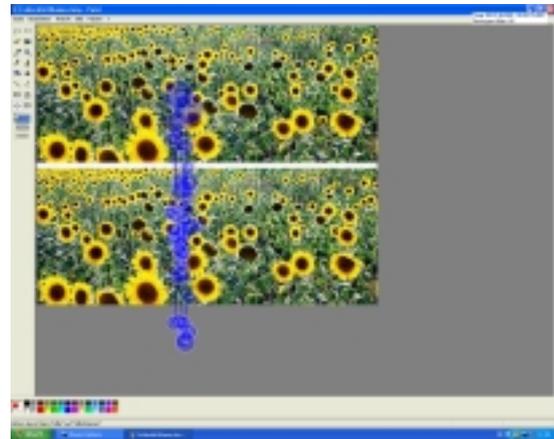


Abb 98: nach 1 Min 55 Sek

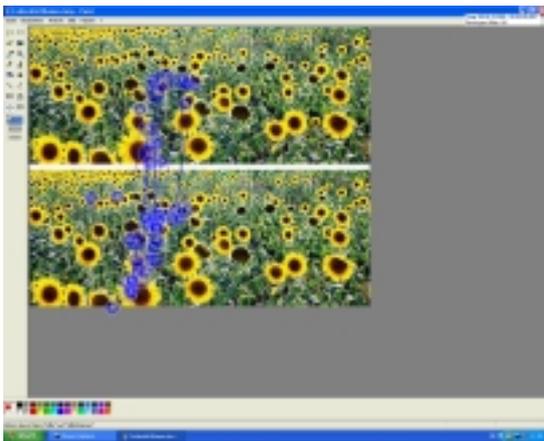


Abb 99: nach 2 Min 10 Sek

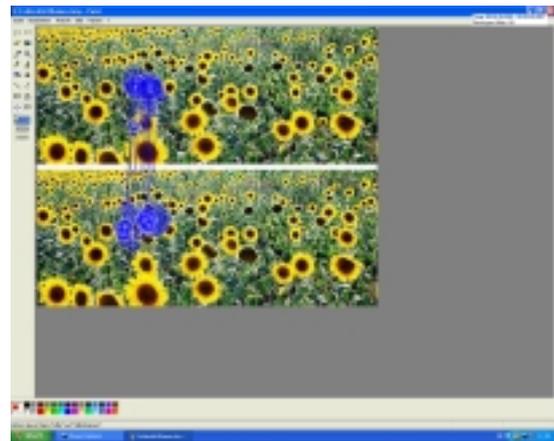


Abb 100: nach 2 Min 25 Sek

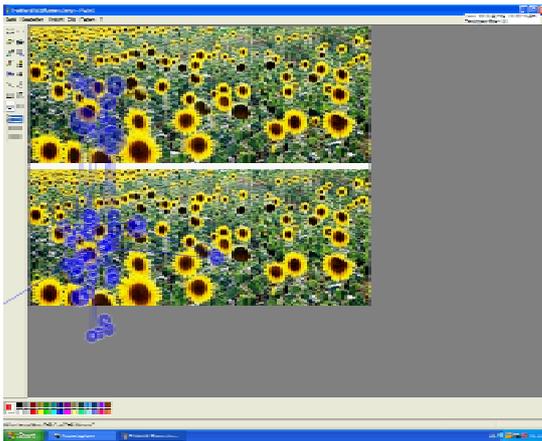


Abb 101: nach 2 Min 40 Sek

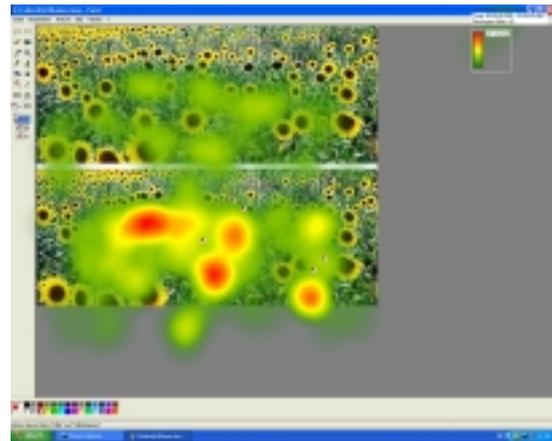


Abb 102: Heat Map für diese Testperson

Alle anderen Testpersonen zeigen nicht dieses strikte Betrachten von rechts nach links, sondern sprangen immer wieder zu unterschiedlichen Positionen auf der horizontalen Achse.

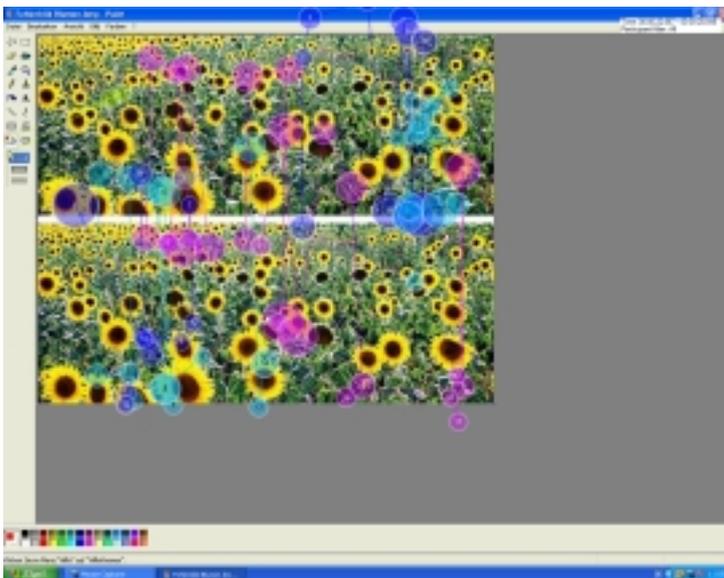


Abb. 103: Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Sonnenblumen

#### 4.2.1.3. Fehlerbild Brot

Die Heat Map Gaze Opacity zeigt den betrachteten Bereich aller Testpersonen, ohne diesen zu verdecken.



Abb. 104: Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Brot

Der Gaze Plot zeigt das strukturierte Suchen der Testpersonen.

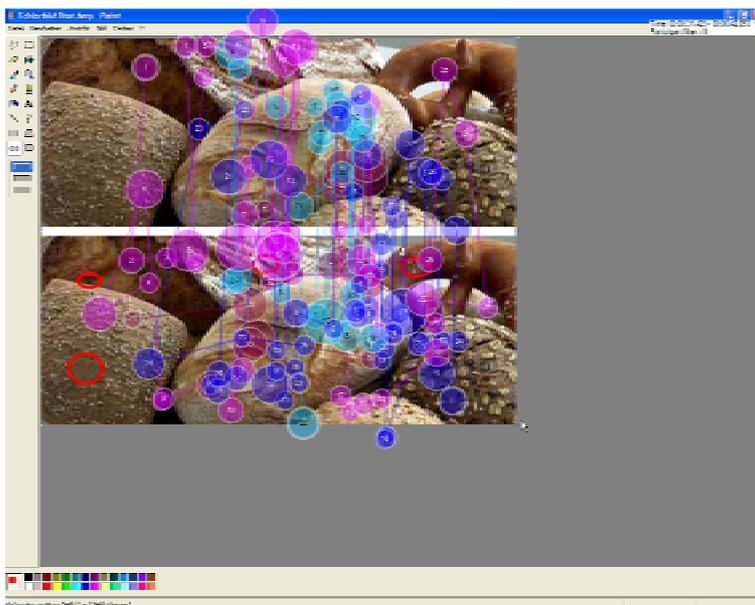


Abb. 105: Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Brot

### 4.2.2. Ergebnisse über alle Fehlerbilder

Die Erwartung, dass die Testpersonen beim Betrachten von Fehlerbildern eine bestimmte Methode verwenden, konnte anhand der Messergebnisse in allen drei Fehlerbildern gleichermaßen bestätigt werden.

Auffällig war das Hin- und Herspringen der Blicke zwischen den beiden Bildern. Die Testpersonen „scannten“ jeweils über beide Bilder und versuchten Unterschiede zwischen oberem und unterem Bild festzustellen. Zur Visualisierung dieses Musters eignete sich vor allem die Darstellungsform Gaze Plot.

### 4.3. Test eines Computerspiels

Basis dieses Tests ist eine dynamische Anwendung, bei der es um das schnelle und richtige Erkennen der Spielvorgänge geht.

#### 4.3.1. Test

Bei dieser Untersuchung wurde das Spielverhalten beim Flipperspiel betrachtet. Das Spiel wurde innerhalb des Internet Explorers aufgerufen. Es handelt sich hierbei um ein Shockwave-Programm<sup>4</sup>.



Abb. 106: Das Flipperspiel „Extreme Pinball“

Dieser Test wurde im Rahmen des bundesweiten Girls-Days<sup>5</sup> am 24. April 2008 durchgeführt. Getestet wurde mit 9 Mädchen im Alter von 13 bis 14 Jahren, die jeweils paarweise mehrere Aufgaben im Testraum bearbeitet haben. Bei der nachfolgenden Aufgabe war der Testleiter mit im Testraum.

#### Aufgabe:

Spielt eine Runde Flipper. Die Internetseite mit dem Spiel startet automatisch. Bitte keine Taste drücken, bis der Flipper zu sehen ist.

- Z - Linker Flipper
- # - Rechter Flipper
- ↓ – Kugel starten

Im Anschluss an das Spiel wurden die Spielerinnen gefragt, welche Elemente sie auf dem Flipperspiel wahrgenommen haben.

#### 4.3.2. Erwartungen

Bei einem schnellen Spiel wie Flipper, ist zu erwarten, dass die Spieler hauptsächlich die Kugel verfolgen. Da sich die Testpersonen nur für eine kurze

---

<sup>4</sup> Software von Macromedia zur Darstellung interaktiver Inhalte auf Webseiten.

<sup>5</sup> Der Girls-Day ist eine bundesweite Veranstaltung zur Förderung von Mädchen und Frauen in männerdominierten Berufssparten.

Zeit mit dem Spiel befasst haben, ist zu erwarten, dass das auf der Spielfläche abgebildete Thema eher nicht wahrgenommen wird. Durch das anschließende Abfragen der erkannten Objekte des Spielbereichs soll diese These unterstützt werden.

### 4.3.3. Ergebnis Blickmessung

Die dargestellten Visualisierungen stellen eine Auswahl der Möglichkeiten dar. Hierbei wurde eine sinnvolle Auswahl getroffen, die für diese Untersuchung am besten geeignet erschien.

#### Heatmaps der einzelnen Tests über den gesamten Zeitraum



Abb. 107: Heatmap Test 1



Abb. 108: Heatmap Test 2

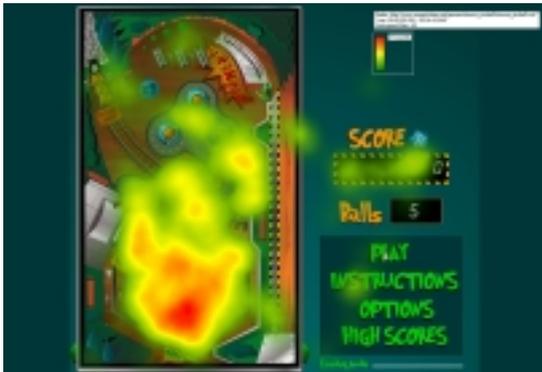


Abb. 109: Heatmap Test 3



Abb. 110: Heatmap Test 4

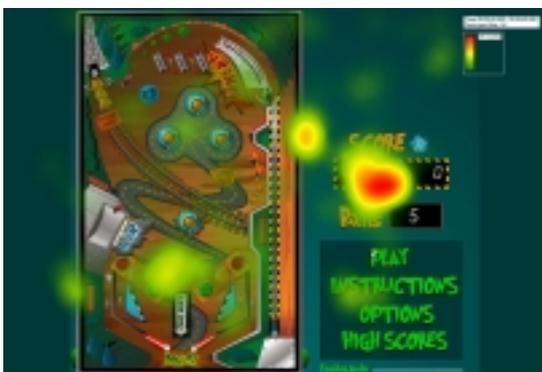


Abb. 111: Heatmap Test 5

Abb. 107 bis Abb. 110

Aus den Heat Maps der Tests 1 bis 4 ist zu erkennen, dass der Bereich der höchsten Aufmerksamkeit eindeutig in der unteren Hälfte des Spielbereiches liegen. Hieraus ist abzuleiten, dass die Spielerinnen hauptsächlich versucht haben, die Kugel mit Hilfe der Flipper vor dem Absturz zu bewahren.

Abb. 111

Die Heatmap des Tests 5 zeigt ein anderes Bild. Das Hauptinteresse galt hier dem Spielstand. Dies liegt vermutlich an dem abweichenden Spielverhalten und der geringeren Konzentration der letzten Gruppe der Girls-Day-Teilnehmerinnen.

**Gaze Plots der einzelnen Tests über den gesamten Zeitraum**



Abb. 112: Gaze Plot Test 1

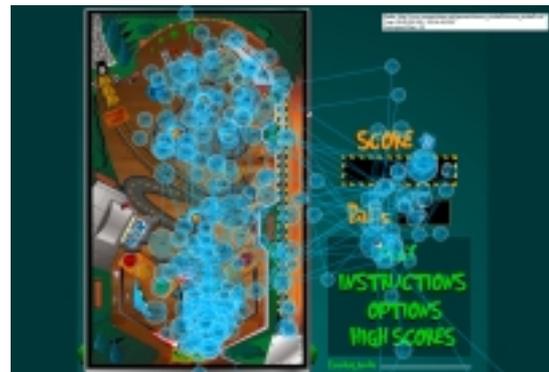


Abb. 113: Gaze Plot Test 2



Abb. 114: Gaze Test 3



Abb. 115: Gaze Plot Test 4



Abb. 116: Gaze Plot Test 5

Abb. 112 bis Abb. 116

Die Gaze Plots über den gesamten Zeitraum wurden für jede Testgruppe einzeln erstellt. Hieraus ist für jede Gruppe einzeln zu erkennen, welche Objekte des Spiels fixiert wurden und welche gar keine Aufmerksamkeit bekommen haben.

Bei den Tests 1 bis 3 ist eine eher gleichmäßige Verteilung der Fixationspunkte auf dem gesamten Spielbereich zu erkennen. Bei Test 2 (Abb. 113) ist jedoch eine eindeutige Konzentration auf den rechten Bereich zu sehen. Die Objekte „Mann links“ und „Zug“ ganz oben in der linken Ecke werden gar nicht von den Blicken angesteuert.

Bei Test 5 sind die Fixationspunkte zwar ebenfalls in allen Bereichen des Spielfeldes vertreten, jedoch fällt hier eine Häufung im oberen Teil der unteren Hälfte und auf dem Spielstand auf.

**Ausgesuchte Gaze Plots jeweils einer Testgruppe für einen Spielball**



Abb. 117: Gaze Plot 6 ein Ball



Abb. 118: Gaze Plot 7 ein Ball



Abb. 119: Gaze Plot 8 ein Ball

Bei Abb. 117 bis Abb. 119 ist sehr genau der Blickverlauf für das Spiel einer Kugel zu erkennen. Der erste Fixationspunkt mit der Nummer 1 liegt immer auf der Kugel in der Abschussposition unten rechts. Nach dem Abfeuern der Kugel kann man das Verfolgen der Kugel mit den Blicken gut nachvollziehen. Nachdem die Kugel nicht mehr auf dem Spielbereich gehalten werden konnte, ist bei allen Gaze Plots zu sehen, dass der letzte Blick immer zum Spielstand wandert. Dort liegt immer der Fixationspunkt mit der höchsten Nummer.

## AOIs und Statistiken

Die AOIs wurden auf den markantesten Objekten des Spielfeldes positioniert:



Abb. 120: AOIs für die Statistiken

Die daraus generierten Statistiken zeigen Auswertungen über diese Bereiche, die im Folgenden näher analysiert werden. Die Daten wurden aus allen Tests zusammen erhoben.

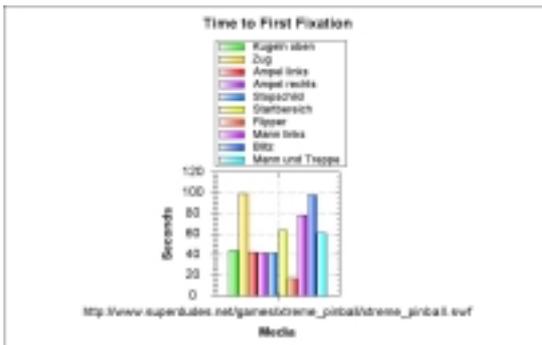


Abb. 121: Time to first fixation

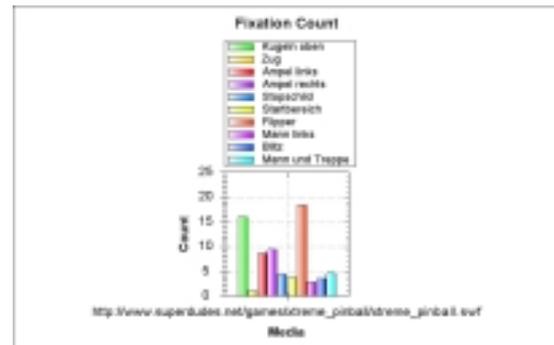


Abb. 122: Fixation count

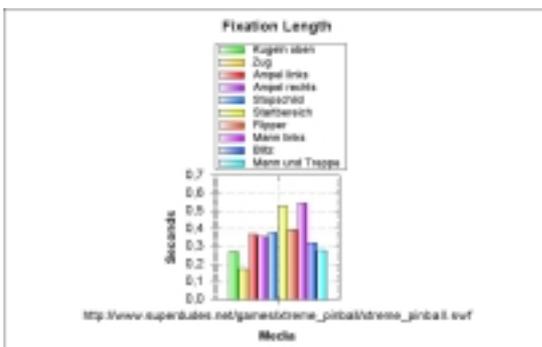


Abb. 123: Fixation length

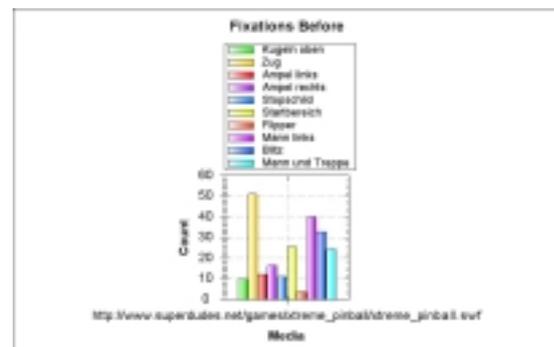


Abb. 124: Fixations before

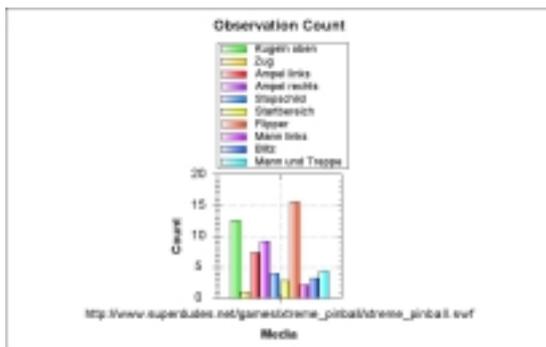


Abb. 125: Observation count

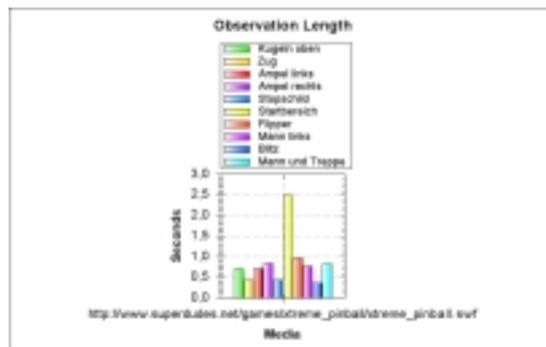


Abb. 126: Observation length

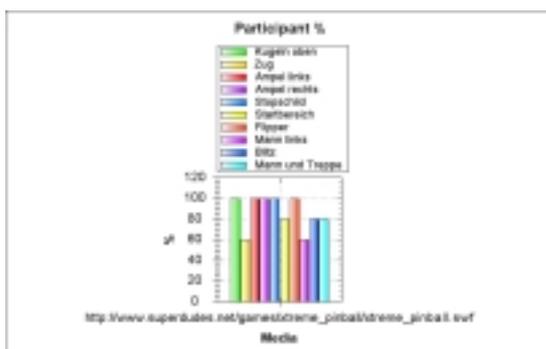


Abb. 127: Participants %

Time to first fixation (Abb. 121)

Es ist deutlich zu erkennen, dass die beiden Flipper am schnellsten fixiert wurden. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Hauptaufgabe bei diesem Spiel das Halten der Spielkugel mit den Flipperblöcken ist.

Der „Zug“ oben links in der Ecke und die „Blitze“ am rechten Rand in der Mitte wurden von allen Testpersonen am spätesten erkannt. Etwas schneller fielen die Blicke auf den „Mann an der linken Seite“.

Fixation count (Abb. 122)

Am häufigsten fielen die Blicke auf die Flipperblöcke. Das verdeutlicht wieder die zentrale Bedeutung dieser Elemente für das Spiel. An zweiter Stelle liegen hier die „Kugeln oben“.

Fixation length (Abb. 123)

Die Dauer der Fixation ist bei den Elementen „Zug“ und „Mann links“ am längsten. Das ist wohl darauf zurückzuführen, dass diese Elemente während Spielzeit mit dem Ball nicht so sehr beachtet werden. In den Zeiten, in denen der Ball ruht finden die Testpersonen vermutlich die Zeit, diese Objekte genauer zu inspizieren.

### Fixations before (Abb. 124)

Diese Statistik zeigt an, wie viele Fixationen erfolgt sind, bevor ein Objekt zum ersten Mal angesehen wurde. Die höchsten Werte erreichen hier der „Zug“, der „Mann links“ und die „Blitze“. Dieses Ergebnis passt gut zu der Statistik „Time to first fixation“, bei der diese drei Elemente ebenfalls die höchsten Werte erzielt haben. Es kann hieraus geschlossen werden, dass diese Elemente nicht im zentralen Interesse der Spielerinnen standen, die zuerst darauf bedacht waren, den Ball im Spiel zu halten. Elemente im Randbereich wurden dabei eher weniger beachtet.

### Observation count (Abb. 125)

Die Bereiche „Zug“, „Mann links“ und „Startbereich“ wurden am seltensten beobachtet.

### Observation length (Abb. 126)

Die Bereiche „Zug“ wurde eindeutig am längsten beobachtet. Das ist dadurch zu erklären, dass der Zug während des Haltens des Balles auf dem Spielfeld weniger beachtet wird. In den Ruhepausen des Balls wird sich diesem Objekt dann jedoch am intensivsten gewidmet.

### Participants % (Abb. 127)

In dieser Darstellung ist zu erkennen welche Objekte bei wie vielen Tests gesehen wurden. Der Zug und der Mann links wurden nur von 60 % der Teilnehmer gesehen; 80 % sahen den Startbereich, die Blitze und den AOI „Mann und Treppe“. Alle übrigen AOIs wurden zu 100 % angesehen.

#### 4.3.4. Ergebnis der Befragung

Folgende Objekte wurden genannt (die Zahlen in den Zellen geben die Reihenfolge der Nennungen an):

		Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Anzahl Nennungen
	<b>Nr. Genannte Objekte</b>	keine Angaben					
1	Ball (Spielkugel)		1	1		1	3
2	Thema Piraten		2				1
3	drei blaue Bälle / oben so Kugeln		3		2		2
4	ein Zug / Bahn		4		3		2
5	kleines Männlein / kleiner Krebs an der Seite neben der Ampel / Mann		5	2			2
6	Ampel			3			1
7	ein Zug			4			1
8	Schienen				1		1
9	Treppe, wo der Mann so drauf rumläuft				4		1
10	bewegte Dinger da unten					2	1
11	Blitz					3	1
12	Stoppschild					4	1
13	Straße					5	1
<b>Anzahl genannter Objekte:</b>		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	

Tabelle 3: Genannte Objekte und Reihenfolge der Nennung

#### 4.3.5. Ergebnis Computerspiel

Die Erwartung, das die Spielerinnen hauptsächlich die Kugel verfolgen konnte eindeutig durch die Blickmessung belegt werden. Besonders deutlich zeigte sich dies anhand der Gaze Plots einer einzelnen Testperson über den Zeitraum, in dem eine Kugel gespielt wurde.

Die statistischen Auswertungen über die AOIs zeigten zusätzliche, nicht erwartete Erkenntnisse. Auffallend war, das AOIs in Randbereichen, wie zum Beispiel der „Zug“, der „Mann links“ oder die „Blitze“ deutlich später und weniger häufig wahrgenommen wurden. Ebenfalls konnte ermittelt werden, dass der Betrachtung dieser Objekte generell die meisten Blicke auf andere Objekte vorausgingen. Die Dauer der Betrachtung war dann bei diesen Randobjekten jedoch am längsten. Diese Ergebnisse waren aus der alleinigen Befragung der Mädchen nicht abzuleiten.

Aus dem Vergleich der Statistik Participants % und der Nennungen der erkannten Objekte lässt sich schließen, dass ein Gegenstand für den eine Fixation gemessen werden konnte, noch lange nicht von der Testperson registriert und behalten wurde.

Die Visualisierungsformen Heat Map, Gaze Plot und AOIs mit den gewählten Statistiken eigneten sich sehr gut, um den jeweiligen Sachverhalt zu verdeutlichen.

#### **4.4. Betrachten von Filmsequenzen**

Die Besonderheit beim Medium Film liegt darin, dass viele Reize und Eindrücke in relativ kurzer Zeit auf den Betrachter einwirken. Das Tempo wird vom Medium selbst vorgegeben. Insbesondere bei Musik-Videoclips ist die Reizflut, bedingt durch kurze Schnittfolgen, groß.

Bei der Vermittlung von wissenschaftlichen Informationen ist es mittlerweile üblich, die Präsentation in aufwendig ausgeschmückten Studios zu präsentieren. Die gesprochene Information soll dadurch unterstützt werden.

##### **4.4.1. Test**

Der Test wurde anhand von zwei jeweils einminütigen Videoclips durchgeführt. Sieben Testpersonen sollten sich nacheinander beide Clips ansehen. Der erste Clip war ein Ausschnitt aus einem Musik-Video mit schnellen kurzen Schnitten. Im zweiten Teil war die Anfangssequenz aus einer Wissenschaftssendung zu sehen. Der Moderator ging einmal quer durchs Studio und führte die Zuschauer in das Thema der Sendung ein. Am Ende wurden die Testpersonen aufgefordert, die Dinge zu nennen, die sie in dem Studio der Wissenschaftssendung gesehen haben. Diese Nennungen wurden aufgezeichnet und ausgewertet. Insgesamt sieben Testpersonen haben an dieser Untersuchung teilgenommen.

Die verwendeten Filme mussten zuerst in ein bildschirmfüllendes Format konvertiert werden, da seitens des Programms keine Skalierung vorgenommen wird. Die beiden Filme wurden jeweils in der Auflösung 1024x768 Pixel gespeichert. Gute Dienste leistete hier das Konvertierungsprogramm AnyVideoConverter (<http://www.any-video-converter.com>). Tobii Studio verwendet in der vorliegenden Version nur das AVI-Format.

##### **4.4.2. Erwartungen**

Beim ersten Videoclip sollten Besonderheiten über die Sehgewohnheiten der Betrachter herausgefunden werden. Es wurde erwartet, dass besonders markante Objekte von allen Testpersonen in einer ähnlichen Art und Weise angesehen werden. Als Auswertungs- und Analysewerkzeug sollte hier die Visualisierungsform Bee Swarm die erwartete Gleichheit beim Betrachten besonders gut verdeutlichen können.

Beim zweiten Videoclip sollte das Blickverhalten bei einem Vortrag untersucht werden. Es wird vermutet, dass die Zuschauer den Moderator während des Vortrages ansehen, vermutlich wird die Aufmerksamkeit jedoch auch auf andere markante Objekte fallen.

##### **4.4.3. Ergebnis Blickmessung**

Bei den vorherigen Untersuchungen wurde bisher noch nicht die Visualisierungsform Bee Swarm verwendet. In der derzeitigen Programmversion ist diese Darstellung nur bei den Designelementen Movie, External Video und Scene Camera möglich.

#### 4.4.3.1. Ergebnis Blickmessung Musikvideo



Abb. 128: Schnitte & Bewegung



Abb. 129: Schnitte & Bewegung



Abb. 130: Schnitte & Bewegung



Abb. 131: Schnitte & Bewegung



Abb. 132: Schnitte & Bewegung



Abb. 133: Schnitte & Bewegung



Abb. 134: Schnitte & Bewegung



Abb. 135: Schnitte & Bewegung



Abb. 136: Schnitte & Bewegung



Abb. 137: Schnitte & Bewegung

Abb. 128 bis Abb. 137:

Die ausgewählten Bilder stellen einen zeitlich hintereinander erstellten Auszug aus dem einminütigen Video dar. In diesem Abschnitt wurden viele kleine Sequenzen von 1 bis 2 Sekunden Dauer hintereinander gezeigt.

Auffällig ist hierbei die räumliche Eingrenzung der Blickpunkte auf einen engen Bereich um die Bildmitte herum. Vermutlich ist es den Zuschauern, innerhalb dieser kurzen Zeitabschnitte, nicht möglich auch Objekte in größerer Entfernung vom Bildmittelpunkt zu fixieren.

Innerhalb dieses engen Blickbereiches finden die Testpersonen häufig jedoch das gleiche markante Objekt, auf das sie ihre Blicke lenken. Dies zeigt sich besonders bei den Abb. 133 bis Abb. 135.



*Abb. 138: Explosion Motorblock*



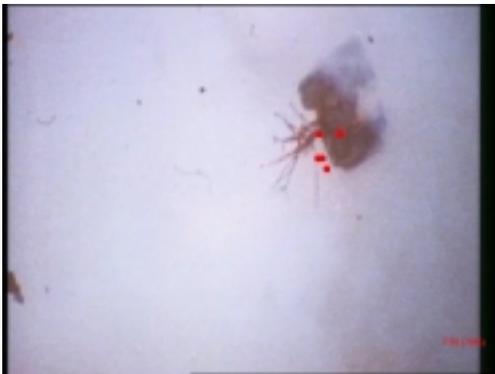
*Abb. 139: Explosion Motorblock*



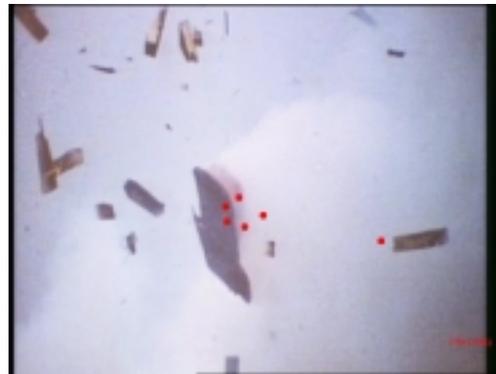
*Abb. 140: Explosion Motorblock*



*Abb. 141: Explosion Motorblock*



*Abb. 142: Explosion Motorblock*



*Abb. 143: Explosion Motorblock*



*Abb. 144: Explosion Motorblock*



*Abb. 145: Explosion Motorblock*



Abb. 146: Explosion Motorblock

Abb. 138 bis Abb. 146:

Die obige Bildfolge zeigt die Explosion eines Motorblocks. Der Motor bzw. dessen Trümmer sind die einzigen scharfgestellten Objekte in dieser Sequenz.

Zu Beginn liegen alle Blicke auf der noch intakten Maschine. Bis zur Abb. 140 verbleiben die Blickpunkte auf dem kompaktesten Bereich der explodierenden Masse. Bei der Darstellung vieler kleiner Einzelteile auf Abb. 141 verliert sich die Konzentration des Bee Swarms etwas.

Die Abb. 142 bis Abb. 146 zeigen anschaulich, wie das größte Trümmerstück von allen Testpersonen gleichermaßen verfolgt wird.

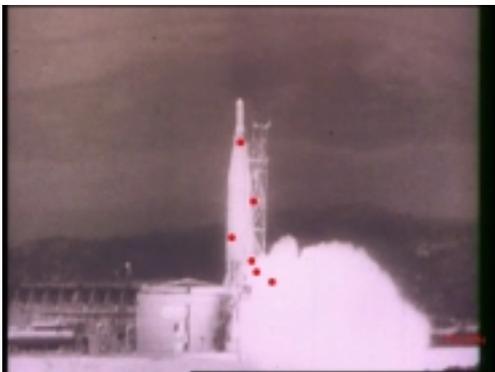


Abb. 147: Explosion Rakete



Abb. 148: Explosion Rakete



Abb. 149: Explosion Rakete

Bei der Sequenz mit der explodierenden Rakete (Abb. 147 bis Abb. 149) sieht man wiederum die Konzentration aller Blicke auf das zentrale Objekt in der Mitte des Bildes.



Abb. 150: Sprengung Hochhaus



Abb. 151: Sprengung Hochhaus



Abb. 152: Sprengung Brücke



Abb. 153: Sprengung Brücke



Abb. 154: Sprengung Brücke

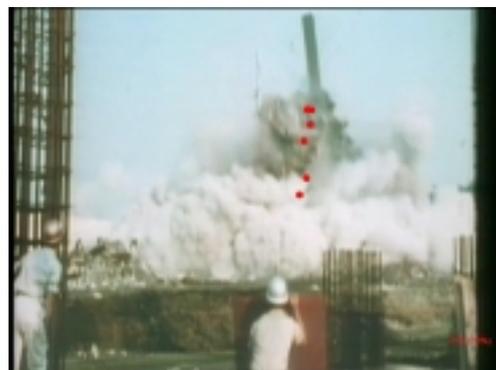


Abb. 155: Sprengung Fabrik

Abb. 150 bis Abb. 155:

Bei den Sprengungen der obigen drei Objekte ebenfalls wieder die Konzentration aller Blicke auf die zentralen explodierenden Gegenstände feststellbar.

**Zusammenfassung über das gemessene Blickverhalten**

Auch bei einem Video mit kurzen Schnittfolgen konnte die Erwartung, dass die Testpersonen ein ähnliches Blickverhalten haben, bestätigt werden. Auch bei den Explosionen wurden die markantesten Objekte gleichermaßen betrachtet.

#### 4.4.3.2. Ergebnis Blickmessung Moderation



Abb. 156: Moderation



Abb. 157: Moderation



Abb. 158: Moderation



Abb. 159: Moderation



Abb. 160: Moderation



Abb. 161: Moderation



Abb. 162: Moderation



Abb. 163: Moderation



*Abb. 164: Moderation*



*Abb. 165: Moderation*



*Abb. 166: Moderation*



*Abb. 167: Moderation*



*Abb. 168: Moderation*



*Abb. 169: Moderation*



*Abb. 170: Moderation*



*Abb. 171: Moderation*



*Abb. 172: Moderation*



*Abb. 173: Moderation*



*Abb. 174: Moderation*



*Abb. 175: Moderation*



*Abb. 176: Moderation*



*Abb. 177: Moderation*



*Abb. 178: Moderation*



*Abb. 179: Moderation*



*Abb. 180: Moderation*



*Abb. 181: Moderation*



*Abb. 182: Moderation*



*Abb. 183: Moderation*



*Abb. 184: Moderation*



*Abb. 185: Moderation*



*Abb. 186: Moderation*



*Abb. 187: Moderation*

**Erkenntnisse aus der Bildfolge 156 bis 187:**

Die ausgewählten Bilder stellen einen zeitlich hintereinander erstellten Auszug aus dem einminütigem Video dar.

Abb. 156 und 157

Zu Beginn der Filmsequenz verfolgen die Blicke größtenteils den Kopf des Moderators. Einzelne Blicke fallen auch auf andere markante Punkte, wie z.B. den LCD-Bildschirm im Hintergrund, seinen Trolley oder aber das Logo des Senders in der linken oberen Ecke des Bildschirms.

Abb. 158 und 159

Die schriftliche Einblendung der Sendungsbezeichnung und des Namens des Moderators zieht alle Blicke auf sich. Es ist zu vermuten, dass die Betrachter das Angezeigte lesen.

Abb. 160 und 161

Während der Moderator durch das Studio wandert, bleiben die meisten Blicke auf ihm fixiert. Es werden jedoch immer wieder einzelne andere Objekte kurzzeitig angesehen.

Abb. 162 und 163

Der Moderator schreitet durch das Tor des Metalldetektors und dieser beginnt zu piepen. Als der Moderator seinen Blick nach oben auf das oberste Stück des Detektors richtet, verlassen alle Blicke seinen Kopf und folgen seiner Blickrichtung. Als der Moderator wieder in die Kamera schaut, treten die Betrachter wieder in Blickkontakt mit ihm.

Abb. 164

Die Blicke begleiten den Moderator bei seinem Gang durch den Raum. Das Hauptaugenmerk liegt auf seinem Kopf und den beiden Gegenständen, die er mit sich führt (Trolley und Schuhe in seiner linken Hand).

Abb. 165 bis 168

Neu ins Bild kommende Objekte werden angesehen (blaue Container und Propangasflasche).

Abb. 169

Alle Blicke verfolgen das Absetzen der Schuhe auf dem kleinen Podest.

### Abb. 170 bis 173

Die Blicke wandern zwischen dem Kopf des Moderators und den Objekten im Studio.

### Abb. 174 bis 176

Alle Blicke verfolgen die Blickrichtung des Moderator hin zum linken LCD-Bildschirm.

### Abb. 177 bis 180

Die Blicke wandern zwischen dem Kopf des Moderators und den Objekten im Studio.

### Abb. 181

Die Blicke verfolgen die Handbewegung des Moderators und wandern zu dem ersten blauen Kanister, auf den er hinweist.

### Abb. 182 bis 187

Bei der Zoom-Fahrt der Kamera auf den Moderator sammeln sich die Blicke zunehmend wieder auf seinem Gesicht.

### **Zusammenfassung über das gemessene Blickverhalten**

Im allgemeinen wird zuerst der Augenkontakt zum Moderator gesucht und dann andere markante Objekte kurzzeitig angesehen. Weist der Moderator auf etwas hin, oder blickt er bestimmt in eine Richtung, so folgen auch die Blicke der Zuschauer in dort hin (Blick zum Metall-Detektor auf Abb. 162 und Blick zum LCD-Bildschirm auf Abb. 175). Sich plötzlich bewegend Objekte in einer ansonsten ruhigen Umgebung werden sofort angesehen (Absetzen der Schuhe auf Abb. 169 und Handbewegung auf Abb. 181). Beim Gang durch das Studio wechseln sich Blicke zum Kopf des Moderators mit Blicken auf neu ins Bild kommende Objekte ab. Eingblendete Schrift wird wahrgenommen (vermutlich gelesen).

**Tabelle der genannten Objekte** **Tabelle der genannten Objekte**

genannte Objekte der Testpersonen		TP 1	TP 2	TP 3	TP 4	TP 5	TP 6	TP 7
		Rec 04	Rec 05	Rec 06	Rec 07	Rec 08	Rec 09	Rec 10
1	blaue Tonnen / paar Fässer / drei blaue Plastikbehälter / blaue Container / drei blaue Fässer / blaue Behälter	1	2	4	2	2	2	1
2	LCD links oben / Fernseher / TFT-Fernseher / links auf dem Bildschirm die zwei vermeintlichen Kofferbomber	2		2		5		
3	Box wo er seine Schuhe drauf gestellt hat / ein Wagen auf dem er seine Schuhe abgestellt hat / Podest für Schuhe / kleiner Gegenstand, auf den er seine Schuhe gelegt hat	3		6			5	6
4	rechts hinten rundes Dings (LCD-Display mit Zielscheibe)	4						
5	Koffer / seine Reisetasche	5	5	5				2
6	links schwarzes Objekt	6						
7	Metalldetektor / Schleuse / Kontroll-Gate vom Flughafen		1	7	4	6	4	
8	Weltkugel / Globus / Globus oder Spiegel		3	1	1		3	
9	Schuhe		6		3	3	6	5
10	Gasdruckbehälter in grau / Propangasflasche			3		1	1	
11	Bildschirme im Hintergrund, wo durchleuchtete Gegenstände vom Flughafen durchs Bild liefen / ein paar LCD-Displays					4		3
12	Tisch							4
<b>Anzahl genannter Objekte:</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Die Zahlen in den obigen Zellen geben die Reihenfolge der Nennungen an.

**Tabelle der angesehenen Objekte (entstanden aus der Auswertung des Filmmaterials)**

genannte Objekte der Testpersonen		TP 1	TP 2	TP 3	TP 4	TP 5	TP 6	TP 7
		Rec 04	Rec 05	Rec 06	Rec 07	Rec 08	Rec 09	Rec 10
1	blaue Tonnen / paar Fässer / drei blaue Plastikbehälter / blaue Container / drei blaue Fässer / blaue Behälter	4	4	4	4	6	--	4
2	LCD links oben / Fernseher / TFT-Fernseher / links auf dem Bildschirm die zwei vermeintlichen Kofferbomber	5	5	5	3	5	--	7
3	Box wo er seine Schuhe drauf gestellt hat / ein Wagen auf dem er seine Schuhe abgestellt hat / Podest für Schuhe / kleiner Gegenstand, auf den er seine Schuhe gelegt hat	6	7	7	5	8	--	6
4	rechts hinten rundes Dings (LCD-Display mit Zielscheibe)	9	8	9	XX	1	--	1
5	Koffer / seine Reisetasche	1	1	1	1	2	--	5
6	links schwarzes Objekt	X	X	X	X	X	--	X
7	Metalldetektor / Schleuse / Kontroll-Gate vom Flughafen	3	3	2	XX	3	--	2
8	Weltkugel / Globus / Globus oder Spiegel	8	9	8	7	9	--	9
9	Schuhe	2	2	3	2	7	--	3
10	Gasdruckbehälter in grau / Propangasflasche	7	6	6	6	XX	--	XX
11	Bildschirme im Hintergrund, wo durchleuchtete Gegenstände vom Flughafen durchs Bild liefen / ein paar LCD-Displays	10	10	10	8	4	--	8
12	Tisch	X	X	X	X	X	--	X
<b>Anzahl fixierter Objekte:</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>--</b>	<b>9</b>

XX – markiert Objekte, die keine Fixationspunkte aufweisen.

Die gelb markierten Objekte wurden zuvor zwar genannt, konnten jedoch vom Testleiter nicht als vorhandene Objekte festgestellt werden.

Die Zahlen in den obigen Zellen geben die Reihenfolge der ersten Fixationen an.

### **Ergebnis der Tabellen:**

Im Durchschnitt wurden 6 Objekte von den Testpersonen genannt. Fixiert wurden jedoch 9 von 10 der zuvor benannten Objekte. Hieraus lässt sich schließen, dass die Objekte zwar betrachtet jedoch nicht verinnerlicht wurden.

In vier Fällen wurden keine Fixationen der jeweiligen Testperson auf ein Objekt vom System registriert. In zwei Fällen konnte das Objekt dennoch benannt werden. In den anderen zwei Fällen wurde weder die Fixation auf das Objekt gemessen, noch das entsprechende Objekt benannt.

Von den durchschnittlich 9 fixierten Objekten konnten die Testpersonen bei der Befragung durchschnittlich 6 benennen.

#### **4.4.4. Fazit**

Die Vermutung, dass die Zuschauer den Moderator während des Vortrages ansehen, hat sich deutlich belegen lassen. Es ist ein steter Wechsel zwischen Augenkontakt und Orientierungssuche im Studio festgestellt worden. Im allgemeinen konnte gezeigt werden, dass die Aufmerksamkeit der Zuschauer vom Moderator durch Gesten und Blicke gesteuert werden konnte.

Die Vermutung, dass auch andere markante Objekte die Aufmerksamkeit auf sich ziehen konnten, wurde ebenfalls belegt.

Die Eignung der Visualisierungsform „Bee Swarm“ hat sich für Filmsequenzen bestätigt. Die Darstellung der dadurch gewonnenen Ergebnisse ist jedoch für die Papierform mit einer Vielzahl von Einzelbildern verbunden. Eine aufbereitetere Darstellungsform wie AOIs, Heat Maps oder Gaze Plots würde man sich hier wünschen. Aufgrund der Schwierigkeit, solche Darstellungsformen auf ein sich ständig veränderndes Untersuchungsobjekt abzubilden, sind diese Visualisierungen in der derzeitigen Software-Version 1.1.17 vermutlich noch nicht vorhanden.

Beim Musikvideo mit den schnellen Schnitten war eine eindeutige Konzentration auf die Bildmitte festzustellen. Innerhalb dieses mittleren Bereichs wurden jedoch gleiche Objekte fixiert. Daraus lässt sich ableiten, dass vermutlich eine Beziehung zwischen Betrachtungsradius relativ zum Bildmittelpunkt und der Dauer der Filmsequenzen besteht. Der Blickbereich scheint bei schnellen Bildfolgen eingengter zu sein.

Markante Objekte in Bewegung werden bei den Explosionen von allen Betrachtern gleichermaßen betrachtet.

Die Ergebnisse aus beiden Videos zeigen Belege auf, dass die Aufmerksamkeit der Zuschauer gelenkt werden kann. Folgende Beispiele sind hier zu nennen:

- Zeigen auf ein Objekt (vgl. Abb. 181)
- Betrachtete Person schaut auf ein Objekt (vgl. Abb. 162, 175)
- Plötzliche schnelle Bewegung eines Objekts (vgl. Abb. 142-146, 150-155)

## **4.5. Betrachten einer komplexen Anwendung**

Untersucht wurde ein Portal für das Projektmanagement einer Hamburger Bank. Der Test wurde auf übliche Weise mit den Methoden Task based testing und Thinking aloud gestaltet. Die Ergebnisse der Blickmessung wurden hierbei unterstützend verwendet. Das heißt Auffälligkeiten, die während der Auswertung des aufgezeichneten Filmmaterials erkannt wurden, wurden durch geeignete Visualisierungen der Eyetracking-Software untermauert.

### **4.5.1. Basisdaten Test**

Getestet wurde mit 4 Mitarbeitern der Bank und 3 Studenten aus dem Fachbereich Informatik. Um das „laut Denken“ zu vereinfachen, war der Testleiter als Ansprechpartner mit im Testraum.

Die Testpersonen mussten insgesamt 6 Aufgaben lösen und wurden im Anschluss interviewt. Von den 6 Aufgaben boten sich 2 Aufgaben für eine weitere Untersuchung mittels Blickmessung an.

### **4.5.2. Aufgabe 1**

Die Testperson hatte die Aufgabe, eine neue Zeile in einer Tabelle einzutragen. Hierzu musste zunächst der Button „bearbeiten“ gefunden und angeklickt werden, um die Tabelle bearbeiten zu können. Viele der Testpersonen haben den Button erst nach Hilfestellung durch den Testleiter gefunden. Mittels Blickmessung sollte untersucht werden, warum dieser Button nicht gefunden wurde.

### **4.5.3. Erwartungen Aufgabe 1**

Der Button „bearbeiten“ ist weit von den anderen Inhalten abgesetzt. Wahrscheinlich wird dieser Button daher von den Testpersonen visuell nicht wahrgenommen.

### **4.5.4. Ergebnisse Aufgabe 1**

Der zu untersuchende Szene startet mit dem ersten Aufruf der Projektseite und endet bei deren Verlassen. Entweder wurde die Projektseite über den Button „bearbeiten“ oder über den Wechsel auf eine andere Seite über ein anderes Navigationselement verlassen.

#### **4.5.4.1. Heat Map Gaze Opacity**

Die Heat Map Gaze Opacity wurden über die Daten aller Testpersonen erstellt. Diese zeigt deutlich einen hellen Bereich auf der linken Seite. Hier haben die Testpersonen die Projektdaten durchsucht. Auf der rechten Seite sieht man - deutlich schwächer - einen weiteren Aufmerksamkeitsbereich. In diesem Bereich befindet sich der Button „bearbeiten“. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Position des Buttons „bearbeiten“ nicht in dem Bereich der höchsten natürlichen Aufmerksamkeit liegt.

Der Button ist abseits des Blickfeldes positioniert und somit nicht intuitiv durchführbar. User, die noch nicht mit dem Programm gearbeitet haben, finden den Button dadurch kaum. Die Bedienung muss erst explizit erlernt werden.

Um die Usability zu verbessern, sollte der Button auf jeden Fall in den Bereich der höchsten Aufmerksamkeit positioniert werden.



Abb. 188: Heat Map Gaze Opacity Aufgabe 1

#### 4.5.4.2. AOI und Statistik

Um die Wahrnehmung des Buttons „bearbeiten“ zu untersuchen, bietet es sich an, eine Area of Interest (AOI) auf diesen Button zu legen.

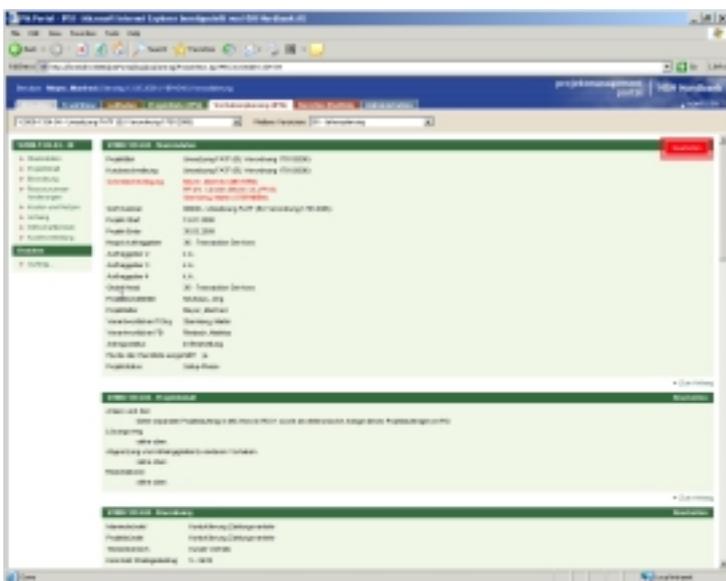


Abb. 189: AOI Aufgabe 1: Button „bearbeiten“

Hierbei war die Fragestellung am interessantesten, wann die Testpersonen diesen Button zum ersten Mal wahrnehmen. Hierzu bietet sich die statistische Darstellung Time to first fixation an. Diese Auswertung wurde über alle Testpersonen durchgeführt.

Bei der Definition und Auswertung dieses AOIs sollte beachtet werden, dass sich die Position des Buttons beim Scrollen der Seite verändert hat. Die Daten scheinen dennoch einen gewissen Wert zu haben, da der Button vermutlich häufiger in der gleichen Scroll-Position verwendet wurde.

Einige Testpersonen haben den Button gar nicht gefunden, sondern haben die Seite vorab über eine andere Navigationsmöglichkeit verlassen.

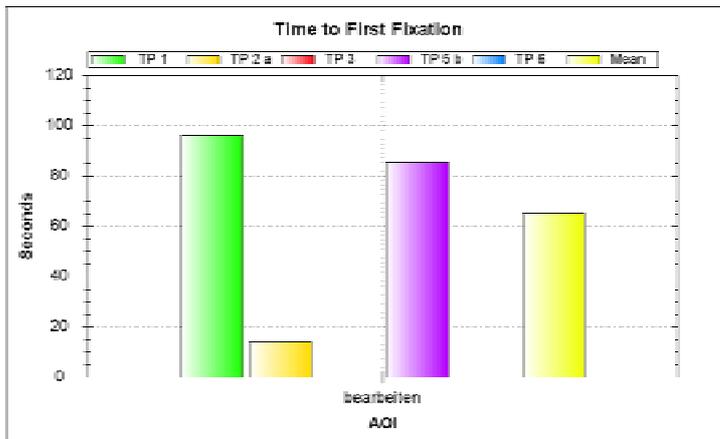


Abb. 190: Time to first fixation

### 4.5.5. Aufgabe 2

Bei dieser Aufgabe sollten die Testpersonen die passende Kostenstelle für einen Unternehmensbereich herausfinden.

Die Schwierigkeit bestand darin, dass der Link auf die Liste der Kostenstelle zwar auf dem Bildschirm zu sehen war, jedoch von den meisten Testpersonen eher als Überschrift verstanden wurde. Der Testleiter musste hierbei deutliche Hinweise geben, damit der Link angeklickt wurde.

#### 4.5.5.1. Erwartung Aufgabe 2

Zu zeigen ist, dass die Testpersonen zwar auf den Bereich gesehen haben, in dem der Link positioniert ist, ihn jedoch nicht als Link verstanden haben; vermutlich wurde er als Überschrift verstanden.

#### 4.5.5.2. Vorgehen

Um diesen Sachverhalt zu belegen, wird für jede Testperson der Abschnitt gewählt, wo die Liste zum Eintragen der Kostenstelle mit dem Link zur Liste der Kostenstelle zum ersten mal zu sehen ist, bis zu dem Zeitpunkt an dem die Testperson die Liste zum Eintragen verlässt.

#### 4.5.5.3. Auswahl und Bewertung der Visualisierungen

Zu den Aufnahmen (Recordings) wurden nun folgende Visualisierungen ausgewählt:

#### 4.5.5.4. Heat Map

Die Visualisierung Heat Map wurde über alle Testpersonen erzeugt. Die Betrachtung für jeweils eine Testperson alleine ist hier weniger aussagekräftig, da man zeigen möchte, welche Bereiche für alle interessant waren. Ausreißer fallen dadurch nicht auf, da somit ein Mittelwert gebildet wird.

Im folgenden werden drei verschiedene Darstellungsformen der Heat Maps gezeigt und ihre Vor- und Nachteile erläutert.

##### 4.5.5.4.1. Heat Map Darstellung Heat Map

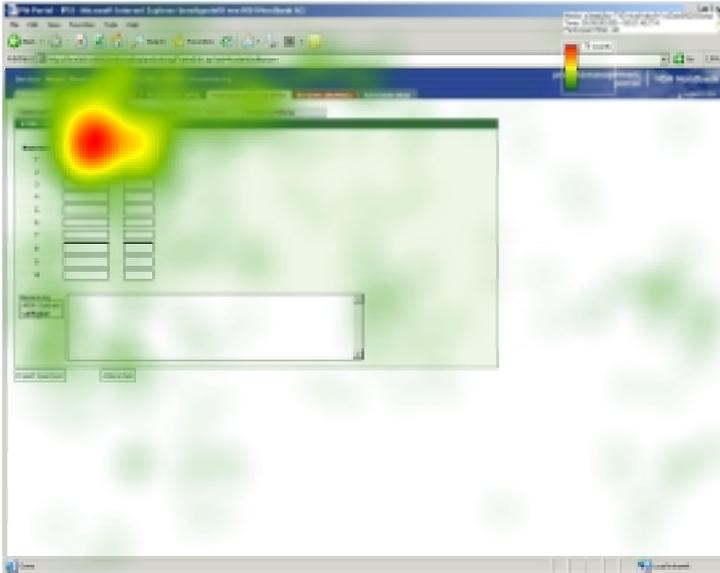


Abb. 191: Heatmap über alle Testpersonen

#### Vorteile

Es ist deutlich der interessante Bereich in einer deutlichen Abstufung zu erkennen (Von sehr interessant bis hin zu gar nicht interessant).

#### Nachteile

Bei dieser Ansicht, wird der "heiße Bereich" der Seite verdeckt. Man erkennt den Link „Liste der Kostenstellen“ nicht mehr.

#### **4.5.5.4.2. Heat Map Darstellung Gaze Opacity**



Abb. 192: Heat Map Gaze Opacity über alle Testpersonen

##### Vorteile

Es ist deutlich der interessante Bereich zu erkennen.

##### Nachteile

Bei dieser Ansicht wird der „heiße“ Bereich der Seite nicht verdeckt. Man erkennt den Link „Liste der Kostenstellen“ deutlich.

Die Abstufung der interessanten Bereiche ist weniger deutlich zu erkennen, wie bei der vorherigen Darstellungsform.

#### **4.5.5.4.3. Heat Map Darstellung Gaze Opacity mit Mausklicks**

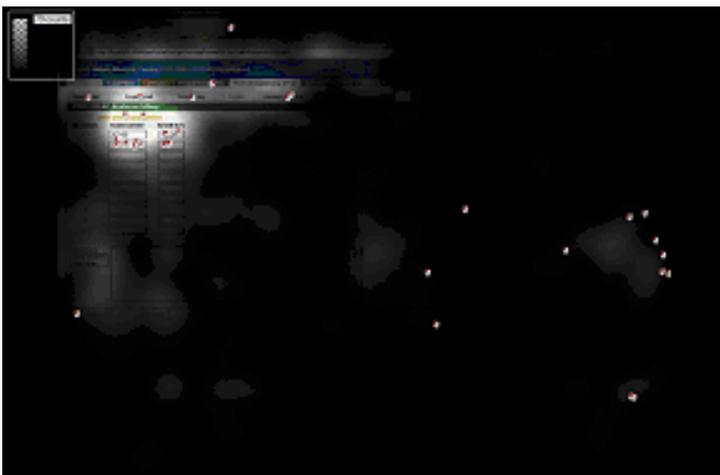


Abb. 193: Heat Map Gaze Opacity mit Mausklicks

##### Vorteile

Diese Darstellungsform entspricht weitestgehend der obigen Darstellungsform, allerdings werden hierbei die Maus-Klicks mit gezeigt. Dies ist bei dieser Aufgabe besonders hilfreich, da deutlich erkennbar ist, dass das zweite Feld

von oben in der Spalte Kostenstelle häufig angeklickt wurde, um hier Daten einzugeben.

### **4.5.5.5. Ergebnisse aus der komplexen Anwendung**

Die Heat Map Darstellung Gaze Opacity ist für diese Auffälligkeit am besten geeignet, den Sachverhalt zu verdeutlichen. Es kann eindrucksvoll gezeigt werden, dass die Testpersonen den relevanten Bereich betrachtet haben.

Unterstützt von den folgenden Visualisierungen und der Auswertung der jeweiligen Filme zu den Testpersonen, kann im weiteren gezeigt werden, dass der Link als solches nicht verstanden wird und hier dringlich eine Umgestaltung auf der Seite anzuraten ist.

Die Darstellung der Mausclicks verdeutlicht, dass die Testpersonen eher in das Eingabefeld gehen wollten, um ihre Aufgabe zu lösen. Auf dem Link sind in dem betrachteten Zeitrahmen lediglich zwei Klicks verzeichnet.

## 5. Besonderheiten bei den Untersuchungen

Während einzelner Untersuchungen mussten verschiedenartige Herausforderungen überwunden werden. Diese lagen sowohl bei der Auswahl und Verwendung der Designelemente, als auch bei den Auswertungen der Testergebnisse. In diesem Kapitel werden die markantesten Auffälligkeiten aus den einzelnen Untersuchungen beschrieben.

### 5.1.1. Test eines Computerspiels

Bei der Auswahl eines geeigneten Computerspiels für den Girls-Day fiel die erste Wahl auf das in Windows XP enthaltene Flipper-Spiel. Bei dem Versuch, den Spielverlauf über ein Screenrecording Element aufzunehmen, zeigte sich folgende Problematik. Im Fenstermodus konnte das Spiel problemlos von der Software erfasst werden. Das Spiel war im Fenstermodus jedoch zu klein dargestellt, um hierbei gut erkennbare Ergebnisse zu erzielen. Das Fenster an sich konnte auch nicht vergrößert werden. Der Versuch, das Spiel im Vollbildmodus auszuführen und mit der Software Tobii Studio auszuführen, war nicht erfolgreich. Die Ursache lag darin, dass die automatische Veränderung der Bildschirmauflösung von dem Programm nicht verarbeitet werden konnte. Daher wurde mit einem browserbasierten Flipper-Spiel getestet.

### 5.1.2. Komplexe Anwendung

#### 5.1.2.1. VPN-Tunnel bei externem Intranet

Bei der komplexen Anwendung handelte es sich um ein webbasiertes Intranet-Portal. Dieses benötigte eine gesicherte Verbindung über einen VPN-Tunnel (Citrix). Da es sich um eine Webapplikation handelte, bot sich beim Erstellen des Projektes in Tobii Studio zunächst das Element Web an. Tobii Studio versuchte nach Eingabe der Startadresse des Intranet-Portals, eine neue Verbindungsinstanz zu etablieren. Der VPN-Tunnel wurde daher nicht mehr benutzt und das Intranet-Portal konnte nicht aufgerufen.

Die einzige Alternative, die Tobii Studio bietet, war das sogenannte „Screen Recording Element“. Hierbei werden alle Aktivitäten aufgenommen, die während des Tests auf dem Monitor zu sehen sind. Um die anschließenden Auswertungen durchführen zu können, wurden vorab folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Jede einzelne Aufnahme (Recording) wird von Tobii Studio fortlaufend durchnummeriert. Teilweise musste Tobii Studio mehrfach gestartet werden. Außerdem wurden einige Aufnahmen gelöscht, da sie nicht verwendet werden konnten. Hierdurch wurde die Benennung der einzelnen Aufnahmen inkonsistent. Um die Aufnahmen den richtigen Testpersonen zuzuordnen, mussten die einzelnen Aufnahmen umbenannt werden.
- Die einzelnen Aufnahmen haben von sich aus keine definierten Stellen, um die Daten über alle Testpersonen direkt vergleichen zu können. Daher müssen die einzelnen Aufgaben in gleiche Ausschnitte eingeteilt werden. Dies erfolgt über die folgenden zwei Schritte:
  - Für jede einzelne Aufnahme wird zunächst ein Segment erzeugt. Durch diesen Schritt kann man ein großes Projekt in mehrere Abschnitte unterteilen und erhält hierdurch mehr Übersichtlichkeit.

- Aus den einzelnen Segmenten werden nun jeweils gleiche Szenen ausgeschnitten und mit dem selben Namen versehen. Zum Beispiel beginnt die Szene sobald eine bestimmte Seite aufgerufen wird und endet damit, das diese Seite wieder verlassen wird. Dieser Ausschnitt wird benannt, z.B. Szene A. Die selbe Szene (Aufrufen bis Verlassen der Seite) wird nun aus jedem einzelnen Segment ausgeschnitten und Szene A zugeordnet. Je Aufnahme, können die Szenen unterschiedlich lang sein.
- In Ansicht Visualisation kann nun im Bereich Media List die gewünschte Szene ausgewählt werden. Im Bereich Recordings wird angezeigt, bei welchen Testpersonen diese Szene aus der Aufnahme dieser Testperson herausgeschnitten wurde. Nun können die Testpersonen ausgewählt werden, deren Daten mit in die Auswertung aufgenommen werden soll.

Im Gegensatz zu dieser Methode werden bei Nutzung des Web-Elements die einzelnen Aufnahmen automatisch in passende Segmente unterteilt. Die Unterteilung erfolgt durch den Wechsel zwischen den einzelnen Webseiten. Bezeichnet werden die einzelnen Segmente durch die URL der entsprechenden Seite.

Das Web-Element in Tobii Studio hätte gegenüber der Nutzung des „Screen Recording Elements“ folgende Vorteile:

- Die Auswertung der mit dem Web-Element aufgenommenen Daten kann ohne vorherige Arbeitsschritte erfolgen.
- Die mit dem Web-Element aufgenommenen Daten werden automatisch über die gesamte Webseite verteilt, auch wenn die Testperson über die Webseite scrollt. Die Aufmerksamkeitsbereiche werden bei diesem Verfahren richtig auf der gesamten langen HTML-Seite dargestellt. Dem gegenüber wird das Ergebnis bei Verwenden des „Screen Recording Elements“ verfälscht, sobald die Testperson scrollt. Dies liegt daran, dass sich bei diesem Verfahren das Bild einer Szene nicht ändert. Somit werden die Blickdaten nach dem Scrollen für den bisherigen also falschen Bildausschnitt gewertet. Da nicht alle Testpersonen scrollen, kann der Moment des Scrollens auch nicht als Marke für eine Szene verwendet werden.

### 5.1.2.2. Nicht gewertete Testperson

Eine Testperson hatte ein auffallend anderes Herangehen an die Lösung der Aufgabe gezeigt. Er benutzte intensiv die Funktion „Seite durchsuchen“ des Internet Explorers, um die Inhalte auf der Seite zu finden und hat die Blicke häufig auf das Suchfenster des Internet Explorers gerichtet. Dadurch weichen die Bereiche, auf die er gesehen hat, deutlich von anderen Testpersonen ab. Um die Aussage der Heat Map nicht zu verfälschen, wurden die Daten dieser Testperson nicht verwendet.

Für eine andere Testperson konnte Tobii Studio die Heat Map Gaze Opacity nicht visualisieren. Vermutlich ist dieser Fehler bereits bei der Aufzeichnung der Blickdaten entstanden.

### **5.1.2.3. Verfälschung durch Scrollen**

Bei der ersten Aufgabe war die zu betrachtende Seite so lang, dass einige Testpersonen über den für die Szene festgelegten Bildbereich hinaus gescrollt haben. Die Aussage über die Aufmerksamkeitsbereiche ist in diesem Fall jedoch trotzdem noch gut möglich und führt nur zu leicht verfälschten Ergebnissen. Dies konnte dadurch belegt werden, dass zunächst die Daten der Testpersonen nicht zur Auswertung der Heat Map Gaze Opacity herangezogen wurden. Da sich im Vergleich zu den Gesamtdaten kein wesentlicher Unterschied ergab, konnten auch diese Daten für die Heat Map Gaze Opacity herangezogen werden.

## 6. Einsatzkonzept

Wie Eyetracking für Usability-Untersuchungen eingesetzt werden kann und welche Elemente genutzt werden können, hängt von mehreren Faktoren ab. Die folgende Tabelle ist eine Orientierungshilfe, welche die Planung zukünftiger Untersuchungen unterstützt. Die Tabelle basiert auf den unterschiedlichen Typen, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden. Tiefere Informationen können den entsprechenden Kapiteln entnommen werden.

Untersuchungen	Geeignete Designelemente	Schritte der Durchführung	Stolpersteine	Auswertungstechnik	
Typ 1: Statische Objekte	Image	1. Zieldefinition (Was genau soll gezeigt werden?)	Nicht Versuchung erliegen, die Ergebnisse nach den Erwartungen auszurichten. > Objektivität bewahren.	Alle außer Beeswarm. Auswahl ist bestimmt von Zieldefinition.	
Typ 2: Spiele	Screen Recording Web	2. Erwartung formulieren.			Spiele im Vollbildmodus nicht verwendbar. -> Spiele im Fenstermodus oder webbasierte Spiele auswählen
Typ 3: Filme	Movie External Video Scene Camera	3. Geeignete Visualisierungen sammeln		Bei Movie-Element nur AVI möglich.	Beeswarm
Typ 4: Webbasierte Anwendungen	Web (Screen Recording)	4. Visualisierung auswerten		Bei Anwendungen mit VPN-Tunnel nur Screen Recording möglich	Alle außer Beeswarm. Auswahl ist bestimmt von Zieldefinition.
Typ 5: komplexe Anwendungen	Je nach Anwendung	5. Im Ergebnis Erfüllungsgrad der Erwartung beschreiben.		Zieldefinition müssen andere Usability-Methoden vorausgehen.	

Tabelle 4: Orientierungshilfe Einsatzkonzept

## 7. Zusammenfassung

### 7.1. Fazit

Die Auswahl der untersuchten Anwendungsgebiete in seiner Steigerungsform von statisch hin zu hochdynamischen Inhalten ermöglichte es, die Erkenntnisse im Umgang mit dem Eyetracking-System mit jedem Untersuchungsgebiet zu erweitern.

Die Einsatzmöglichkeiten des Eyetracking-Systems haben sich als wertvolle Ergänzung zu den im Usability Labor der HAW-Hamburg bisher verwendeten Untersuchungsmethoden bewährt.

Die Vielzahl an Visualisierungsformen kann die über herkömmliche Methoden gewonnenen Erkenntnisse stützen. Ein Sachverhalt, der bisher nur in textlicher oder tabellarischer Form beschrieben werden konnte, kann nun deutlich kräftiger anhand von Bildern belegt werden. Im Hinblick auf die Empfehlungen, welche Bestandteile des Untersuchungsobjektes angepasst werden sollten, wirken überzeugender.

Ein weiterer Mehrwert liegt darin, dass es möglich ist, durch Blickmessung festzustellen, welche Teilbereiche auf dem Bildschirm tatsächlich betrachtet wurden und welche mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erkannt werden konnten, da hier keine Fixationen gemessen wurden. Im Vergleich zu einer Befragung der Testpersonen über betrachtete Areale hat man mit dem Eyetracker ein Instrument, welches objektive Ergebnisse liefern kann.

Die Möglichkeit, den Blickverlauf über einen gewissen Zeitraum zu betrachten, erlaubt es Rückschlüsse zu ziehen, welche Bereiche attraktiv und welche eher von geringerem Interesse sind.

Die Wahlfreiheit bei der Kombination von Daten einer, einiger oder aller Testpersonen, ermöglicht es Besonderheiten bzw. Gemeinsamkeiten der Testgruppe herauszuarbeiten.

Die Erkenntnisse, die durch das Eyetracking gewonnen werden, können im Einzelfall losgelöst von übrigen Untersuchungsmethoden betrachtet werden. Bei komplexen Softwareanwendungen kommt es jedoch nicht nur auf das Betrachten und Erkennen einzelner Bedienelemente an. Hierbei ist die gesamte Bedienbarkeit des „Werkzeugs“ zu prüfen, was besonders gut mittels Task based testing erfolgen kann. Dies zeigt sich auch daran, dass sich nur ein kleiner Teil aller Aufgaben für weitere Auswertungen mit dem Eyetracking-System angeboten hat. Ohne Task based testing wären die Auffälligkeiten der komplexen Anwendung zur näheren Untersuchung mittels Eyetracking nicht aufgefallen. Nachdem diese dann weiter untersucht wurden, wurde die notwendige Verbesserung umso deutlicher.

Bei allen Untersuchungen mit dem Eyetracking-System sollte man jedoch nicht die Tatsache vergessen, dass das was betrachtet wird, nicht immer auch verinnerlicht wird, wie es am Beispiel der betrachteten und benannten Gegenstände im Filmstudio deutlich wurde. Das Messen einer Fixation ist nicht gleichzusetzen mit dem zwingend damit verbundenen Verständnis über das Gesehene.

## 7.2. Vision

Im Folgenden werden Ansätze genannt, die das Forschungsgebiet Eyetracking an der HAW-Hamburg erweitern können:

- Weiterentwicklung der Auswertungsmethode „AOI Graph Visualizer“ von Vincent Beelte und Peter Kölln [vgl. Beelte, Kölln 2008]
- Verwenden des Elements External Video zur Einbindung eines Video-Streams
- Verwendung des Web-Elements
- Untersuchung hochinteraktive Spiele, z.B. Strategiespiele oder Egoshoooter
- Direkte Interaktionen mit dem Eyetracker , z.B. Steuerung von Programmen (Mensch-Maschine-Interaktion)
- Betrachten gegenständlicher Objekte unter Verwendung des Elements Scene Camera

Das nächste Kapitel beschreibt einen weiteren interessanten Ansatz zur Verwendung der Eyetracking-Daten.

### 7.2.1. Kombination von Eyetracking und Moustracking

In dieser Arbeit konnten erste Erfahrungen über das Blickverhalten von Computerusern gesammelt werden. Ein weiterer interessanter Ansatzpunkt im Bereich der Analysemethoden, ist die kombinierte Betrachtung von Blick- und Mausbewegungen.

Im Usability-Labor der HAW ist ein Tool zur Auswertung von Mausdaten vorhanden. Es entstand im Rahmen des Projektstudiums einer früheren Semesters. Gesammelt werden Daten wie Position der Maus, zurückgelegte Strecke, Mausklicks und Radbewegungen. Diese Daten werden in Form einer XML-Datei gespeichert.

Im Rahmen der Bachelorarbeit von Boris Klengel [vgl. Klengel 2008] entstand ein Prototyp zur Kombination der Filmaufzeichnungen mit Blickverlaufsdarstellung, die aus Tobii Studio exportiert werden können, und einer visuellen Umsetzung der Mausdaten aus der XML-Datei des obigen Tools. Ein Ziel des Prototypen war die Erzeugung einer Filmsequenz, in der Augen- und Mausbewegungen zusammen dargestellt werden. Die Ausgabe des Films war gegen Ende der Bearbeitungszeit noch nicht möglich. Das Generieren von Einzelbildern anhand der Mausdaten aus der XML-Datei gelang jedoch problemlos. Die Darstellung erfolgte in ähnlicher Form wie bei den Augenbewegungen durch Fixationen und Sakkaden.

#### **Testaufbau**

In einer kurzen Testsequenz wurde eine Testperson erfasst, die einige wenige Aktionen auf dem Desktop durchgeführt hat. Es mussten Buttons angeklickt und Fenster geschlossen werden.

### **Arbeitsschritte**

Aus Tobii Studio wurden die Aktionen auf dem Desktop mitsamt des Blickverlaufes als Filmdatei exportiert. Das Tools von Boris Klengel konnte hierzu, aus den Daten der Mausbewegungen, Bitmap-Dateien mit durchsichtigem Hintergrund erzeugen. Mit Hilfe eines Videobearbeitungsprogramms (Ulead VideoStudio 11.5 Plus) war es möglich, die Bitmap-Dateien hintereinander zu stellen und daraus eine Filmdatei zu erzeugen. Nach dem Anpassen der Abspielgeschwindigkeit entstand so ein Film der Mausbewegungen. In einem letzten Schritt wurde der Film der Mausbewegungen als Überlagerungsspur mit dem Film aus Tobii Studio kombiniert.

### **Erwartung**

Es wurde erwartet, dass die Testperson immer einen definierte Abfolge zeigt:

1. Erfassen eines anklickbaren Ziels mit den Augen (Button, Kreuz zum schließen eines Fensters, usw.)
2. Nachführen der Maus und durchführen der Klickaktion

### **Auwertung des Films**

Im Folgenden werden ausgesuchte Screenshots aus dem entstandenen Film gezeigt. Der rote Verlauf zeigt die Blickbewegungen, der blaue Verlauf zeigt die Maus.

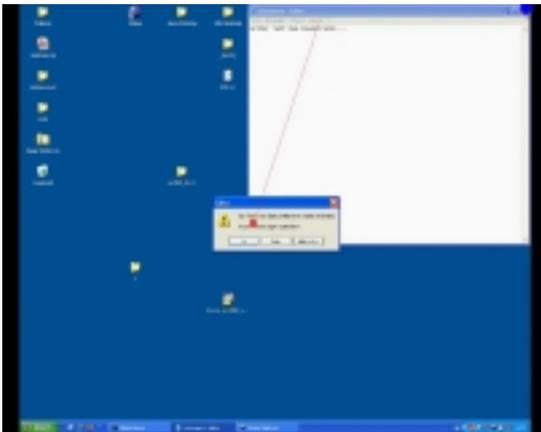


Abb. 194: Mousetracker

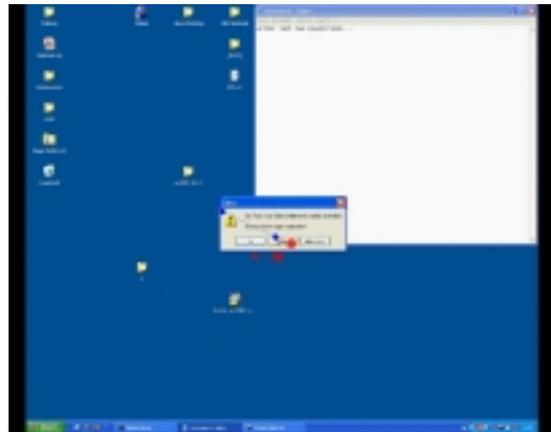


Abb. 195: Mousetracker

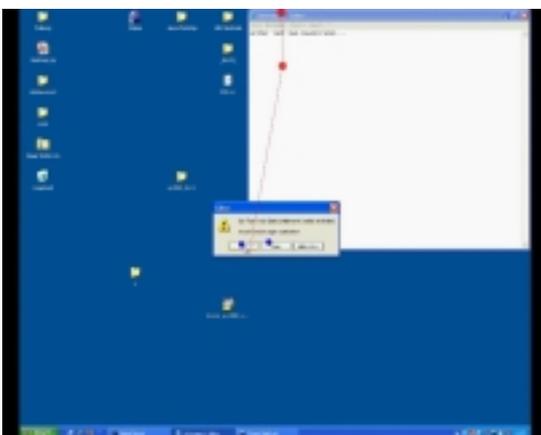


Abb. 196: Mousetracker



Abb. 197: Mousetracker

Der Film zeigt anschaulich, wie die Erwartungen über die Koordination von Blick und Mausbewegungen erfüllt werden.

In Abb. 194 ist zu sehen, wie der Blick auf das Dialogfenster wandert. Die Maus steht in der oberen rechten Ecke. In Abb. 195 steht der Blick über dem Button „Nein“. Die Maus zieht nach zum selben Button. Abb. 196 zeigt, wie der Blick das Dialogfenster verlässt. Die Maus steht noch über dem Button.

Abb. 197 zeigt, wie der Blick auf dem Button „Google-Suche“ verharrt, während die Maus nachgezogen wird, um auf den Button zu klicken. Der größere rote Fixationspunkt und die kleineren blauen „Fixationspunkte“ mit der „Sakkade“ belegen diesen Sachverhalt.

### **Fazit**

Die Weiterentwicklung dieses Tools wäre wünschenswert. Dadurch wird es möglich, das Verhalten der Testpersonen auf dem Bildschirm noch detaillierter zu analysieren. Geforscht auf diesem Gebiet haben bereits Kerry Rodden und Xin Fu [Kerry Rodden, Xin Fu 2007]. Es wäre interessant diese Ansätze hier weiter zu verfolgen.

## Literaturhinweise

<b>Bibliographie</b>	
[Richter 1996]	G. Richter: Tips und Tricks für bessere Bilder, Augustus Verlag, Augsburg, 1996
[Hermstein 1994]	R. Hermstein: Grundlagen der Fotopraxis, Time-Life Books, B.V. Amsterdam, 1994  (R. Hermstein hat aus dem Englischen übertragen)
[ISO 2008]	International Organisation for Standardization, <a href="http://www.iso.org">http://www.iso.org</a> , 2008
[Nielsen 1994]	Jakob Nielsen: Usability Engineering, B&T Verlag, 1994
[Fotopraxis 1994]	Verlag Time-Life Bücher, Amsterdam: Grundlagen der Fotopraxis 1994
[Bente 2004].	G. Bente: Erfassung und Analyse des Blickverhaltens. Aus dem Lehrbuch der Medienpsychologie von Roland Mangold, Peter Vorderer, Gary Bente (Hrsg.), Hogrefe-Verlag, 2004
[Tobii X120 2008]	Tobii X120: Informationsblatt Tobii X120 Eyetracker, 2008
[Klengel 2008]	Boris Klengel: Neukonzeption des Usability-Labors, Bachelorarbeit, HAW-Hamburg, Juni 2008
<b>Online Ressourcen</b>	
[Dornhöfer, Pannasch, Unema 2003]	Sascha M. Dornhöfer; Sebastian Pannasch; Pieter J.A. Unema,: Augenbewegungen und deren Registrierungsmethoden, Seminararbeit TU Dresden, 2003, <a href="http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~cogsci/pdf/augenbewegungen.pdf">http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~cogsci/pdf/augenbewegungen.pdf</a> , Download 10.04.2008
[Glenstrup, Engell-Nielsen 1995]	Arne John Glenstrup, Theo Engell-Nielsen: Eye Controlled Media: Present and Future State, 1995, <a href="http://www.diku.dk/~panic/eyegaze/article.html">http://www.diku.dk/~panic/eyegaze/article.html</a> , Zugriff 10.04.2008
[Rohs, 2007]	Michael Rohs: Seminar Mensch-Computer-Interaktion, 2007, <a href="http://www.deutsche-telekom-laboratories.de/~usability/hci/presentations/070612-EyeTracking.pdf">http://www.deutsche-telekom-laboratories.de/~usability/hci/presentations/070612-EyeTracking.pdf</a> , Download 05.06.2008
[Beelte, Kölln 2008]	Vincent Beelte, Peter Kölln: AOI Graph Visualizer, 2008, <a href="http://users.informatik.haw-hamburg.de/~use-lab/">http://users.informatik.haw-hamburg.de/~use-lab/</a>
[Kerry Rodden, Xin Fu 2007]	Kerry Rodden, Xin Fu: <a href="http://research.microsoft.com/~ryenw/proceedings/WISI2007.pdf">http://research.microsoft.com/~ryenw/proceedings/WISI2007.pdf</a> , Download 25.06.2008
[Penzo 2005].	Matteo Penzo: <a href="http://dev.uxmatters.com/MT/archives/000040.php">http://dev.uxmatters.com/MT/archives/000040.php</a> , Zugriff 27.05.2008

## Glossar

Sakkaden	Sakkaden sind die Blickbewegungen des Auges, wenn es über den Bildschirm wandert
Fixationen	Die Ruhephasen zwischen den Sakkaden werden Fixationen genannt
Eyetracking	Verfahren zur Blickverfolgung
Metriken	Daten, die während des Tests systemunterstützt gesammelt werden. Wie z.B. Anzahl Klicks, Mausbewegungen oder Blickrichtungen
Cornea	Der gewölbte vordere Teil der äußeren Augenhaut, auch Hornhaut genannt
Retina (Netzhaut)	Eine Schicht von spezialisiertem Nervengewebe an der hinteren Innenseite des Auges

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Reflexion von Lichtstrahlen [Glenstrup, Engell-Nielsen 1995] .....	12
Abb. 2:	Entstehung der 4 Purkinje Bilder [Dornhöfer, Pannasch, Unema 2003].....	12
Abb. 3:	Schematische Darstellung der Kameraaufnahme.....	13
Abb. 4:	Blickrichtung als Abbild von Purkinje Bild und Retina Reflexion [vgl. Rohs, 2007] .....	14
Abb. 5:	EyeTracker im Testraum HAW Hamburg.....	15
Tabelle 1:	technische Daten des Tobii X120 [vgl. Tobii 2008] .....	15
Abb. 8:	Designelemente in Tobii Studio .....	18
Abb. 9:	Instruction Element Setup.....	18
Abb. 10:	Image Element Setup .....	19
Abb. 11:	Movie Element Setup.....	20
Abb. 12:	Web Element Setup.....	21
Abb. 13:	External Video Setup .....	21
Abb. 14:	Scene Camera Setup .....	22
Tabelle 2:	Überblick über die Visualisierungsmöglichkeiten in Tobii Studio (Version 1.1.17) .....	23
Abb. 15:	Beispiel für ein Gaze Plot.....	24
Abb. 16:	Beispiel für ein Gaze Plot mit Mausklick auf „Play“ .....	25
Abb. 17:	Beispiel für ein Heat Map.....	26
Abb. 18:	Beispiel für ein Heat Map Gaze Opacity .....	26
Abb. 19:	Einstellungen für eine Heat Map.....	27
Abb. 20:	Beispiel für ein Heat Map Gaze Opacity mit Mausklicks .....	27
Abb. 21:	Beispiel für Cluster.....	27
Abb. 22:	Beispiel für einen Bee Swarm.....	28
Abb. 23:	Beispiel für manuell festgelegte AOI.....	29
Abb. 24:	Bsp. Selektive Scharfstellung.....	33
Abb. 25:	Bsp. Portrait.....	33
Abb. 26:	Bsp. Gegen die Mauer [Richter 1996, Seite 95]. .....	34
Abb. 27:	Qual der Wahl [vgl. Fotopraxis 1994, Seite 58] .....	34
Abb. 28:	Bild 1 .....	35
Abb. 29:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	36
Abb. 30:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde .....	36
Abb. 31:	Cluster aller Testpersonen .....	36
Abb. 32:	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik .....	36
Abb. 33:	Statistik: Dauer bis der Vogel erstmals gesehen wird .....	36

Abb. 34:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	36
Abb. 35:	Bild 2 .....	37
Abb. 36:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	38
Abb. 37:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde .....	38
Abb. 38:	Cluster aller Testpersonen .....	38
Abb. 39:	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik .....	38
Abb. 40:	Statistik: Dauer bis der Vogel erstmals gesehen wird .....	38
Abb. 41:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	38
Abb. 42:	Bild 3 .....	39
Abb. 43:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	40
Abb. 44:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde .....	40
Abb. 45:	Cluster aller Testpersonen .....	40
Abb. 46:	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik .....	40
Abb. 47:	Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird .....	40
Abb. 48:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	40
Abb. 49:	Bild 4 .....	41
Abb. 50:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	42
Abb. 51:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste halbe Sekunde .....	42
Abb. 52:	Cluster aller Testpersonen .....	42
Abb. 53:	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik .....	42
Abb. 54:	Gaze Plot eine Testpersonen, erste 4,5 Sekunden .....	42
Abb. 55:	Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird .....	42
Abb. 56:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	43
Abb. 57:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	43
Abb. 58:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	44
Abb. 59:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste 2,5 Sekunden .....	44
Abb. 60:	Cluster aller Testpersonen .....	44
Abb. 61:	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik .....	44
Abb. 62:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map Gaze Opacity .....	44
Abb. 63:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	44
Abb. 64:	Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird .....	45
Abb. 65:	Bild 6 .....	45
Abb. 66:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	46

Abb. 67:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste 2,5 Sekunden .....	46
Abb. 68:	Cluster aller Testpersonen .....	46
Abb. 69	AOI auf dem Vogel zur Erzeugung der Statistik: .....	46
Abb. 70:	Statistik: Dauer bis der Vogel bzw. der Grashalm erstmals gesehen wird .....	46
Abb. 71:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	46
Abb. 72:	Bild 7 .....	47
Abb. 73:	Heat Map aller Testpersonen, Display Setting: Heat Map .....	47
Abb. 74:	Gaze Plot aller Testpersonen, erste Sekunde .....	47
Abb. 75:	Cluster aller Testpersonen .....	48
Abb. 76:	Gaze Plot aller Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	48
Abb. 77:	AOIs auf den Köpfen zur Erzeugung der Statistik Nr. 1 .....	48
Abb. 78:	Statistik: Dauer bis der linke bzw. rechte Vogelkopf erstmals gesehen wird Nr. 1 .....	48
Abb. 79:	AOIs auf den Köpfen zur Erzeugung der Statistik Nr. 2 .....	48
Abb. 80:	Statistik: Dauer bis der linke bzw. rechte Vogelkopf erstmals gesehen wird Nr. 2 .....	48
Abb. 81:	Gaze Plot einer Testpersonen, Dauer 10 Sekunden .....	49
Abb. 82:	Fehlerbild Esel .....	50
Abb. 83:	Lösung Esel .....	50
Abb. 84:	Fehlerbild Sonnenblumen .....	50
Abb. 85:	Lösung Sonnenblumen .....	50
Abb. 86:	Fehlerbild Brot .....	50
Abb. 87:	Lösung Brot .....	50
Abb. 88:	Heat Map; Fehlerbild Esel .....	51
Abb. 89:	Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Esel .....	51
Abb. 90:	Gaze Plot einer Testperson; Fehlerbild Esel .....	52
Abb. 91:	Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Esel .....	52
Abb. 92:	Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Sonnenblumen .....	53
Abb. 93:	Fehlerbild Sonnenblumen .....	53
Abb 94:	nach 55 Sek .....	53
Abb 95:	nach 1 Min 10 Sek .....	54
Abb 96:	nach 1 Min 25 Sek .....	54
Abb 97:	nach 1 Min 40 Sek .....	54
Abb 98:	nach 1 Min 55 Sek .....	54
Abb 99:	nach 2 Min 10 Sek .....	54
Abb 100:	nach 2 Min 25 Sek .....	54

Abb 101:	nach 2 Min 40 Sek.....	55
Abb 102:	Heat Map für diese Testperson .....	55
Abb. 103:	Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Sonnenblumen .....	55
Abb. 104:	Heat Map Gaze Opacity; Fehlerbild Brot.....	56
Abb. 105:	Gaze Plot aller Testpersonen; Fehlerbild Brot.....	56
Abb. 106:	Das Flipperspiel „Extreme Pinnball“ .....	57
Abb. 107:	Heatmap Test 1.....	58
Abb. 108:	Heatmap Test 2.....	58
Abb. 109:	Heatmap Test 3.....	58
Abb. 110:	Heatmap Test 4.....	58
Abb. 111:	Heatmap Test 5.....	58
Abb. 112:	Gaze Plot Test 1.....	59
Abb. 113:	Gaze Plot Test 2.....	59
Abb. 114:	Gaze Test 3.....	59
Abb. 115:	Gaze Plot Test 4.....	59
Abb. 116:	Gaze Plot Test 5.....	59
Abb. 117:	Gaze Plot 6 ein Ball.....	60
Abb. 119:	Gaze Plot 8 ein Ball.....	60
Abb. 121:	Time to first fixation .....	61
Abb. 122:	Fixation count.....	61
Abb. 123:	Fixation Lenght.....	61
Abb. 124:	Fixations before.....	61
Abb. 125:	Observation count .....	62
Abb. 126:	Observation length .....	62
Abb. 127:	Participants % .....	62
Abb. 128:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 129:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 131:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 132:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 133:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 134:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 135:	Schnitte & Bewegung.....	67
Abb. 136:	Schnitte & Bewegung.....	68
Abb. 137:	Schnitte & Bewegung.....	68
Abb. 138:	Explosion Motorblock .....	69
Abb. 139:	Explosion Motorblock .....	69

Abb. 140: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 141: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 142: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 143: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 144: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 145: Explosion Motorblock .....	69
Abb. 146: Explosion Motorblock .....	70
Abb. 147: Explosion Rakete .....	70
Abb. 148: Explosion Rakete .....	70
Abb. 149: Explosion Rakete .....	70
Abb. 150: Sprengung Hochhaus.....	71
Abb. 151: Sprengung Hochhaus.....	71
Abb. 152: Sprengung Brücke.....	71
Abb. 153: Sprengung Brücke.....	71
Abb. 154: Sprengung Brücke.....	71
Abb. 155: Sprengung Fabrik.....	71
Abb. 156: Moderation .....	72
Abb. 157: Moderation .....	72
Abb. 158: Moderation .....	72
Abb. 159: Moderation .....	72
Abb. 160: Moderation .....	72
Abb. 161: Moderation .....	72
Abb. 162: Moderation .....	72
Abb. 163: Moderation .....	72
Abb. 164: Moderation .....	73
Abb. 165: Moderation .....	73
Abb. 166: Moderation .....	73
Abb. 167: Moderation .....	73
Abb. 168: Moderation .....	73
Abb. 169: Moderation .....	73
Abb. 170: Moderation .....	73
Abb. 171: Moderation .....	73
Abb. 172: Moderation .....	74
Abb. 173: Moderation .....	74
Abb. 174: Moderation .....	74
Abb. 175: Moderation .....	74

Abb. 176: Moderation .....	74
Abb. 177: Moderation .....	74
Abb. 178: Moderation .....	74
Abb. 179: Moderation .....	74
Abb. 180: Moderation .....	75
Abb. 181: Moderation .....	75
Abb. 182: Moderation .....	75
Abb. 183: Moderation .....	75
Abb. 184: Moderation .....	75
Abb. 185: Moderation .....	75
Abb. 186: Moderation .....	75
Abb. 187: Moderation .....	75
Abb. 188: Heat Map Gaze Opacity Aufgabe 1 .....	82
Abb. 189: AOI Aufgabe 1: Button „bearbeiten“ .....	82
Abb. 190: Time to first fixation .....	83
Abb. 191: Heatmap über alle Testpersonen .....	84
Abb. 192: Heat Map Gaze Opacity über alle Testpersonen.....	85
Abb. 193: Heat Map Gaze Opacity mit Mausklicks .....	85
Tabelle 4: Orientierungshilfe Einsatzkonzept.....	90
Abb. 194: Mousetracker.....	93
Abb. 195: Mousetracker.....	93
Abb. 196: Mousetracker.....	93

## Anhang

### 1. Anleitung zum Verwenden des Eyetrackers

Im Usability-Labor ist zum jetzigen Zeitpunkt (Stand: Juni 2008) für das System des Eyetrackers folgende Konfiguration vorhanden:

1. Tobii X120 Eyetracker im Untersuchungsraum mit Anschluss an das Labor-Netzwerk
2. Tobii Studio (Hauptsoftware zur Durchführung von Eyetracking-Tests) als Installation auf dem Testrechner
3. Tobii Logger (Software zur Remote-Steuerung von Tobii Studio) als Installation auf dem Schnittrechner

#### 1.1. Erstellen eines Test-Projekts

##### 1.1.1. Grundlegende Überlegungen

Die Testprojekte müssen auf dem Testrechner vorhanden sein.

Unter dem Admin-Account befindet sich folgendes Verzeichnis: "C:\Dokumente und Einstellungen\admin\Eigene Dateien\Transfer".

Der Ordner Transfer ist im Labor-Netzwerk freigegeben. Im Ordner Transfer befindet sich der Unterordner Tobii Projekte.

Man hat durch die Freigabe im Netz nun die Möglichkeit Projekte sowohl am Testrechner, als auch am Schnittrechner zu erstellen, bzw. zu bearbeiten.

Die Software zum Erstellen und Bearbeiten von Tests ist auf beiden Rechnern vorhanden. Beide Rechner greifen auf den Tobii Projekte-Ordner des Testrechners zu.

##### 1.1.2. Entwurf eines einfachen Tests

- Tobii Studio starten
- Create New Projekt (Ein Projekt kann einen oder mehrere Tests beinhalten)
- Namen für einen Test vergeben
- Im Modus "Design and Record" ist es nun möglich, per "drag and drop" verschiedene Testbausteine in den neuen Test hineinzuziehen und zu konfigurieren.
- Das Schloss-Symbol in der rechten oberen Ecke setzt den Status des Tests (bearbeitbar: Schloss offen, fertig zur Testdurchführung: Schloss geschlossen).
- Testpersonen (Participants) können vor oder während der Testphasen erstellt werden. Hilfreich ist hierbei die Funktion zum automatischen Generieren von Testpersonen. Menü: Tools --> Participants --> Manage Participants, dann Button "auto generate".
- Einen Button zum Speichern des Projekts/Tests gibt es unter Tobii Studio nicht.

### **1.1.3. Durchführen von Tests**

Folgender Ablauf hat sich bisher bewährt:

1. Anschalten des Eyetrackers
2. Starten von Tobii Studio auf dem Testrechner, Benutzer: "Admin". Tobii Studio minimieren (System Tray): Menü -->View --> Minimize to System Tray
3. Starten von Tobii Logger auf dem Schnittrechner:
  - a. Öffnen des zuvor erstellen Projekts
  - b. Starten des Tests und abschließendes Beenden

### **1.2. Export der Desktopfilme mit der Darstellung des Blickverlaufs**

Schritte:

- Export Movie
- Einstellung: divx, 1280x1024

### **1.3. Auswertungsmöglichkeiten**

- Filme mit allen Kameraperspektiven, Ton und Blickverlaufsdesktop auswerten
- Visualisierungsformen der Software Tobii Studio auswerten

### **1.4. Auffälligkeiten während der Benutzung der Tobii Software**

- Nur eine Person kann zur Zeit vom Eyetracker erfasst werden (Einschränkung bei paarweisem Task based testing mit Thinking aloud)
- Manuelles Nachjustieren des Eyetrackers oder des Stuhls bei Personen mit deutlich unterschiedlicher Größe ist manchmal notwendig
- Keine gute Einbindung von externen Programmen in den Testablauf (nur über "Screen Recording" möglich)