



# *Diplomarbeit*

## *Was sagen Blickbewegungen über Gebrauchstauglichkeit? Studie zur notwendigen Probandenanzahl für Eye Tracking- Untersuchungen*

vorgelegt von  
***Ulla Wilms***  
Am 17. Oktober 2006

1. Prüfer: Prof. Dr. Ulrike Spree
2. Prüfer: Prof. Ursula Schulz

## Abstract

Die Eye Tracking-Studie befasst sich mit der Ermittlung der notwendigen Probandenanzahl für Blickbewegungsmessungsstudien im Bereich des Usability-Testings. Im Fokus steht die Frage, wie viele Personen benötigt werden, um die Blicke der Grundgesamtheit während der ersten Orientierungsphase auf einer Internetseite zu repräsentieren. Um dies beantworten zu können wurde eine Eye Tracking-Untersuchung mit mehr als 400 Testpersonen durchgeführt.

Nach einer theoretischen Einführung in die Blickbewegungsmessung und die Bedeutung des Eye Trackings für Usability-Tests, wird das methodische Vorgehen der Studie vorgestellt. Im Anschluss folgen die Auswertung und die Diskussion der Ergebnisse.

- Eye Tracking • Blickbewegungsmessung • Usability •  
Stichprobengröße • Internet • Aufmerksamkeit •  
Aufmerksamkeitsverteilung

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abstract</b> .....	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
1. Einleitung.....	1
1.1. Aufbau der Arbeit.....	2
2. Sehvorgang beim Menschen.....	3
2.1. Menschliche Augenbewegungen.....	7
2.2. Augenbewegungen und Stillstände.....	8
2.2.1. Fixationen.....	8
2.2.2. Sakkaden.....	9
2.2.3. Mikrobewegungen.....	10
2.3. Augenbewegungsmessung.....	11
2.3.1. Subjektive Erfassung.....	11
2.3.2. Getrennte Erfassung vertikaler & horizontaler Bewegungen..	12
2.3.3. Videobasierte Erfassung und Bildverarbeitung.....	12
2.3.4. Maßeinheiten bei der Messung von Augenbewegungen.....	13
2.3.5. Eye Tracking-Metriken.....	14
3. Menschliche Wahrnehmung.....	17
3.1. Farbwahrnehmung.....	17
3.2. Objektwahrnehmung.....	17
3.3. Szenenwahrnehmung.....	19
4. Aufmerksamkeitstheorien.....	21
5. Selektion im Internet.....	24
6. Geschichte des Eye Trackings.....	27

7. Eye Tracking-Forschungsstand.....	29
7.1. Milleniumstest.....	29
7.2. Blickbewegung und Geschlecht.....	30
7.3. Die Poynter Eye Tracking-Studien.....	32
7.4. Blickbewegung und Altersunterschiede.....	34
7.5. Orientierungsverhalten auf Internetseiten.....	35
7.6. Einfluss der farblichen Gestaltung auf die Orientierung.....	37
7.7. Betrachtung von Suchmaschinenergebnissen.....	37
7.8. Der Erfahrungsaspekt bei der Navigation im Internet.....	38
7.9. Die Scanpath-Theorie von Noton und Stark.....	39
7.10. Blickbewegungen und Surfmotivation.....	42
7.11. Animation und Aufmerksamkeit.....	42
7.12. Betrachtung von Werbung.....	43
8. Möglichkeiten der Eye Tracking-Methode.....	45
8.1. Vorteile des Eye Trackings gegenüber anderen Usability- Evaluationsmethoden.....	46
8.2. Empfehlungen für die Anwendung von Eye Tracking.....	47
8.3. Nachteile des Eye Trackings gegenüber anderen Usability- Evaluationsmethoden.....	48
8.4. Alternativen zum Eye Tracking: Indirekte Erfassung der visuellen Aufmerksamkeit.....	49
8.4.1. Site-Covering.....	49
8.4.2. Attention Tracking.....	50
8.5. Eye Tracking im Vergleich mit herkömmlichen Usability-Methoden..	51
8.5.1. Definition des Begriffs Usability.....	51
8.5.2. Durchführung und Ablauf von Usability-Tests.....	53
8.5.3. Usability-Methoden im Vergleich.....	53
9. Die Probandenanzahl bei Usability-Studien.....	59
9.1. Übliche Stichprobengrößen für Eye Tracking-Studien.....	59
9.2. Statistische Annäherung an notwendige Stichprobengrößen.....	62
10. Hypothese.....	65
10.1. Sachhypothese.....	66

10.2. Untersuchungsziel.....	66
11. Methodenteil – Empirische Untersuchung.....	67
11.1. Die Stichprobe.....	67
11.2. Stimulusmaterial.....	71
11.3. Der Tobii Eye Tracker.....	74
11.4. Aufgaben und Instruktionen.....	75
11.4.1. Der Leitfaden.....	75
11.4.2. Der Fragebogen.....	77
11.5. Umgang mit dem Messsystem.....	78
11.6. Untersuchungsumgebung.....	81
11.7. Pilotstudie.....	81
12. Auswertung.....	83
12.1. Soziodemographie.....	83
12.1.1. Sehhilfe.....	83
12.1.2. Internetnutzung.....	84
12.1.3. Bekanntheit der getesteten Internetseiten.....	86
12.1.3.1. Bekanntheit der Internetseite der Otto GmbH und Co KG.....	86
12.1.3.2. Bekanntheit der Internetseite der Spiegel Online GmbH.....	87
12.1.3.3. Bekanntheit der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online.....	87
12.2. Analysemethode.....	89
12.3. Verwendete Maße.....	89
12.4. Definition der AOs.....	90
12.4.1. AOs auf der Internetseite der Otto GmbH und Co KG.....	90
12.4.2. AOs auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH.....	91
12.4.3. AOs auf der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online.....	92
12.4.4. Seitenaufbau der getesteten Websites im Allgemeinen.....	93
12.5. Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung.....	93
12.5.1. Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Otto GmbH und Co KG.....	94

12.5.2. Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH.....	96
12.5.3. Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online.....	98
12.5.4. Zusammenfassung der Aufmerksamkeitsverteilung auf den getesteten Seiten.....	99
12.6. Statistische Auswertung.....	99
12.6.1. Ergebnisse der Auswertung.....	101
12.7. Überprüfung der Sachhypothese.....	104
13. Diskussion und Fazit.....	105
<b>Glossar.....</b>	<b>109</b>
<b>Literatur-/Quellenverzeichnis.....</b>	<b>113</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>123</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>125</b>
<b>Anhänge.....</b>	<b>126</b>
Anhang 1: Aushang an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften .....	126
Anhang 2: Fragebogen .....	127
Anhang 3: Der Sehtest.....	130
Anhang 4: Aufmerksamkeitsverteilung auf den getesteten Internetseiten.....	131
Anhang 5: Auswertung des Äquivalenztest für otto.de.....	133
Anhang 6: Auswertung des Äquivalenztest für spiegel.de.....	137
Anhang 7: Auswertung des Äquivalenztest für t-online.de.....	141
<b>Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>145</b>
<b><u>CD ROM.....</u></b>	<b><u>Innenseite Rückendeckel</u></b>

# Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 01: Querschnitt durch den menschlichen Augapfel.....	03
Abbildung 02: Absorptionsspektren der menschlichen Sehpigmente.....	05
Abbildung 03: Mikroskopische Anatomie der Retina.....	05
Abbildung 04: Abbildung des Sehnervs, der zentralen Sehbahn und den korrespondierenden Gehirnhälften.....	06
Abbildung 05: Originalbild der Millenium Eye Tracking-Studie.....	30
Abbildung 06: Heatmap des Bildes der Millenium Eye Tracking-Studie.....	30
Abbildung 07: zweidimensionale Fixationskarte des Bildes der Millenium Eye Tracking-Studie.....	30
Abbildung 08: dreidimensionale Fixationsmappe des Bildes der Millenium Eye Tracking-Studie.....	30
Abbildung 09: Typischer Blickverlauf auf Online-Nachrichtenseiten.....	33
Abbildung 10: Designempfehlung aus der Poynterstudie 2004.....	33
Abbildung 11: Aufgezeichnete Blickbewegung bei Noton und Stark (1971)..	40
Abbildung 12: Generierter Scanpfad bei Noton und Stark (1971).....	40
Abbildung 13: von Noton und Stark verwendeter Stimulus mit Scanpfaden..	40
Abbildung 14: von Noton und Stark verwendeter Stimulus mit Scanpfaden..	40
Abbildung 15: Männer- und Frauenanteil an der Eye Tracking- Untersuchung im Vergleich zur ARD/ZDF Online-Studie.....	69
Abbildung 16: Alterszusammensetzung bei der Eye Tracking-Untersuchung im Vergleich zur ARD/ZDF Online-Studie.....	69
Abbildung 17: Vergleich zwischen der Eye Tracking-Untersuchung und der ARD/ZDF Online-Studie.....	70
Abbildung 18: Screenshot der Internetseite <a href="http://www.otto.de">www.otto.de</a> vom 09.06.2006.....	72
Abbildung 19: Screenshot der Internetseite <a href="http://www.spiegel-online.de">www.spiegel-online.de</a> vom 06.06.2006.....	72
Abbildung 20: Screenshot der Internetseite <a href="http://www.t-online.de">www.t-online.de</a> vom 09.06.2006.....	73
Abbildung 21: Eye Tracker der Marke Tobii.....	74
Abbildung 22-24: Test auf Farbenblindheit.....	78

Abbildung 25: Bildschirmansicht während der Kalibrierung .....	79
Abbildung 26: Gutes Kalibrierungsergebnis.....	80
Abbildung 27: Schlechtes Kalibrierungsergebnis.....	80
Abbildung 28: Testlabor der Firma MW in Hamburg.....	81
Abbildung 29: Testlabor der Firma MW in Lübeck.....	81
Abbildung 30: Beginn der Internetnutzung bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung.....	84
Abbildung 31: Häufigkeit der Internetnutzung bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung.....	85
Abbildung 32: Durchschnittliche Nutzungsdauer des Internets pro Woche bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung.....	86
Abbildung 33: Letzter Aufruf der Internetseite www.otto.de bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war.....	87
Abbildung 34: Letzter Aufruf der Internetseite www.spiegel-online.de bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war.....	88
Abbildung 35: Letzter Aufruf der Internetseite www.t-online.de bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war.....	89
Abbildung 36: AOs auf www.otto.de.....	90
Abbildung 37: AOs auf www.spiegel-online.de.....	91
Abbildung 38: AOs auf www.t-online.de .....	92
Abbildung 39: Heatmap der Internetseite www.otto.de.....	94
Abbildung 40: Heatmap der Internetseite www.spiegel-online.de.....	96
Abbildung 41: Heatmap der Internetseite www.t-online.de.....	98
Abbildung 42: Prozentualer Anteil der zur Grundgesamtheit äquivalenten Stichproben bei den Stichprobengrößen 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 und 60.....	103
Abbildung 43: Heatmap der zweiten Überschrift auf der Internetseite der Spigel Online GmbH.....	107

# Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 01: Verwendete Eye Tracking-Maße und die Häufigkeit ihrer Anwendung in 24 Studien.....	16
Tabelle 02: Übersicht über die Aspekte, die in der Selektionssituation eine Rolle spielen können.....	25
Tabelle 03: Kategorien und Webseiten die den Probanden in der Studie von Pan et al. (2004) gezeigt wurden.....	31
Tabelle 04: Durchschnittsalter der Altersgruppen in der Untersuchung von Josephson und Holmes (2004).....	35
Tabelle 05: Relative Anzahl der Fixationen in verschiedenen AOIs in Prozent beim Vergleich von erfahrenen mit unerfahrenen Internetnutzer in der Studie von Wilhelm (2003).....	39
Tabelle 06: Vergleich von Attention Tracking mit der klassischen Blickbewegungsmessung.....	50
Tabelle 07: Usability-Dimensionen einer Webseite.....	52
Tabelle 08: Stichprobengrößen verschiedener Eye Tracking-Untersuchungen nach Hyönä(2003).....	60
Tabelle 09: Anzahl der Testpersonen verschiedener Eye Tracking-Untersuchungen.....	61
Tabelle 10: Stichprobengrößen und Ergebnisse für die Errechnung der Streuung eines binominalen Merkmals.....	63
Tabelle 11: Zusammensetzung der beruflichen Tätigkeit bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung.....	70
Tabelle 12: Prozentualer Anteil der Brillen- und Kontaktlinienträger in der Eye Tracking-Untersuchung.....	83
Tabelle 13: Ergebnisse des Äquivalenztests für die Internetseite www.otto.de.....	101
Tabelle 14: Ergebnisse des Äquivalenztests für die Internetseite www.spiegel-online.de.....	102
Tabelle 15: Ergebnisse des Äquivalenztests für die Internetseite www.t-online.de.....	103

# 1. Einleitung

Eye Tracking ist eine Methode zur Blickbewegungsmessung. Mit diesem Verfahren lassen sich zum Beispiel Blicke beim Betrachten von Bildern und Gegenständen aufzeichnen und nachvollziehen. Es lässt sich feststellen welche Bereiche fixiert wurden und welchen keine Aufmerksamkeit zuteil wurde.

Anwendung findet Eye Tracking unter anderem in der Fahrzeug- und Flugzeugtechnik, wo insbesondere die Interaktion zwischen Kontrollinstrumenten und Fahrer oder Pilot im Fokus der Untersuchungen steht. Die Psychologie setzt dieses Verfahren in der Wahrnehmungsforschung ein und für Menschen mit Behinderung kann ein Blickbewegungsmessgerät bei der Bedienung von Computern hilfreich sein.

Seit einigen Jahren werden Eye Tracker auch in der Nutzerfreundlichkeitsforschung eingesetzt. Das Verfahren eignet sich unter anderem dafür, unbewusste Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungsprozesse objektiv zu erfassen und anschließend zu interpretieren.

Fragen zum Auswahlprozess auf Webseiten, zur Wahrnehmung der Seitenelemente einer Homepage, Werbeflächen oder Ergebnislisten von Suchmaschinen können auch mit Eye Tracking nicht vollständig beantwortet werden aber Hinweise zur Interpretation liefern.

Die Firma SirValUse ist ein unabhängiges Usability Consulting Unternehmen. Zur Evaluierung der Nutzerfreundlichkeit von Internetseiten wird dort seit einigen Jahren auch die Methode der Blickbewegungsmessung eingesetzt. Da die Forschung in diesem Bereich noch am Anfang steht und bisher nicht bekannt ist, wie groß eine Stichprobe sein muss, um repräsentative Daten über die Blickbewegungen deutscher Internetnutzer zu gewinnen, soll sich diese Arbeit mit dieser Thematik beschäftigen.

## 1.1 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Studie besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Der theoretische Teil enthält eine Einführung zum Sehvorgang, in menschliche Augenbewegungen und ihre Messung und die menschliche Wahrnehmung. Im Anschluss werden verschiedene Theorien zur Aufmerksamkeit vorgestellt, und erläutert wie Selektion im Internet funktioniert. Nach einer kurzen Einführung in die Geschichte der Blickbewegungsmessung wird der aktuelle Forschungsstand skizziert. Im folgenden Kapitel werden Vor- und Nachteile des Eye Trackings diskutiert, Alternativen aufgezeigt und ein Vergleich zwischen Blickbewegungsmessung und herkömmlichen Usability-Methoden gezogen. Dem Abschnitt über die notwendige Probandenanzahl bei Usability-Untersuchungen folgt eine statistische Annäherung an das Thema auf dessen Grundlage die Sachhypothese formuliert wird. Nach Erläuterung des Untersuchungsziels folgt der praktische Teil der Arbeit. Im Methodenteil wird die empirische Studie vorgestellt und die einzelnen Untersuchungsschritte beschrieben. Diesem Abschnitt folgt die Auswertung mit anschließender Diskussion.

## 2. Der Sehvorgang beim Menschen

Die Augen (lat. oculi) gehören zu den empfindlichsten Körperteilen des Menschen. Sie ermöglichen die Umwandlung von Lichtenergie in elektromagnetische Impulse und deren Weiterleitung zum Gehirn, wodurch der Mensch in der Lage ist seine Umgebung bildlich wahrzunehmen. Umgeben von Nasenbein, Jochbein und Stirnbein liegen sie in der Augenhöhle und werden, durch den Augenlidreflex, vor dem Eindringen von Schmutzpartikeln geschützt. In der Augenhöhle befinden sich auch sechs Muskeln, die das Auge bewegen, Fett, Blutgefäße und der Sehnerv, über den elektrische Signale zum Gehirn gelangen (vgl. Abb. 01).

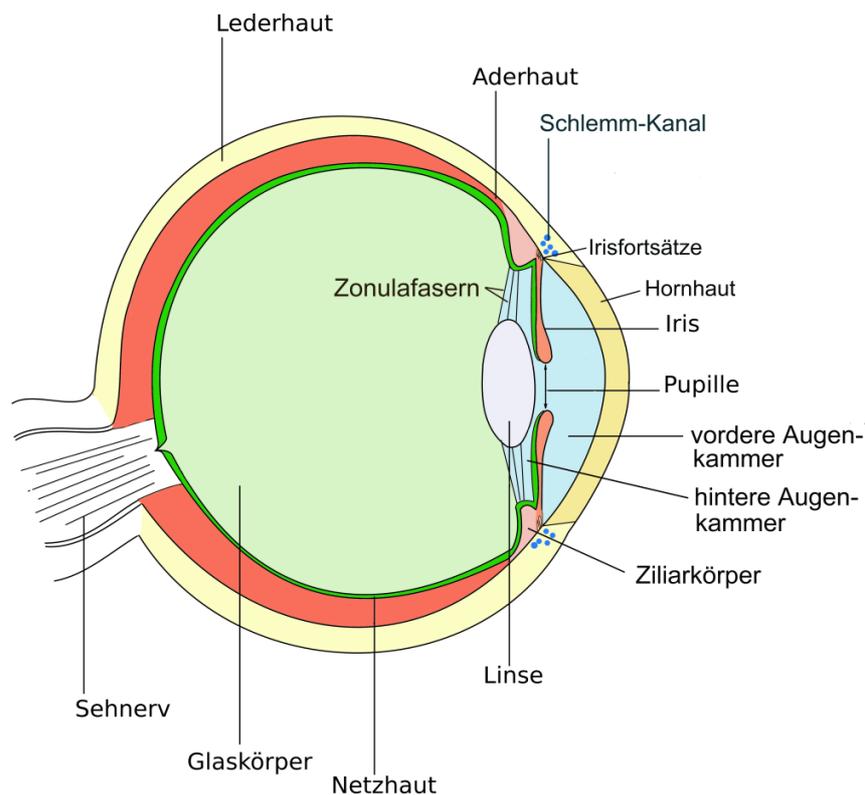


Abb. 01: Querschnitt durch den menschlichen Augapfel (vgl. WIKI 2006)

Schon seit 2500 Jahren beschäftigen sich die Menschen mit der Frage wie das Sehen funktioniert. Einige griechische Philosophen nahmen an, dass das Auge zum Abtasten von Gegenständen Lichtstrahlen aussenden könne. Eine andere

Theorie der damaligen Zeit vermutete den aktiven Teil des Sehprozesses nicht bei den Augen, sondern bei den Objekten. Sie seien in der Lage Wellen auszustrahlen, die dann auf das Auge träfen. Erst zu Beginn des 17. Jahrhunderts stellte sich heraus, dass im Auge Motive abgebildet werden. Später festigte sich die Theorie, dass elektromagnetische Impulse unterschiedlicher Frequenz das Sehen beeinflussen. Gestärkt wurde diese Annahme im 19. Jahrhundert durch die Erfindung des Photoapparats. Man verglich die Abbildung von Bildern in der Kamera mit der Funktionsweise des Auges (vgl. GREGORY 2001, S. 22).

Beim Sehen sind die Stäbchen- und Zapfenzellen der Retina aktiv. Dabei wird der betrachtete Umgebungsausschnitt auf der Netzhaut abgebildet und diese Information als elektromagnetische Impulse weitergeleitet. Der gelbe Fleck (lat. Fovea Centralis) ist die Stelle des schärfsten Sehens, dort befinden sich nur Zapfenzellen, die aufgrund des Fehlens von Stäbchenzellen sehr dicht nebeneinander angeordnet sind. Dies ermöglicht es Details bei Tageslicht sehr genau wahrzunehmen. Im Dunkeln findet an dieser Stelle des Auges keine Informationsverarbeitung statt (vgl. WERDEMANN 2005a).

Zu den Einheiten des visuellen Systems gehört das Auge mit den sich auf der Netzhaut befindenden Stäbchen- und Zapfenzellen. Diese sind dafür da die Reizinformationen in neuronale Signale umzuwandeln und diese ins Gehirn weiterzuleiten. Die zentralen Neuronen im Gehirn empfangen diese Reize leiten sie in verschiedene Gehirnregionen weiter.

Tagsüber fällt weißes Licht auf die uns umgebenden Gegenstände. Ein Teil dieses Lichts wird vom Gegenstand absorbiert, ein anderer reflektiert. Da weißes Licht alle Farben enthält, wird die wahrgenommene Farbe durch den Anteil des reflektierten Lichts bestimmt, weil nur dieser vom Menschen gesehen werden kann. So legen die reflektierten Farbanteile die Farbe des Gegenstandes fest. Licht besteht aus elektromagnetischen Wellen. 380 nm bis 760 nm sind für das menschliche Auge wahrnehmbar und werden Lichtspektrum genannt (vgl. Abb. 02). Die meisten Tiere können anders als der Mensch weniger Farben dafür aber mehr Helligkeiten unterscheiden (vgl. WERDEMANN 2005b).

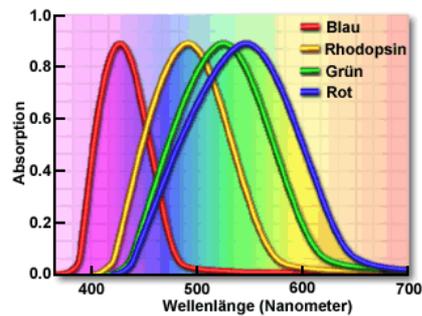


Abb. 02: Absorptionsspektren der menschlichen Sehpigmente (vgl. OLYMPUS 2002)

Ins Auge fallendes Licht passiert zuerst die Hornhaut, dann die Pupille und zuletzt die Linse. Durch Muskelfasern in der Iris kann die Pupille an die Lichtverhältnisse der Umgebung angepasst werden. Dieser Vorgang nennt sich Adaption. Hornhaut und Linse fokussieren das Licht bevor es auf die Netzhaut trifft. Die Stäbchen- und Zapfenzellen der Retina reagieren mit elektrischen Signalen auf den Lichteinfall. Diese werden im Neuronen-netzwerk, bestehend aus Bipolarzellen, Horizontalzellen, Amakrinzellen und Ganglienzellen, verarbeitet und verlassen über den Sehnerv das Auge (vgl. Abb. 03). Der Sehnerv ist als blinder Fleck bekannt. An dieser Stelle bündeln sich Millionen Gangliennervenfaser, weshalb durch das Fehlen von Rezeptoren keine Wahrnehmung stattfinden kann.

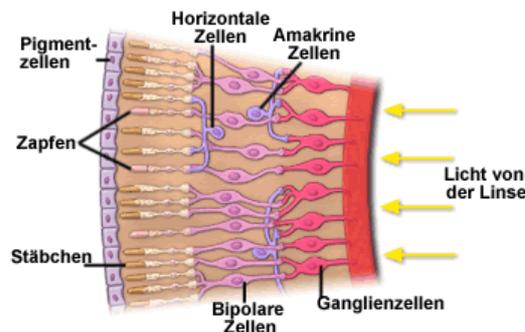


Abb. 03: Mikroskopische Anatomie der Retina (vgl. OLYMPUS 2002)

Über den Sehnerv gelangen die Informationen des linken und rechten Auges getrennt zur Sehnervenkreuzung (lat. chiasma opticum; engl. optic chiasm). Dort werden sie so gespalten, dass Teile der Informationen beider Augen über den tractus opticus (engl. optic tract) an die linke und rechte Gehirnhälfte weitergeleitet werden. Von dort aus führen 90 Prozent der Sehbahnfasern in das Corpus geniculatum lateralis (CGL, engl. Lateral geniculate nucleus). Die anderen zehn Prozent leiten die Informationen zum Colliculus superior, einer

Gehirnstruktur die Einfluss auf die Augenbewegung hat. Die Neuronen des CGL empfangen nicht nur Signale der Retina, auch vom Hirnstamm, anderen Bereichen des Thalamus und weitere Neuronen des CGL (vgl. Abb. 04). Über die Sehbahn werden drei von zehn Nervenimpulsen vom CGL an den primären visuellen Cortex (engl. striate cortex) weitergeleitet, was dafür spricht, dass schon im corpus geniculatum lateralis eine Informationsverarbeitung und Interpretation stattfindet. Im primären visuellen Cortex ist jedem Punkt der Retina ein spezieller Ort zugewiesen, wobei der Bereich, in dem die Informationen der Fovea Centralis abgebildet werden, besonders groß ist, da sich so Detailinformationen besser verarbeiten lassen. So wird die neuronale Aktivität in mehreren Bereichen des Cortex repräsentiert (vgl. GOLDSTEIN 2002, S. 47 ff).

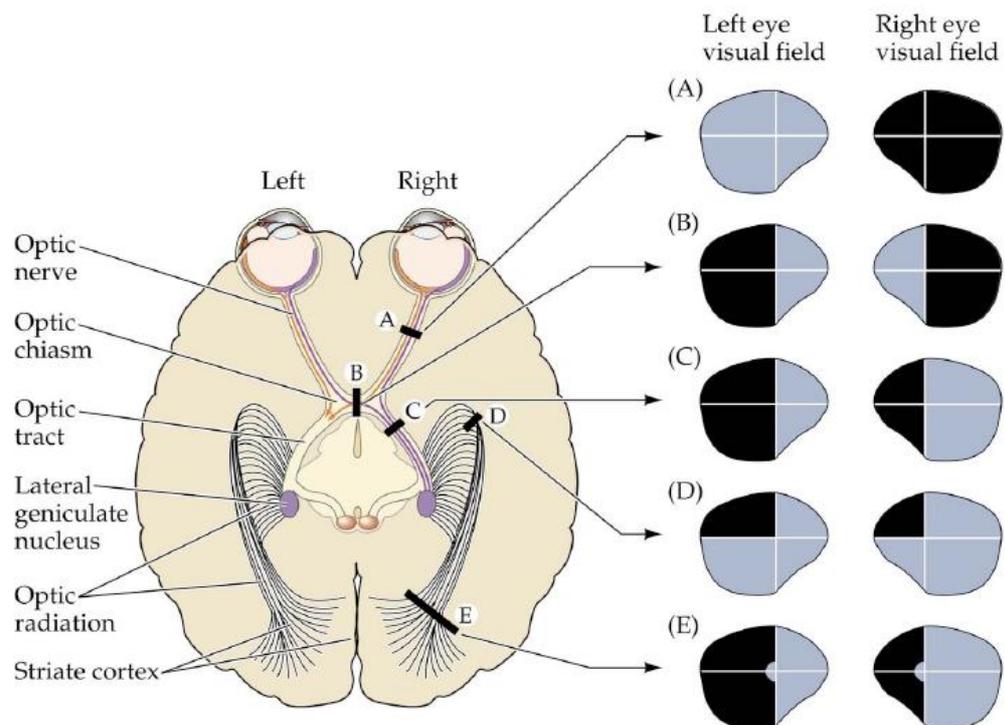


Abb. 04: Abbildung des Sehnervs, der zentralen Sehbahn und den korrespondierenden Gehirnhälften (vgl. ROEPER 2005)

## 2.1 Menschliche Augenbewegungen

Obwohl die gesamte Retina mit Rezeptoren bedeckt ist, nimmt die Fovea Centralis nur 0,02 Prozent der Netzhaut ein. Durch diesen Umstand kann nur ein minimaler Ausschnitt des menschlichen Blickfeldes scharf gesehen werden. Schärfstes Sehen ist dabei nur in einem Winkel von einem Grad um den fixierten Punkt herum möglich. Schon bei einer minimalen Abweichung von drei Grad vermindert sich die Sehschärfe um fünfzig Prozent. Bei einer Entfernung von 60 cm zu einem 21 Zoll Monitor können zum Beispiel nur drei Prozent des Bildschirmes scharf gesehen werden (vgl. DUCHOWSKI 2003, S. 9).

Das der Mensch trotzdem das Gefühl hat ein ruhendes und scharfes Bild zu betrachten, wird durch die zumeist unbewussten Bewegungen der Augenmuskeln hervorgerufen. Punkte werden oft nur für Sekundenbruchteile fixiert, bevor das Auge mit einer minimalen ruckartigen Bewegung zur nächsten Fixation übergeht. Durch diesen Vorgang wird im Gehirn das Gesamtbild einer Szene generiert.

Leistungsgrenzen des menschlichen Auges werden im Sport, aber auch im Straßenverkehr sichtbar. So überfordert zum Beispiel die Abseitsregel im Fußball das menschliche Sehsystem, da in diesem Fall zwei Ereignisse an weit voneinander entfernten Punkten stattfinden. Das Auge ist nicht in der Lage beide Orte scharf zu erkennen und der Linienrichter muss schätzen, weshalb es gelegentlich zu Fehlentscheidungen kommt. Auch im Straßenverkehr können Dinge, die sich nicht auffällig ändern weniger gut und weniger schnell wahrgenommen werden. So plädieren einige Verkehrsexperten für blinkende Bremslichter (vgl. WERDEMANN 2005b).

Bei der Augenbewegung wird zwischen drei Klassen unterschieden:

- Bei Körperbewegungen oder Veränderungen der Position eines fixierten Objekts kann das Auge das „Verschieben“ der Information auf der Retina durch Bewegung verhindern.
- Augenbewegungen finden bei der Ausrichtung des Blicks auf neue Sehobjekte statt.
- Mikrobewegungen des Auges.  
(vgl. JOOS et al. 2003)

Wie sie die Augen bewegen hängt entscheidend vom Stimulus ab. Wenn das Auge von einem Objekt zum anderen wechselt wird ein Sprung vollzogen, bewegt sich ein Objekt sehr langsam, dann kann dieses durch Folgebewegungen weiterhin im Blick behalten werden. Erst bei höherer Geschwindigkeit sind größere Blicksprünge notwendig. Körper- und Kopfbewegungen kann das Auge ebenfalls mit diesen Sprüngen ausgleichen (vgl. JOOS et al. 2003, S. 3).

Nach Joos et al. versteht man unter Augenbewegungen „alle Bewegungen des Auges, die allein durch Beobachtung des Auges erfasst und interpretiert werden können“ (2003, S. S. 1). Den Begriff ‚Blickbewegung‘ definieren die Autoren folgendermaßen: Blickbewegungen des Auges sind Bewegungen „die in Verbindung mit den vom Auge aufgenommenen Informationen interpretiert werden. Bei der Erfassung von Blickbewegungen muss folglich neben der Augenbewegung definitionsgemäß auch immer der Zielort der Augen erfasst oder bestimmt werden können“ (2003, S. 2).

Wie sich das Auge bewegt ist vom Individuum abhängig und steht mit dem Ziel einer Blickbewegung, den persönlichen Interessen, und seiner Art und Weise zu lernen, in direktem Zusammenhang (vgl. JOOS et al. 2003).

## 2.2 Augenbewegungen und Stillstände

### 2.2.1 Fixationen

Anhand der Informationen, die über das Auge ins Gehirn gelangen erstellt der Mensch ein Bild seiner Umgebung. Fixationen dienen dazu diese Informationen aufzunehmen und machen etwa 90% der Zeit aus, die ein Mensch mit geöffneten Augen verbringt (vgl. DUCHOWSKI 2003, S. 10).

Joos et al. (2003) definieren den Begriff Fixation folgendermaßen: Eine Fixation ist ein „Zustand, bei dem sich das Auge bezüglich eines Sehobjektes in ‚relativem‘ Stillstand befindet. Die Abgrenzung erfolgt über die Operationalisierung der Fixationen, üblicherweise durch die Kombination eines örtlichen und zeitlichen Kriteriums“ (vgl. S. 2). Die Dauer einer Fixation kann zwischen 100 und 2000 ms liegen, es findet jedoch eine Konzentration im Bereich von 200 bis 600 ms statt, manche Autoren definieren eine Fixation auch als Stillstand des Auges mit einer Dauer von 300 bis 400 ms (vgl. HEINSEN/VOGT 2003, S. 156). Daneben existieren so genannte Express-

fixationen die nicht länger als 50 bis 100 ms dauern. Grundsätzlich lässt sich ein Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Fixationsdauer und der Tätigkeit feststellen, die ein Mensch gerade ausübt. Beim Lesen liegt diese bei 225 ms, bei visuellen Suchaufgaben, wie zum Beispiel dem Abscannen einer Webseite bei 275 ms. Bei der Bildbetrachtung ist die mittlere Fixationsdauer mit 330 ms am längsten (vgl. JOOS et al. 2003, S. 3).

Kognitionswissenschaftler gehen davon aus, dass die Fixationsdauer abhängig vom Aufgabentyp Hinweise auf die mentale Beanspruchung bei der Informationsaufnahme liefert, da nur während einer Fixation Informationen wahrgenommen und verarbeitet werden können. Je länger eine Fixation andauere, umso wahrscheinlicher sei es, dass dies für die Schwierigkeit einer Aufgabe spreche (vgl. JOOS et al. 2003, S. 15). So stellte Rayner fest, dass sich die Fixationsdauer einzelner Textelemente beim Lesen verlängert, wenn diese schwierige Satzkonstruktionen enthalten. Aus dieser Beobachtung entwickelte er 1978 seine Theorie der „Prozessüberwachung“. Demnach wird die Fixationsdauer von kognitiven Prozessen beeinflusst, und die Verarbeitungsgeschwindigkeit schlägt sich in der Fixationsdauer nieder. Es konnte aber auch festgestellt werden, dass mit wachsender Erfahrung, zum Beispiel beim wiederholten Lesen eines Textes, die durchschnittliche Fixationsdauer sinkt. Andere Faktoren die das Verweilen auf Textelementen beeinflussen sind Druckqualität, Zeilenlänge und die Größe der Buchstaben.

Es muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass Fixationen nicht ausschließlich für das Wahrnehmen verantwortlich sind. Die Informationsverarbeitung stützt sich jedoch auf einen Mechanismus an dessen Anfang die Fixation steht (vgl. DUCHOWSKI 2003, S. 7).

## 2.2.2 Sakkaden

Eine Sakkade ist die Blickbewegung des Auges zwischen zwei Fixationen. Sie dient in der Hauptsache der erneuten Fixation von Objekten, der Erkundung der Umgebung, der visuellen Suche und der Vorbereitung auf neue Fixationsziele. Oft wird sie auch als Sprung bezeichnet. Sakkaden können willkürlich spontan oder unwillkürlich stattfinden (vgl. JOOS et al. 2003, S. 4). Bei einer willkürlich spontanen Sakkade ist der Betrachter an einem Merkmal in seiner Umgebung interessiert und richtet seinen Blick gezielt auf dieses Sehobjekt, was zum Beispiel beim Blick auf die Uhr der Fall ist. Unwillkürliche Sakkaden werden in den meisten Fällen durch eine Veränderung im peripheren Sehfeld ausgelöst. Sie treten zum Beispiel auf wenn aus den

Augenwinkeln heraus beobachtet wird wie eine Person den Raum betritt. Zwischen der Wahrnehmung einer Änderung im peripheren Sichtfeld und der darauf folgenden Sakkade liegt im Durchschnitt eine Verzögerung von etwa 200 ms (LEIGH/ZEE 1991, S. 25-26). Normalerweise wird dieses Verhalten nicht bewusst und geschieht automatisch.

Etwa zehn Prozent der Blickbewegungen sind Sakkaden. Während dieser findet keine Informationsverarbeitung statt, da für die Wahrnehmung und das Erkennen von Objekten eine Fixation erforderlich ist. Bisher galt die allgemeine Annahme, dass der Mensch während einer Sakkade sozusagen blind ist, weshalb diese Art der Augenbewegung bisher kaum bei der Interpretation von Wahrnehmungsprozessen berücksichtigt wurde (HEINSEN/VOGT 2003, S. 156). Ein Mensch vollführt täglich rund 100 000 Blicksprünge, die in den meisten Fällen von Bewegungen des Kopfes begleitet werden, weil dies die Ausrichtung auf neue Sehobjekte erleichtert (HEINSEN/VOGT 2003, S. 156). Die Bewegung beider Augen bleibt dabei ungefähr identisch.

Eine Sakkade kann bis zu 1000 Grad pro Sekunde schnell werden und dabei Sprünge von 60 Grad vollführen. Die höchste Geschwindigkeit erreicht sie in der Mitte der Bewegungsbahn, am langsamsten ist sie in der „Abbremsphase“ kurz vor einer Fixation (vgl. JOOS et al. 2003, S. 4).

### 2.2.3 Mikrobewegungen des Auges

Die Stäbchen- und Zapfenzellen, die sich auf der menschlichen Netzhaut befinden, reagieren hauptsächlich auf Veränderungen. Diese Eigenschaft kann bei Lähmung oder künstlicher Stabilisierung der Retina dazu führen, dass ein konstantes Bild nach einiger Zeit durch die Ermüdung der Photorezeptorzellen verschwindet (vgl. JOOS et al. 2003, S. 3). Um dieser Ermüdung vorzubeugen gleitet das Auge ganz automatisch langsam vom Fixationsort ab, während die Fixation bestehen bleibt. So wird das Bild jeweils um ein paar Sehzellen auf der Netzhaut verschoben, und der Lichtreiz trifft auf andere Sehzellen. Dies bewirkt, dass die Reaktion auf den Stimulus bestehen bleibt. Diese Mikrobewegung nennt sich Drift und geschieht durch spontane, motorische und vestibuläre (den Gleichgewichtssinn betreffend) Einflüsse. Sie ist so klein, dass sie kaum wahrgenommen wird und ist nicht größer als zehn Bogenminuten. Eine Bogenminute ist eine Winkel-Maßeinheit die etwa 1/60 Grad entspricht. Dabei wird die Ober- und Unterkante eines Objekts auf der Retina gemessen und mit der Linse als Mittelpunkt ein Winkel berechnet (vgl. JOOS et al. 2003, S. 4).

Neben dem Drift gibt es noch eine weitere unwillkürliche Mikrobewegung des Auges, den so genannten Tremor. Darunter versteht man eine Ungenauigkeit bei der Muskelsteuerung, die durch Instabilität der drei antagonistischen Augenmuskeln zustande kommt. Diese winzigen Bewegungen sind sehr schnell und liegen unter einer Bogenminute. Sie führen ähnlich wie der Drift zu einer Destabilisierung des Netzhautbildes und zu einer Aufrechterhaltung des Stimulusreizes (vgl. JOOS et al. 2003, S. 4).

Als dritte Mikrobewegung sind die Mikrosakkaden zu nennen. Sie korrigieren die Verschiebung durch den Drift und führen zu einer erneuten Fixation des ursprünglichen Punktes. Die Mikrosakkade unterscheidet sich allein durch ihre Größe von der Sakkade. Die Kombination von Drift und Mikrosakkade wird unter Wissenschaftlern und Ärzten auch physiologischer Nystagmus genannt (vgl. JOOS et al. 2003, S. 3).

## 2.3 Augenbewegungsmessung

Um Ungenauigkeiten durch direkte Beobachtung zu vermeiden, wurden seit Beginn der Blickbewegungsforschung vor 100 Jahren verschiedene Methoden zur Messung der Augenbewegung entwickelt. Bis zum Ende der Sechziger Jahre fanden hauptsächlich mechanische, fotografische und elektromagnetische Verfahren Anwendung. Diese Methoden sollen hier der Vollständigkeit halber kurz erwähnt werden:

### 2.3.1 Subjektive Erfassung

- Am einfachsten ist die Messung der Augenbewegung durch die direkte Beobachtung, die bereits 1599 erstmals angewandt wurde. Auf diese Art sind allerdings nur Veränderungen im Bereich eines Grades sichtbar, alle anderen Bewegungen sind nicht näher zu quantifizieren. Genutzt wird dieses Verfahren auch heute noch, vor allem im medizinischen Bereich (vgl. JOOS et al. 2003, S. 7).

### 2.3.2 Getrennte Erfassung vertikaler und horizontaler Bewegungen

- Beim Elektrookulogramm werden Elektroden in Augennähe auf die Haut geklebt. Auf diese Weise können Potentialdifferenzen gemessen werden, die durch die Augenbewegung zwischen der Netz- und Hornhaut entstehen (FISCHER KOMPAKT 2006).
- Die Kontaktlinse-Methode wird sehr selten angewandt. Um eine Bewegung feststellen zu können werden magnetische Induktionsspulen mit Hilfe einer Kontaktlinse auf der Hornhaut platziert. Durch äußere Magnetfelder wird in den Spulen Strom erzeugt, der als Messsignal wahrgenommen werden kann (GENISTA 1999). Es gibt aber auch eine Variante, bei der ein Spiegel an der Kontaktlinse angebracht wird, der einfallendes Licht reflektiert (DORNHÖFER et al. 2006).
- Bei der Augenlidregistrierung wird die vertikale Bewegung des Auges beobachtet. Da das Lid dieser folgt eignet es sich zu ihrer Registrierung (DORNHÖFER et al. 2006).
- Zur Beobachtung der horizontalen und vertikalen Bewegungen kann die Pupille herangezogen werden.

### 2.3.3 Videobasierte Erfassung und Bildverarbeitung

- Mit Hilfe einer Videokamera wird bei der Blickachsenmessung (engl. Point of Regard Measurement) durch einen Lichtreflex und einen festen Punkt im Auge die Blickachse berechnet. In der Regel wird hierfür die Distanz zwischen Corneareflex und Mittelpunkt der Pupille gewählt. Kopfbewegungen sind zulässig, da sich die relative Position der beiden Messpunkte nicht verändert. Bei Bewegungen des Auges verschiebt sich der Corneareflex, und die Distanz zum gewählten Fixpunkt ermöglicht die Registrierung der Blickrichtung. Bei dieser Methode ist die Anbringung einer Messvorrichtung am Kopf des Probanden nicht erforderlich, es kann eine „kontaktfreie“ Messung vorgenommen werden (DORNHÖFER et al. 2006).
- Bei der doppelten Purkinje-Bild-Technik wird nicht nur der Reflex des Lichtes auf der Hornhaut gemessen, es entstehen auch weitere Bilder

zwischen Hornhaut und Kammerwasser, Kammerwasser und Linse, sowie zwischen der Linse und dem Glaskörper (DORNHÖFER et al. 2006).

- Die Corneareflexmethode arbeitet mit dem Lichtreflex, der auf der Cornea entsteht. Da das Auge immer leicht glänzt, wird dort auftreffendes Licht als Punkt sichtbar, der inner- und unterhalb der Pupille entsteht und auf infrarotes Licht an der Außenseite der Cornea zurückzuführen ist. Laut Dornhöfer et al. reicht diese Reflexion aus um „die Auslenkung des Auges zu ermitteln, unter der Annahme, dass der Irishügel perfekt sphärisch, also kugelförmig, ist“. Diese Methode kann sowohl kopfgestützt als auch berührungslos angewandt werden, wobei die kopfgestützte Methode auch Körperbewegungen toleriert.

#### 2.3.4 Maßeinheiten bei der Messung von Augenbewegungen

Beim Messen von Augenbewegungen müssen mehrere Parameter berücksichtigt werden, die Auswirkungen auf die Daten aus den Messungen haben können:

- Unter dem *örtlichen Messbereich* versteht man den Winkelbereich in dem Augenbewegungen registriert und gemessen werden können.
- Der *zeitliche Messbereich* ist die Aufzeichnungsdauer, die durch die Speicherkapazität des Datenträgers und in einigen Fällen auch durch die Trageigenschaft des Systems beeinflusst werden kann.
- Die Größe des kleinsten Inkrements, also die Größe eines Zuwachses für die gemessene Blickrichtung, bezeichnet man als *örtliche Auflösung*.
- Mit der *zeitlichen Auflösung* ist die Anzahl der gemessenen Werte pro Zeiteinheit definiert.
- Auch die Differenz zwischen der wahren und der vom System gemessenen Augenposition kann die Auswertung der Aufzeichnung beeinflussen. Dieser als *örtliche Genauigkeit* bezeichnete Parameter kann nicht größer als die örtliche Auflösung sein.
- Als *Linearität* wird das Verhältnis der Differenz der gemessenen zur tatsächlichen Augenposition bezeichnet.

- Die *zeitliche Genauigkeit* ist die Dauer zwischen Erfassung der Augenposition und der Bereitstellung der Messgröße (vgl. JOOS et al. 2003, S. 15 ff).

### 2.3.5 Eye Tracking-Metriken

Die Validität der meisten Maße für Eye Tracking-Studien ist bisher kaum überprüft worden. Es gibt nur wenige Untersuchungen darüber, welche Maßeinheiten zur Auswertung der Ergebnisse hinzugezogen werden sollten und wann dies sinnvoll ist (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 7). Auch eine einheitliche Definition für Fixationen hat bis heute nicht stattgefunden. So ist es unablässig, dass die Kriterien für eine Fixation vor jeder Studie neu festgelegt werden müssen. Dabei ist es wichtig darauf zu achten, dass die Kriterien sich am Ziel der Untersuchung orientieren. Geht es zum Beispiel darum das Betrachten von Bildern zu Messen, sollten andere Kriterien gewählt werden als bei Studien, die sich in der Hauptsache mit der Leseforschung beschäftigen. Generell wird die Mindestdauer einer Fixation in den meisten Arbeiten zur Blickbewegungsmessung bei 100ms angelegt (vgl. SIRVALUSE 2006). Wenn die Ergebnisse zweier Studien miteinander verglichen werden sollen, ist es wichtig darauf zu achten, dass beide Analysen dieselben Fixationskriterien verwenden.

Die *Fixationshäufigkeit (Number of Fixations)* steht für die Anzahl der fovealen Betrachtungen während eines zuvor definierten Zeitraumes. Beim ersten Kontakt mit einer Internetseite kann die Anzahl der Fixationen einen Hinweis auf das Interesse an speziellen Seitenelementen geben. Wenn eine Website nicht zum ersten Mal aufgerufen wird stehen viele Fixationen oft für eine schlechte Sucheeffizienz und deuten auf Probleme bei der Informationsverarbeitung hin.

Die *Anzahl der Fixationen (Number of Fixations, Overall)* die auf einer Seite gemacht werden, können beim Eye Tracking mithilfe einer entsprechenden Software gezählt werden. Generell gilt, dass wenige Fixationen, bis zum Finden eines Suchelements, für einen effizienten Seitenaufbau sprechen.

Die *Zeit bis zur ersten Fixation (Time to First Fixation)* auf einem bestimmten Seitenbereich berücksichtigt nicht nur die Anzahl der Fixationen, sondern auch die Dauer der Sakkaden. Es wird die Gesamtzeit gemessen. Dieses Maß kann nicht nur zeigen auf welches Element das Interesse zuerst gelenkt wird, es

kann darüber hinaus auch Hinweise auf die Erlernbarkeit eines Interfaces geben.

Die *mittlere Fixationsdauer (Fixation Duration Mean)* gibt Aufschluss darüber, wie lange ein Element im Durchschnitt betrachtet wurde und wie schwierig die Verarbeitung der angebotenen Informationen ist. Zusätzlich kann auch die *absolute Fixationsdauer (Absolute Fixation Duration)* gemessen werden. Bei diesem Maß wird die aufsummierte Dauer aller Fixationen innerhalb eines Interessenbereiches bestimmt. Dabei stellt sich für die Auswertung das Problem, dass viele kurze Fixationen dasselbe Ergebnis ergeben können wie wenige lange.

Der prozentuale *Anteil der Testpersonen die einen Bereich fixieren (Number of Participants Fixating a Point)* kann bei der Identifizierung der aufmerksamkeits-erregenden Interface-Elemente behilflich sein.

Unter einem Gaze (dt. Blick) versteht man mehrere Fixationen in einer AOI. Der Gaze enthält auch die kurze Zeit zwischen kleinen Sakkaden und ist beendet, wenn eine Fixation außerhalb der zuvor definierten Area of Interest stattfindet (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 7).

Die *Anzahl der Gazes in den einzelnen AOIs (Number of Gaze on Each AOI)* wird oft dann in die Auswertung miteinbezogen, wenn es um die Aufmerksamkeitsverteilung auf verschiedenen Bereichen einer Internetseite geht. Das Gleiche gilt für die *mittlere Blickdauer (Gaze Duration Mean on Each AOI)*. Für quantitative Vergleiche eignet sich die Analyse der *prozentualen Blickdauer in jeder AOI (Gaze Percentage (Proportion of Time) on Each AOI)*. Hierbei wird die Dauer die eine AOI angesehen wurde mit der Gesamtbetrachtungsdauer verglichen.

Bei der qualitativen Auswertung ist es oft hilfreich sich die *Blickpfade (Scanpath)* der Probanden anzusehen. Dieser gibt an, in welcher Reihenfolge die unterschiedlichen Seitenelemente fixiert wurden, und wie der Blick über die Website gewandert ist. Der Blickpfad kann zum Beispiel Aufschluss über das Orientierungsverhalten geben. Wenn bewertet werden soll, wie schnell ein wichtiger Bereich der Seite gefunden wird, ist es sinnvoll den Testpersonen eine Aufgabe zu stellen.

Bei einem Test mit mehreren Probanden ist es möglich die *Übergangswahrscheinlichkeit* von Blicken zu berechnen. Es kann festgelegt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit einer Fixation auf der AIO „A“ eine Fixation auf AIO „B“ folgt.

Jacob und Karn untersuchten im Jahr 2002 24 Studien und legten eine Rangfolge der am häufigsten verwendeten Maße fest:

<b>Maß</b>	<b>Häufigkeit der Anwendung</b>
Number of Fixations, Overall	11
Gaze % on Each AOI	7
Fixation Duration Mean, Overall	6
Number of Fixation on Each AOI	6
Gaze Duration Mean, on Each AOI	5

Tabelle 01: Verwendete Eye Tracking-Maße und die Häufigkeit ihrer Anwendung in 24 Studien (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 8-9)

## 3. Die menschliche Wahrnehmung

Die menschliche Wahrnehmung ist ein sehr komplexer Prozess. Der Einfachheit halber wird an dieser Stelle nur in die drei Teilbereiche Farb-, Objekt-, und Szenenwahrnehmung eingeführt.

### 3.1 Farbwahrnehmung

Die Farbwahrnehmung wird durch die Stäbchen- und Zapfenzellen auf der Retina ermöglicht. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass sich die Fähigkeit der Farbwahrnehmung im Laufe der Evolution entwickelt hat und für die ersten Menschen bei der Suche nach Nahrungsmitteln von entscheidender Bedeutung war (vgl. GOLDSTEIN 2002, S. 46 ff). Farben erleichtern nicht nur das Erkennen, Unterscheiden und Gliedern von Objekten, sie haben auch wichtige Signalfunktion und können vor Gefahren warnen, indem sie Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Das menschliche Gehirn ist zudem in der Lage die Wahrnehmung einer Farbe bei sich ändernden Lichtverhältnissen konstant zu halten. Dabei spielen die Farbadaption, die Wirkung der anderen Farben der Umgebung und die Gedächtnisfarbe, also die Farbe die die Erinnerung einem Objekt zuordnet, eine Rolle. Alle drei Aspekte beeinflussen die Farbkonstanz. Ähnliches passiert bei der Wahrnehmung von Helligkeiten. Hier spielt besonders der Teil des Lichts eine Rolle, der von einem betrachteten Objekt reflektiert wird. So kann es vorkommen, dass der Leser eines Buches erst nach einiger Zeit merkt, dass sich die Lichtverhältnisse geändert haben und er eine zusätzliche Lichtquelle benötigt (vgl. GOLDSTEIN 2002, S. 69).

### 3.2 Objektwahrnehmung

Bei der Wahrnehmung von Objekten und dem Wieder erkennen von Gegenständen finden verschiedene Prozesse im menschlichen Gehirn statt. Am Anfang steht die Wahrnehmung eines Gegenstandes, anschließend folgt ein Wieder erkennen und schließlich wird das Objekt kategorisiert und eingeordnet. Die Untersuchung dieses Ablaufs ist sehr komplex und es müssen verschiedene Aspekte bei der Wahrnehmungsbewertung berücksichtigt werden (vgl. GOLDSTEIN 2002, S. 112 ff):

- Erkennen erfolgt auf unterschiedlichen Komplexitätsebenen, die stark vom Stimulus abhängen. Ein „einfaches“ Objekt wie ein Ball ist weniger komplex als ein menschliches Gesicht.
- Merkmale und Merkmalskomplexe müssen in der Wahrnehmung zu Einheiten organisiert werden.
- Objekte und Oberflächen müssen bei wechselnden Darbietungs- und Beobachtungsbedingungen erkannt werden.
- Die begriffliche Ordnung der Welt muss nachvollzogen werden und kann von Mensch zu Mensch variieren.
- Das Erkennen von Objekten ist eng mit Lernen verbunden. Einmal gesehene Gegenstände werden beispielsweise schneller wieder erkannt als vollkommen unbekannte Dinge.

Dem Gehirn stellt sich die Herausforderung Gegenstand und Hintergrund voneinander zu trennen. Hierbei spielen die Faktoren Symmetrie, Größe, Orientierung und Bedeutung eine Rolle (vgl. GOLDSTEIN 2002, S. 218).

Psychologen der „Gestalt Schule“ hielten es für wahrscheinlich, dass Objekte als Ganzes erinnert werden. Diese Annahme setzt voraus, dass ein Gegenstand als Ganzes mit einem ähnlichen Objekt verglichen werden muss. Um also etwas einordnen zu können muss diese Gleichheit bestätigt werden. Anders als bei diesem so genannten „one-step-process“ glauben die Vertreter des „step-by-step-process“ dass Objekte Stück für Stück erkannt werden müssen. Kontrolliert wurde diese Theorie durch Zeitmessungen bei der Erkennung von Gegenständen, wobei festgestellt werden konnte dass komplexe Objekte länger betrachtet werden als weniger komplexe.

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Fragen:

- Welche Objektelemente werden vom Gehirn als Schlüsselkomponenten identifiziert?
- Wie werden die einzelnen Komponenten eines Gegenstandes integriert und zueinander in Beziehung gesetzt?

Noton und Stark beschäftigten sich in den Siebziger Jahren mit der Überprüfung der oben genannten Theorie, indem sie Testpersonen Objekte zeigten, die so nah und groß waren, dass sie nicht mit einer einzigen Fixation erfasst werden konnten. Sie nahmen an, dass hauptsächlich die Bereiche

betrachtet werden, die zu den Schlüsselkomponenten gehören und somit ein leichteres Identifizieren ermöglichen. Bei einfach aufgebauten Dingen, wie zum Beispiel der Strichzeichnung eines Autos, wandern die Fixationen von einer Achse der Zeichnung zur anderen. Durch dieses Experiment fanden Noton und Stark heraus, dass das Auge besonders Kurven und Achsen betrachtet um Gegenstände zu identifizieren. Aus der Beobachtung entwickelten die Autoren ihre „Scanpath Theory“. Demnach bilde jeder Mensch seinen persönlichen Scanpfad bei der Betrachtung von Objekten. Nach ihrer „Feature-ring“ Hypothese läuft das Erkennen folgendermaßen ab (vgl. NOTON/STARK 1971, S. 39):

Der Gegenstand und seine Elemente werden identifiziert → Das Objekt ist in der Erinnerung des Scanpfades gespeichert → Beim Erblicken des Gegenstandes werden der neue Scanpfad und die Erinnerung miteinander verglichen.

Das Auftreten verschiedener Scanpfade spricht für das Erlernen von Blickbewegungsmustern, ein Teil kann aber auch auf Gewohnheiten zurückgeführt werden. Dabei ist es wichtig festzustellen, dass die Ergebnisse der Untersuchung von Noton und Stark nicht belegen, dass die Erinnerung an Objekte einem Serienprozess gleichzusetzen ist. Zudem ist die Repräsentativität der Studie in Frage zu stellen, da an dem Versuch, auf den sich die Scanpfadtheorie stützt, weniger als zehn Probanden teilnahmen. Eine ausführlichere Erläuterung folgt in Abschnitt 7.9.

### 3.3 Szenenwahrnehmung

Oft wird das Wesentliche einer Szene schon nach den ersten drei bis fünf Fixationen wahrgenommen (vgl. DUCHOWSKI 2003, S. 4). Alle weiteren Blicke dienen der Ausfüllung von Lücken und der Erstellung eines Gesamteindrucks. Für Bilder gilt, dass eine Fixation so lange andauert, bis die Bedeutung des Bildelementes erfasst wurde (vgl. DUCHOWSKI 2003, S. 4). Je mehr Bereiche eines Bildes betrachtet werden, desto besser ist die spätere Erinnerung an die Szene.

Normalerweise ist davon auszugehen, dass Fixationen, die der semantischen Informationsbeschaffung dienen, beim ersten Mal länger sind und dass sie Einfluss auf die Identifizierung des Gesehenen nehmen.

In einer Studie über die Wahrnehmung und die Blickbewegung bei alltäglichen Aufgaben fanden Land und Hayhoe (2001) heraus, dass Probanden tendenziell immer dorthin sehen, wo sie gerade tätig sind, zum Beispiel beim Gemüse schneiden in der Küche. Die Augen sind den Handlungen aber gleichzeitig auch immer ein wenig voraus und blicken an den Ort, an dem die nächste Aufgabe erledigt werden soll, auch wenn die Hände noch beschäftigt sind. Nach einem Gegenstand wird in den meisten Fällen erst gegriffen, wenn er zuvor fixiert wurde.

## 4. Aufmerksamkeitstheorien

1981 entwickelte James in seinem Werk „The Principles of Psychology“ die Theorie, dass der Aufmerksamkeitsfokus sich vom so genannten „wo“ auf das „was“ richtet. Die periphere Wahrnehmung dient dazu herauszufinden „wo“ sich ein Objekt von Interesse befindet, erst anschließend kann eine Blickbewegung auf das „was“ folgen, um zu analysieren worum es sich bei diesem handelt. Der Blickpfad ist nach dieser Theorie mit der wandernden Aufmerksamkeit gleichzusetzen. Anders als Broadbent, der 1958 die These aufstellte, dass Aufmerksamkeit eine begrenzte Ressource ist, die wie ein Filter funktioniert, glauben Deutsch und Deutsch, dass alle wahrgenommenen Informationen verarbeitet werden und erst anschließend eine Bewertung ihrer Bedeutung stattfindet. Beide sind sich allerdings darin einig, dass semantische Verarbeitung nur stattfinden kann, wenn auch Aufmerksamkeit vorhanden ist. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Theorien gegeben werden, die sich mit der Funktionsweise von Aufmerksamkeit beschäftigen:

Die „Spotlight-Theorie“ findet sich gleich bei mehreren Autoren. Posner et al. und Heisen gehen davon aus, dass sich Aufmerksamkeit mit einem Scheinwerfer vergleichen lässt der der Orientierung und Erfassung von Informationen dient. Alles was sich innerhalb des „Spotlights“ befinde werde besonders gut wahrgenommen. Laut beider Autoren sei der Radius der Aufmerksamkeit nicht auf eine bestimmte Größe festgelegt sondern richte sich nach dem Kontext und könne von Fall zu Fall variieren.

Yarbus (1967) zufolge werden Bilder hauptsächlich aufgabenabhängig betrachtet. Je nach Interesse und Ziel ständen unterschiedliche Bereiche im Fokus der Aufmerksamkeit.

Nach Godijns and Theeuwes Theorie der selektiven Aufmerksamkeit müssen für diesen Prozess einige Voraussetzungen zutreffen:

- Bevor Informationsverarbeitung stattfinden kann muss die Aufmerksamkeit durch etwas gebunden werden. Dies kann zum Beispiel ein Element der Umgebung sein.
- Aufmerksamkeit ist die Voraussetzung für Sakkaden und diese können nur fehlerfrei durchgeführt werden, wenn sie zur richtigen Zeit eingesetzt werden.

Wird nun auch der Grundsatz angenommen, dass Aufmerksamkeit eine begrenzte Ressource ist, dann gilt für die Bearbeitung einer kognitiv anspruchsvollen Aufgabe, dass die Aufmerksamkeit im Center gebunden und weniger für die Wahrnehmung der Peripherie vorhanden ist. Die Auswahl der nächsten Sakkade wird dadurch schwieriger. Geht man vom Gegenteil aus, nämlich das es keine Kapazitätsgrenze gibt, dann verbessert sich die Informationsaufnahme wenn die zur Verarbeitung verfügbare Zeit zunimmt. Nach Theeuwes und Godijn (2001) führen schwierige Inhalte zu längeren Fixationen und gleichzeitig zu einer besseren peripheren Wahrnehmung. Joos et al. (2003) gehen davon aus, dass Fixationsort und Fokus der visuellen Aufmerksamkeit im Großteil aller Fälle identisch sind. Diese Theorie wird auch von Goldberg und Kotval (1999) bekräftigt. Ausnahmen beständen bei der Beobachtung aus den Augenwinkeln oder dem Nachdenken, wenn die Aufmerksamkeit nach Innen gerichtet sei. Dass auch Geräusche gefiltert werden können erläutert Cherry (1953) in seiner „Cocktailpartytheorie“. Gespräche können demnach auch verfolgt werden, wenn der „Lauschende“ keinen der Redner fixiert, wie es auf Partys der Fall sein kann. In diesem Fall geht es nicht um foveale, sondern um auditive Aufmerksamkeit. Wenn zum Beispiel der eigene Name auf einer Feier vernommen wird, werden die Umgebungsgeräusche gefiltert und die Aufmerksamkeit richtet sich auf den Sprecher.

Die „Dual Attentive Hypothesis“ von Duchowski (2003) wurde unter Berücksichtigung der Annahmen von James und Broadbent entwickelt. Demnach erfolgt die Betrachtung eines Bildes in Form des sogenannten „Bottom-up Modells“. Dieses lässt sich auch auf den Bereich des Eye Trackings anwenden. Bei einem Stimulus, wie einem Bild, wird die gesamte Szene durch peripheres Sehen ohne hohe Auflösung nahezu parallel betrachtet. Erst anschließend erfolgt die Definition von Interessensfeldern, den „Areas of Interest“ (AOIs), auf die sich das Interesse und der Blick richten. Betrachtet man Aufmerksamkeit mit Hilfe dieses Modells bleiben folgende Fragen offen:

- Was für Besonderheiten ziehen Aufmerksamkeit auf sich?
- Finden Augenbewegungen freiwillig statt?
- Ist Aufmerksamkeit immer mit dem scharfen Bild auf der Fovea gleichzusetzen?

Bei der Szenenwahrnehmung vertreten Loftus und Mackworth (1978) die Theorie, dass ein Objekt, das sich inhaltlich nicht in eine Szene eingliedert, in den ersten Sekunden länger betrachtet werden muss um identifiziert zu werden. Für ihre Untersuchung wählten sie ein Bild auf dem ein Krake im Kornfeld abgebildet war. Ihre Theorie wurde 1998 von Henderson und Hollingworth kritisiert, die behaupteten, dass eine längere Betrachtung während der Orientierungsphase nur dann stattfände, wenn sich die Muster von Objekt und Umgebung prägnant voneinander unterscheiden würden, sonst werde der Krake nicht bevorzugt wahrgenommen.

## 5. Selektion im Internet

Selektion wurde sehr lange als zweiseitiger Prozess mit den Optionen „ausgewählt“ oder „nicht ausgewählt“ verstanden. Schweiger und Wirth (1999) schlagen vor, Mediennutzung differenzierter zu betrachten und nicht mit dem weit gefassten Begriff „Rezeption“ gleichzusetzen. Sie definieren Selektion als „selektive Verteilung von Aufmerksamkeit“, wobei zu beachten sei, dass Selektion nicht ohne periphere Rezeption stattfinden könne.

Donsbach (1998) sieht Selektion als „Aspekt des Nutzungs- und Rezeptionsprozesses, bei dem vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen die eingehende Informationsmenge auf ein erträgliches, nützliches oder angenehmes Maß für die Weiterverwendung reduziert wird“ (S. 42).

Das Internet an sich ist nach Donsbach nicht als Medium anzusehen, es bietet lediglich die technische Infrastruktur zur Massenkommunikation und könne erst durch Inhalte und Gebrauch dieser Kategorie zugeordnet werden. Zu den funktionalen Haupttypen des Internets zählen redaktionelle Texte und Bilder, Navigationselemente und Bereiche wie Layout und Werbung. Das Internet zeichnet sich, anders als andere Medien, dadurch aus, dass der Nutzer zur Selektion gezwungen ist. Auf der Homepage eines Anbieters befinden sich oft nur einführende Informationen, wer mehr erfahren möchte muss Links und Querverweise nutzen. Links gelten daher aus entscheidungspsychologischer Sicht als Selektionsalternativen (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 45). Nach Schweiger und Wirth (1999) befinden sich auf jeder Internetseite im Durchschnitt elf thematische Links zwischen denen der User wählen kann. Je mehr Auswahlmöglichkeiten auf einer Seite bestehen, desto schwieriger gestaltet sich die Entscheidungssituation. Um eine schnelle Orientierung zu ermöglichen und Komplexität zu verringern sollte die Organisation einer Seite dem Nutzer bekannt sein. Übersichtlichkeit könne zum Beispiel durch visuelle, semantische oder numerische Attribute geschaffen werden, was eine Evaluierung der angebotenen Verweise ermögliche, ohne dass der User das Ziel ansteuern müsse (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 55).

Laut Donsbach (1998) durchläuft der Selektionsprozess drei Phasen (vgl. Tabelle 02). Während der präkommunikativen Phase entscheidet sich der Nutzer für ein Medienangebot. Es ist beispielsweise denkbar, dass ein Internetuser das Lesen einer Online-Newsseite dem Kauf einer Zeitung

vorzieht. Nach der Auswahl eines bestimmten Artikels folgt die kommunikative Phase in der redaktionelle Inhalte wahrgenommen und verarbeitet werden. In der dritten, der postkommunikativen Phase, werden Erinnerungen erneut abgerufen, was zum Beispiel der Fall ist wenn der Leser einem Bekannten von den gelesenen Inhalten berichtet.

Bei der Selektion spielen aber nicht nur einzelne Merkmale eine Rolle, vielmehr setzt sich dieser Prozess aus unterschiedlichen Aspekten zusammen. Jeder Rezipient ist auf bestimmte Art und Weise mit einem Medium verbunden und hat seine eigenen Strategien bei der Suche und Evaluierung entwickelt. Zudem variieren Motivation, Interesse an den Inhalten und Persönlichkeit. So kann sich zum Beispiel die persönliche Einstellung eines Internetnutzers auf das Tolerieren von fehlenden Informationen auswirken (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 57). Zu den so genannten Kontextfaktoren gehören die finanziellen Kosten, die zum Beispiel der Aufruf einer Information mit sich bringen könnte, der Zeitaufwand, die Länge des Entscheidungsweges bis eine Information gefunden werden konnte, und die Optionsdichte (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 61, vgl. auch Tabelle 02).

<b>Selektionssituation</b>			
<i>Situation</i>	<i>Kontext</i>	<i>Personenmerkmale</i>	<i>Medienmerkmale</i>
Transparenz	Finanzielle Kosten	Erfahrung	Anzahl der Optionen
Kontrolle	Zeitaufwand	Habitualisierung	Anzahl Attribute
Kognitiver Aufwand	Entscheidungsweg	Motivation	Strukturierung
Verhaltensaufwand	Optionsdichte	Persönlichkeit	Komplexität
Reversibilität			Modalität

Tabelle 02: Übersicht über die Aspekte, die in der Selektionssituation eine Rolle spielen können (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 66)

Auch die Habitualisierung kann entscheidend sein (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 57). Medien werden oft ritualisiert genutzt, das heißt ein Nutzer weiß in vielen Fällen schon, welche Rubrik einer Internetseite ihn am meisten interessiert und klickt bevorzugt auf den Link, der ihn zu diesem Bereich führt. Die Situation in der sich jemand befindet ist ebenso wichtig wie persönliche Merkmale. Zum Beispiel werden Entscheidungen seltener rückgängig gemacht, wenn sie in einer transparenten Situation getroffen wurden, wenn also alle Informationen für eine effiziente Entscheidungsfindung vorlagen. Dies ist im Web normalerweise selten der Fall. Doch anders als bei anderen

Medien erfordert die Reversibilität weniger Aufwand (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 62). So ist es beispielsweise weniger anstrengend auf den Back-Button zu klicken, als mehrere Seiten einer Zeitung zurückzublättern. Zusätzlich bietet das Internet die Möglichkeit, anders als zum Beispiel eine Fernsehsendung, Inhalte wiederholt abzurufen. Auch der geringe kognitive Aufwand ist nicht unbedeutend, so erfordern routinisierte Entscheidungen wenig Nachdenken. Anzahl und Art der Optionen sind immer gleich. Auf der Startseite eines Internetanbieters befindet sich zum Beispiel im Regelfall die Möglichkeit zum Abruf privater e-Mails. Ein Nutzer der auf dieser Seite täglich seinen Posteingang einsieht wird die Handlung des Einloggens routinisiert haben und dem Rest der Seite weniger Beachtung schenken (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 63).

Wenn Optionen und Struktur einem Nutzer bekannt sind, dann fällt es diesem leichter eine Auswahl zu treffen, auch wenn Situation und Umstand zum ersten Mal auftreten. Dieser Art der Entscheidungsfindung wird „stereotyp“ genannt und kommt im Alltag am häufigsten vor. Bei reflektierten Beschlüssen muss im Vorfeld länger nachgedacht und abgewogen werden. Den höchsten kognitiven Aufwand erfordern konstruktive Entscheidungen. Der Person ist noch keine Option bekannt und auch Ziele und Werte müssen erst noch entwickelt und definiert werden. In dieser Situation befinden sich die meisten User wenn sie zum ersten Mal online sind und ihnen die Struktur einer Internetseite noch völlig unbekannt ist (vgl. SCHWEIGER/WIRTH 1999, S. 66).

## 6. Geschichte des Eye Trackings

Die Geschichte des Eye Trackings begann Ende des 19. Jahrhunderts. 1879 wurde die erste Studie zu diesem Thema veröffentlicht. Mit diesem Jahr beginnt für Rayner (1998) auch die erste Entwicklungsphase, die bis 1920 andauert. In diese Zeitspanne fällt die Entdeckung grundlegender Fakten, zu denen auch die Bewegungen des Auges an sich gehören. Es wurden zum Beispiel erstmals Sakkaden beobachtet und definiert (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 1). Um 1900 fanden außerdem die ersten Eye Tracking-Untersuchungen statt. Zu Beginn untersuchte man die Korneareflection, indem man einen Lichtstrahl auf das Auge richtete. Um Bewegungen zu verhindern wurde der Kopf des Probanden dabei fixiert. Diesen ersten Forschungen und Experimenten sollten weitere folgen (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 1). Anfang der Dreißiger Jahre erhielt das erste photographische Verfahren Einzug in die Blickbewegungsmessung. Miles Tinker war einer der Pioniere, die diese Technik anwandten. Im Mittelpunkt seiner Forschung stand die Frage, wie sich die Veränderung von Schriftart, Schriftgröße und Layout auf Blicke und Lesegeschwindigkeit auswirken (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 2).

1947 veröffentlichten Fitts, Jones und Milton eine Studie über die Blickbewegungen von Berufspiloten beim Landeanflug. Hierfür nutzten sie eine Videokamera. Aufgezeichnet wurde die Interaktion zwischen Pilot und den Kontrollinstrumenten im Cockpit. Diese Untersuchung beschäftigte sich zum ersten Mal mit dem, was heute unter dem Begriff Usability Engineering bekannt ist. Analysiert wird die Beobachtung der Interaktion zwischen User und Produkt mit dem Ziel letzteres verbessern zu können. Ein Jahr später erfanden Hatridge und Thompson den ersten „head-mounted“ Eye Tracker der Kopfbewegungen bei der Messung ermöglichte. Dieses System wurde 1958 von Mackworth und Mackworth erweitert und um die Option der elektronischen Blickbewegungsaufzeichnung ergänzt (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 2). Die Zeit zwischen 1930 und 1958 bezeichnet Rayner (1998) als zweite Eye Tracking-Periode, in der hauptsächlich Verbesserungen im Bereich der Technik und Analyse stattfanden. Ab 1970 wurde Eye Tracking zu einem Thema in der experimentellen Psychologie. Dieses Themengebiet blieb bis 1998 das dominierende Forschungsfeld in der Blickbewegungsmessung, was Rayner (1998) dazu veranlasste diese Zeitspanne als dritte Periode zu definieren. Mit Beginn der 70er Jahre entdeckten Psychologen, dass Ergebnisse aus Eye Tracking-Studien Hinweise auf die menschliche Wahrnehmung und Kognition geben können. So wurden Fixationen und

Wahrnehmung erstmals zueinander in Beziehung gesetzt und interpretiert. In diesen zehn Jahren kam es zu vielen technischen Verbesserungen. Mit Aufkommen des Computers um 1976 wurden Echtzeitaufnahmen möglich, woraufhin man Daten nun auch sofort und nicht erst nachträglich auswerten konnte. Die Forschung führte dazu, dass die Systeme präziser wurden und dass Einschränkungen, wie zum Beispiel die Fixierung des Kopfes, reduziert werden konnten. Gleichzeitig kam der erste „table-mounted“ Eye Tracker auf, der sich ohne direkten Kontakt zur Testperson betreiben lies. Die Weiterentwicklungen wurden nicht nur von der Industrie unterstützt, auch das amerikanische Militär entdeckte die Vorzüge der Blickbewegungsmessung. Vor allem im Bereich des Flugzeugbaus wurde die automatische Datenanalyse gefördert um Zeit bei der Auswertung Zeit einzusparen.

In den 80er Jahren zeichnete sich die wachsende Bedeutung der Computertechnologie ab und mit ihr begannen Forscher zu untersuchen, inwieweit sich Eye Tracking auf die Interaktion zwischen Mensch und Maschine (human-computer-interaction, HCI) anwenden lässt. Im Fokus der Studien stand der Nutzen der Blickbewegungsmessung für Menschen mit Behinderung. Eye Tracking kann zum Beispiel Leuten mit Querschnittslähmung die Interaktion mit dem Computer ermöglichen, ohne dass Maus oder Tastatur benötigt werden. Ab 1990 nahm die Verwendung des Eye Trackings bei der Evaluierung von Computerinterfaces zu. Ende der Neunziger Jahre beginnt laut Rayner (1998) die vierte Eye Tracking-Entwicklungsphase. Sie wird bestimmt von zahlreichen Erweiterungen der table-mounted Eye Tracker und Fortschritten im Gebiet der human-computer-interaction. Monitore mit integrierter Infrarot-Kamera erlauben inzwischen leichte Kopfbewegungen. Zudem finden jährlich Kongresse, insbesondere für den Bereich der human-computer-interaction statt.

## 7. Eye Tracking-Forschungsstand

Zum Eye Tracking ist seit Aufkommen der Methode sehr viel geforscht worden (vgl. Abschnitt 6). Dieses Kapitel bietet eine Einführung in die unterschiedlichen Forschungsbereiche und gibt einen kurzen Überblick über den derzeitigen Stand der Untersuchungen.

### 7.1 Milleniumstest

Zur Jahrtausendwende 2000/2001 fand in London das bis heute größte Experiment zur Augenbewegung statt. Angeregt von der University of Derby wurde ein automatischer Eye Tracker in der National Gallery aufgestellt. Innerhalb von drei Monaten konnten so die Blickbewegungen von 5.683 Leuten gemessen und aufgezeichnet werden. Jeder Proband wurde zudem gebeten einen Fragebogen zu soziodemographischen Angaben wie Geschlecht und Alter auszufüllen, und seine Kunsterfahrung einzuschätzen.

Die Studie erweckte in der Öffentlichkeit großes Interesse, so dass sich der Autor David Wooding (2002) ausgiebig mit der Visualisierung der Ergebnisse befasste. Sein Ziel war es, auch dem Laien einen Eindruck von den Ergebnissen der Blickbewegungsmessung zu vermitteln, weshalb er aus den zweidimensionalen Daten (siehe Abb. 7) des Eye Trackers dreidimensionale Fixationskarten erstellte (siehe Abb. 8). Das Ergebnis ähnelte so mehr einer Landschaft und war optisch besser zu erfassen. Über die Information hinaus, wohin die Teilnehmer auf dem Stimulus geblickt haben (siehe Abb. 5 und 6), wurden allerdings der Verständlichkeit halber keine Aussagen getroffen werden. Die Ähnlichkeit der Blickpfade sowie die Verweildauer auf bestimmten Bildelementen blieben unberücksichtigt, da die Auswertung sonst zu komplex geworden wäre.

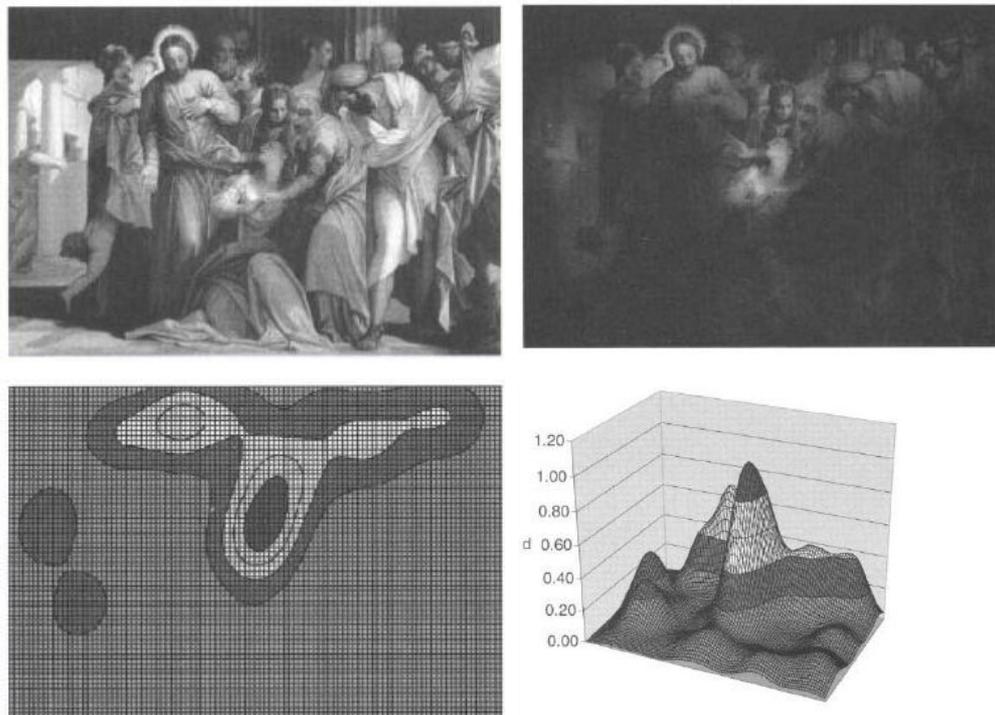


Abbildung 05-08: von links nach rechts: Originalbild, Heatmap des Bildes, zweidimensionale Fixationskarte, dreidimensionale Fixationsmappe (vgl. WOODING 2002, S. 33)

## 7.2 Blickbewegungen und Geschlecht

Mit der Frage, ob das Geschlecht einer Person ihren Blickverlauf beeinflusst, befassten sich zwei Studien, die an dieser Stelle kurz vorgestellt werden. Schiessl et al. (2003) untersuchten die Homepage der Deutschen Bank auf ihre Benutzerfreundlichkeit und zeichneten dafür die Blickbewegungen von 120 Testpersonen auf. Je fünfzig Prozent der Teilnehmer waren männlich oder weiblich. Eye Tracking wurde für diese Untersuchung angewandt, um herauszufinden, welche Seitenelemente von den Probanden gesehen wurden und welche keinerlei Beachtung fanden. Zögern und Unsicherheiten bei der Bearbeitung von Aufgaben sollten visualisiert und ausgewertet werden.

Teil des Tests war die Selbsteinschätzung. Die Teilnehmer wurden nach den Bereichen der Seite befragt, von denen sie glaubten, dass sie sie am längsten betrachtet hätten. Dabei wurde berücksichtigt, dass das Verhalten von Testpersonen entscheidend von der Testsituation abhängen kann. Die Beschreibung des eigenen Verhaltens unterliegt oft Kriterien wie der sozialen

Erwartung, politischer Korrektheit und dem Wunsch einen positiven Eindruck zu hinterlassen (vgl. SCHIESSL et al. 2003, S. 2).

Frauen gaben in der Mehrheit an, dass ihnen die Bilder sehr wichtig gewesen seien. Männer behaupteten den Bildern auf der Seite weniger Beachtung geschenkt zu haben. Die Ergebnisse der Studie stellten eine deutliche Varianz zwischen Selbsteinschätzung und aufgezeichneten Fixationen fest. In der Auswertung der Eye Tracking-Ergebnisse lasen Frauen mehr Texte und betrachteten weniger Grafiken und Fotografien, während die männlichen Probanden sich in der Mehrheit mehr auf die Bilder konzentrierten.

Pan et al. (2004) beschäftigten sich mit einer ähnlichen Fragestellung. Sie wollten herausfinden, ob Blickbewegungen vom Geschlecht, der Fragestellung, der Organisation eines Internetangebotes und des Seitentyps abhängig sind. Um eine Antwort auf diese Fragen zu bekommen wurden 30 Studenten, darunter 13 Frauen und 17 Männer, gebeten sich insgesamt vier Internetseiten anzusehen. Diese Seiten gehörten den Kategorien Business, Search, News und Shopping an (siehe Tabelle 03). Es wurden jeweils die Homepage und eine weitere Seite gezeigt, die dem Sinn und Zweck der Seitenkategorie nahe stand. Im Bereich Search war dies zum Beispiel die Ergebnisdarstellung eines Suchauftrags (vgl. PAN et al. 2004, S. 149).

<i>Business</i>	Jobtrack.com, Macromedia.com, W3.org
<i>Search</i>	Google.com, Yahoo.com, Cnet.com
<i>News</i>	Cnn.com, Mns.com, Netscape.com
<i>Shopping</i>	Amazon.com, Ebay.com

Tabelle 03: Kategorien und Webseiten die den Probanden gezeigt wurden (vgl. PAN et al. 2004, S. 149).

Die ersten 15 Sekunden der insgesamt halbminütigen Betrachtungszeit wurden aufgezeichnet, da die Autoren davon ausgingen, dass in dieser Zeit die bedeutenden Fixationen gemacht werden. Dabei wurden der Hälfte der Probanden während der Untersuchung Fragen zu den Seiten gestellt, die andere Hälfte sollte sich die Internetseiten einfach nur ansehen.

Aufgezeichnet und ausgewertet wurden die durchschnittliche Dauer der Fixationen, die Blickdauer und die Sakkadenrate.

Es stellte sich heraus, dass Frauen in dieser Studie tendenziell kürzere Fixationen machten als Männer. Fixationen auf der Frontpage einer Internetseite waren durchschnittlich länger als auf den Unterseiten, was gemäß Pan et al. (2004) darauf schließen lässt, dass die erste Seite zur

Orientierung genutzt wird. Auf News- und Einkaufsseiten waren die Fixationen kürzer als auf den Onlineseiten der Kategorien Business und Suche. Dies könnte, laut der Autoren, daran liegen, dass sich die Informationen, speziell auf der Ergebnisseite einer Suchmaschine, nicht verringern sondern zunehmen.

In Bezug auf die durchschnittliche Blickdauer konnte festgestellt werden, dass auf der ersten Seite mehr Zeit verbracht wurde als auf der zweiten. Den Testteilnehmern war es freigestellt, wie lange sie auf einer Seite verweilen wollten. Allerdings hatten weder Geschlecht noch Fragestellung oder Seitentyp einen signifikanten Einfluss auf dieses Verhalten.

Zwischen den Probanden, die sich eine Seite ohne Aufgabe ansahen, und denen, die sich den Inhalt merken sollten, waren keine gravierenden Unterschiede zu vermerken. Den Grund für diesen Tatbestand sehen die Autoren in den zu unkonkret formulierten Aufgaben. Es ist anzunehmen, dass sich User selber ein Ziel setzten oder einen Merkttest antizipieren, wenn von den Testleitern nichts vorgegeben wird.

### 7.3 Die Poynter Eye Tracking-Studien

Zu einer der am meisten beachteten Eye Tracking-Untersuchungen zählt die Poynter Studie, die seit 2000 alle zwei Jahre mit Unterstützung der Stanford University und dem Poynter Institut durchgeführt wird. Das Poynter Institut ist eine Journalistenschule, die 1975 von Nelson Poynter in Florida gegründet wurde und sich mit der Aus- und Weiterbildung von Journalisten beschäftigt. Für die Studie des Jahres 2004 wurden 45 Probanden rekrutiert, zwei Jahre zuvor waren es 67. Wie die Namensgebung der Studie schon folgern lässt, steht Journalismus im Fokus der Untersuchung. Kern der Untersuchung waren 2002 und 2004 die Fragen, wie User auf Online-Nachrichtenseiten navigieren, was sie betrachten und lesen und welche Elemente keinerlei Beachtung finden.

Um eine möglichst „natürliche“ Versuchsumgebung zu schaffen, sollten die Testpersonen ihre eigenen Bookmarks verwenden und sich so lange mit dem Stimulus beschäftigen wie sie wollten. Die umfangreichen Ergebnisse sollen an dieser Stelle kurz zusammengefasst werden.

Herausgefunden wurde, dass die Probanden Texte intensiver erfassten als Grafiken. Abbildungen und Fotos fungierten zwar als Eyecatcher, wurden aber besonders von Männern und weniger von Frauen betrachtet. Dabei gilt laut Outing und Ruel (2004): Je größer ein Bild dargestellt wird, desto

wahrscheinlicher ist es, dass dieses Beachtung findet. Bei der Navigation hatten die im oberen Bereich der Seite platzierten Elemente die beste Chance gesehen zu werden. Es konnte beobachtet werden, dass die meisten Blickverläufe einem Muster folgten. Sie begannen links oben auf der Webseite, wanderten dann nach rechts unten und blieben auf mittlerer Höhe stehen. Erst nachdem die oberen Seitenelemente ausgiebig betrachtet wurden, wanderte der Blick weiter nach unten (siehe Abb. 09). Aus diesen Erkenntnissen entwickelten die Autoren eine Designempfehlung für die Gestaltung von Internetseiten (siehe Abb. 10).

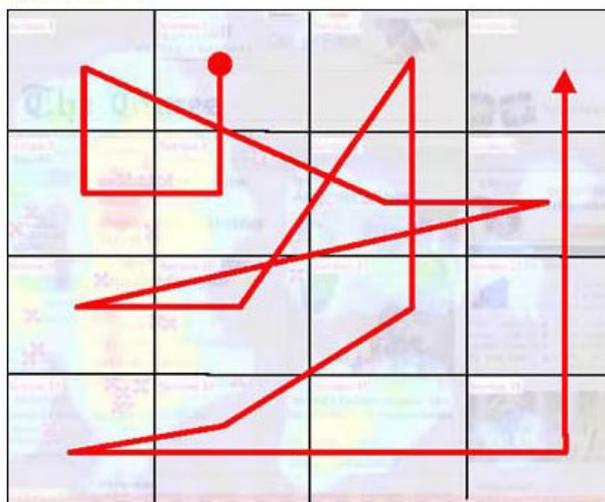


Abb. 09: Typischer Blickverlauf auf Online-Nachrichtenseiten (vgl. Outing/Ruel 2004)

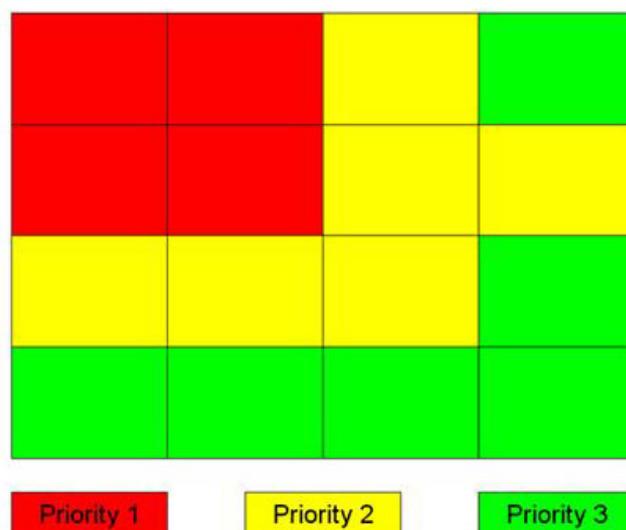


Abb. 10: Designempfehlung aus der Poynterstudie 2004 (vgl. Outing/Ruel 2004)

Zusätzlich stellten die Autoren fest, dass kürzere Paragraphen bevorzugt und große Schriftarten häufiger überflogen wurden als kleine. Texte mit kleinen Fonts hatten eine größere Chance gelesen zu werden, wenn die Headline Aufmerksamkeit erregen konnte. Beobachten ließ sich auch, dass Headlines häufiger angesehen wurden als Aufmacherbilder und links oben platzierte Elemente öfter fixiert wurden als Bilder und Texte, die sich rechts oben befanden. Bei Überschriften wurden in vielen Fällen nur die ersten Wörter beachtet. Daraus leiten die Autoren die Empfehlung ab, in der ersten Hälfte der Überschrift Wörter unterzubringen, die Aufmerksamkeit erwecken.

Werbung wurde dann betrachtet, wenn diese in der Nähe von beliebten Inhalten platziert war. Bilder und große Werbeanzeigen hatten bessere Aussicht auf Fixationen als andere Seitenelemente. Bei Lesern, deren erste Blicke auf Bildern stattfanden, war die Wahrscheinlichkeit hoch, dass diese auch Banner betrachteten. Leser, deren Aufmerksamkeit eher durch Informationsgrafiken und Texte geweckt wurde, sahen Banner dagegen seltener an.

Die Übertragbarkeit dieser Studie auf alle Internetnutzer ist fragwürdig, da an der Untersuchung nur Personen teilnahmen, die mehr als drei Mal in der Woche Online-Nachrichten lasen. Außerdem fand die Untersuchung in Amerika statt. Ob die Ergebnisse auch für einen anderen Kulturraum gelten, wurde bisher noch nicht untersucht.

## 7.4 Blickbewegung und Altersunterschiede

Mit der Frage, ob das Alter einen entscheidenden Einfluss auf die Blickbewegungen nimmt, beschäftigten sich Josephson und Holmes (2004). Ihre These war, dass ältere Personen Schwierigkeiten bei der Verarbeitung von komplexen Bildern hätten, da im Alter die Fähigkeit der visuellen Wahrnehmung abnehme, weshalb sich das Blickfeld reduziere. Dahingegen hätten die Blickbewegungen von Kindern weniger mit der eigentlichen visuellen Information als mit Interesse zu tun. So sei es bei Kindern beispielsweise wahrscheinlicher dass diese unbedeutende Details wahrnehmen. Zudem rechneten die Autoren damit, dass die Fixationen von Kindern im Durchschnitt länger sind als die von Erwachsenen.

Um die aufgestellten Thesen zu überprüfen wurde ein Eye Tracking-Test mit 24 Personen durchgeführt. Davon gehörten jeweils sechs Personen der Altersgruppen Kind, Teenager, junge Erwachsene und alte Erwachsene an (siehe Tabelle 04).

Altersgruppen	Durchschnittsalter
Kind	10 Jahre
Teenager	18 Jahre
Junge Erwachsene	38 Jahre
Alte Erwachsene	58 Jahre

Tabelle 04: Durchschnittsalter der Altersgruppen (vgl. JOSEPHSON/HOLMES 2004, S. 62)

Als Stimulus fungierten Internetseiten der Kategorie Portal, News und Werbung. Alle Probanden wurden gebeten auf den Webseiten nach der Möglichkeit zu suchen sich für ein bestimmtes Feature einzutragen. Dabei wurden die Übergänge von einer Area of Interest (AOI) zur anderen aufgezeichnet und als Pfad beschrieben. Fand zum Beispiel die erste Fixation in der AOI A und die drei folgenden in der AOI C statt, so ergab sich daraus der Pfad ACCC.

Der Blickpfadvergleich ließ nicht darauf schließen, dass das Alter der bestimmende Faktor für die Blickbewegungen auf einer Internetseite sein könnte. Typische Muster fanden sich bei den Blicken von Mitgliedern aller Altersgruppen, und selbst Kinder hatten in einigen Fällen die gleichen Blickpfade wie Probanden höheren Alters.

## 7.5 Orientierungsverhalten auf Internetseiten

Um Designempfehlungen für Internetseiten geben zu können ist es wichtig zu verstehen, welche Elemente beim Nutzer ein besonderes Interesse wecken, ob es Scanmuster gibt, welche Erwartungen an ein Interface gestellt werden und wie das Erlernen einer Webstruktur funktioniert (vgl. STENFORS et al. 2005, S. 634). Für Untersuchungen dieser Art empfehlen sich Eye Tracking-Studien.

Yarbus (1967) beschäftigte sich mit dem Aspekt der Erwartung und stellte in seiner Arbeit „Eye Movements and Vision“ fest, dass sich Vorstellungen, Absichten und Scanstrategien am Stimulus ausrichten und je nach Material sehr verschieden sein können. Stenfors et al. (2003) griffen diese Vermutung auf und leiteten aus den Ergebnissen ihrer Untersuchungen ab, dass Probanden, die auf das Laden einer unbekanntes Internetseite warteten, einen Punkt in der Mitte des Bildschirms fixieren. Kommen zwei Stellen für das Erscheinen einer Information in Frage, so liege der betrachtete Bereich in der Mitte. Sakkaden könnten so durch peripheres Sehen vorbereitet werden.

Vor dem Abschluss des Ladevorgangs vermieden die Testpersonen direkte Fixationen. Stenfors et al. (2003) konnten auch einen Unterschied zwischen geübten und ungeübten Nutzern feststellen. Solche, die mit dem Design von Internetseiten schon länger vertraut waren, orientierten sich innerhalb weniger Sekunden. Bei Novizen konnte diese Phase bis zu mehreren Minuten andauern.

Aufmerksamkeit fanden besonders jene Bereiche, die über eine gute und einfache Strukturierung verfügten und in denen ein höherer Informationsgehalt vermutet wurde. Die Autoren kamen zu der Überzeugung, dass Bilder nur dann dem Text vorgezogen werden, wenn diese vermeintlich mehr Informationen enthalten.

Die Nutzerfreundlichkeit eines medialen Angebots wird vor allem durch die Orientierungsmöglichkeiten beeinflusst. Die meisten Menschen geben Webseiten nur wenig Zeit und das Wesentliche muss innerhalb einiger Sekunden zu erfassen sein, wenn der Nutzer ein zweites Mal auf das Angebot zurückkommen soll (vgl. HEINSEN/SCHEIER 2003, S. 154). Schon die ersten drei bis fünf Fixationen auf einer Seite dienen der Orientierung und Inhaltserforschung. Während der ersten Sekunden kann so noch keine richtige Informationsaufnahme stattfinden, diese Zeit dient aber der semantischen Orientierung (vgl. HEINSEN/SCHEIER 2003, S. 154).

Da die Erforschung des Angebots einer Webseite oft sehr schnell erfolgt, gehen Hamborg, Ollermann und Reinecke (2005) davon aus, dass Schemata ein entscheidender Faktor bei der Einordnung von Internetseiten sind. Unter kognitiven Schemata verstehen die Autoren Wissensstrukturen oder auch mentale Vorstellungen von Personen, Objekten oder Ereignissen. Eine rote Rose steht für Liebe, ein Bild Franz Beckenbauers für Fußball. So werde Komplexität reduziert und Objekte könnten schneller Personen, Gegenständen oder Ereignissen zugeordnet werden. Von großem Interesse war für die Autoren die Frage, ob sich die Theorie der Schemata auch auf das Web übertragen lasse und Internetnutzer Vorstellungsbilder eines typischen Seitenaufbaus entwickelten. Um dies herauszufinden wurden 50 Studenten gebeten an einem Maltest teilzunehmen und den ihrer Meinung nach charakteristischen Aufbau einer Internetseite zu skizzieren. Zuvor wurden die Studenten entweder der Kategorie der erfahrenen oder unerfahrenen Internetnutzer zugeordnet. Im Vorfeld der Untersuchung sahen Hamborg, Ollermann und Reinecke sich den Aufbau von 360 verschiedenen Webseiten an. 59,1 Prozent dieser Seiten waren ähnlich strukturiert. Die Navigationsleiste befand sich links, im oberen Bereich waren Navigation oder Werbung

untergebracht und der Content füllte die Mitte aus. 72,7 Prozent der erfahrenen User zeichneten einen solchen Aufbau. Unter den Unerfahrenen waren es nur 42,1 Prozent. Der Rest orientierte sich an Tageszeitungen. Ob diese Vorstellung von Webseitenschemata einen Einfluss auf den Blickverlauf während der Orientierungsphase auf einer Webseite habe, sollte eine anschließende Untersuchung feststellen. Die Autoren nahmen an, dass sich die Navigationsleiste bei geübten Usern unter den ersten Fixationen befinden werde. Zudem sei es wahrscheinlich dass Werbebanner übersprungen und kaum wahrgenommen würden.

Mithilfe der Methode des Eye Trackings konnten Hamborg et al. (2005) erkennen, dass sich die Navigationsleistenhypothese nur in der Tendenz bestätigen ließ. Bei fast allen geübten Usern trat der so genannte „Banner-Blindness“ Effekt auf, der dazu führt, dass die Betrachtung unbewusst vermieden wird.

Aufgrund dieser Ergebnisse empfehlen die Autoren bei der Gestaltung von Webseiten die Platzierung der Navigationsleiste im linken Bereich und eine inkonforme Werbeeingliederung.

## 7.6 Einfluss der farblichen Gestaltung auf die Orientierung

Studien zum Einfluss der Farbgebung von Seitenelementen auf das Surfverhalten stellten fest, dass Bereiche einer Seite, die farblich stark von den sie umgebenden Elementen abwichen, Aufmerksamkeit erweckten, auch wenn der Informationsgehalt nicht als hoch einzuschätzen war (RUSSEL 2006). Wilhelm (2003) machte in einer ähnlichen Untersuchung die Beobachtung, dass rote Links häufiger betrachtet werden als blaue und schloss daraus, dass die farbliche Hervorhebung eines Seitenelementes die Betrachtungshäufigkeit steigern.

## 7.7 Betrachtung von Suchmaschinenergebnissen

Mit der Interaktion zwischen Suchmaschinen und Usern beschäftigten sich Granka et al. (2004) in ihrer Studie „Eye Tracking Analysis of User Behavior in WWW Search“. Sie stellten sich die Fragen, ob Abstracts von Suchmaschinen-

ergebnisse von oben nach unten gelesen werden. Zusätzlich wollten sie herausfinden wie viele Links vor einer Entscheidung betrachtet werden. Alle 26 Probanden, die an dieser Analyse teilnahmen, waren mit der Suchmaschine Google vertraut. Sie wurden gebeten ihrem persönlichen Surfverhalten entsprechend normal zu suchen. Im Durchschnitt dauerte es 7,78 Sekunden bis eine Entscheidung für einen Link getroffen wurde. Die Anzahl der Fixationen auf den Ergebnissen mit dem Rang eins und zwei waren dabei ungefähr gleich, in den meisten Fällen entschieden sich die Testpersonen allerdings für den ersten Link, was die Autoren als Bestätigung dafür ansehen, dass die Suchergebnisse von oben nach unten gelesen werden. Am seltensten wurden die Ränge sechs bis zehn fixiert, was Granka et al. (2004, S. 479) auf die Positionierung im unteren Teil der Seite zurückführen. Durch das Scrollen erfordere die Bewertung der weiter unten platzierten Ergebnisse einen höheren Aufwand. Offen lässt die Studie welche Kriterien zur Auswahl eines Links führen und wann sich Nutzer zum Scrollen entscheiden, um weitere Suchergebnisse zu evaluieren.

## 7.8 Der Erfahrungsaspekt bei der Navigation im Internet

Goldberg et al. (2002) stellten die These auf, dass das wiederholte Zurückkehren auf eine Internetseite im lokalen Erlernen der dort vorzufindenden Informationsarchitektur resultieren müsse. Eine Konsequenz des Lernprozesses drücke sich durch weniger Fixationen und kürzere Scanpfade aus. Überprüft werden sollte diese Annahme anhand einer Eye Tracking-Studie mit sieben Probanden. Die Testpersonen wurden gebeten sich bestimmte Internetseiten ansehen und dabei allgemeine Usability-Fragestellungen beantworten während ihre Blickbewegungen aufgezeichnet wurden. Da die Unterseiten eines Webangebots in den allermeisten Fällen ähnlich aufgebaut sind wie die Homepage, gingen die Autoren davon aus, dass die Vorstellung der zuerst gesehenen Sequenz einer Website beim Aufrufen einer Unterseite noch präsent sei. Dieser Überlegung zufolge müsste der Blickverlauf durch die Kenntnis der Seitenstruktur beeinflusst werden. Die Ergebnisse der Studie konnten keinen Beweis dafür liefern, dass die Suche nach einem Seiten-element schneller wird, wenn ein User die Seitenstruktur flüchtig kennen gelernt hat. Die Frage, ob sieben Probanden ausreichen um die These der Autoren zu belegen, wurde offen gelassen.

Um Unterschiede in der Blickbewegung von erfahrenen und unerfahrenen Webnutzern festzustellen verglich Wilhelm (2003) die Blickbewegungen von 50 Studenten, die sich zuvor durch Selbstseinschätzung entweder der Gruppe der erfahrenen oder der unerfahrenen Internetnutzer zugeordnet hatten. Auf diese Weise konnte Wilhelm (2003) herausarbeiten, dass die unerfahrenen Teilnehmer seiner Studie häufiger auf Werbung blickten als die erfahrenen, da sich bei diesen der „Banner-Blindness“ Effekt eingestellt habe. Auch der linke Seitenbereich, in dem sich auf den meisten Internetseiten die Navigationsleiste befindet, wurde von den Novizen seltener betrachtet als von den Testpersonen mit Interneterfahrung (siehe Tabelle 05).

Element	Erfahrener Nutzer	Unerfahrener Nutzer
Linker Seitenrand	32%	22%
Navigation (oben)	7%	16%
Headline	24%	20%
Texte	14%	11%
Bilder	19%	18%
Animation / Werbung	4%	13%

Tabelle 05: relative Anzahl der Fixationen in verschiedenen AOIs in Prozent (vgl. WILHELM 2003)

Ob die Ergebnisse der Untersuchung als repräsentativ betrachtet werden können bleibt offen, da der Autor nicht erwähnt, nach welchen Kriterien die Studenten sich selbst den erfahrenen und unerfahrenen Internetnutzern zuordnen sollten.

## 7.9 Die Scanpath-Theorie von Noton und Stark

In den 70er Jahren beschäftigten sich Noton und Stark mit den unterschiedlichen Mustern von Blickbewegungen. Die von ihnen entwickelte Theorie wurde bereits in Abschnitt 3.2 im Ansatz skizziert. Die Autoren vermuteten, dass jeder Mensch bei der Betrachtung von Bildern und Gegenständen individuelle Scanpfade entwickelt, die ihm die Identifizierung von Objekten erleichtert. Noton und Stark (1971) wollten mithilfe ihrer Testpersonen überprüfen, ob jede Person die einzelnen Elemente eines Stimulus in einer bestimmten für sie charakteristischen Reihenfolge fixiere. So konnte aus

dem Scanpfad in Abbildung 11 ein charakteristischer Blickpfad (Abb. 12) generiert werden.

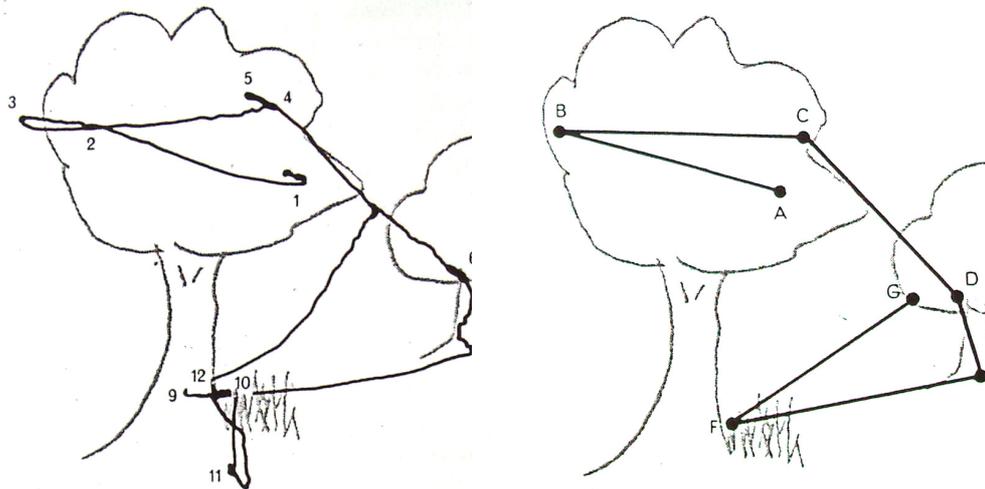


Abb. 11-12 v.l.n.r.: Aufgezeichnete Blickbewegung und generierter Scanpfad (vgl. NOTON/STARK 1971, S. 39)

An der Studie beteiligten sich im ersten Versuch zwei Männer, in der Wiederholung der Untersuchung ein Mann und drei Frauen. Alle Personen waren an einer amerikanischen Universität immatrikuliert.

Für den Test wurden Linien als Stimulus verwendet, die in ihrer Gesamtheit ein Bild ergaben (siehe Abb. 13 und 14). Den Probanden wurde nicht mitgeteilt, worin es in dem Test ging, sie sollten lediglich die Stimuli betrachten.

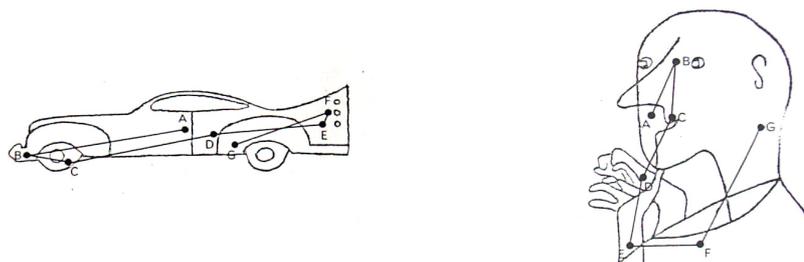


Abb. 13 und 14: von Noton und Stark verwendete Stimuli mit Scanpfaden (vgl. NOTON/STARK 1971, S. 42)

Die verschiedenen Bereiche des Stimulus konnten nur dann deutlich gesehen werden, wenn sie von den Probanden fixiert wurden. Während der ersten Lernphase blendete der Testleiter fünf Muster für jeweils 20 Sekunden ein. In

der darauf folgenden Erinnerungsphase wurden die Muster in unterschiedlicher Reihenfolge erneut gezeigt und um fünf weitere Stimuli ergänzt. Der zweite Durchlauf fand wesentlich schneller statt als der erste, um die Teilnehmer daran zu hindern über die angebotenen Stimuli nachzudenken.

Die Ergebnisse zeigten, dass nicht alle Muster bei den Testpersonen Scanpfade hervorriefen. Diese waren entweder gar nicht vorhanden oder wurden nicht entdeckt. Trotzdem ließ sich feststellen, dass die ersten Fixationen während der Erinnerungsphase denen der Lernphase glichen, auch wenn beim ersten Durchlauf auf dem Stimulus mehr und detailliertere Fixationen gemacht wurden. In 65 Prozent der untersuchten Fälle konnten Noton und Stark (1971) einen Scanpfad ausmachen, weshalb beide ihre Theorie bestärkt sahen. Dass an den Versuchen in einem Fall nur drei und im anderen nur vier Probanden teilnahmen, wird von den Autoren nicht in die Beurteilung der Ergebnisse miteinbezogen.

Seit Beginn der rasanten Entwicklung des Internets 1994 sehen sich viele User immer wieder ähnlichen Reizen ausgesetzt (JOSEPHSON/HOLMES 2002, S. 539). Viele verwenden zum Beispiel seit Jahren dieselbe Startseite. Dieser Sachbestand veranlasste Josephson und Holmes im Jahr 2002 dazu, die Scanpath-Theorie von Noton und Stark anhand verschiedener Webseiten zu überprüfen. Die Autoren bezogen jedoch nicht nur diese Theorie in ihre Überlegungen mit ein, sie berücksichtigen auch die Annahmen von Ellis und Smith, die 1985 behaupteten, jedes Element eines Stimulus habe dieselbe Wahrscheinlichkeit fixiert zu werden. Die beiden Autoren setzten sich Mitte der Achtziger Jahre zudem mit der Möglichkeit auseinander, dass eine statistische Abhängigkeit zwischen der ersten und zweiten Fixation bestehen könne.

Um die Scanpath-Theorie zu kontrollieren wandten Josephson und Holmes (2002) das so genannten „string-edit“ Modell an, das von Markov entwickelt wurde und ein stochastisches Modell zur Festlegung von Übergangswahrscheinlichkeiten der Blickbewegungen zwischen zwei oder mehreren AOs darstellt. Laut der Autoren handle es sich bei dieser Untersuchung um die erste Studie, die dieses Verfahren zur Überprüfung der Scanpath-Theorie verwendet. Angenommen wird, dass Sakkaden von A nach B genauso oft vorkommen wie Sakkaden von B nach A und dass sich ein einmal entwickelter Scanpfad bei erneutem Betrachten desselben Stimulus wiederholt.

Die Scanpath-Theorie wurde auf einer Newsseite mit vielen Überschriften und Texten, einer Werbeseite, die ein bestimmtes Produkt verkaufen will, und

einem Portal, auf dem sich viele Hyperlinks, Dialogboxen und eine Suchfunktion befinden, getestet.

Von den 8 studentischen Probanden war die Hälfte weiblich und das Durchschnittsalter lag bei 22,5 Jahren. Voraussetzung für die Teilnahme war eine wöchentliche Internetnutzung von mindestens 9 Stunden. Die Seiten sollten jeweils ohne Aufgabe betrachtet werden. AOs wurden nicht inhaltlich definiert, sondern als symmetrisches Gitter über die Seiten gelegt. Um die Scanpath-Theorie überprüfen zu können, fand der Test innerhalb einer Woche dreimal mit denselben Personen und denselben Stimuli statt. Die Seiten wurden dabei bei jedem Testdurchlauf in einer anderen Reihenfolge dargeboten und anschließend mit dem Blickpfad der letzten Präsentation verglichen.

Die Ergebnisse stellten sich als zweideutig heraus. Einerseits konnten bei einigen Probanden Scanpfade festgestellt werden, die sich auch bei erneuter Betrachtung wiederholten, andererseits gab es Probanden, deren Pfade denen einer anderen Person stärker ähnelten als dem eigenen zweiten Blickverlauf. Da für die Studie kein kritischer Wert festgelegt wurde, ab wann sich zwei Sequenzen signifikant voneinander unterscheiden, können die Ergebnisse keine genaue Aussage über die Richtigkeit der Scanpath-Theorie treffen.

## 7.10 Blickbewegungen und Surfmotivation

Zu den Faktoren, die das Surfverhalten beeinflussen, zählt laut Wilhelm (2003) auch die Motivation. Er konnte in einer Untersuchung mit 42 Studenten feststellen, dass gezielt suchende Testteilnehmer mit einem Interesse am Thema der Seite die Navigations- und Orientierungselemente wesentlich häufiger betrachteten als Probanden, die gebeten worden waren sich dieselbe Seite anzusehen, ohne dass vorher nach ihrem Interesse am Inhalt der Website gefragt worden war.

## 7.11 Animation und Aufmerksamkeit

In seinen Untersuchungen beschäftigte sich Wilhelm (2003) auch mit der Bedeutung von animierten Seitenelementen auf die Aufmerksamkeitsverteilung. Erneut nahmen Studenten an seiner Studie teil. Die 18 Testpersonen sollten sich die Internetseite einer Universität ansehen, auf der

animierte und bewegungslose Werbebanner platziert waren. Wilhelm (2003) konnte herausfinden, dass die durchschnittliche Betrachtung der nicht-animierten Werbebanner in seiner Studie im Verhältnis zur Gesamtnutzungsdauer der Seite bei 3,38 Prozent lag. Bewegte Werbung wurde dagegen im Durchschnitt 9,25 Prozent der gesamten Zeit betrachtet, in der sich die Probanden auf der Internetseite befanden. Da die Variable „Internet-erfahrung“ nicht in die Bewertung miteinbezogen wurde, kann die Allgemeingültigkeit der Untersuchung angezweifelt werden.

## 7.12 Betrachtung von Werbung

In der Studie „Visual Attention to Repeated Print Advertising“ untersuchten Pieters et al. (1999) die visuelle Aufmerksamkeit auf Printanzeigen. Eine ihrer Grundannahmen besagt, dass die Effektivität von Werbung bei wiederholter Rezeption abnimmt. Gemessen wurde die Aufmerksamkeitsverteilung auf Schlüsselementen. Dazu gehörten in der vorliegenden Untersuchung die Headline, Bilder, Texte, der Markenname und das Produkt. Ein Teil der Studie fand in einer „natürlichen“ Testumgebung statt, der andere wurde im Labor durchgeführt. Als Ziel setzten sich die Autoren die Überprüfung folgender Hypothesen:

- Die Blickdauer und die Fixationsfrequenz nehmen bei wiederholter Beobachtung derselben Printwerbung ab.
- Die Motivation der Konsumenten bei der Betrachtung von Printanzeigen hat einen Effekt auf die Fixationsdauer. Die Argumentationsqualität der dazugehörigen Texte dagegen hat keine.

An der Studie nahmen insgesamt 68 Personen teil. Es stellte sich heraus, dass die Dauer der Fixationen in dieser Untersuchung von der erstmaligen bis zur dritten Betrachtung um 50 Prozent zurückging, worin die Autoren eine Bestärkung ihrer ersten Hypothese sehen.

Die Qualität der Argumente des Textes nahm, den Autoren zufolge, keinerlei Einfluss auf die Verweildauer, wohingegen die Motivation eine Rolle zu spielen schien. Probanden, die sich im Anschluss an die Blickbewegungsmessung ein Produkt aus der gezeigten Werbung aussuchen durften, verbrachten mehr Zeit auf den Anzeigen als die anderen Testteilnehmer. Auch dieses Ergebnis unterstützt die Annahmen von Pieters et al. (1999, S. 431).

Mit der Überprüfung des „Banner-Blindness“ Effekts (unbewusste Vermeidung der Betrachtung von Werbebannern) befassten sich Stenfors et al. (2003) in ihrer Studie „Behavioural Strategies in Web Interaction“. Sie vermuteten, dass es aktive und passive Vermeidungsstrategien gäbe, die das Betrachten von Werbebannern unbewusst verhindern könnten. Mithilfe der Untersuchung konnten sie aufzeigen, dass sogar farblich stark hervorgehobene und animierte Banner bei geübten Usern kaum Beachtung fanden. 95 Prozent der getesteten Personen, mit Interneterfahrung, zogen es vor, auf einen gelben Punkt zu blicken, anstatt sich die Werbung am Rand der ladenden Seite anzusehen, obwohl der Punkt keinerlei Information anbot. Bei der am häufigsten angewandten Vermeidungsstrategie bewege der Internetnutzer während der Ladezeit den Mauszeiger in der Mitte der Seite und folge der Bewegung mit seinem Blick (vgl. STENFORS et al. 2003, S. 639). Dieses Verhalten habe den Vorteil Aufmerksamkeit zu binden und den Zeiger dort zu platzieren wo sich normalerweise die Links einer Website befinden. Viele Testpersonen neigten dazu, den Mauszeiger an der Stelle zu belassen, an der sie die letzte relevante Information gefunden hatten. So fiel es den Teilnehmern später leichter mit dem Blick an diesen Ort zurückzukehren. Alle Fixationen, die einen Banner trafen, waren kürzer als 80ms und die Probanden konnten sich in einer anschließenden Befragung nicht mehr an die Werbung erinnern (vgl. STENFORS et a. 2003, S. 641).

## 8. Möglichkeiten der Eye Tracking-Methode

Für Eye Tracking-Studien haben sich seit Beginn der Forschung vor mehr als hundert Jahren immer wieder neue Anwendungsgebiete aufgetan. Inzwischen bedient sich die Neurowissenschaft im Bereich der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung ebenso dieser Methode, wie die Psychologie in der Leseforschung und der Untersuchung der visuellen Wahrnehmung. Interesse besteht auch bei den Wirtschaftszweigen Marketing, Usability Consulting und der Softwareentwicklung. Große Fortschritte brachten Eye Tracking-Untersuchungen unter anderem in der Medizin und bei der Entwicklung neuer Möglichkeiten zur Human-Computer-Interaction. Dieser Abschnitt soll sich hauptsächlich der Frage widmen, welche Vorteile Eye Tracking bei der Beantwortung von Usability-Fragestellungen bietet.

Seit dem Jahr 2000 setzen laut Jacob und Karn (2002) rund ein Drittel aller Usability Consulting Unternehmen die Blickbewegungsmessung zur Evaluation von Webseiten ein. Man hofft mithilfe dieser Anwendung bewusste und unbewusste Blicke zu erkennen. Der Nutzer nimmt den Prozess der Informationsverarbeitung selber nicht zu hundert Prozent wahr. Zusätzlich kann Eye Tracking zur Korrektur subjektiver Aussagen dienen. Blickbewegungen können zum Beispiel, anders als Äußerungen während eines Interviews, kaum durch die Stimmung beeinflusst werden (vgl. HOFMANN 2005, S. 9).

Eye Tracking ist auch dann sinnvoll, wenn zwei verschiedene Designvorschläge für einen Internetauftritt miteinander verglichen werden sollen. Viele Leute sind sich ihrer eigenen Handlungen und Vorlieben oft nicht bewusst. Hier kann die Blickbewegungsmessung bei der Interpretation behilflich sein (vgl. BOJKO 2005, S. 2).

Folgende allgemeine Fragestellungen lassen sich laut Bojko (2005) mit Eye Tracking im Bereich des Usability Testings beantworten:

- Welche Elemente einer Website rufen Aufmerksamkeit hervor?
- Was wird während der ersten Sekunden, in denen ein Eindruck entsteht, wahrgenommen?
- Stimmen die ersten Eindrücke der Nutzer mit den Erwartungen des Auftraggebers überein, oder wünscht dieser sich einen anderen Fokus auf seiner Seite?
- Gibt es Elemente die nicht beachtet werden?

Es lassen sich mithilfe des Eye Trackings auch Daten gewinnen, die auf speziellere Fragestellungen Antwort geben können:

- Welches Element einer Seite wird ausgewählt wenn der User kein zuvor definiertes Ziel verfolgt?
- Welche Teile einer Webseite werden wahrgenommen bevor der Nutzer eine Entscheidung trifft?
- Werden alle Optionen betrachtet oder nur bestimmte?
- Warum findet eine große Werbefläche auf der Seite keine Beachtung? Wird diese übersehen oder entscheidet sich der Benutzer aktiv gegen das Anklicken?
- Wann wählt ein User ein bestimmtes Suchmaschinenergebnis aus? Nimmt der Titel, die Beschreibung, die URL oder eine Kombination aller drei Aspekte Einfluss auf die Auswahl (vgl. BOJKO 2005, S. 4)?

## 8.1 Vorteile des Eye Trackings gegenüber anderen Usability-Evaluationsmethoden

- Eye Tracking-Daten können die Ergebnisse anderer Untersuchungsmethoden ergänzen: Ein Interview oder ein Fragebogen sind oft nicht ausreichend, um die unbewusst ablaufenden Prozesse der menschlichen Wahrnehmung richtig zu interpretieren.
- Es kann festgestellt werden, wie lange sich ein Nutzer mit seinem Blick in einem bestimmten Bereich der Website befindet und wie viel Aufmerksamkeit er diesem widmet (vgl. HEINSEN/SCHEIER 2003, S. 159).
- Ein klares und deutliches Design drückt sich durch einen kurzen Scanpfad aus. Befinden sich auf einer Internetseite viele Elemente, die einen Nutzer verwirren, so wird dieser mit seinem Blick von einem Objekt zum nächsten springen um das Gesuchte zu finden. Dieses Verhalten lässt sich gut mithilfe des Eye Trackings erkennen. Die Effizienz einer Suche kann so Hinweise darüber liefern, wie schnell ein Layout verarbeitet wird.
- Individuelle Unterschiede, aber auch Abweichungen zwischen zwei Usergruppen bei der Nutzung einer Webseite, lassen sich gut durch die Blickbewegungsmessung herausfinden. So konnte die Poynter-

Studie belegen, dass Frauen Onlinenachrichtenseiten anders betrachten als Männer (POYNTER 2002).

- Quantitative Vergleiche eines Schnittstellendesigns sind durch das Sammeln von Eye Tracking-Daten mehrerer Personen möglich. Auf diese Weise können Daten gewonnen werden, die darüber Aufschluss geben, wie viele Personen ein bestimmtes Seitenelement gesehen haben und wie viele nicht.
- Auch die Zeit, die bis zur ersten Fixation eines Objektes vergeht, kann mithilfe der Blickbewegungsmessung registriert werden.
- Die prozentuale Verweildauer auf den AOIs kann ebenso ermittelt werden, wie die Dauer der Betrachtung eines bestimmten Seitenelements. Außerdem ist es möglich die Übergangswahrscheinlichkeit eines Blickes von einer Region zur anderen zu berechnen. Voraussetzung für die Übertragbarkeit der Daten auf die Grundgesamtheit der Zielgruppe ist eine entsprechend große Stichprobe.

## 8.2 Empfehlungen für die Anwendung von Eye Tracking:

Für viele Fragestellungen ist es von Vorteil Eye Tracking ergänzend zu anderen Methoden einzusetzen. Auf diese Weise können Fragestellungen eingeschränkt oder Probleme aus vorangegangenen Untersuchungen genauer definiert werden (BOJKO 2005, S. 4). Gelegentlich kann die Kombination verschiedener Methoden auch nötig werden, wenn aus den Ergebnissen der Blickbewegungsmessung nicht ersichtlich wird, warum ein Element von Probanden mehr Beachtung findet als ein anderes. Ein Testteilnehmer könnte dieses aus Interesse betrachten, es ist aber ebenso gut möglich, dass ihm die Bedeutung verborgen bleibt, und er es deshalb länger fixiert. Eye Tracking-Tests sind nur dann ohne Ergänzung sinnvoll, wenn sich die Fragestellung auf die Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsverteilung beschränkt (HOFMANN 2005, S. 9).

## 8.3 Nachteile des Eye Trackings gegenüber anderen Usability-Methoden:

- Eye Tracking bezieht sich, anders als andere Usability-Verfahren, auf Verhaltensweisen, bei denen minimale Unterschiede für die Auswertung der Ergebnisse entscheidend sein können. Aus diesem Grund ist ein professionelles Equipment die Voraussetzung für eine valide Dateninterpretation.
- Bei längeren Eye Tracking-Studien kann die Ermüdung des Probanden ein Problem darstellen. Die unterbrechungsfreie Datenaufnahme erfordert es, dass der Teilnehmer während des gesamten Tests auf den Bildschirm sieht. Blicke außerhalb des Monitors werden nicht aufgezeichnet (vgl. GOLDBERG et al. 2002, S. 52)
- Der technische Aufwand wird generell als hoch eingeschätzt. Es sind ein Eye Tracker, Software, ein Rechner und je nach Test noch weiteres Equipment erforderlich. Für die Auswertung wird oft mehr Zeit veranschlagt als für andere Methoden und die Kosten liegen etwas höher als bei herkömmlichen Untersuchungen (HEINSEN/SCHIEIER 2003, S. 161).
- Gewöhnlich werden für Usability-Studien Eye Tracker mit integrierter Infrarot-Kamera verwendet. Die Entwicklung im Bereich der Software hat zwar dazu geführt, dass die Kalibrierung, also die Ausrichtung der Kamera auf die Augen der Testperson, einfach und schnell vollzogen werden kann, dennoch ist es in rund zehn bis zwanzig Prozent aller Fälle nicht möglich eine Testperson zu kalibrieren (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 4).
- Obwohl Eye Tracking schon seit mehreren Jahren regelmäßig im Bereich des Usability Testings angewandt wird, gibt es noch immer keine allgemein gültigen Parameter zur Definition von Fixationen und Sakkaden. Es gibt zwar Richtwerte, die häufig verwendet werden, aber keine Standardisierung. Schon eine kleine Veränderung der Werte kann zu anderen Schlussfolgerungen führen (vgl. JACOB/KARN 2002, S. 4).
- Als Herausforderung für die Software gilt die dynamische Natur von Computerinterfaces. Animationen, Links und Scrollen werden noch nicht von allen Programmen unterstützt und bleiben deshalb bei einigen Studien unberücksichtigt.

- Die Informationen, die ein Proband aus dem peripheren Blickfeld wahrnimmt, können vom Eye Tracker nicht erfasst werden. So kann auch mit diesem Verfahren nicht einwandfrei festgestellt werden, was gesehen wurde und was nicht (vgl. BECK 2005).
- Mit der Blickbewegungsmessung lässt sich zwar nachvollziehen was angesehen, nicht aber warum ein Seitenelement fixiert wurde (vgl. BECK 2005).

## 8.4 Alternativen zum Eye Tracking: Indirekte Erfassung der visuellen Aufmerksamkeit

Da Eye Tracking eine aufwendige und kostspielige Methode zur Aufmerksamkeitsmessung darstellt, hat es in den letzten Jahren verschiedene Versuche gegeben, Alternativen zu entwickeln. Die Methoden des Site-Coverings und des Attention Trackings sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden.

### 8.4.1 Site-Covering

Bei der Methode des Site-Coverings werden die Bereiche einer Webseite in inhaltliche AOs unterteilt und halbtransparent dargestellt. Wenn der User sich ein Bild oder einen Text genauer ansehen möchte, ist er gezwungen mit der Maus auf die entsprechende Area of Interest zu klicken um die Transparenz aufzuheben. Dieser Prozess kann beliebig oft wiederholt werden und soll Aussagen über den Entscheidungsverlauf und die Reihenfolge der Informationsaufnahme liefern. Die Klicks können über Logfiles (Maschinenprotokolle) aufgezeichnet und nachvollzogen werden (vgl. WILHELM et al. 2002, S. 47).

Anders als beim Eye Tracking ist die motorische Komponente bei diesem Verfahren von großer Bedeutung, da die Betrachtung eines bestimmten Seitenelements erst nach einem Mausklick stattfinden kann. Der Prozess der Informationsverarbeitung scheint sich durch das Covern allerdings zu verlängern. Die Seitenelemente sind zwar erkennbar, können aber erst nach dem Anklicken deutlich gesehen werden. Auch die Kontaktdauer liegt folglich ein wenig höher als beim Eye Tracking. Die relative Betrachtungsdauer von Bildern und redaktionellem Text weist allerdings so gut wie keine signifikanten

Unterschiede zwischen Eye Tracking und Site-Covering auf (vgl. WILHELM et al. 2002, S 49). Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass nur „bewusste“ Blicke aufgezeichnet werden. Die unbewusste Aufmerksamkeit kann mit der Methode des Site-Coverings nicht gemessen werden.

Laut Wilhelm et al. (2002) ist es wahrscheinlich, dass beide Methoden in der Lage sind aufmerksamkeiterregende Seitenelemente zu entdecken. Die Transparenz beeinflusse allerdings die Häufigkeit des Anklickens, weil das Zurückkehren zu einem Bereich aufwendiger ist als beim Eye Tracking. Zusätzlich werde die Wahrnehmung von herausragenden Texten und Bildern durch die Abschwächung der Farben verzögert. Um die Aussagekraft der beim Site-Covering gewonnenen Daten bewerten zu können, müssen noch weitere Untersuchungen und Vergleiche dieser Methode stattfinden.

## 8.4.2 Attention Tracking

Neue Forschungen belegen, dass eine enge Kopplung zwischen der Bewegung des Zeigefingers und der Blickbewegung besteht (vgl. HEINSEN/SCHEIER 2003, S. 164). Laut Hofmann (2005) seien nur 90 Prozent aller Blickbewegungen bewusst. In einer Studie konnte die Autorin feststellen, dass 10 Prozent aller Blicke nicht von Klicks oder Mausbewegungen auf einer Seite begleitet wurden. Beim Attention Tracking wird der Proband gebeten alle längeren Fixationen durch einen Mausklick zu markieren und mit dem Mauszeiger dem Blickverlauf auf der Webseite zu folgen. Attention Tracking könne so laut Hofmann etwas über die Visibility (Sichtbarkeit) aussagen, wodurch sich Designempfehlungen ableiten ließen. Hyönä (2003) in dieser Hinsicht anderer Auffassung. Er behauptet die Bewegung des Cursors bedeute nicht, dass sich an derselben Stelle der Fokus der Aufmerksamkeit befinde, was einen großen Nachteil der Methode darstelle.

Tabelle 06 stellt die Methoden Attention Tracking und Eye Tracking gegenüber:

Vergleichskriterien	Attention Tracking	Eye Tracking
<i>Methode</i>	Messen der Aufmerksamkeit mit der Maus	Messen der Aufmerksamkeit mit einer Kamera
<i>Aufmerksamkeitsmessung</i>	Aufmerksamkeit à Blick à Finger (indirekte Messung)	Aufmerksamkeit à Blick

<i>Einsatzorte</i>	Labor, Feld	Labor
<i>Dezentrales Testen möglich</i>	Ja	Nein
<i>Dauer bis Testergebnisse vorliegen</i>	5-7 Tage	2-3 Wochen
<i>Testsituation</i>	Normale Arbeitssituation, PC zuhause, Büro...	Laborsituation

Tabelle 06: Vergleich von Attention Tracking mit der klassischen Blickbewegungsmessung (vgl. HEINSEN/SCHEIER 2003, S.167)

Attention Tracking ist flexibler als Eye Tracking. Voraussetzung für die Testumgebung ist lediglich ein Internetzugang, weshalb eine „künstliche“ Testsituation leichter vermieden werden kann. Dagegen sind die beim Eye Tracking gewonnenen Daten präziser und sagen mehr über die unbewussten Prozesse der Wahrnehmung aus. Das Verfahren zeichnet auch nicht bewusste Blicke auf und muss nicht im Vorfeld erlernt werden. Die Auswertung dauert in den meisten Fällen zwar fast doppelt so lang wie die Beurteilung des Attention Trackings, dafür sagen die Daten mehr über die unbewussten Wahrnehmungsvorgänge aus.

## 8.5 Eye Tracking im Vergleich mit herkömmlichen Usability-Methoden

Eye Tracking wird zur Aufmerksamkeitsmessung bei Usability-Studien eingesetzt. Wann dieses Verfahren sinnvoll ist und bei welchen Methoden es ergänzend eingesetzt werden kann wird im folgenden Abschnitt, nach einer kurzen Definition des Begriffs Usability, besprochen.

### 8.5.1 Definition des Begriffs Usability

Um zu verstehen was Usability-Testing von der klassischen Marktforschung unterscheidet und welche Anforderungen Produkte erfüllen müssen, um als benutzerfreundlich zu gelten, ist es empfehlenswert, sich mit der Definition des Begriffs „Usability“ zu befassen.

Laut Geis et al. (2004) ist die ISO Norm 9241 der wichtigste internationale Standard, der Prinzipien für die Gestaltung interaktiver Systeme beschreibt. Drei Aspekte spielen hierbei eine ganz besondere Rolle: Effektivität, Effizienz

und Zufriedenheit. Effektivität ist dann gegeben, wenn der Anwender bekommt was er will oder wonach er gesucht hat. Der dabei entstandene Aufwand bleibt unberücksichtigt. Gemessen werden kann Effektivität beispielsweise, in dem bei Usability Tests die Zeit gemessen wird, die ein User benötigt um eine Aufgabe zu lösen.

Effizient ist ein Produkt, wenn ein Ziel in möglichst wenigen Schritten erreicht werden kann und der Ertrag dabei größer ist als der Aufwand. Eine Möglichkeit von Usability Experten diesen Wert während eines Versuchs einzuschätzen ist es die Entscheidungen zu zählen, die getroffen werden müssen, bevor ein Ziel erreicht werden kann. Aber auch der prozentuale Anteil der erfüllten Aufgaben, gemachte Fehler, die Aufgabenbearbeitungszeit und in Anspruch genommene Hilfestellungen können Hinweise auf die Effizienz geben.

Die Zufriedenheit ist eine Größe deren Bewertung weitaus subjektiver ausfällt. Zur Definition der Zufriedenheit müssen die Erwartungen eines Nutzers oder einer Zielgruppe bekannt sein. Zusätzlich bestimmten Effizienz, Nützlichkeit, Effektivität und Lernförderlichkeit das Ausmaß der Zufriedenheit (vgl. GIZYCKI 2002, S. 5, siehe auch Tabelle 07). Diese Größe kann zum Beispiel durch Beobachtung und Interviews gemessen werden.

	<b>Content</b>	<b>Design</b>	<b>Struktur</b>
<i>Effektivität</i>	Erwartete Inhalte sind vorhanden	Modularität	Flow
<i>Effizienz</i>	Unterschiedliche Aufbereitung, tolerierter Ressourceneinsatz, geringe Ladezeit	Visuelle Hierarchien, Farbgestaltung, Leserichtung	Eindeutige Navigation
<i>Zufriedenheit</i>	Genug Informationen, individuelle Angebote	Progressivität	Hotlinks, verschiedene Wege zum Ziel, Erlernen der Bedeutung von Icons...

Tabelle 07: Usability-Dimensionen einer Webseite (vgl. GIZYCKI 2002, S. 5)

## 8.5.2 Durchführung und Ablauf von Usability-Tests

Normalerweise ähneln sich Ablauf und Durchführung der meisten Usability-Testverfahren. Die Probanden werden aus Kundenorganisationen, persönlich, oder über Agenturen rekrutiert und erhalten für ihre Mithilfe in der Regel eine Aufwandsentschädigung. Während des eigentlichen Tests benutzen sie das zu evaluierende Produkt unter kontrollierten Konditionen und interagieren mit dem System. Die Usability Experten entwickeln im Vorfeld des Tests einen so genannten Leitfaden, der die Durchführung der Untersuchung beinhaltet. Oft wird ein angewandtes Szenario kreiert und zu diesem spezielle Aufgaben gestellt, um Usability Probleme entdecken zu können (vgl. HYÖNÄ 2003, S. 508). Auf diese Weise gelangen die Experten an qualitative Verhaltensdaten. Bei den Testobjekten handelt es sich oft um Produkte die ein negatives Feedback erhalten haben, um Produkte, die sich in einer Entwicklungsphase befinden oder Ideen, deren Nutzerfreundlichkeit vor der eigentlichen Umsetzung gewährleistet werden soll. Besonders häufig werden Usability Tests bei Webseiten angewandt, die sich in der Umstrukturierung befinden (vgl. HYÖNÄ 2003, S. 501). Das Medium Internet hat dabei den Vorteil, dass sich Verbesserungsvorschläge für weniger komplexe Webseiten oft sehr schnell und ohne großen Aufwand umsetzen lassen.

## 8.5.3 Usability-Methoden im Vergleich

Usability-Tests empfehlen sich während unterschiedlicher Phasen, die ein Produkt durchläuft. Dazu zählen laut des Usability Lifecycles die Analyse, das Konzept, die Implementierung und das Launch und Life-System (vgl. SIRVALUSE 2006).

In der ersten Phase, der Analyse, ist es sinnvoll ein bereits auf dem Markt vorhandenes Angebot auf seinen Status quo zu überprüfen. Befindet sich ein Produkt noch in der Entwicklung, sollten laut SirValUse (2006) die späteren Nutzer in einem frühen Stadium in den Evaluationsprozess miteinbezogen werden. Auf diese Weise würden Zeit und Geld gespart, da sich Fehl-investitionen so leichter vermeiden ließen.

Während der Konzeptentstehung werden Benutzerbedürfnisse definiert und erste Designentwürfe und Strukturen bewertet. Auch hier sollte der User frühzeitig befragt werden um die Bedienung des Endproduktes für die Zielgruppe so einfach und verständlich wie möglich zu machen.

In der Implementierungsphase ist die Produktentwicklung bereits abgeschlossen. Usability-Tests können allerdings zur Aufdeckung kleinerer Benutzungsschwierigkeiten eingesetzt werden und das Angebot in seiner Gesamtheit evaluieren. Dazu zählen auch Aspekte wie Nutzwert, Markenbeziehung und Spaß bei der Anwendung (vgl. SIRVALUSE 2006).

Unter der Launch und Life-System Phase versteht man die regelmäßige Bewertung eines Produkts oder einer Internetseite durch Usability Tests. So kann die Nutzerfreundlichkeit einer Seite zum Beispiel durch Kennzahlenvergleiche gemessen und für verschiedenen Zeitabschnitte bewertet werden (vgl. SIRVALUSE 2006).

Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Usability-Methoden dem Eye Tracking gegenübergestellt und mit diesem verglichen.

### ***Expertengutachten***

Zu den gängigen *Expertengutachten* zählen die *heuristische Evaluation* und der „*cognitive walkthrough*“. Bei ersterer Methode wird ein Produkt zum Beispiel nach den Empfehlungen der ISO Norm 9241-10 begutachtet und auf Konformität überprüft. Der *cognitive walkthrough* untersucht die Schritte, die bei der Nutzung einer speziellen Funktion gemacht werden und testet diese auf ihre Gebrauchs-tauglichkeit. Der Experte geht zum Beispiel mögliche *Use Cases* durch. (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Da an den Expertengutachten keine Endnutzer beteiligt sind können von diesen keine Blickbewegungsdaten gewonnen werden. Die Blicke von Experten würden die gesamte Untersuchung verfälschen, da diese sich oft schon im Voraus mit einer Internetseite beschäftigt haben. Zudem ist es wahrscheinlich, dass Usability-Experten durch ihren Berufsalltag andere Blickbewegungsmuster ausgebildet haben als „normale“ User.

### ***Feldbeobachtung***

Die *Feldbeobachtung* eignet sich dazu das Nutzungsverhalten einer Zielgruppe in ihrer „natürlichen“ Umgebung zu untersuchen. Dabei werden Einflüsse wie Ablenkung genauso in die Auswertung miteinbezogen, wie die Unterstützung von Familienmitgliedern oder Kollegen bei der Bearbeitung einer Aufgabe. Zusätzlich kann der Einfluss der technischen Ausstattung gemessen werden (vgl. SIRVALUSE 2006). So ist anzunehmen, dass Personen mit analogem Internetanschluss eine Seite mit großer Datenmenge seltener tolerieren als Personen mit DSL-Anschluss.

### ***Eye Tracking***

Aus praktischer Sicht kann Eye Tracking dieses Untersuchungsverfahren kaum unterstützen. Die Installation eines Eye Trackers erfordert einen hohen Aufwand und steht mit dem Nutzen in keinem Verhältnis, wenn man vom Gebrauch eines table-mounted Geräts ausgeht. Schon ein Blick zum Kollegen kann die Aufzeichnung unterbrechen. Der Einsatz eines mobilen Eye Trackers ist dann sinnvoll, wenn zum Beispiel die Installation eines technischen Geräts überwacht werden soll. So ließe sich die Aufmerksamkeitsverteilung bei der Bewältigung dieser Aufgabe nachvollziehen. Eine Alternative könnten Verfahren wie das Site-Covering oder Attention Tracking sein.

### ***Feldtest***

Der *Feldtest* ähnelt der Feldbeobachtung. Auch hier wird ein Produkt in der „natürlichen“ Umgebung des Benutzers verwendet. Allerdings ist der Nutzungszeitraum wesentlich länger und findet auch nicht permanent unter Beobachtung statt. Um trotzdem einen Eindruck von der täglichen Nutzung zu erhalten können Onlinebefragungen, Feldbesuche, Interviews und Gruppendiskussionen stattfinden. Zusätzlich ist es möglich ein Forum einzurichten in dem sich die User über das Produkt austauschen. In einigen Fällen werden die Anwender auch gebeten ein Nutzungstagebuch zu führen (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Auch bei diesem Verfahren wäre der Einsatz eines Eye Trackers sehr aufwändig und stände in keinem Verhältnis zum Nutzen. Zudem böte sich nur die Verwendung eines mobilen Geräts an, da bei der Interaktion in einer normalen Testumgebung auch mit Ablenkungen gerechnet werden muss, die den konstanten Blick auf den Bildschirm verhindert. Für diesen Bereich ließe sich dennoch der Einsatz des Site-Coverings oder Attention Trackings diskutieren.

### ***Personas***

Die Erstellung von *Personas* dient dazu mögliche Endnutzer greifbar zu machen. Bei dieser Methode werden fiktive User entworfen. Die erfundenen Personen haben Namen, Beruf, Hobbys und andere individuelle Eigenschaften. Vielen Entwicklern fällt es so leichter sich in die Zielgruppe hineinzusetzen und Prioritäten festzulegen (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Eye Tracking ist für diese Methode weder eine Ergänzung noch eine

Alternative. Ebenso wenig kann das Verfahren bei der Rekrutierung für einen späteren Eye Tracking-Test behilflich sein, da es sich bei den Personas nicht um durchschnittliche User handelt.

### ***Rapid Prototyping***

Bei der Methode des *Rapid Prototyping*s arbeiten Entwickler, Produktmanager und Usability Experten eng zusammen. Während eines festgelegten Zeitraumes finden in regelmäßigen Durchläufen Tests mit ein bis fünf Probanden statt, anschließend folgt die Analyse der aufgetretenen Probleme und deren Behebung. So können Verbesserungen innerhalb kürzester Zeit in mehreren Zyklen erarbeitet und von den Verantwortlichen umgesetzt werden (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Während der Tests kann auch Eye Tracking zum Einsatz kommen. Dies ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn eine spezielle Fragestellung Bedarf an dieser Methode weckt, da das Verfahren ansonsten die Kosten in die Höhe treiben würde. Außerdem existiert der Stimulus häufig nur auf dem Papier oder als Dummy, was keine aussagekräftigen Eye Tracking-Daten liefern würde.

### ***Remote-Test***

Der *Remote-Test* ist ein Verfahren, bei dem auch schwer erreichbare Zielgruppen für die Teilnahme gewonnen werden können, da diese zeit- und ortsunabhängig stattfinden kann. Die Testperson kann sich zuhause oder an ihrem Arbeitsplatz über einen Proxy-Server im Internet einloggen. Auf diese Art und Weise werden Mausbewegungen, Klicks und Eingaben aufgezeichnet und in regelmäßigen Abschnitten Screenshots erstellt. Die Testseite ist zusätzlich mit einem Fragebogen verknüpft auf den die Probanden nach dem Besuch der Seite weitergeleitet werden. So kann auch direkt von Usability-Problemen berichtet werden (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Eye Tracking ist hier weder technisch möglich noch sonderlich sinnvoll. Die Kosten wären viel zu hoch und wie bereits weiter oben diskutiert können Mausbewegungen auch in begrenztem Umfang Hinweise auf den Aufmerksamkeitsfokus liefern. Hier könnte das Site-Covering oder Attention Tracking eine Alternative anbieten.

### ***Usability-Test (User Experience Test)***

*Usability-Tests (User Experience-Tests)* können in jeder Produktentwicklungsphase eingesetzt werden. Sie eignen sich nicht nur zur Ermittlung akuter Probleme bei der Bedienbarkeit, sondern lassen sich auch vor einem Relaunch oder der Einbettung neuer Elemente anwenden, um die Nutzerfreundlichkeit zu gewährleisten. Bei den User Experience-Tests kann es sich um ein qualitatives, aber ebenso gut auch um ein quantitatives Verfahren handeln. Die Nutzer werden zum Beispiel gebeten typische Aufgaben auf einer Internetseite zu lösen und ihre Gedanken und Eindrücke dabei laut auszusprechen („thinking aloud“), so können Motivation und Gründe für Fehler herausgefunden werden. Es wird nicht nur die Gebrauchstauglichkeit untersucht, das Augenmerk liegt ebenso auf dem Spaß bei der Anwendung und den Empfindungen gegenüber dem Design (vgl. SIRVALUSE 2006). Ein besonderer Vorteil ist die Möglichkeit des Testleiters Fragen zu stellen. Ist die Auswertung auch qualitativ, so werden häufig auch die Anzahl der Klicks, die Zeit bis zur Lösung einer Aufgabe und die gemachten Fehler gewertet.

### ***Eye Tracking***

Die Blickbewegungsmessung kann den User Experience-Test um Daten ergänzen, die über die Aufmerksamkeitsverteilung Aufschluss geben. So lassen sich zum Beispiel Rückschlüsse auf Probleme ziehen, die beim „Thinking aloud“ nicht erwähnt wurden, weil sie dem Proband peinlich waren, dieser einen guten Eindruck hinterlassen wollte oder ihm die Schwierigkeiten nicht bewusst geworden sind. Eye Tracking ist jedoch nicht in der Lage dieses Testverfahren zu ersetzen, da Blickbewegungen keine Informationen über die konkreten Probleme mit einem Testgegenstand, Emotionen und Empfindungen liefern können.

### ***Use Cases***

Für *Use Cases* werden typische Nutzungsszenarien bei der Interaktion oder Verwendung eines Produktes simuliert. Die Endnutzer werden bei diesem Test nicht miteinbezogen, es ist aber sinnvoll bereits Daten über die Zielgruppe erhoben zu haben. Gelegentlich wird diese Methode auch im Test mit Nutzern eingesetzt. Dadurch lassen sich die Anforderungen an einen Service besser definieren und bei der Entwicklung im Auge behalten (vgl. SIRVALUSE 2006).

### ***Eye Tracking***

Da dieser Test ohne Benutzer stattfindet ist es nicht sinnvoll ergänzend zu dieser Methode die Blickbewegungsmessung einzusetzen, zumal in der Entwicklungsphase häufig noch kein Stimulus vorhanden ist, auf dem Blicke nachvollzogen werden könnten. Eye Tracking kann zwar Aufschlüsse über die Nutzungsabläufe liefern, ist in diesem Stadium aber noch nicht zu empfehlen, es sei denn es handelt sich um einen Test bei dem die Endnutzer miteinbezogen werden.

### ***Videokonfrontation***

Bei der *Videokonfrontation* werden die Testpersonen gebeten eine Aufgabe allein und nach ihren Möglichkeiten zu lösen. Ihre Handlungen werden dabei von einer Videokamera aufgezeichnet. Im Anschluss an die Bearbeitung der Fragestellung sehen sich Testleiter und Proband gemeinsam die Aufzeichnung an. Die Testperson wird nun dazu aufgefordert ihr Verhalten zu kommentieren und der Usability-Experte kann gegebenenfalls nachfragen.

### ***Eye Tracking***

Bei dieser Methode kommt der Einsatz des Eye Trackers in Frage. Die Konfrontation kann zum Beispiel auch mit aufgenommenen Blickbewegungsdaten stattfinden. Wann Eye Tracking angewandt werden sollte ist auch in diesem Fall von der Aufgabe und dem Stimulusmaterial abhängig.

## 9. Die Probandenanzahl bei Usability-Studien

Ein oft diskutiertes Thema bei Usability-Studien ist die notwendige Probandenanzahl. Dieser Aspekt wurde unter anderem von Nielsen (2000), Goodman et al. (2005), Katz und Rohrer (1005), Snyder (2005) und Hyönä (2003) aufgegriffen. Laut Nielsen werden nicht mehr als sechs bis acht Testteilnehmer benötigt um die schwerwiegendsten Probleme auf einer Internetseite zu erkennen. Zu diesem Ergebnis kamen auch Goodman et al. (2005), die eine empirische Untersuchung zu diesem Thema durchführten. Sie fanden heraus, dass sich die meisten Schwierigkeiten in Bezug auf die Nutzung von Webseiten mit fünf bis acht Personen auffinden ließen. Die Rekrutierung von weiteren Testpersonen sei nur notwendig, falls es Ziel des Tests sei alle Nutzungsbeschränkungen aufzudecken. Bei der Evaluierung eines Designs sei eine stufenweise Bewertung empfehlenswert. Eine Testserie von sechs Untersuchungen mit je fünf Personen sei wesentlich sinnvoller als ein einziger Test mit 30 Probanden, wenn nach den einzelnen Analysen eine Überarbeitung stattfände (vgl. GOODMAN et al. 2005, S. 8). Katz und Rohrer (2005) sind der Ansicht, dass für Usability-Tests, die allein der Produktverbesserung dienen, weniger Probanden benötigt werden als für Tests, die ein Produkt bewerten. Bei einem solchen Verfahren sollten mindestens 15 Personen befragt werden. Auf diese Weise könnten zum Beispiel Schwierigkeiten bei der Nutzung des Produkts aufgedeckt werden. Wichtig sei allerdings, dass die Testpersonen aus der Zielgruppe rekrutiert würden (vgl. KATZ/ROHRER 2005, S. 11). Diese Richtlinien haben sich in empirischen Untersuchungen bewährt, gelten allerdings nur für Testmethoden, deren Ziel eine qualitative Bewertung ist. Bei quantitativen Verfahren wie dem Remote-Testing werden in der Praxis durchschnittlich Daten von rund 100 Personen erhoben um die Validität der statistischen Auswertung zu garantieren (vgl. SIRVALUSE 2006).

### 9.1 Übliche Stichprobengrößen für Eye Tracking-Studien

Wie viele Probanden für Eye Tracking-Verfahren im Bereich des Usability-Testings empfehlenswert sind, konnte bisher noch nicht eindeutig beantwortet werden. Laut Heinsen und Scheier (2003) liegt die „typische“

Probandenanzahl für Eye Tracking-Untersuchungen bei 10 bis 15 Personen. Ob dies ausreichend ist und worauf sich ihre Annahme gründet, lassen die Autoren unbeantwortet. Auch Hyönä (2003) beschäftigt sich mit diesem Thema. Anders als Heinsen und Scheier legt er sich nicht auf eine bestimmte Zahl fest, sondern stellte die Anzahl der Testteilnehmer einzelner Usability-Studien zusammen wie Tabelle 08 zeigt:

Studie	Verfasser	Größe der Stichprobe	Jahr der Veröffentlichung
<i>„Searching variably-ordered lists“</i>	Crosby and Peterson	30	1991
<i>„Searching menus for stated targets“</i>	Aaltonen et al.	20	1998
<i>„Search of four different web pages for specific information targets“</i>	Cowan	17	2001
<i>„Searching menu lists for target characters“</i>	Byrne et al.	11	1999
<i>„Matching icons of various sizes“</i>	Jacko et al.	10	2000
<i>„Searching alternate file tree representations“</i>	Pirolli et al.	8	2001
<i>„Using screens from Prodigy“</i>	Benel et al.	7	2001
<i>„Evaluation of a computer delivered questionnaire“</i>	Redline and Lankford	25	2001

Tabelle 08: Stichprobengrößen verschiedener Eye Tracking-Untersuchungen (eigene Darstellung in Anlehnung an HYÖNÄ 2003, S. 512)

Aus dieser Übersicht entwickelte er jedoch keine Faustregel zur Ermittlung einer ausreichenden Testteilnehmeranzahl, was unter anderem auch an den unterschiedlichen Untersuchungsobjekten der ausgewerteten Studien liegt. Bis zum heutigen Zeitpunkt gibt es keine der Verfasserin bekannte Studie die sich mit der notwendigen Probandenzahl für Eye Tracking-Studien auseinandersetzt. Der Mittelwert aus den oben aufgeführten Untersuchungen beträgt „16“. Ob dieser Wert jedoch ausreicht, um allgemeine Fragestellungen aus dem Usability-Bereich zu beantworten, ist nicht bekannt. Die acht Studien aus Tabelle 08 sollen an dieser Stelle um weitere Untersuchungen ergänzt werden:

Studie	Verfasser	Größe der Stichprobe	Jahr der Veröffentlichung
<i>"101 Spots, or How Do Users Read Menus"</i>	Aaltonen et al.	20	1998
<i>"Visual Fixations and Level of Attentional Processing"</i>	Velichkovsky et al.	24	2000
<i>„Site-Covering: Eine innovative Methode zur Erfassung der Informationsaufnahme und des Entscheidungsverhaltens auf Webseiten“</i>	Wilhelm et al.	20	2002
<i>"Attention to Repeated Images on the WWW: Another Look at Scanpath Theory"</i>	Josephson, Holmes	8	2002
<i>"Eye Tracking in Web Search Tasks: Design Implications"</i>	Goldberg et al.	7	2002
<i>„Blickverlauf auf Websites: Auf dem Weg zu Daumenregeln?“</i>	Wilhelm	18 / 35 und 42	2003
<i>"Cognitive Strategies and Eye Movement for Searching Hierarchical Computer Displays"</i>	Hornof & Halverson	8	2003
<i>"Eye Tracking Analysis of User Behavior in WWW Search"</i>	Granka et al.	26	2004
<i>"Age Differences in Visual Search for Information on Web Pages"</i>	Josephson & Holmes	24	2004
<i>„Blickbewegungsanalyse: Eine Untersuchung zum visuellen Orientierungsverhalten von Benutzern beim Betrachten von Internetseiten“</i>	Reinecke	70	2004
<i>"The Determinants of Web Page Viewing Behavior: An Eye Tracking Study"</i>	Granka et al.	30	2004
<i>"Poynterstudie"</i>	Poynter	67	2002

Tabelle 09: Anzahl der Testpersonen verschiedener Eye Tracking-Untersuchungen

Der aufgerundete Mittelwert beider Tabellen liegt bei „24“. Ob dieser Wert mehr über die notwendige Probandenanzahl aussagt kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Da sehr viele Wissenschaftler mit 20 bis 30 Probanden arbeiten, scheint es sich hierbei um einen Erfahrungswert zu handeln, der sich in der Praxis bewährt hat.

## 9.2 Statistische Annäherung an notwendige Stichprobengrößen

Unter dem Begriff Grundgesamtheit (GG) versteht man die Summe aller Personen mit einem oder mehreren zuvor definierten Merkmalen oder Merkmalskombinationen (vgl. LITZ 1998, S. 11). Eine Stichprobe ist eine Teilmenge der Grundgesamtheit, von der erwartet wird, dass sie die für die Untersuchung relevanten Merkmale der Grundgesamtheit möglichst genau abbildet (vgl. MASSER 2006, S.3). Bei der Blickbewegungsmessung im Bereich des Usability Testings werden normalerweise nur Personen rekrutiert, die über einen privaten Internetanschluss verfügen. Nur in sehr seltenen Fällen sind die Blickbewegungen von Novizen für die Auftraggeber der Studien von Interesse. Aus diesem Grund ist das Merkmal für die Mitglieder der Grundgesamtheit die regelmäßige Internetnutzung. 2005 gab es laut der ARD/ZDF Onlinestudie in Deutschland 36,7 Millionen Onlinenutzer, von denen 20,5 Millionen männlich und 16,2 Millionen weiblich sind (vgl. van EIMEREN 2005, S. 364). Eine Vollerhebung, also das Erfassen der Daten aller zur Grundgesamtheit gehörenden Personen, ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Abgesehen von der Tatsache, dass ein Test mit 36,7 Millionen Teilnehmern nicht realisierbar ist, kann davon ausgegangen werden, dass nie alle Mitglieder der Grundgesamtheit bereit sind, sich an einem solchen zu beteiligen. Zusätzlich würden Aufwand und Kosten die Möglichkeiten weit übersteigen.

Nach Masser (2006) erhöht sich die Qualität der Parameter einer Stichprobe mit zunehmender Größe. Dabei muss beachtet werden, dass sich die Varianz, also die Abweichungen vom Mittelwert, in Stichprobe und Grundgesamtheit ähneln. Da bisher keine Vollerhebung über die typischen Blickbewegungen der deutschen Onlinenutzer stattgefunden hat, sind Merkmalsverteilung, Mittelwerte und Standardabweichung unbekannt. Um die Repräsentativität einer Stichprobe trotzdem sicherzustellen wird die Verteilung der Merkmale

analysiert, von denen angenommen wird, dass sie mit den zu untersuchenden Eigenschaften in Verbindung stehen (vgl. MASSER 2006, S. 4).

Wenn man nun den Umfang der Stichprobe berechnen will müssen zusätzlich die Irrtumswahrscheinlichkeit, mit der unbekannte Parameter bestimmt werden, die maximal tolerierte Fehlerspanne und die Streuung des Merkmals in der Grundgesamtheit, berücksichtigt werden (vgl. MASSER 2006, S. 5). Laut Bortz (1993) ist dies dann der Fall, sobald die Stichprobe ( $n$ ) eine bestimmte Größe erreicht, die bei mindestens

$$n \geq 30$$

liegt. Dabei gilt, dass die Berechnung der benötigten Stichprobengröße nur durchgeführt werden kann, wenn die Varianz eines Merkmals bekannt ist oder zuverlässig geschätzt werden kann. Um die Streuung eines binominalen (zweigliedrigen) Merkmals zu berechnen verwendet man folgende Formel:

$$9 \leq n * p * q$$

(vgl. MASSER 2006, S. 6).  $n$  ist die Stichprobengröße,  $p$  die Wahrscheinlichkeit und  $q$  ergibt sich aus  $1-p$ .

Wenn man nun davon ausgeht, dass 55,9% der Internetnutzer in Deutschland männlich sind, dann liegt die Wahrscheinlichkeit, dass eine Testperson dieser Stichprobe ein Mann ist, bei 55,9%, vorausgesetzt, dass die Stichprobe die Grundgesamtheit gut abbildet. Man rechnet also:

$$9 \leq n * 0,559 * 0,441$$

Daraus ergeben sich für die Stichprobengrößen 10, 20, 30, 35 und 37 folgende Werte:

Stichprobengröße	Ergebnis
10	2,466
20	4,930
30	7,396
35	8,628
<b>37</b>	<b>9,121</b>

Tabelle 10: Stichprobengrößen und Ergebnisse für die Errechnung der Streuung eines binominalen Merkmals

Nach dieser Formel kann eine Stichprobengröße von  $n = 37$  die Anforderungen der Normalverteilung erfüllen. Es werden also mindestens 37 Probanden benötigt.

Wenn davon auszugehen ist, dass die Bedingungen der Normalverteilung erfüllt werden, dann wird folgende Formel für die Errechnung der Stichprobengröße verwendet, vorausgesetzt dass es sich um eine Zufallsstichprobe handelt. Unter einer solchen Stichprobe versteht man eine Teilmenge, bei der jedes Mitglied der Grundgesamtheit dieselbe Wahrscheinlichkeit hatte, für die Untersuchung ausgewählt zu werden:

$$n = (\alpha / e)^2 * (p * q)$$

(vgl. MASSER 2006, S. 7). Dabei ist  $n$  die Stichprobengröße,  $p$  die Wahrscheinlichkeit und  $q$  ergibt sich aus  $1-p$ .  $\alpha$  steht für die Irrtumswahrscheinlichkeit, die üblicherweise 5% beträgt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Stichprobe den Parameter einer Grundgesamtheit richtig wiedergibt liegt demnach bei 95% (vgl. MASSER 2005, S. 7).

Die Fehlerspanne  $e$  gibt die Genauigkeit an, mit der ein Parameter geschätzt wird, diese wird in der vorliegenden Rechnung auf 2,5% gesetzt.  $\alpha = 5$  wirkt sich dabei negativ auf die Präzision aus, ebenso wie eine Fehlerspanne von 2,5%.

Für einen Männeranteil von 55,9% der Grundgesamtheit aller deutschen Internetnutzer gilt daher:

$$n = (1,96 / 0,025) * (0,559 * 0,441)$$
$$n \approx 1515$$

Für eine Zufallsstichprobe müssen dieser Berechnung zufolge 1515 Personen an der Untersuchung teilnehmen um die 55,9% der männlichen Onlinenutzer zu repräsentieren. Was dieser Wert für die vorliegende Studie bedeutet soll in Abschnitt 10.2 erläutert werden.

## 10. Hypothese

In der Praxis von Usability-Unternehmen kommt es immer wieder vor, dass Kunden für die Bewertung der Aufmerksamkeitsverteilung auf ihrer Internetseite die Methode des Eye Trackings buchen. Da es bisher keine der Autorin bekannte Studie über die notwendige Probandenanzahl bei dieser Art von Untersuchungen gibt, beruhte die Anzahl der rekrutierten Testpersonen bisher auf Erfahrungswerten. Es stellt sich daher die Frage, wie viele Personen benötigt werden um valide Daten bei Eye Tracking-Studien zu gewinnen. Die von Hyönä (2003) erstellte Tabelle (vgl. Tabelle 09) lässt darauf schließen, dass schon 16 Testpersonen ausreichen könnten um Informationen über grundlegende Blickbewegungen zu erhalten. Bezieht man zur Ergänzung die Tabelle 10 in diese Überlegung mit ein, so erscheint eine Teilnehmeranzahl von 24 Personen empfehlenswert. Da sehr viele Forscher mit dieser Größe arbeiten ist die Annahme, dass sich dieser Wert empirisch bewährt hat, nicht abwegig. Bezieht man auch die statistische Annäherung an dieses Thema in die Überlegungen mit ein, so nähern sich die Merkmale einer Stichprobe ab  $n \geq 30$  der Normalverteilung der Grundgesamtheit an (vgl. BORTZ 1993, S. 84 ff). 24 Personen wären also nicht ausreichend um diese Normalverteilung zu repräsentieren. Wenn man nun davon ausgeht, dass das Merkmal „Geschlecht“ einen Einfluss auf die Blickbewegung nimmt, und die Streuung dieses Merkmals in der Stichprobe abgebildet werden soll, so läge die notwendige Testpersonenanzahl bei 37 (vgl. Abschnitt 9.2). Um alle 55,9% der männlichen Internetnutzer Deutschlands in einer Zufallsstichprobe zu repräsentieren werden 1515 Testteilnehmer benötigt (siehe Abschnitt 9.2). Eine so große Probandenanzahl ist in der Praxis allerdings kaum zu rekrutieren und mit sehr hohen Kosten verbunden. Es ist zudem nicht bekannt, ob das Geschlecht ein Merkmal ist, das auf die Blickbewegung ausschlaggebenden Einfluss nimmt. In der ARD/ZDF Onlinestudie 2005 werden neben dem Geschlecht auch Angaben zu Alter, Berufsstand und Nutzungsdauer erhoben (vgl. EIMEREN/FREES 2005, S. 364). Da die Blickbewegung Einfluss auf die Internetnutzung nimmt sollen auch diese Daten berücksichtigt werden. Dies legt die Wahl einer geschichteten Stichprobe nahe, also einer Stichprobe, die die Verteilung von Merkmalen in einer Population widerspiegelt. Es kann angenommen werden, dass der „empirische Mittelwert“ 24 nicht willkürlich entstanden ist. Auch die statistische Annäherung an die Merkmalsstreuung, die als sehr aussagekräftig einzuordnen ist soll, berücksichtigt werden.

## 10.1 Sachhypothese

Die notwendige Probandenanzahl für Eye Tracking-Untersuchungen im Bereich des Usability-Testings ist ab einer Größe  $x$  gleich mit der Grundgesamtheit.

## 10.2 Untersuchungsziel

Um diese Hypothese zu überprüfen soll eine Eye Tracking-Studie mit 500 Probanden durchgeführt werden. 1515 Personen zu testen ist aus finanziellen und zeitlichen Gründen nicht möglich weshalb ein Drittel dieses Wertes als anstrebenwert festgelegt wurde. Die Untersuchung hat zum Ziel, herauszufinden wie viele Probanden für einen Blickbewegungsmessungstest zur Ermittlung der Aufmerksamkeitsverteilung während der Orientierungsphase auf Internetseiten benötigt werden. Bei der Studie handelt es sich um Primärforschung, da die Daten neu erhoben werden müssen, bevor eine Auswertung stattfinden kann (vgl. Kuß 2004, S. 36).

Die Daten der 500 Personen sollen als Grundgesamtheit gewertet werden. Um eine gute Stichprobengröße zu ermitteln werden aus dieser Gesamtheit anschließend verschieden große Stichproben gezogen und auf Gleichheit mit der Grundgesamtheit getestet. So soll ein Wert  $x$  ermittelt werden, ab dem die Stichprobe der Grundgesamtheit gleicht. Ziel ist es eine ausreichend große Stichprobe für zukünftige Eye Tracking-Studien im Bereich des Usability-Testings zu generieren. In der Konsequenz können auf diese Weise Empfehlungen zur Verbesserung der ersten Orientierungsphase auf einer Internetseite gegeben werden.

## 11. Methodenteil – Empirische Untersuchung

### 11.1 Die Stichprobe

Die Eye Tracking-Studie, die dieser Arbeit zugrunde liegt, wurde innerhalb von zwei Wochen durchgeführt. Da der hierfür verwendete Eye Tracker von der Usability Consulting Firma SirValUse gestellt wurde, konnten nicht mehr als 10 Tage für die Testphase eingeplant werden. Um die Blickbewegungen von 500 Testpersonen miteinander vergleichen zu können, sollten pro Woche 250 Probanden für die Untersuchung rekrutiert und getrackt werden. Dabei galt es, sich empirische Empfehlungen im Umgang mit Probanden bewusst zu machen und während der Testphase zu berücksichtigen. So nahmen alle Testpersonen freiwillig am Eye Tracking teil (vgl. HUBER 1997, S. 122). Vor Beginn jeden Tests führte der Testleiter kurz in den Themenbereich Eye Tracking ein, damit den Probanden die Thematik der Untersuchung bekannt war. Ebenso wichtig war es, die ungefähre Dauer der Blickbewegungsmessung zu nennen. Es erwies sich als sinnvoll die Zeit etwas zu lang anzusetzen, um das Verhalten der Testperson nicht negativ zu beeinflussen (vgl. HUBER 1997, S. 122). So konnten zum Beispiel nervöse Blicke auf die Armbanduhr vermieden werden. Während der Testphase wurde auch darauf hingewiesen, dass die Angaben des Probanden vertraulich behandelt und anonymisiert würden. So wurde auf die Angabe von persönlichen Daten, wie Name und Anschrift, verzichtet. Bei der Auswertung war es wichtig zu berücksichtigen, dass es sich bei Tests immer um künstliche Situationen handelt.

Voraussetzung für die Teilnahme an der Untersuchung war eine aktive Internetnutzung von mindestens 6 Monaten. Auf diese Weise konnte vermieden werden, dass die Blickbewegungen von der Unkenntnis des Aufbaus einer Internetseite dominiert wurden, da laut Stenfors et al. (2003), ein deutlicher Unterschied zwischen geübten und ungeübten Nutzern auszumachen ist (siehe Abschnitt 7.8).

Um sicherzustellen, dass alle Probanden normalsichtig waren, wurde vor dem eigentlichen Eye Tracking ein kurzer Sehtest (vgl. Anhang 3) durchgeführt. Die Probanden wurden gebeten den Testleitern aus drei Meter Entfernung drei

Buchstabenzeilen vorzulesen. So kann zusätzlich garantiert werden, dass sich unter den Teilnehmern keine Analphabeten befanden.

Die Testphase bestand aus drei Abschnitten.

Die ersten zwei Tage wurde an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg (HAW) getestet. Während dieser Phase waren beide Testleiter mit der Rekrutierung von Testpersonen beschäftigt. Die Untersuchung war im Vorfeld durch Aushänge im Hochschulgebäude (vgl. Anhang 1) und Benachrichtigung einiger Professoren bekannt gemacht worden, was eine höhere Bereitschaft zur Teilnahme erzielte. Bei den Probanden an der HAW handelte es sich hauptsächlich um Studenten. Als Anreiz (Incentive) für die Teilnahme wurden Schokoriegel angeboten.

Vom dritten bis zum achten Tag fand der Test in den Räumen des Hamburger Marktforschungsunternehmens MW statt. Die Rekrutierung übernahm ein professioneller „Bagger“ (Mitarbeiter der Marktforschung der sich um die Anwerbung von Testpersonen kümmert). Die letzten zwei Tage wurde in der Lübecker Zweigstelle von MW getestet. Als Anreiz zur Teilnahme bot das Marktforschungsinstitut Schokoriegel, sowie Reinigungs- und Pflegeprodukte an.

Aus Zeit- und Kostengründen sind in der Stichprobe nur Personen aus Hamburg und Schleswig-Holstein vertreten. Insgesamt konnten während der zweiwöchigen Testphase 437 Personen getrackt werden. 44 Personen wurden aus der Studie ausgeschlossen, weil sie entweder keine Internetnutzer waren, die Aufnahme durch Blicke außerhalb des Bildschirms unterbrochen wurde, oder das Tracken aus anderen Gründen keine auswertungsgerechten Daten lieferte.

In einem Fragebogen wurden nach der Blickbewegungsmessung soziodemographische Daten der Testteilnehmer erhoben. Zusätzlich wurden sie zu ihrer Internetnutzung und den gezeigten Stimuli befragt.

Im Vergleich zur ARD/ZDF Online-Studie ist die Gruppe der 20-29 Jährigen in der Stichprobe stark überrepräsentiert (vgl. Abb. 16). Dies ist auf den Tatbestand zurückzuführen, dass die ersten zwei Testtage an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg stattfanden. Die Hochschule wurde deshalb ausgewählt, weil Studenten als bereitwillige Studienteilnehmer gelten, und die Rekrutierung von 500 Personen innerhalb von zwei Wochen eine hohe Teilnahmebereitschaft voraussetzte. Zusätzlich handelte es sich bei dem Bagger der Hamburger Niederlassung von MW um eine sehr jugendlich wirkende Person, die insbesondere junge Leute leicht von der Teilnahme an der Untersuchung überzeugen konnte.

Der Anteil der weiblichen gegenüber den männlichen Testpersonen war sehr ausgeglichen und nähert sich den Werten der ARD/ZDF Online-Studie an (vgl. Abb. 15).

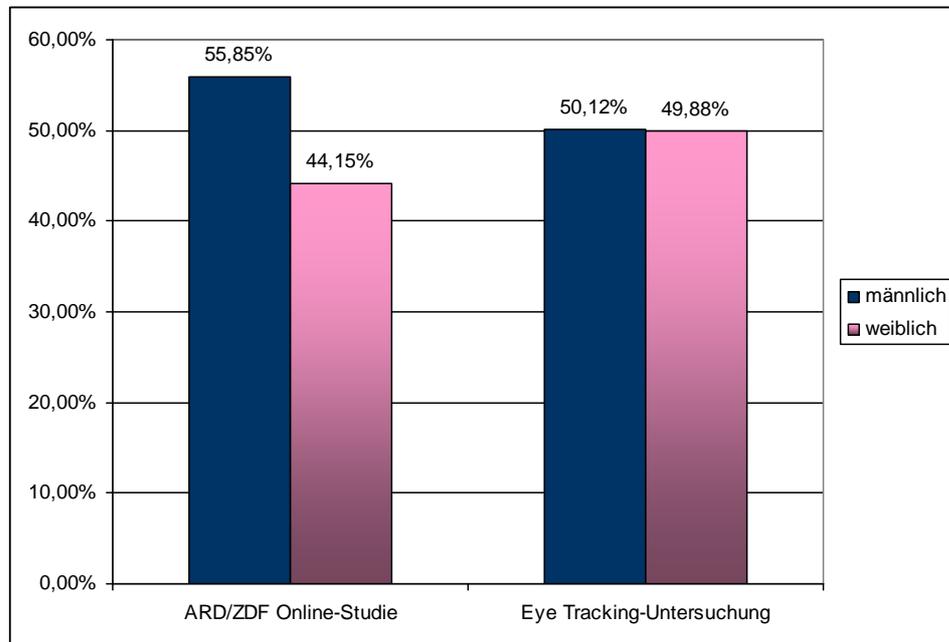


Abb. 15: Männer- und Frauenanteil an der Eye Tracking-Untersuchung im Vergleich zur ARD/ZDF Online-Studie (vgl. EIMEREN/FREES 2005, S.364)

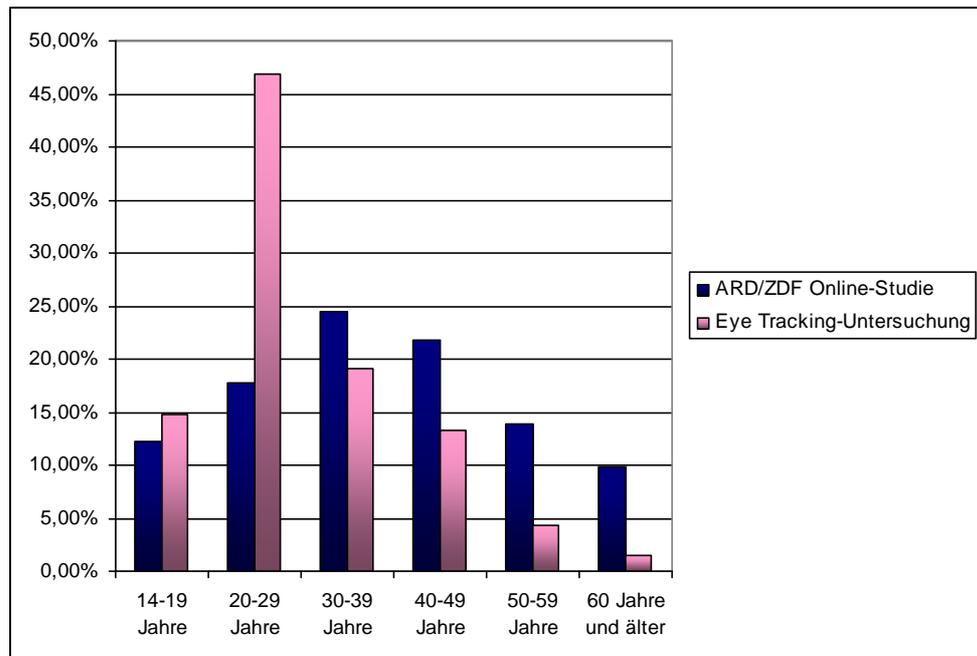


Abb. 16: Alterszusammensetzung bei der Eye Tracking-Untersuchung im Vergleich zur ARD/ZDF Online-Studie (vgl. EIMEREN/FREES 2005, S. 364)

Tätigkeit	Prozentualer Anteil
Vollzeit berufstätig	25,4 %
Teilzeit berufstätig	15,3 %
Hausfrau/-mann	4 %
In Ausbildung	46,9 %
In Um- bzw. Weiterbildung	1,4 %
Nicht mehr berufstätig	2,5 %
z. Zt. erwerbslos	4,5 %

Tabelle 11: Zusammensetzung der beruflichen Tätigkeit bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung

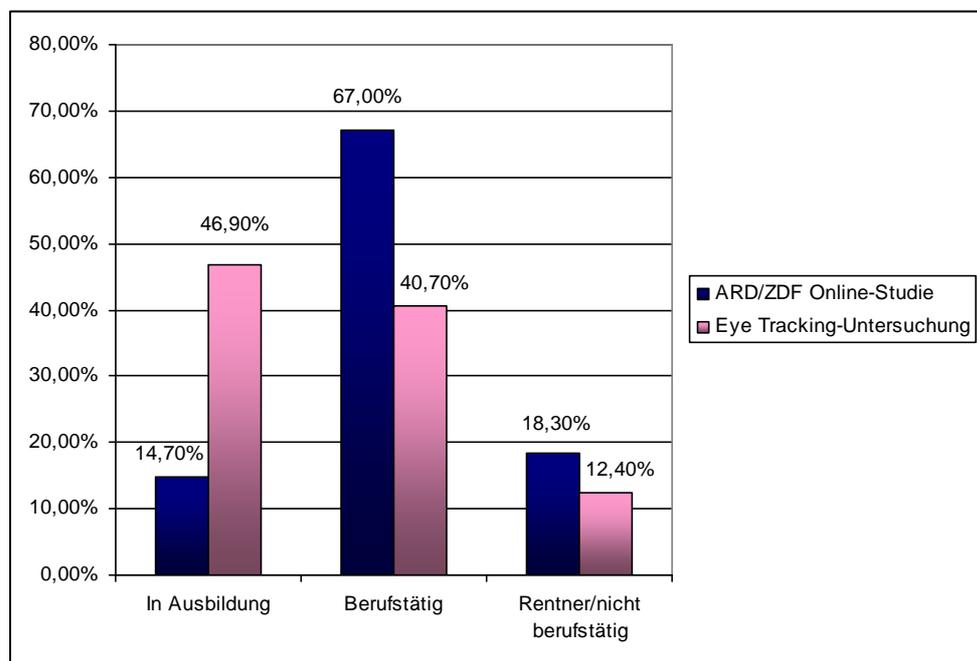


Abb. 17: Vergleich zwischen der Eye Tracking-Untersuchung und der ARD/ZDF Online-Studie (vgl. EIMEREN/FREES 2005, S. 364)

Auch bei der Zusammensetzung der beruflichen Tätigkeit machte sich der hohe Anteil an jungen Testteilnehmern in der Eye Tracking-Untersuchung bemerkbar (vgl. Tabelle 11).

Im Gegensatz zur ARD/ZDF Online-Studie sind die erfragten Daten zu diesem Bereich differenzierter. Um einen besseren Vergleich machen zu können, wurden die Gruppen an die Einteilung der ARD/ZDF Online-Studie angeglichen und „Vollzeit berufstätig“ und „Teilzeit berufstätig“ zu „Berufstätig“ zusammengefasst. Der Wert für die Gruppe „Rentner/nicht berufstätig“ ergibt sich aus den prozentualen Anteilen von „Hausfrau/-mann“, „in Um-

bzw. Weiterbildung“, „nicht mehr berufstätig“ und „z. Zt. erwerbslos“ (vgl. Abb. 17).

Um die weniger repräsentierten Altersgruppen zu stärken, wurden ab dem fünften Testtag nur noch Personen ab 30 Jahren rekrutiert. Als Hindernis bei der Anwerbung von „älteren“ Leuten erwies sich die Zeit zu der der Test stattfand. Es kann angenommen werden, dass die Zielgruppe „Berufstätige“ im Alter von 30 bis 59 Jahren zwischen 10 und 18 Uhr berufsbedingt schlecht erreichbar ist. Außerdem fiel die Testphase in den Zeitraum der Fußballweltmeisterschaft, weshalb an einigen Tagen ab 14 Uhr keine Personen mehr zu rekrutieren waren.

Trotz der Abweichung von den Zahlen der ARD/ZDF Online-Studie soll sich die Auswertung auf die in dieser Untersuchung gewonnenen Daten stützen. Als Grund hierfür kann die Studie von Josephson und Holmes (2004) angeführt werden, die zu dem Ergebnis kommt, dass das Alter keinen Einfluss auf die Blickbewegung nimmt. Außerdem konnte Eimeren und Frees (2005) feststellen, dass 96 Prozent aller 14 bis 19 Jährigen, und 83 Prozent aller 20 bis 39 Jährigen, aktiv das Internet nutzen. Bei den 40 bis 49 Jährigen sind es nur 75 Prozent.

## 11.2 Das Stimulusmaterial

Laut der ARD/ZDF Online-Studie 2005 (S. 366) besteht das Internet aus drei Säulen:

1. Kommunikation
2. Information
3. Shoppingcenter

Um alle drei Bereiche in dieser Studie zu berücksichtigen wurden die Seiten des Kommunikationsunternehmens Deutsche Telekom, <http://www.t-online.de>, des Nachrichtenportals Spiegel Online, <http://www.spiegel-online.de>, und des Versandhauses Otto, <http://www.otto.de>, als Stimuli verwendet. Alle drei Unternehmen hatten zuvor ihre Einwilligung gegeben und die Nutzung ihrer Internetseiten gestattet.

Folgende Screenshots wurden am 06. und 09. Juni 2006 gemacht und den Probanden während der Testphase zwischen dem 12. und dem 23. Juni gezeigt:

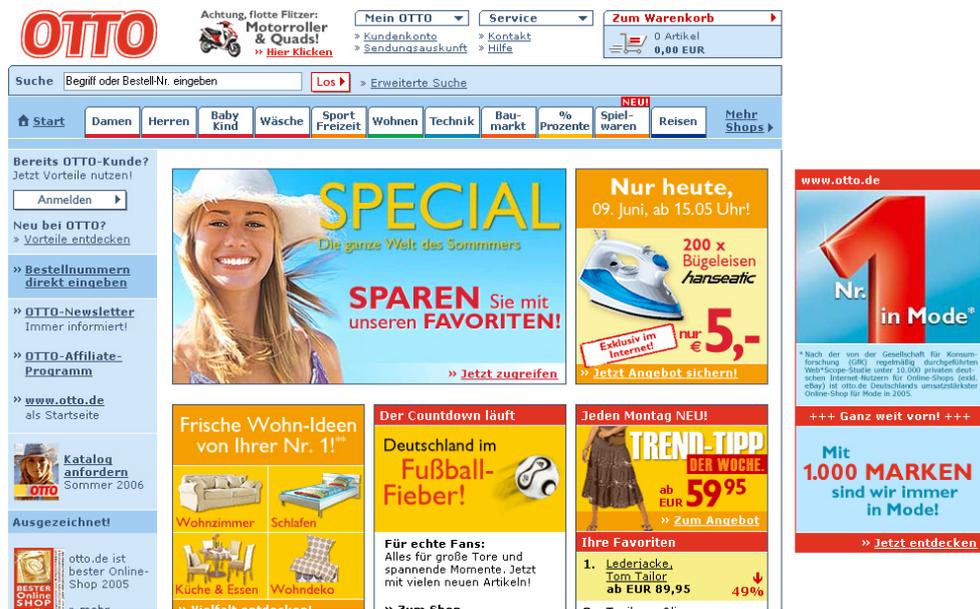


Abb. 18: Screenshot der Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de) vom 09.06.2006 (vgl. OTTO 2006)



Abb. 19: Screenshot der Internetseite [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de) vom 06.06.2006 (vgl. SPIEGEL ONLINE 2006)

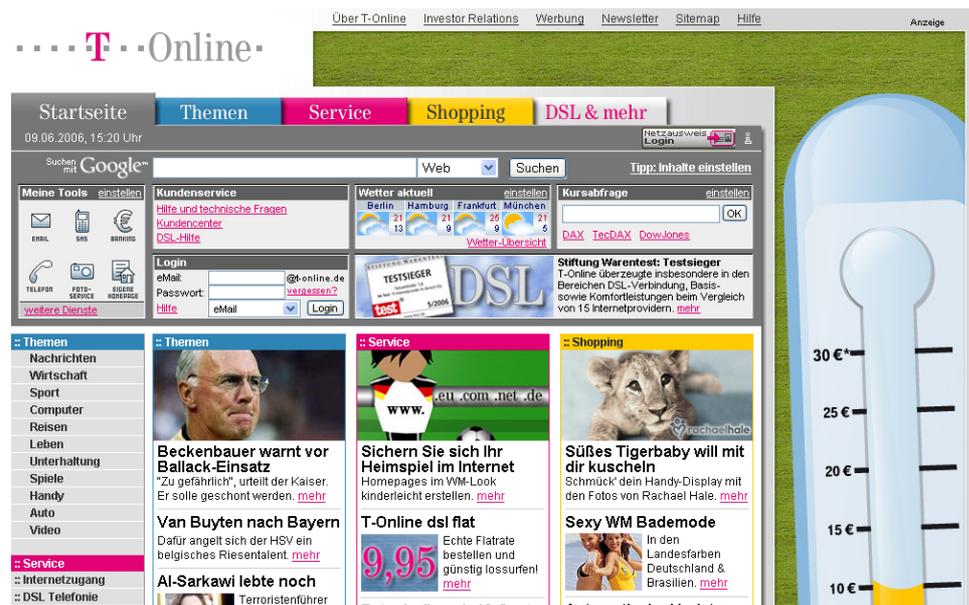


Abb. 20: Screenshot der Internetseite www.t-online.de vom 09.06.2006 (vgl. T-ONLINE 2006)

Alle drei Screenshots wurden so bearbeitet, dass sie auf dem Bildschirm des Tobii Eye Trackers mit der Standardauflösung 1024 x 768 Pixel optimal dargestellt wurden. Die Bilder hatten das Format JPEG und wurden den Probanden in einer Slideshow gezeigt. Jede Seite wurde genau zehn Sekunden eingeblendet, da die erste Orientierungsphase auf Internetseiten nicht länger als 10 bis 15 Sekunden andauert (vgl. HAMBORG et al. 2005, S. 22). Zwischen den einzelnen Slides war für jeweils drei Sekunden ein grauer Hintergrund sichtbar, um die erste Fixation auf der neu erscheinenden Seite nicht von der letzten Fixation auf dem vorhergegangenen Stimulus abhängig zu machen. Um Positionseffekte zu vermeiden wurden sechs verschiedene Slideshows erstellt, die den Probanden abwechselnd gezeigt wurden. So konnte sichergestellt werden, dass der Einfluss dieser Störvariablen durch Parallelisierung minimiert wurde. Eine Fixation wurde als relativer Augenstillstand von mindestens 100 ms definiert, was in der Literatur als Minimum für eine Fixation gewertet wird (vgl. Abschnitt 2.2.1). Bei der Spiegel Online Seite war zusätzlich darauf geachtet worden, dass es sich bei der ersten Nachricht auf der Seite nicht um Meldung handelte, die an ein bestimmtes Datum gebunden war. Dies hätte sonst einen zu großen Einfluss auf die Blickbewegung nehmen können.

## 11.3 Der Tobii Eye Tracker

Für die Studie wurde ein Eye Tracker des Modells Tobii verwendet (siehe Abb. 21). Bei diesem Gerät handelt es sich um ein „table-mounted“ System, einen Monitor in dessen unterem Bereich sich eine integrierte Infrarot Kamera befindet. Diese ist so angebracht, dass der Proband sie nicht sieht und ohne einen entsprechenden Hinweis auch nicht wahrnimmt. Auf diese Weise kommt das aufgenommene Blick- und Surfverhalten der natürlichen Verhaltensweise näher als bei Verfahren, bei denen die Probanden einen Helm tragen (vgl. TOBII TECHNOLOGY AB 2004). Der Eye Tracker misst den bereits weiter oben beschriebenen Corneareflex, der durch die Infrarot-Kamera hervorgerufen wird (siehe Abschnitt 2.3.3).



Abb. 21: Eye Tracker der Marke Tobii (vgl. TOBII TECHNOLOGY AB 2004)

Die Aufnahmegeschwindigkeit des Eye Trackers beträgt 50 Frames per Second (fps), was einer hohen Frequenz in Relation zu den meisten Kinofilmen entspricht, die in 24 fps gedreht werden. Die Genauigkeit der Aufnahme liegt bei 0,5 Grad. Befindet sich ein Proband in 60 cm Entfernung zum Eye Tracker, so toleriert dieser Kopfbewegungen von 30 x 16 x 20 cm, ohne dass die Aufnahme unterbrochen wird. Der Tobii Eye Tracker wiegt etwa 10 Kilo. Über Firewire und USB kann das Gerät mit fast jedem PC oder Laptop verbunden und betrieben werden, wenn zuvor ein entsprechender Server (TET-Server 2.9.9) auf dem Rechner installiert wurde. Zu dem Blickbewegungsmesser gehört auch die Software Clearview der Version 2.6.3 über die Aufnahme, Analyse und Datenexport durchgeführt werden können.

Während der Eye Tracking-Studie wurde das Blickbewegungsmessgerät mit einem Computer verbunden, auf dem die Aufzeichnungen gesichert wurden.

Auch Tastatur und Maus gehörten zur Ausrüstung, wurden aber nur für die Bedienung des PCs durch den Testleiter verwendet. Der Proband hatte nicht die Möglichkeit auf den gezeigten Stimuli zu navigieren.

## 11.4 Aufgaben und Instruktionen

Die Instruktion von Testpersonen kann eine unabhängige Variable darstellen. Aus diesem Grund ist es nicht unbedeutend wie eine Aufgabe formuliert wird, da die Art und Weise wie dies geschieht das Ergebnis der Blickbewegungsmessung beeinflussen kann. Laut Huber (1997) sollte die Anleitung so kurz wie möglich und so lang wie nötig sein. Statt Fachausdrücken ist es besser einfache Sprachkonstruktionen zu verwenden, damit auch Laien verstehen was von ihnen erwartet wird. Außerdem ist es wichtig kein Wissen auf Seiten der Testpersonen vorauszusetzen.

Während der Testphase wurden zwei Testleiter eingesetzt. So konnte immer eine Person den Test durchführen und die andere sich der Anwerbung bzw. dem Vortest und der Betreuung beim Ausfüllen des anschließenden Fragebogens widmen. Um zu gewährleisten, dass beide Testleiter genau dieselben Informationen an die Teilnehmer weitergeben, wurde im Vorfeld der Testphase ein Leitfaden entwickelt.

### 11.4.1 Der Leitfaden

#### **LEITFADEN Eye Tracking-Methodentest, 12.06.06**

Datum: \_\_\_\_\_

Interviewer: \_\_\_\_\_

##### ***Vor dem Eye Tracking:***

- *Bei der Anwerbung wird dem Probanden kurz erklärt worum es bei dem Test geht. Je nach Interesse sollen unterschiedliche Aspekte erläutert werden.*
- *Konnte die Person von der Teilnahme überzeugt werden wird ein kurzer Sehtest durchgeführt.*

- *Wurde der Sehtest bestanden (es konnten die ersten zwei Buchstabenzeilen einwandfrei vorgelesen werden) wird die Testperson (TP) gebeten sich vor den Eye Tracker zu setzen. Konnten die Buchstaben nicht erkannt werden muss die Person von der Teilnahme ausgeschlossen werden.*
- *Der Testleiter vergibt für jede TP eine Nummer.*
- *Der TP wird ein Test auf Farbenblindheit vorgelegt. Das Ergebnis hat keinen Einfluss auf die Teilnahme.*
- *Wenn der Teilnehmer in ausreichender Entfernung zum Eye Tracker Platz genommen hat, erfolgt die Instruktion durch den ersten Testleiter (TL):*

#### Begrüßung:

vielen Dank für Ihre Teilnahme. Mein Name ist \_\_\_\_ . Im Rahmen einer Diplomarbeit führen wir einen Eye Tracking-Test durch, bei dem Ihre Blickbewegung auf drei verschiedenen Internetseiten aufgezeichnet werden soll.

Im unteren Bereich dieses Bildschirms ist eine Infrarot-Kamera integriert die Ihre Blickbewegungen aufzeichnen wird.

#### Kalibrierung (Einstellen der Infrarot-Kamera auf die Pupillen der TP):

Gleich erscheinen auf dem Bildschirm mehrere Punkte. Bitte sehen Sie sich diese Punkte der Reihe nach an.

à Die Ergebnisse der Kalibrierung sind gut. Wir können jetzt mit dem eigentlichen Test beginnen.

#### Test:

Bitte sehen Sie sich die gleich erscheinenden Webseiten so an, als hätten Sie die Homepage gerade von Zuhause aufgerufen. Jede Seite erscheint für zehn Sekunden, dazwischen ist jeweils eine kurze Pause. Sehen Sie bitte weiterhin auf den Bildschirm.

#### Verabschiedung:

Nun möchte ich Sie noch um das Ausfüllen eines Fragebogens bitten. Mein Kollege wird Ihnen dabei behilflich sein.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

- *Nach dem Test werden die Daten der Aufzeichnung unter der TP-Nummer gespeichert.*
- *Während der Proband den Fragebogen ausfüllt steht der zweite TL im Hintergrund um eventuell auftretende Fragen beantworten und Hilfestellungen geben zu können.*
- *Nach Abgabe des Fragebogens bedankt sich der zweite TL beim Testteilnehmer und bietet ihm ein Incentive an.*

Während des Tests an der HAW wurde bei den meisten Probanden auf das Siezen verzichtet. Da es sich bei diesen Teilnehmern größtenteils um Studenten handelte, hätte das Siezen eine unnatürliche Distanz aufgebaut, da beide Testleiter selbst Mitte 20 waren. An der Hochschule wurde zudem die halbjährige Internetnutzung vorausgesetzt. Nach diesem Aspekt wurde nicht vor dem Test, sondern erst beim Ausfüllen des Fragebogens gefragt. Während der Testphase bei MW wurde dem Bagger aufgetragen nur Personen zu rekrutieren, die seit mehr als einem halben Jahr persönlich und aktiv das Internet nutzen. Inwieweit auf Fragen vor dem eigentlichen Test eingegangen wurde hing vom Interesse der Teilnehmer ab. Teilweise wurde das Verfahren des Eye Trackings sehr intensiv diskutiert. Um keine Störvariablen zu produzieren, gingen die Testleiter während des Vorgesprächs weder auf die Art der Stimuli noch auf die konkrete Fragestellung ein. Wenn sehr viele Personen Interesse am Eye Tracking zeigten, wurden die Probanden gebeten die ersten zwei Seiten des Fragebogens schon im Vorfeld auszufüllen. Die dritte Seite sollte erst nach dem Test beantwortet werden, da sich auf ihr Fragen zu den Stimuli befanden. Interessierte Probanden hatten die Möglichkeit sich ihre Scanpfade und Aufmerksamkeitsverteilungen nach dem Test zeigen zu lassen.

## 11.4.2 Der Fragebogen

Im Anschluss an die Blickbewegungsmessung wurden in einem Fragebogen Daten der Testpersonen erhoben (s. Anhang 2). Im ersten von vier Abschnitten wurde nach soziodemographischen Angaben wie Geschlecht, Alter und Beruf gefragt, um in der Auswertung einen Vergleich zwischen den Daten der ARD/ZDF Online-Studie und den gesammelten Werten machen zu können. Der zweite Teil beschäftigte sich mit der Sehfähigkeit. Bei vielen Eye

Trackern ergeben sich während der Kalibrierung Probleme mit Brillenträgern. Insbesondere Gleitsichtbrillen erschweren die eindeutige Erkennung der Pupille. Um festzustellen, inwieweit das Tragen einer Brille Einfluss auf die Kalibrierung der Testpersonen hat, wurden die Probanden zu diesem Aspekt befragt. Zusätzlich sollten Farbenblindheit und Rot-Grün-Schwächen festgehalten werden, weshalb die Teilnehmer gebeten wurden vor dem Eye einen entsprechenden Test zu machen (s. Abb. 22-24):

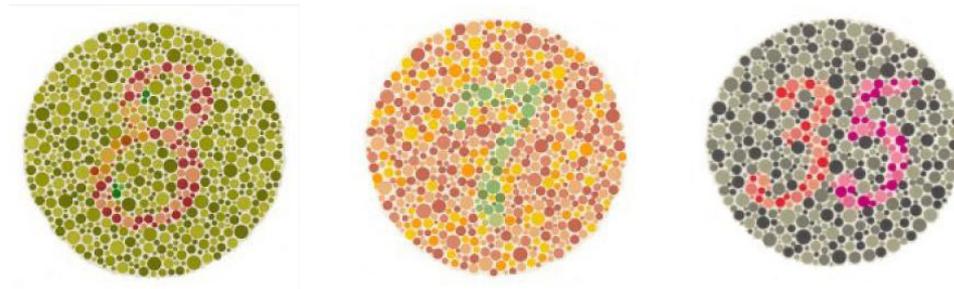


Abb. 22-24: Test auf Farbenblindheit (vgl. FARBSEHTEST 2005)

Im dritten Teil wurde die Internetnutzung der Teilnehmer erfragt. Kreuzte ein Proband bei der Frage, ob er persönlich und aktiv das Internet nutze, ein „Nein“ an, so wurde dies als Ausschlusskriterium gewertet. Die anderen Fragen gingen darauf ein, seit wann, wie häufig und wie lang das Internet genutzt wird. Während des Ausfüllens wurde vom Testleiter darauf hingewiesen, dass das Abrufen von e-Mails in dieser Untersuchung nicht der Internetnutzung zugerechnet wird. Es sollte sich eindeutig um eine aktive Anwendung handeln.

Im letzten Teil sollten themenspezifische Angaben gemacht werden. Die Testpersonen wurden gebeten anzugeben, ob und wann sie die gezeigten Websites aufgerufen hatten. Diese Daten ermöglichen Vergleiche zwischen Personen, die ein Angebot regelmäßig nutzen, und es deshalb gut in Erinnerung haben, und denen, die eine Seite zum ersten Mal sehen. Es ist anzunehmen, dass sich bei regelmäßigen Nutzern spezielle Blickpfade entwickelt haben (vgl. NOTON/STARK 1971).

## 11.5 Umgang mit dem Messsystem

Vor der eigentlichen Blickbewegungsmessung mussten einige Einstellungen am Eye Tracker vorgenommen werden. Da die Augen von zwei Personen

selten in exakt derselben Entfernung und Höhe liegen, und auch die Größe der Pupille variieren kann, musste die Kamera des Gerätes vor jedem Test auf den neuen Teilnehmer eingestellt werden. Dieser Vorgang heißt Kalibrierung (oder auch Kalibration) und wird von Heinsen (2003) folgendermaßen definiert: „Unter Kalibration versteht man den Vorgang, die ‚rohen‘ Blickbewegungen auf Bildschirmkoordinaten zu beziehen. (S. 157)“. Da die Koordinaten der Bildschirmpunkte bekannt sind, kann der Blick zu diesen in Beziehung gesetzt werden.

Der Proband wurde gebeten in etwa 60 cm Entfernung vom Monitor Platz zu nehmen und bequem und gerade zu sitzen, um größere Bewegungen während des Tests zu vermeiden. Diese werden in einem gewissen Maß zwar toleriert, können die Aufnahme aber auch unterbrechen (vgl. Abschnitt 11.3). Kann der Eye Tracker die Augen der Testperson identifizieren, so erscheinen in einem hierfür vorgesehenen Quadrat zwei weiße Punkte (vgl. Abb. 25).

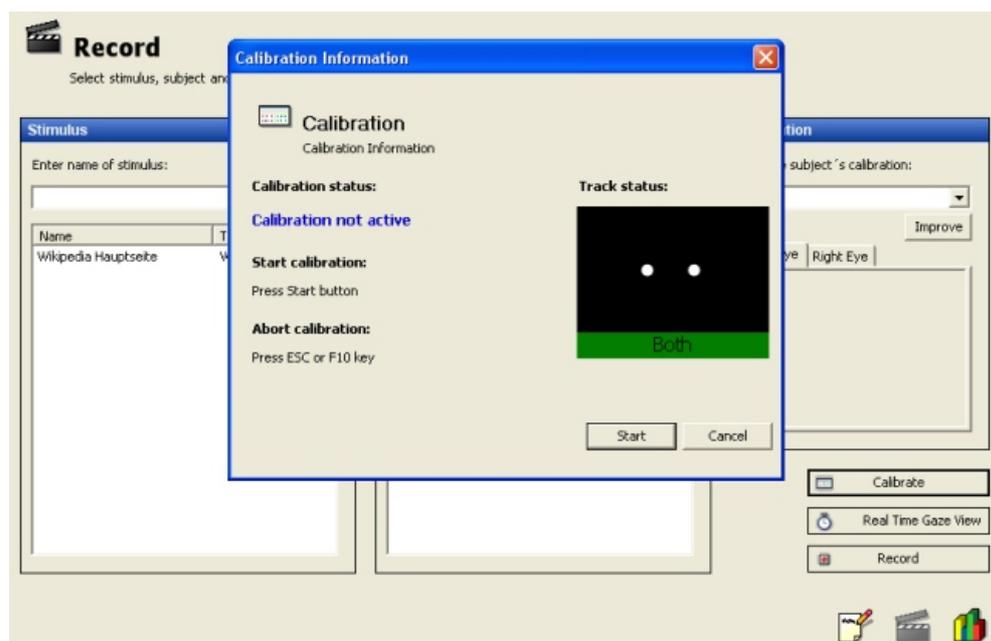


Abb. 25: Bildschirmansicht während der Kalibrierung

Während der Kalibrierung wurden den Probanden mehrere Punkte nacheinander auf dem Bildschirm gezeigt. Um ein gutes Ergebnis zu erzielen sollten laut Empfehlung des Herstellers mindestens neun Punkte gezeigt werden (vgl. TOBII TECHNOLOGY AB 2004).

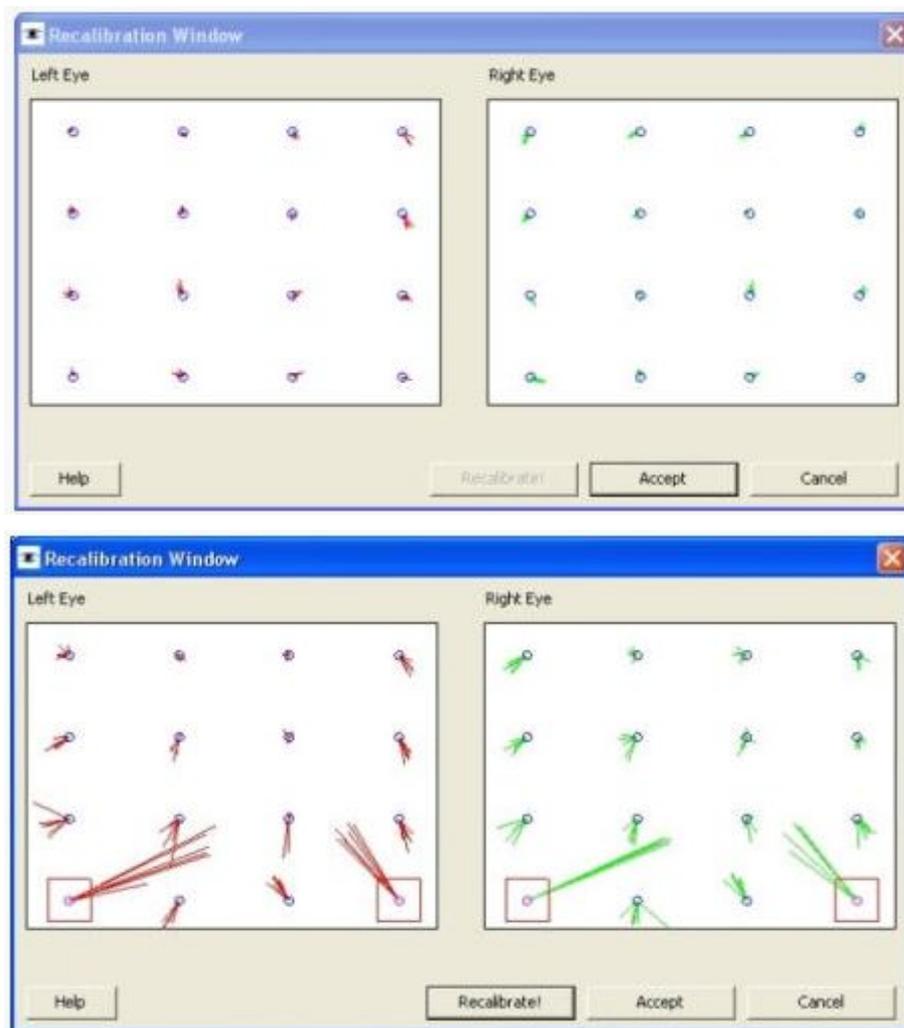


Abb. 26-27: Gutes Kalibrierungsergebnis, schlechtes Kalibrierungsergebnis

Die Ergebnisdarstellung der Kalibrierung gibt Aufschluss darüber wie gut eine Person getrackt werden konnte (vgl. Abb. 26 und 27). Bei sehr starken Abweichungen markiert das System die problematischen Punkte und die Kalibrierung wurde wiederholt, um eine gute Datenqualität zu gewährleisten. Nach erfolgreicher Kalibrierung wurde die Aufnahme gestartet. Während des gesamten Tests war es dem Testleiter möglich auf einem zweiten Monitor die Augenposition des Probanden zu verfolgen. Bewegte dieser seinen Kopf aus dem Feld der Kamera, hatte der TL dieses durch einen Hinweis zu korrigieren oder die Daten der Testperson gegebenenfalls von der Untersuchung auszuschließen.

## 11.6 Untersuchungsumgebung

Die Gestaltung der Testumgebung kann ebenso Einfluss auf den Versuchsablauf nehmen wie die Instruktion. Allgemein ist es wichtig darauf zu achten, dass der Raum gut temperiert und durchlüftet ist. Die Teilnehmer sollten keine Möglichkeit haben sich im Voraus über den Test zu unterhalten und Vermutungen über die an sie gestellten Erwartungen zu äußern (vgl. HUBER 1997). Um periphere Informationen, die die Personen während des Tests ablenken könnten, zu kontrollieren, wurde der Testbereich durch Trennwände abgeschirmt (vgl. Abb. 28 und 29). Durch Lichtquellen hervorgerufene Reflektionen auf den Augen wurden dadurch vermieden, dass der Eye Tracker in der Nähe von Fenstern positioniert wurde. Da der Test im Juni stattfand, war es auch am späten Nachmittag noch hell genug um alle Einzelheiten ohne zusätzliche Leuchtmittel erkennen zu können. Sonneneinstrahlung auf den Bildschirm kam nicht vor.

Der Testleiter saß während der Testdauer von etwa fünf Minuten schräg neben den Probanden und konnte die Augenposition auf dem zweiten Monitor verfolgen. Während des Trackings wurde nicht gesprochen, um die Blickbewegungen nicht zu verfälschen.

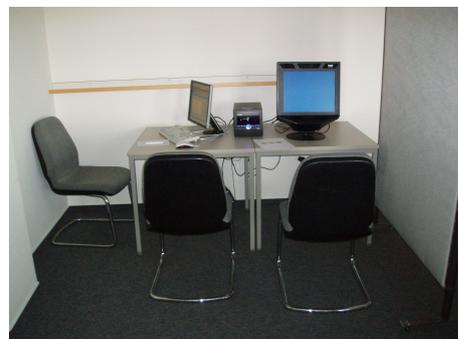


Abb. 28-29: Testlabor der Firma MW in Hamburg (links), Testlabor der Firma MW in Lübeck (rechts)

## 11.7 Pilotstudie

Vor der eigentlichen Eye Tracking-Untersuchung fand eine kurze Pilotstudie innerhalb der Firma SirValUse statt. Sie sollte dazu dienen, die Zeit der Testdurchführung einzuschätzen, technischen Problemen vorzubeugen, die Stimuli zu testen und den Fragebogen zu evaluieren. Der Test wurde zwei

Wochen vor der Feldphase mit 22 Mitarbeitern des Unternehmens durchgeführt. Da es sich bei den Testpersonen ausschließlich um erfahrene Usability-Experten handelte, konnten in Gesprächen nach der Testdurchführung viele Verbesserungsempfehlungen generiert werden. Folgende Änderungen wurden vor der Testphase umgesetzt:

- Die Auflösung der JPEG-Bilder wurde optimiert.
- Die Aufgabenstellung für die Blickbewegungsmessung wurde präzisiert.
- Ein Sehtest wurde der Blickbewegungsmessung ebenso vorgeschaltet wie ein Test auf Farbenblindheit.
- Es wurden Stühle gewählt, die das Wippen oder Schaukeln der Probanden nicht unterstützen.
- Die Fragestellungen zur Internetnutzung wurden präzisiert.

Probleme bei der Serverinstallation für den Eye Tracker konnten während des Vortests behoben werden und traten während der Testphase nicht auf.

## 12. Auswertung

### 12.1 Soziodemographie:

Die soziodemographischen Angaben der Probanden eignen sich für einen Vergleich mit den Ergebnissen der ARD/ZDF Online-Studie. Sie können Aufschluss darüber geben, aus welchen Teilnehmern sich die Untersuchung im Einzelnen zusammensetzt.

#### 12.1.1 Sehhilfe

Über die Hälfte aller Probanden trug keine Brille oder Kontaktlinsen (vgl. Tabelle 12). Damit sichergestellt werden konnte, dass alle Testteilnehmer in der Lage waren die Stimuli einwandfrei zu erkennen, wurde vor der eigentlichen Blickbewegungsmessung ein Sehtest gemacht.

Ich trage immer eine Brille	20,9%
Ich trage am PC und zum Lesen eine Brille	13,7%
Ich trage Kontaktlinsen	8,1%
Ich trage keine Brille	57,3%

Tabelle 12: Prozentualer Anteil der Brillen- und Kontaktlinsenträger in der Eye Tracking-Untersuchung

34,6 Prozent der Teilnehmer waren Brillenträger. In Einzelfällen kam es bei diesen Personen zu Problemen bei der Feineinstellung der Infrarot-Kamera. Aufgrund fehlender Informationen bei der Kalibrierung von Brillenträgern mussten 3,9 Prozent der insgesamt 439 getesteten Personen von der Studie ausgeschlossen werden.

Ein Prozent aller Teilnehmer war farbenblind. Dieser Wert spiegelt sich auch in der Eye Tracking-Studie wider. Insgesamt ist weniger als ein Prozent der deutschen Gesamtbevölkerung von Farbenblindheit beeinträchtigt (vgl. EN ISO 9241-8 1997).

Von einer rot-grün Schwäche sind insgesamt wesentlich mehr Personen betroffen, als von vollständiger Farbenblindheit. In der Gesamtbevölkerung beträgt ihr Anteil etwa 8 Prozent. In der Untersuchung trat diese Schwäche bei rund 8,6 Prozent aller Teilnehmer auf (vgl. EN ISO 9241-8 1997). Weder Farbenblindheit noch rot-grün Schwäche waren ein Ausschlusskriterium für die Teilnahme an dieser Studie.

## 12.1.2 Internetnutzung

Alle Testteilnehmer besaßen seit mindestens sechs Monaten einen Internetanschluss. 72 Prozent waren seit drei Jahren oder länger online und mit der Nutzung von Internetangeboten vertraut (vgl. Abb. 30). Rund 28 Prozent hatten seit sechs Monaten bis drei Jahren Erfahrung mit Webseiten. Personen, die zwar über einen Zugang zum Internet verfügten, aber erst vor weniger als sechs Monaten zum ersten Mal online waren, wurden von der Datenerhebung ausgeschlossen. Es sollten nur die Blickbewegungen von geübten Nutzern getrackt werden, da diese Nutzergruppe der Theorie von Noton und Stark (1971) zufolge bestimmte Blickbewegungsmuster bei der Betrachtung von Webseiten ausgebildet hat.

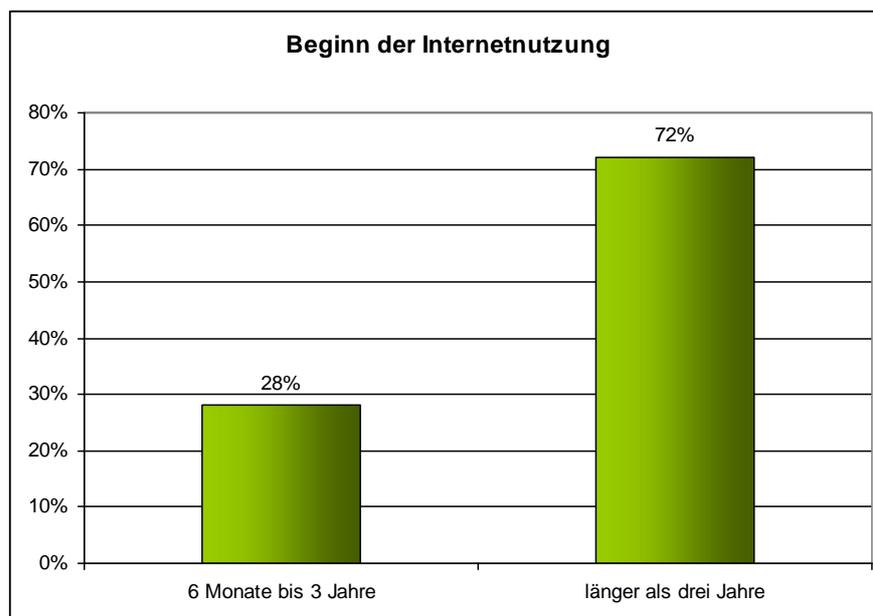


Abb. 30: Beginn der Internetnutzung bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung

Hinsichtlich der Häufigkeit der Internetnutzung sollten die Probanden angeben, wie oft sie in der Woche durchschnittlich das Internet nutzen. Die Mehrheit der Befragten (51,7 Prozent) gab an, mehrmals täglich eine Website aufzurufen (vgl. Abb. 31). 7,8 Prozent der Testpersonen kreuzte an, seltener als einmal in der Woche online zu sein.

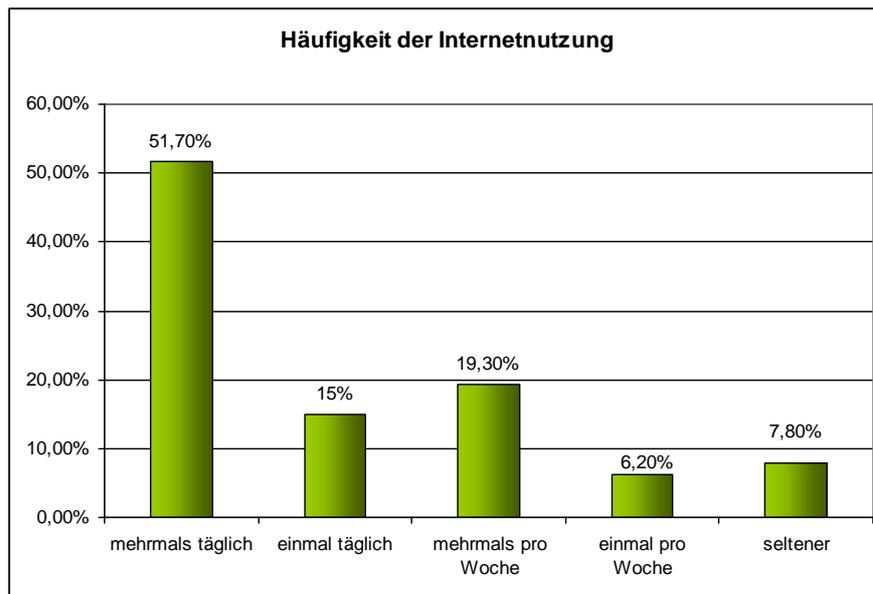


Abb. 31: Häufigkeit der Internetnutzung bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung

Die durchschnittliche Nutzungsdauer des Internets lag bei den meisten Probanden zwischen 3,5 und zehn Stunden pro Woche. 25 Prozent aller Teilnehmer gaben an bis zu zehn Stunden und mehr wöchentlich mit „aktiver Internetnutzung“ zu verbringen. 35,7 Prozent nutzten das Internet seltener als 3,5 Stunden in der Woche (vgl. Abb. 32). Inwieweit die Personen, die seltener als einmal die Woche das Internet aufrufen, auch die Personen sind, die weniger als 3,5 Stunden in der Woche online verbringen, wurde in dieser Untersuchung nicht festgestellt. Es ist jedoch anzunehmen, dass hier ein Zusammenhang besteht. Nichtsdestotrotz ist der Anteil der geübten Internetnutzer hoch. Bei diesem Aspekt wurde kein Unterschied zwischen privater und beruflicher Internetnutzung gemacht.

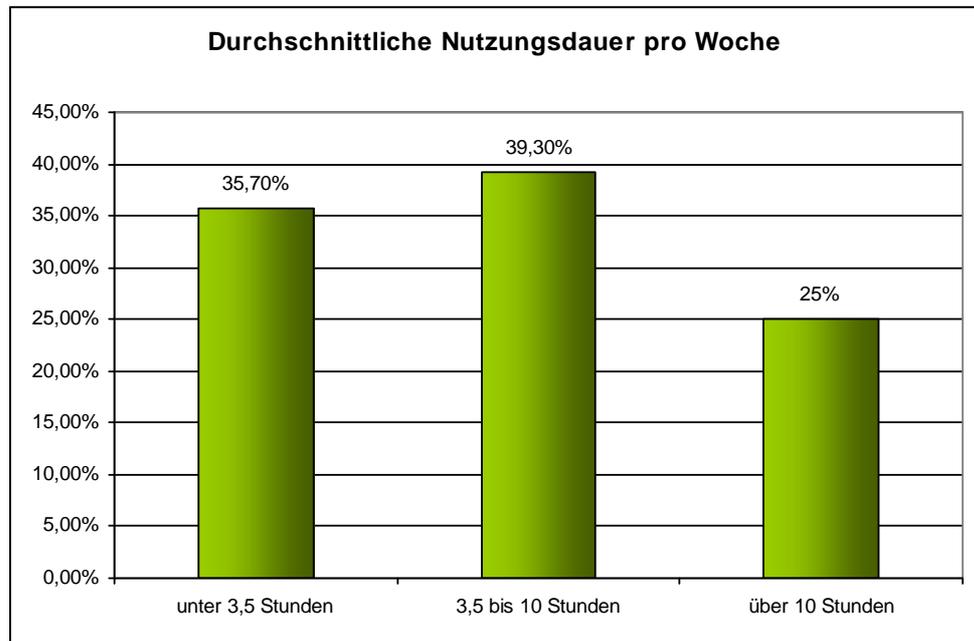


Abb. 32: Durchschnittliche Nutzungsdauer des Internets pro Wochen bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung

### 12.1.3 Bekanntheit der getesteten Internetseiten

Im Anschluss an die Blickbewegungsmessung wurde nach der Bekanntheit der als Stimuli dargebotenen Internetseiten gefragt. Dabei ging es darum, von den Testteilnehmern zu erfahren, ob sie das jeweilige Onlineangebot bereits selbst aufgerufen hatten. Die alleinige Kenntnis der Existenz der Seite wurde nicht als Bekanntheit gewertet. Auf diese Weise soll es in einer eventuell später stattfindenden firmeninternen Untersuchung möglich sein, die Blickbewegungen von den Personen, die mit einem Onlineangebot vertraut sind, von denen zu unterscheiden, die eine Seite zum ersten Mal sehen. So könnte beispielsweise die Bedeutung des Erlernens eines Interfaces für die Blickbewegungen bewertet werden.

#### 12.1.3.1 Bekanntheit der Internetseite der Otto GmbH und Co KG

Rund 66 Prozent der Testteilnehmer kannten die Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de). Die restlichen Personen hatten teilweise Kenntnis von der Existenz dieses

Onlineangebots. Da es sich bei der Internetpräsenz der Otto GmbH und Co KG um ein Einkaufsseite handelt, auf der man unter anderem Kleidung bestellen kann, ist nachvollziehbar, weshalb die Mehrheit der Probanden (36,9 Prozent) angab, dieses Angebot innerhalb des letzten halben Jahres aufgerufen zu haben (vgl. Abb. 33). Anders als Gegenstände des täglichen Gebrauchs zählen Kleidungsstücke und Möbel zu den Anschaffungen, für die seltener Geld ausgegeben wird.

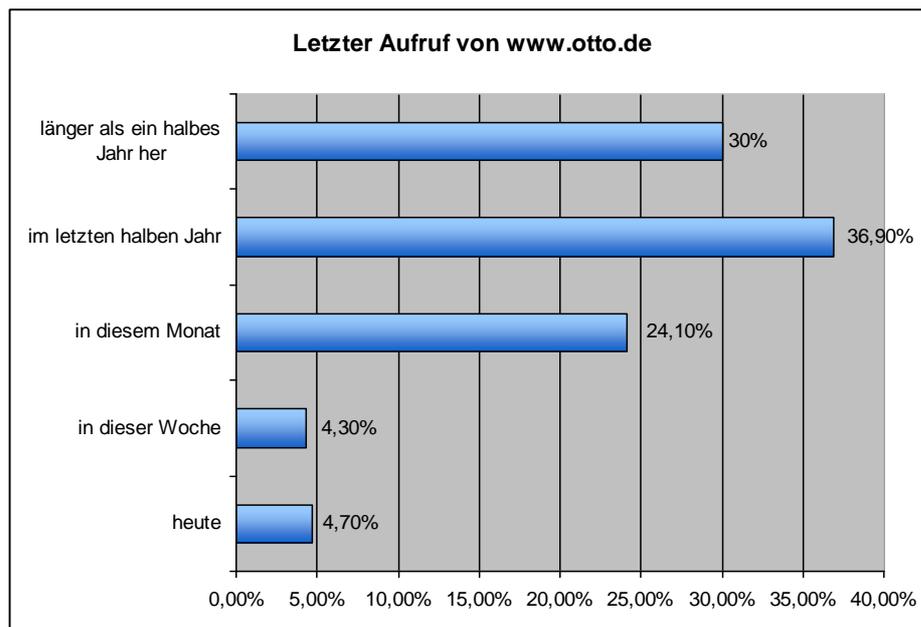


Abb. 33: Letzter Aufruf der Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de) bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war

### 12.1.3.2 Bekanntheit der Internetseite der Spiegel Online GmbH

Die Bekanntheit von [www.otto.de](http://www.otto.de) und [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de) liegt bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung in etwa gleich. 64 Prozent war die Seite der Spiegel Online GmbH durch Besuch des Angebots bekannt. Dass über 28,8 Prozent der Befragten die Seite „in dieser Woche“ aufrufen, kann auf den hohen Aktualitätsgehalt des Inhalts zurückgeführt werden (vgl. Abb. 34). Spiegel Online ist ein Nachrichtenportal, das mehrmals täglich aktualisiert wird. So findet der Nutzer immer wieder neue Informationen vor, was diesen hohen Prozentanteil erklären könnte.

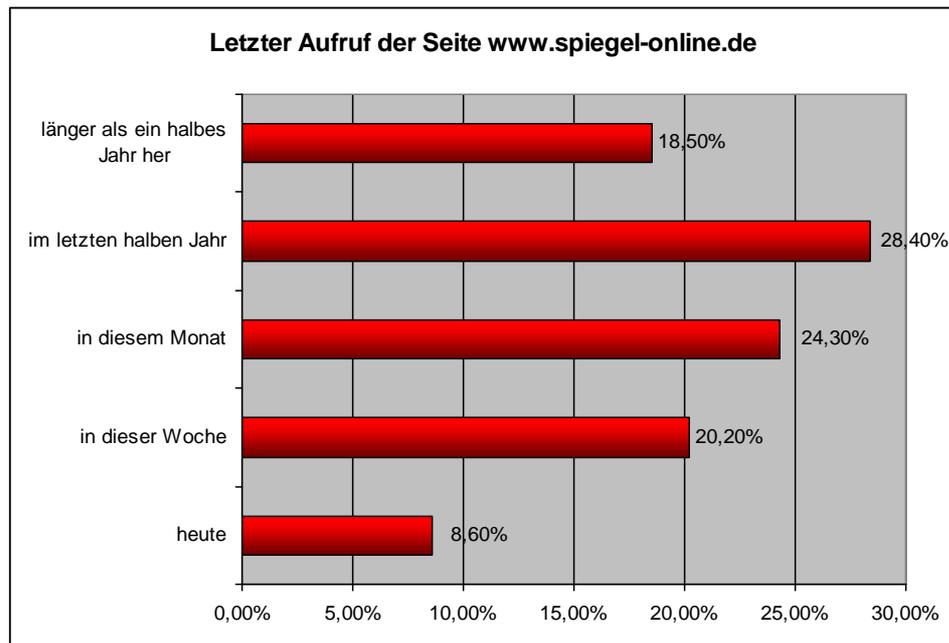


Abb. 34: Letzter Aufruf der Internetseite [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de) bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war

### 12.1.3.3 Bekanntheit der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online

T-Online ist die bekannteste Website der Untersuchung. 74,9 Prozent der Teilnehmer war schon einmal auf dieser Seite. Der Anteil der Nutzer, deren Besuch ein halbes Jahr oder länger zurückliegt, ist allerdings mit etwa 60 Prozent relativ hoch (vgl. Abb. 35). Ein Grund für die Bekanntheit könnte darin liegen, dass es sich bei T-Online um einen Provider handelt, der Internetanschlüsse anbietet. Die 60 Prozent könnten sich also aus potentiellen Kunden zusammensetzen. In der Studie wurde nicht erhoben, über welchen Anbieter die Testpersonen das Internet anwählen. Durch Kommentare von Seiten der Probanden erfuhren die Testleiter, dass zu den häufigen Nutzern von [www.t-online.de](http://www.t-online.de) unter anderem Personen zählen, die zum Beispiel ihren e-Mail Account über diese Seite aufrufen.

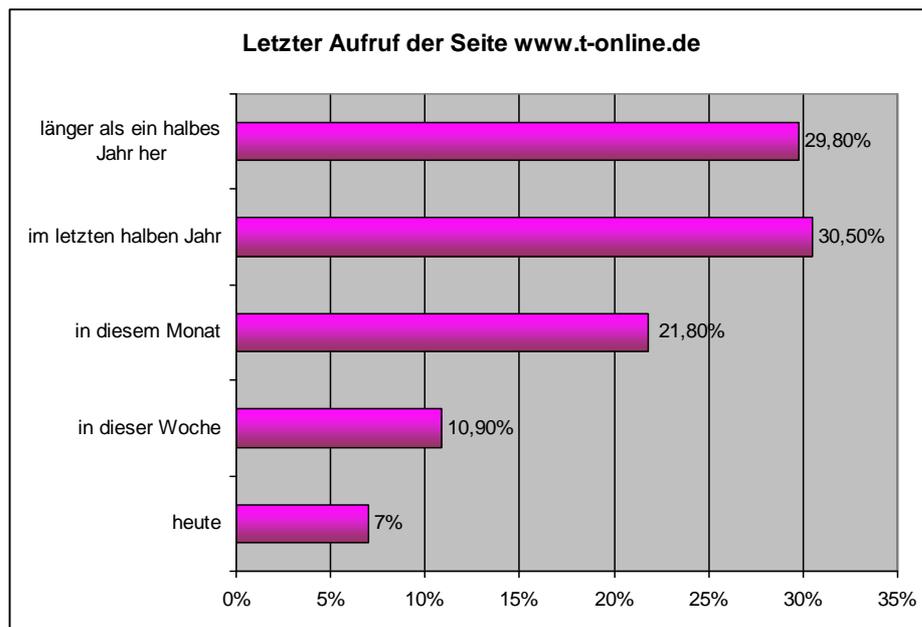


Abb. 35: Letzter Aufruf der Internetseite [www.t-online.de](http://www.t-online.de) bei den Teilnehmern der Eye Tracking-Untersuchung denen diese Seite bekannt war

## 12.2 Analysemethode

Für die Datenanalyse bieten sich laut Goldberg et al. (2002, S. 51) zwei verschiedene Auswertungsmethoden an. Bei der „top-down“-Methode besteht ein Ziel, eine zuvor aufgestellte Hypothese. Diese wird durch die Untersuchungsergebnisse entweder widerlegt oder bekräftigt. Stützt sich die Datenanalyse auf die „bottom-up“-Methode, dann wird versucht, aus den gewonnenen Werten Rückschlüsse auf ein Muster im Verhalten der Probanden zu ziehen. In einem solchen Fall existiert kein zuvor entwickeltes Modell. In der vorliegenden Untersuchung wurde die „top-down“-Methode angewandt. Auf Basis theoretischer Vorüberlegungen wurde eine Hypothese definiert (vgl. Abschnitt 10.1) die sich nach Auswertung der Daten bewähren muss.

## 12.3 Verwendete Maße

Für die Analyse wurde als Maß die „Gaze time“ gewählt, also die Zeit, die ein Proband mit seinem Blick auf einer AOI verweilte (vgl. Abschnitt 2.3.5). Die

Daten wurden in Millisekunden ausgegeben und in die prozentuale Blickdauer umgerechnet. Als 100 Prozent wurden die zehn Sekunden, die der Stimulus insgesamt dargeboten wurde, gewertet. Sakkaden, und die Zeit, die eine Testperson mit Zwinkern verbrachte, wurden in die Auswertung miteinbezogen.

## 12.4 Definition der AOIs

Um die Blicke auf den einzelnen AOIs, und damit die Aufmerksamkeitsverteilung auf dem Stimulus, evaluieren und vergleichen zu können, müssen die Interessenfelder zuvor definiert werden. Bei dieser Untersuchung wurde von einem Gittermuster, das die Seite in gleichmäßig große Bereiche einteilt, abgesehen. Eine inhaltliche Definition (zum Beispiel ein Bild oder ein Text) der Areas of Interest wurde bevorzugt, da sich so besser Aussagen darüber treffen lassen, wie lange der Blick auf einem bestimmten Bild oder einer Headline ruhte. Ein Gittermuster hätte zum Beispiel ein Bild in zwei AOIs unterteilen können, was die Auswertung erschwert hätte.

### 12.4.1 AOIs auf der Internetseite der Otto GmbH und Co KG

Folgende AOIs wurden für [www.otto.de](http://www.otto.de) definiert:



Abb. 36: AOIs auf [www.otto.de](http://www.otto.de)

AOI 1 umfasst das Logo der Otto GmbH. Die zweite Area of Interest beinhaltet den Servicebereich, „Mein Otto“, den Warenkorb und Werbung. Die dritte AOI umfasst die Navigation, die sich auf dieser Seite im oberen Abschnitt befindet. Neben den Reitern für die einzelnen Rubriken des Onlineangebots befindet sich hier auch eine Suchfunktion. AOI 4 umfasst den rechten Seitenbereich. Hier findet der Betrachter die Möglichkeit zur Kataloganforderung und weitere Serviceleistungen des Unternehmens. Bei AOI 5 handelt es sich um den vermeintlichen Eyecatcher der Seite. Die abgebildete Frau wirbt für das Sommer Special des Unternehmens und ist im linken, mittleren Bereich der Seite platziert. Allgemein gilt die Annahme, dass dieser Abschnitt einer Internetseite besondere Beachtung findet (vgl. OUTING/RUEL 2004). AOI 6, 8, 9 und 10 beinhalten themenspezifische Werbung und Sonderangebote. Neben Bügeleisen, Einrichtungsgegenständen und Sommerbekleidung wird hier auch die Fußballweltmeisterschaft 2006 aufgegriffen. Farblich sind die vier genannten Felder vom Rest der Seite abgehoben. Im rechten Abschnitt der Seite befindet sich AOI 7. Hierbei handelt es sich um Werbung für das Unternehmen Otto.

## 12.4.2 AOIS auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH

Folgende AOIs wurden für [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de) definiert:

The screenshot shows the Spiegel Online homepage with the following AOIs marked:

- AOI 1:** Lexus advertisement at the top right.
- AOI 2:** Spiegel Online logo on the left.
- AOI 3:** Search bar at the top.
- AOI 4:** Left navigation menu.
- AOI 5:** Photo of a man speaking in the main content area.
- AOI 6:** Headline "USA: Iran Boeing-Teile an" in the main content area.
- AOI 7:** Sidebar advertisement on the right.
- AOI 8:** Main article headline "EU-Chef Diplomat Javier Solana hat Iran im Atomstreit den Kompromissvorschlag der fünf Vetomächte und Deutschlands unterbreitet".
- AOI 9:** Headline "SPD: Länderchefs der Union ins Visier" in the main content area.
- AOI 10:** Main article text "Im Koalitionsstreit über Änderungen bei Hartz IV hat SPD-Generalsekretär Hubertus Heil die Rolle der CDU- und FDP-Präsidenten scharf kritisiert".

Abb. 37: AOIs auf [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de)

AOI 1 umfasst den oberen und rechten Bereich der Seite. Dabei handelt sich um eine Werbung des Autoherstellers Lexus, die beim Öffnen der Seite für einige Sekunden animiert ist. AOI 2 kennzeichnet das Logo der Spiegel Online GmbH. AOI 3 beinhaltet die Suche, eine Möglichkeit zum Login und das Datum. Die Navigation befindet sich auf der linken Seite und wird als AOI 4 definiert. AOI 5 ist ein Foto des EU-Diplomaten Solana, um den es unter anderem im Hauptteaser der Seite geht. AOI 6 umfasst die dazugehörige Headline. Der Einführungstext befindet sich in AOI 8. Im siebten Interessensfeld auf der rechten Seite liegen Überschriften und Teaser des Bereichs „Exklusiv“, sowie Leserempfehlungen. AOI 9 und 10 sind Headline und Zusammenfassung zum zweiten politischen Nachrichtenthema der Seite.

### 12.4.3 AOIS auf der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online

Folgende AOIs wurden für [www.t-online.de](http://www.t-online.de) definiert:

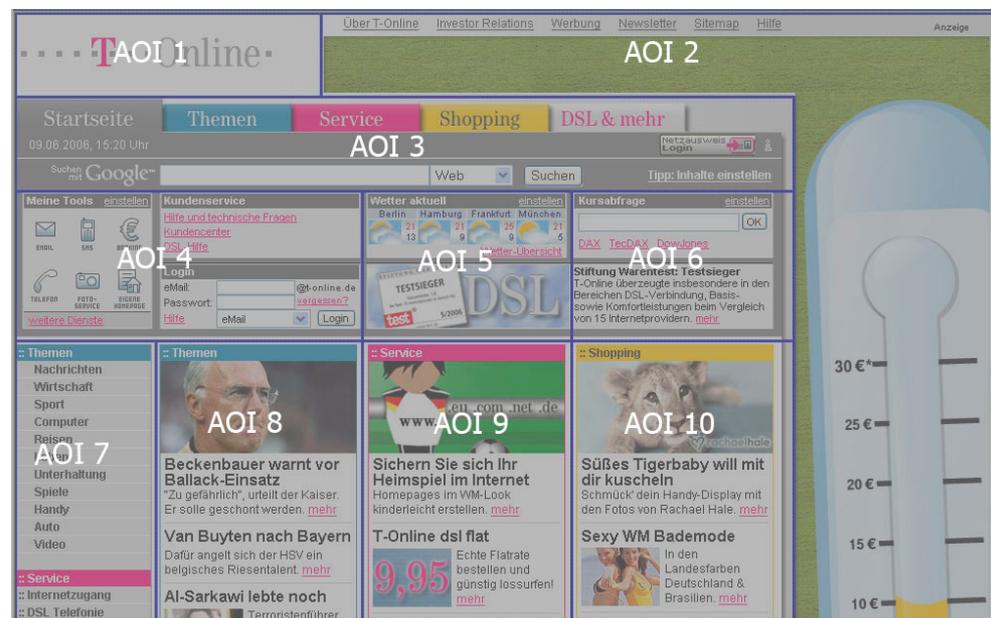


Abb. 38: AOIs auf [www.t-online.de](http://www.t-online.de)

AOI 1 beinhaltet das Logo von T-Online. Im oberen und rechten Seitenbereich (AOI 2) befindet sich eine Anzeige, die auf der Homepage animiert dargestellt wurde. Auch diese Animation wurde nicht in die Slideshow übernommen. Das heißt es wurde ein Screenshot der Seite mit statischer Werbung angezeigt.

Hervorzuheben ist, dass die übergeordnete Navigation wie „Über T-Online“, „Newsletter“, „Sitemap“ und „Hilfe“ direkt über der Werbung platziert wurden und dadurch vom Rest der Seite isoliert sind. AOI 3 umfasst Rubrikenreiter und eine Suchfunktion. Bei den Interessensbereichen 4 bis 6 handelt es sich um Serviceelemente. AOI 4 enthält „Meine Tools“, den Kundenservice und die Möglichkeit zum Login, AOI 5 Werbung für das Unternehmen, sowie das aktuelle Wetter. In AOI 6 werden ebenfalls Werbung und ein Börsenservice angeboten. Die siebte AOI befindet sich im linken Abschnitt der Seite und umfasst die Navigation. Daneben sind die drei Bereiche Themen, Service und Shopping (AOI 8 bis 10) angeordnet, die jeweils ein Bild und verschiedene Teaser beinhalten.

#### **12.4.4 Seitenaufbau der getesteten Websites im Allgemeinen**

Allen drei Seiten ist gemein, dass sich das Logo im linken, oberen Bereich der Seite befindet. Werbung ist in allen Fällen im rechten äußeren Bereich untergebracht und alle Onlinedienste haben eine Navigationsleiste, sowie Reiter, Bilder und kurze Teaser. Zusätzlich werden im sichtbaren Bereich der Seiten von T-Online und Otto Links zu verschiedenen Servicebereichen angeboten. Auf diesen Seiten befindet sich auch Werbung für das eigene Unternehmen. Was die drei Websites unterscheidet, ist ihre Ausrichtung und ihr Aufbau. Alle drei sprechen unterschiedliche Zielgruppen an und verwenden verschiedene Designs.

### **12. 5 Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung**

Für die Auswertung der Aufmerksamkeitsverteilung werden die prozentualen Mittelwerte der auf einer AOI verbrachten Gaze time errechnet und miteinander verglichen.

## 12.5.1 Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Otto GmbH und CO KG

Um die Aufmerksamkeitsverteilung auf einer Internetseite graphisch darzustellen, ist das Programm Clearview in der Lage so genannte Heatmaps zu erstellen. Dabei werden häufig betrachtete Bereiche rot dargestellt, weniger häufig angesehene Regionen grün und gar nicht beachtete Elemente grau. Die Aufmerksamkeitsverteilung auf [www.otto.de](http://www.otto.de) sieht folgendermaßen aus:



Abb. 39: Heatmap der Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de) (Bereiche werden rot dargestellt wenn auf ihnen mindestens 100 Fixationen stattfanden.)

Auf der Heatmap ist deutlich zu erkennen, dass das Bild der Frau auf der Mitte der Seite seine Funktion als Eyecatcher nicht verfehlt. Ihr Gesicht und das Wort „Special“ und „Sparen“ wurden besonders häufig betrachtet. Dies besagen auch die Mittelwerte der Gaze time. Im Durchschnitt wurde diese AOI 14,08 Prozent der Gesamtbetrachtungszeit angesehen. Ein Grund hierfür könnte darin liegen, dass die Area of Interest nach Outing und Ruel (2004) in einem Seitenbereich positioniert wurde, der generell große Beachtung findet. Außerdem könnte die farbliche Hervorhebung dieser AOI eine Rolle spielen. Diese Frau stellt das einzige Personenbild auf der Seite dar, was zusätzlich dafür sprechen kann, dass ihr besonders viel Aufmerksamkeit zuteil wurde. Rund 12,03 Prozent der Gesamtbetrachtungsdauer wurde auf AOI 3

verbracht. Hierbei handelt es sich um Reiter, die die einzelnen Kategorien auf [www.otto.de](http://www.otto.de) abbilden. Da das Onlineangebot nicht allen Probanden bekannt war, könnte die Navigation zur Orientierung betrachtet worden sein. Die Fixationshäufigkeit könnte aber auch darauf geführt werden, dass sich diese AOI direkt neben dem Eyecatcher befindet und viele Blicke automatisch zu diesem Bereich weiterwanderten. AOI 4 wurde am drittlängsten angesehen. Diese Area umfasst den linken Seitenbereich, mit den Servicelinks des Unternehmens. AOI 6 und 9 wurden im Mittel 7,38 und 6,2 Prozent der Zeit betrachtet. In diesem Bereich werden die Sonderangebote präsentiert. Im Gespräch nach dem Test erwähnten viele männliche Teilnehmer, dass sie sich aufgrund der Fußballweltmeisterschaft für den Fußballteaser interessiert hätten. Auf Rang 6 liegt die AOI 7 im rechten Seitenbereich, gefolgt von AOI 8 und 10. Am wenigsten Aufmerksamkeit erhielten die Areas of Interest 1 und 2, die den Header der Webseite bilden. Auf dem Logo von Otto wurde insgesamt am wenigsten Zeit verbracht und auch auf dem Servicebereich, „Mein Warenkorb“ und „Mein Otto“ verweilten die Blicke der Testpersonen nicht länger als 3,85 Prozent der Gesamtbetrachtungsdauer.

## 12.5.2 Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH

Folgende Fixationshäufigkeiten zeichnete der Eye Tracker auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH auf:

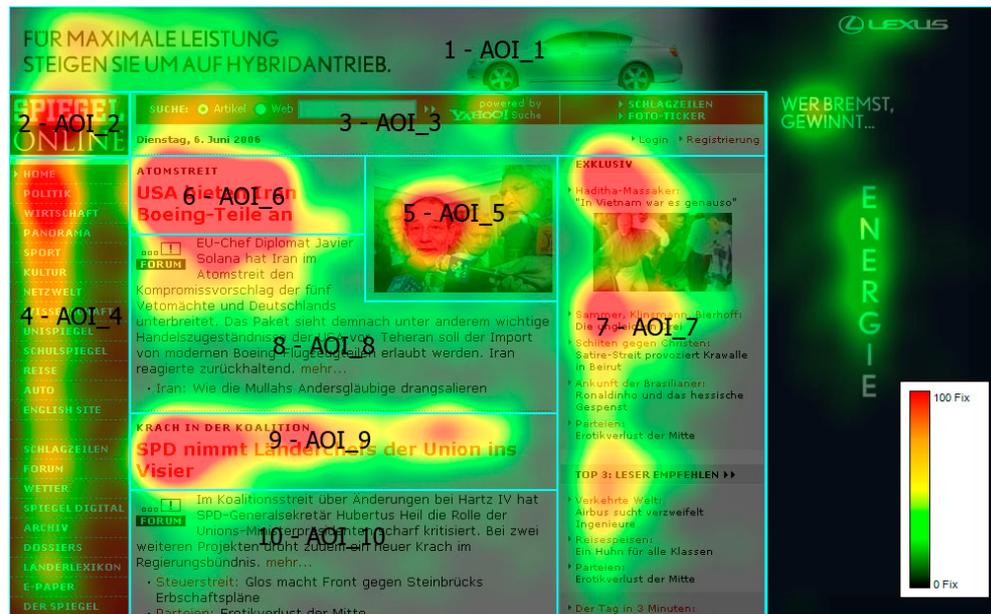


Abb. 40: Heatmap der Internetseite [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de) (Bereiche werden rot dargestellt wenn auf ihnen mindestens 100 Fixationen stattfanden.)

Die längste Zeit verbrachten die Probanden durchschnittlich auf AOI 7. Die Rubrik „Exklusiv“ wurde im Mittel 14,42 Prozent der Gesamtzeit betrachtet. Die Headline „USA bietet Iran Boeing-Teile an“ kommt mit 14,35 Prozent erst an zweiter Stelle. Dies könnte eventuell daran liegen, dass sich im rechten Seitenbereich ein Bild und ein Fußballteaser befinden. Die Standardabweichung (Streuung der Daten um den Mittelwert) von 14,29 Prozent lässt darauf schließen, dass einige Testpersonen ihre Aufmerksamkeit sehr lange diesem Bereich widmeten, andere hier wiederum nur kurz hinblickten. Dass die Überschrift im oberen Teil der Seite lange betrachtet wurde, entspricht der Theorie von Outing und Ruel (2004). In Gesprächen nach dem Test erwähnten einige Probanden, die sich als geübt im Umgang mit der Seite einschätzten, dass sie auf Spiegel Online sofort die erste Überschrift lesen würden, ohne sich vorher auf der Seite zu orientieren. Nichtsdestotrotz wurde die Navigation im linken Seitenbereich am drittlängsten angesehen, was eventuell auf die

Blickbewegungen der Testpersonen zurückzuführen ist, denen Spiegel Online unbekannt war. 28 Prozent der Teilnehmer hatten angegeben, das Nachrichtenportal noch nie aufgerufen zu haben. AOI 8 und 9 wurden mit 8,58 und 8,84 Prozent etwa gleichlang betrachtet. Bei AOI 9 handelt es sich um die zweite Headline der Seite, AOI 8 umfasst den Teaser zur ersten Überschrift. Während des Tests konnte beobachtet werden, dass viele Probanden, die sich für die erste Headline interessierten, auch begannen den dazugehörigen Text zu lesen, andere wanderten mit ihrem Blick direkt zur zweiten Überschrift weiter. In der ersten Area of Interest, in der sich Werbung der Marke Lexus befindet, wurde im Mittel 7,35 Prozent der Gesamtbetrachtungsdauer verbracht. AOI 5 wurde im Schnitt hundertmal fixiert, hier verweilte der Blick der Teilnehmer aber nicht länger als 5,67 Prozent der Betrachtungszeit. Das Foto wurde so zwar von den meisten wahrgenommen, aber nicht sehr lange angesehen. Das Logo, die Suchfunktion und der zweite Teaser wurden im Durchschnitt kaum angeschaut. Der Schriftzug von Spiegel Online wurde zwar sehr häufig fixiert, enthält aber kaum Informationen für deren Verarbeitung mehr als ein paar Sekunden benötigt wurden.

## 12.5.3 Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online

Auf der Seite der Deutschen Telekom AG, Geschäftseinheit T-Online, konnte folgende Aufmerksamkeitsverteilung beobachtet werden:



Abb. 41: Heatmap der Internetseite [www.t-online.de](http://www.t-online.de) (Bereiche werden rot dargestellt wenn auf ihnen mindestens 100 Fixationen stattfanden.)

Mit 16,34 Prozent der Gesamtbetrachtungsdauer erhielt AOI 8 am meisten Aufmerksamkeit. Der Themenbereich der Seite enthält verschieden Fußball-teaser. An zweiter Stelle liegt AOI 10, gefolgt von AOI 9. Hier verweilte der Blick der Probanden im Mittel 11,72 und 10,29 Prozent. Alle drei AOIs enthalten Bilder, von denen angenommen wird, dass sie die Aufmerksamkeit auf sich lenken (vgl. Abschnitt 7.3). An vierter Stelle folgt mit 8,58 Prozent die Navigation, die sich im oberen Bereich befindet. Die Heatmap gibt Aufschluss darüber, dass alle Kategorien kurz fixiert wurden. Aber auch die Navigation im linken Seitenbereich wurde 6,75 Prozent der Gesamtzeit angesehen. Die Bereiche „Meine Tools“, „Kundenservice“ und „Login“, sowie „Wetter aktuell“ wurden jeweils rund 6 Prozent der Gesamtbetrachtungsdauer angeschaut. Die Werbung im linken Seitenbereich, der Börsenservice in AOI 6 und das Logo fanden weniger Aufmerksamkeit.

## 12.5.4 Zusammenfassung der Aufmerksamkeitsverteilung auf den getesteten Seiten

Für alle drei Seiten muss die unterschiedliche Größe der AOIs berücksichtigt werden. So wurden auf der T-Online Seite die Bilder nicht von den Teasern getrennt, da diese aus nicht mehr als einem Satz bestanden. Auf dem Nachrichtenportal Spiegel Online erschien diese Vorgehensweise jedoch sinnvoll. Hier waren die Teaser länger und enthielten mehr Informationen.

Das Logo wurde auf jeder Seite relativ häufig fixiert, die Informationsaufnahme dauerte aber, wie bereits in Abschnitt 12.5.2 erläutert, selten länger als eine Sekunde. Bilder und Headlines schienen auf allen drei Seiten das Interesse der Testpersonen geweckt zu haben. Die Häufigkeit der Fixationen spricht für diese Vermutung. Inwieweit die Dauer der Blicke darauf hindeutet, dass ein Inhalt nicht verstanden wurde, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

## 12.6 Statistische Auswertung

In der vorliegenden Untersuchung werden verschiedene Stichprobengrößen mit der Grundgesamtheit (GG) verglichen. Es soll festgelegt werden, ab welcher Stichproben-größe die jeweiligen Mittelwerte den Mitteln der Grundgesamtheit ausreichend gleichen und diese somit repräsentieren. Um dies herauszufinden, eignet sich ein Äquivalenztest. Mit dessen Hilfe kann herausgefunden werden, ob sich zwei Mittelwerte innerhalb eines bestimmten zuvor definierten Bereichs befinden. Da die 393 Testteilnehmer als Grundgesamtheit definiert werden, soll ihr Mittelwert zur Bestimmung des Grenzwertes herangezogen werden. Üblicherweise liegt dieser bei zehn Prozent um den errechneten Mittelwert oder beruht auf Erfahrungswerten (vgl. LACHENBRUCH 2001). Da es für den Bereich der Blickbewegungsmessung keine Erfahrungswerte gibt, also nicht vorhergesagt werden kann, wie lange durchschnittlich auf eine bestimmte AOI gesehen wird, soll die Standardabweichung der Grund-gesamtheit als Erfahrungswert gewählt werden. Unter der Standard-abweichung versteht man die Streuung der Werte einer Variablen um ihren Mittelwert. Im folgenden Abschnitt wird der statistische Hintergrund der durchgeführten Berechnung erläutert:

In der Statistik beschreibt die Nullhypothese ( $H_0$ ) einen Zustand, der solange als wahr betrachtet wird, bis er durch eine empirische Überprüfung widerlegt werden kann. Die Alternativhypothese ( $H_1$ ) steht für den gegensätzlichen Fall. Traditionell werden Null- und Alternativhypothese folgendermaßen definiert:

$$H_0: \mu_t - \mu_m = 0$$

$$H_1: \mu_t - \mu_m \neq 0$$

$\mu_t$  und  $\mu_m$  stehen für die Mittelwerte der Grundgesamtheit und der Stichprobe. Ist das Ergebnis der Differenz der beiden Werte Null, so sind die Mittelwerte gleich. Im gegenteiligen Fall gilt die Nullhypothese als nicht bestätigt. Bei der Äquivalenztestmethode wird ein Wert für  $\theta$  (Theta) festgelegt, in dessen Grenzen die Mittelwerte der beiden Stichproben liegen müssen um als gleich definiert zu werden. Da hier die Gleichheit als Signifikanz definiert wird und die Alternativhypothese bestätigt werden soll, sehen die Formeln der Null- und der Alternativhypothese folgendermaßen aus:

$$H_0: \mu_t - \mu_m \leq \theta_L \quad \text{oder} \quad \mu_t - \mu_m \geq \theta_U$$

$$H_1: \theta_L \leq \mu_t - \mu_m \leq \theta_U$$

Wenn die Bedingungen der Nullhypothese erfüllt werden, sind die Mittelwerte der Stichproben ungleich. Liegt der errechnete Wert dagegen innerhalb der Theta-Grenzen, so hat sich die Alternativhypothese bewährt und die Stichproben sind äquivalent. Als Grenze wurde die Differenz der Mittelwerte der Grundgesamtheit gewählt und um diese ein Konfidenzintervall ermittelt:

$$(\bar{x}_t - \bar{x}_m) \pm t_{1-\alpha, v} * S * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

In dieser Rechnung steht  $\bar{x}_t$  für den Mittelwert der Grundgesamtheit,  $\bar{x}_m$  für den Mittelwert der jeweiligen Stichprobe. Die t-Verteilung ist abhängig von Alpha. Da Alpha in diesem Test auf ein Prozent festgelegt wurde, ergibt sich daraus ein t-Wert von 1.96 (vgl. BORTZ 1993, S. 694 ff). S beschreibt die Standardabweichung der Grundgesamtheit.  $n_1$  ist die Größe der gezogenen

Stichprobe und  $n_2$  die Größe der Grundgesamtheit, also 393. Liegt das errechnete Konfidenzintervall innerhalb der Grenzen von  $\Theta$ , so sind die Mittelwerte als äquivalent anzusehen und die Alternativhypothese hat sich bewährt.

Um diesen Test zu rechnen wurde das Programm SPSS 12.0 verwendet. Die prozentuale Gaze time der Probanden auf jeder Seite und jeder AOI wurde zusätzlich mit den Angaben aus dem Fragebogen in SPSS eingelesen. Die Daten aller 393 Teilnehmer wurden als Grundgesamtheit gewertet. Im nächsten Schritt wurden die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Grundgesamtheit der zehn AOIs für jede Seite ermittelt. Aus der Grundgesamtheit wurden im Anschluss mehrere Zufallsstichproben einer Größe gezogen. Begonnen wurde mit  $n = 10$ . Die Größe der Stichprobe wurde so lange erhöht, bis alle äquivalent zur GG waren.

### 12.6.1 Ergebnisse der Auswertung

Folgende Tabellen fassen die Werte jeder Seite zusammen. Die Anzahl der gezogenen Stichproben wurde so berechnet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass jede Testperson in einer Stichprobe vertreten ist, gegen Eins geht. Eine ausführlichere Aufschlüsselung der Ergebnisse befindet sich im Anhang dieser Arbeit:

<b>Ergebnisse für die Internetseite <a href="http://www.otto.de">www.otto.de</a></b>		
<i>Stichprobengröße</i>	<i>Gezogene Stichproben</i>	<i>Anteil der äquivalenten Stichproben</i>
10	357	71,72%
15	237	84,65%
20	176	90,56%
25	140	95,58%
30	116	98,01%
40	86	99,76%
50	59	100%
60	34	100%

Tabelle 13: Ergebnisse für die Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de)

Wie sich anhand dieser Tabelle zeigt, liegt die Wahrscheinlichkeit, dass die Blickbewegungen auf otto.de ohne eine konkrete Aufgabe denen der Grundgesamtheit gleichen bei einer Stichprobengröße von zehn Personen bei 71,72 Prozent. Dieser Wert nähert sich mit wachsender Teilnehmerzahl immer mehr den 100 Prozent an. Da in der dieser Auswertung zugrunde liegenden Formel mit einem Alphawert von einem Prozent gerechnet worden ist, kann davon ausgegangen werden, dass etwa ein Prozent der Äquivalenztest zu einem falschen Ergebnis kommen. Demnach könnten die generierten Werte jeweils ein Prozent höher oder niedriger liegen.

Bei einer Stichprobengröße von 40 weichen von den 86 gezogenen Testteilnehmerzusammensetzungen nur noch 2 Prozent von der Grundgesamtheit ab. Jede größere Stichprobe ist zu 100 Prozent mit den Werten der 393 Testpersonen äquivalent.

<b>Ergebnisse für die Internetseite <a href="http://www.spiegel-online.de">www.spiegel-online.de</a></b>		
<i>Stichprobengröße</i>	<i>Gezogene Stichproben</i>	<i>Anteil der äquivalenten Stichproben</i>
10	357	69,3%
15	237	83,51%
20	176	92,24%
25	140	95,72%
30	116	98,1%
40	86	99,88%
50	59	100%
60	34	100%

Tabelle 14: Ergebnisse für die Internetseite [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de)

Die Blickbewegungen auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH gleichen, ähnlich wie bei otto.de, ab einer Größe von 40 Probanden beinahe zu hundert Prozent denen der Grundgesamtheit (vgl. Tabelle 16).

Vergleicht man die Ergebnisse für [www.otto.de](http://www.otto.de) mit den Werten von Spiegel Online, so lässt sich erkennen, dass die Werte ab einer Stichprobengröße von 25 nicht mehr als ein Prozent voneinander abweichen. Man kann also davon ausgehen, dass die Größe der notwendigen Stichprobe für Eye Tracking-Untersuchungen im Bereich des Usability-Testings in den ersten zehn Sekunden von der Art des Stimulus unabhängig ist. Diese Vermutung wird durch die Ergebnisse für die Internetseite [www.t-online.de](http://www.t-online.de) unterstützt:

Ergebnisse für die Internetseite <a href="http://www.t-online.de">www.t-online.de</a>		
Stichprobengröße	Gezogene Stichproben	Anteil der äquivalenten Stichproben
10	357	72,01%
15	237	83,54%
20	176	90,79%
25	140	95,42%
30	116	97,6%
40	86	99,29%
50	59	100%
60	34	100%

Tabelle 15: Ergebnisse für die Internetseite [www.t-online.de](http://www.t-online.de)

Auch auf der Onlinepräsenz von T-Online nähern sich die Werte der Blickbewegungsmessung mit zunehmender Stichprobengröße den 100 Prozent an. Die Ergebnisse liegen ähnlich wie die der beiden anderen Seiten. Ab 25 Probanden liegt der Unterschied der Prozentwerte zu Otto und Spiegel Online sogar unter einem Prozent.

In folgender Abbildung werden die Mittelwerte der Ergebnisse aller drei Seiten graphisch dargestellt:

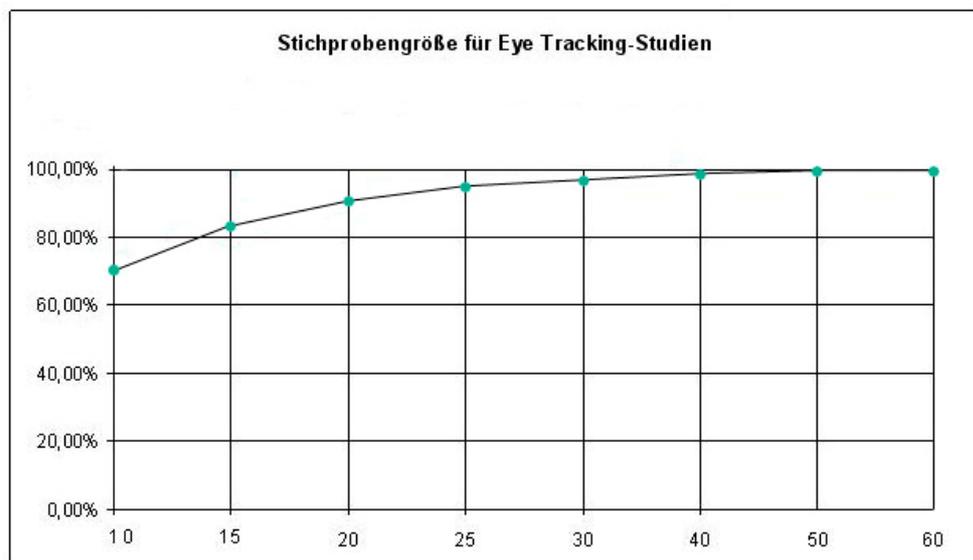


Abb. 42: Prozentualer Anteil der zur Grundgesamtheit äquivalenten Stichproben bei den Stichprobengrößen 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 und 60.

## 12.7 Überprüfung der Sachhypothese

In der Sachhypothese wurde die Vermutung aufgestellt, dass die Daten einer Stichprobe bei Eye Tracking-Studien im Bereich des Usability-Testings ab einer Größe  $x$  mit den Werten der Grundgesamtheit übereinstimmen. Den Ergebnissen der hier vorliegenden Untersuchung zufolge sind 24 Testteilnehmer noch zu wenig, um gewährleisten zu können, dass die Daten mit den Werten der Grundgesamtheit gleich sind. Auch die Blickbewegungen von 37 Probanden, wie die statistische Annäherung an die notwendige Probandenanzahl nahe legt, können nicht zu 100 Prozent mit der Grundgesamtheit äquivalent sein. Es dürfte sich bei dieser Größe aber nur um Abweichungen von einem Prozent handeln. Da mit einem Alphawert von eins gerechnet wurde, und deshalb davon ausgegangen werden muss, dass etwa ein Prozent der Rechnungen zu einem falschen Ergebnis kommen, ist diese Größe geeignet um valide Aussagen treffen zu können. Es ist anzunehmen, dass jede Stichprobe, die 37 oder mehr Testpersonen enthält, geeignet ist die Grundgesamtheit zu repräsentieren.

Da die Probanden der vorliegenden Studie keine konkrete Aufgabe lösen, sondern sich die Seiten einfach nur ansehen sollten, könnte es im Bereich des Möglichen liegen, dass Tests mit präzise formulierten Fragen weniger Testteilnehmer benötigen. Auch Untersuchungen, in deren Fokus eine sehr kleine Zielgruppe steht, zum Beispiel nur weibliche Teenager, könnten mit weniger Probanden auskommen. In einem solchen Fall ist davon auszugehen, dass sich diese Personen im Verhalten ähnlich sind.

## 13. Diskussion und Fazit

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Arbeit geben Aufschluss darüber, wie viele Testpersonen für Eye Tracking-Untersuchungen im Bereich des Usability-Testings während der ersten Orientierungsphase von zehn Sekunden auf einer Internetseite empfehlenswert sind. Dennoch bleiben einige Fragen offen, die im Laufe der Untersuchung auftraten. Es ließe sich mit den Angaben aus dem Fragebogen beispielsweise feststellen, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Blickbewegungen von Männern und Frauen besteht, ob das Alter oder die Geübtheit im Umgang mit Internetseiten Einfluss auf den Blick nimmt. Bisher gab es keine Studie über die Auswirkung einer Farberkennungsschwäche auf die Betrachtung von Webseiten. Da Farben oft gezielt eingesetzt werden um Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Seitenbereich zu lenken, wäre es interessant zu untersuchen, ob sich Unterschiede zwischen den Blicken farbenblinder Personen und denen von Menschen ohne Farberkennungsschwäche ausmachen lassen.

Für die Firma SirValUse ist es zudem interessant die Aspekte zu untersuchen, die die Blickbewegung ausschlaggebend beeinflussen. Auf diese Weise könnten weniger relevante Variablen bei der Rekrutierung von Probanden unberücksichtigt bleiben. Es gilt zum Beispiel als bewiesen, dass die Augenfarbe einer Person keinerlei Auswirkung auf ihre Blickbewegung hat. Demnach würde ein Test mit braunäugigen Personen genauso viel aussagen wie eine Studie mit Testpersonen deren Iris blau sind. Ob aber übliche Rekrutierungskriterien wie Alter und Geschlecht bedeutend sind konnte noch nicht endgültig beantwortet werden.

Nach der Bildung der Testteilnehmer wurde in dieser Untersuchung nicht gefragt. Ob dieses Kriterium für den Blick auf einer Internetseite ausschlaggebend ist, kann deshalb auch im Nachhinein anhand der in dieser Untersuchung erhobenen Daten, nicht beantwortet werden.

Auf dem Fragebogen wurden die Probanden gebeten anzugeben, ob und wann sie die gezeigten Stimuli zum letzten Mal aufgerufen haben. Die Option „heute“ unterlag dabei stark den Testbedingungen und stellte eine Störvariable dar. Teilnehmer, die bereits um zehn Uhr morgens getrackt wurden, hatten eine geringere Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Angebot bereits aufgerufen zu haben, als Personen, die gegen Mittag oder Nachmittag an der Blickbewegungsmessung teilnahmen.

Als Maß für die Blickbewegungsmessung wurde die Gaze time gewählt. Sie eignet sich besonders für quantitative Vergleiche und kann Aufschluss über

die Aufmerksamkeitsverteilung auf einer Seite geben. Es können zum Beispiel Aussagen darüber getroffen werden, welche Bereiche die Aufmerksamkeit des Betrachters geweckt haben und welche Seitenelemente gar nicht angesehen wurden. Die Daten können allerdings nicht bewerten, ob der Blick des Testteilnehmers auf Interesse zurückzuführen ist oder ob ein Bereich schwer verständlich war und deshalb länger betrachtet wurde.

Zur Bewertung der ersten Orientierungsphase wurde nur der beim Aufrufen sichtbare Bereich der Seiten in der Slideshow präsentiert. Aus diesem Grund lassen sich die Daten nicht unbedingt auf die „natürliche“ Nutzung zuhause übertragen, bei der die User die Möglichkeit haben zu Scrollen. Da die Zeit in der die Seiten präsentiert wurden mit zehn Sekunden relativ kurz gewählt ist, sollte dieser Aspekt jedoch keinen allzu großen Einfluss haben. Es ist davon auszugehen, dass diese Zeit zur ersten Orientierung notwendig ist (vgl. HAMBORG et al. 2005, S. 22).

Dass die soziodemographischen Daten der 393 Probanden der vorliegenden Studie nicht exakt mit den Mittelwerten aus der ARD/ZDF Online-Studie und der Allensbacher Computer- und Technikanalyse übereinstimmen, wurde akzeptiert. Aus diesem Grund bleibt die Frage offen, ob ein geringerer Anteil an studentischen Teilnehmern oder eine andere Alterszusammensetzung die Ergebnisse der Auswertung entscheidend verändert hätten. Eine andere Stichprobenzusammensetzung könnte hierüber Aufschluss geben.

Auf den Internetauftritten von Spiegel Online und T-Online befanden sich jeweils im rechten Seitenbereich animierte Werbebanner. Aus praktischen und technischen Gründen konnten die Animationen jedoch nicht in die Slideshow integriert werden, weshalb die Ergebnisse der Untersuchung nichts über die Blickbewegungen auf Internetseiten mit animierten Werbeelementen aussagen.

Von Interesse wäre die Überprüfung der „Banner-Blindness“ Theorie (vgl. Abschnitt 7.12). Auf allen drei Stimuli befand sich Werbung im rechten Seitenbereich. Bei Otto und Spiegel Online befindet sich die dazugehörige AOI jeweils auf Rang sechs der am längsten betrachteten Areas of Interest, bei T-Online nur auf Rang acht. Inwieweit die Probanden mit ihren Blickbewegungen diesen Bereich bewusst mieden, und welche Probanden die Werbung anschauten, könnte Thema einer Folgeuntersuchung sein.

Outing und Ruel (2004) gehen davon aus, dass während der Orientierungsphase nur die ersten Wörter einer Überschrift auf Nachrichtenseiten gelesen werden. Die erste Headline auf der Spiegel Online Seite nimmt im Vergleich zur zweiten nur halb so viel Platz ein und die Heatmap gibt keinen Hinweis

auf die Richtigkeit dieser Annahme. Die zweite Headline lässt allerdings die Vermutung zu, dass die erwähnte Theorie richtig sein könnte (vgl. Abb. 43). Die unterschiedlichen Ergebnisse könnten eventuell auf ein anderes Fixationskriterium zurückgeführt werden. Es ist allerdings genauso gut möglich, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung die These von Outing und Ruel widerlegen.



Abb. 43: Heatmap der zweiten Überschrift auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH (Bereiche werden rot dargestellt wenn auf ihnen mindestens 100 Fixationen stattfanden.)

Auch die farbliche Hervorhebung der Schrift könnte Einfluss auf den Verlauf der Blickbewegung und das Lesen der Überschriften genommen haben. Dies könnte die von Outing und Ruel (2004) abweichenden Ergebnisse erklären. Eine wissenschaftliche Überprüfung dieser Vermutung fand allerdings nicht statt.

Da die AOIs inhaltlich definiert und nicht miteinander verglichen wurden spielte ihre Größe bei der Auswertung keine Rolle.

Auf der Seite der Spiegel Online GmbH wurde eine relativ hohe Standardabweichung (13,54 Prozent; Mittelwert: 10,53 Prozent) auf der AOI 4 beobachtet. Diese befindet sich im linken Seitenbereich und umfasst die Navigation. Möglicherweise ist diese Abweichung auf das Merkmal „Bekanntheit“ zurückzuführen. Testpersonen, die mit der Navigation der Seite vertraut waren betrachteten diesen Bereich vermutlich nur sehr kurz, während Probanden die die Spiegel Online noch nie aufgerufen hatten sich erst orientieren mussten und vermutlich länger auf AOI 4 verweilten.

Hohe Standardabweichungen wurden auch auf der Internetseite von T-Online verzeichnet. Das Foto Franz Beckenbauers und die Abbildung des Tigerbabys haben Abweichungen von 14,3, (Mittelwert: 16,34 Prozent) beziehungsweise 11,17 (Mittelwert: 11,72 Prozent) Prozent. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Fotos unterschiedliche Personengruppen ansprachen und die Aufmerksamkeit in den ersten zehn Sekunden entweder auf den Tiger oder Franz Beckenbauer gelenkt wurde.

Es ist anzunehmen, dass die Anwendung der Methode des Eye Trackings in der Praxis von Usability Unternehmen zunehmen wird. Insbesondere in der Kombination mit anderen Verfahren kann die Blickbewegungsmessung hilfreiche Daten zur Interpretation des Nutzerverhaltens liefern. Aber auch alternative Methoden zur Einschätzung der Aufmerksamkeitsverteilung auf Internetseiten dürften an Bedeutung gewinnen, da sie vielfach flexibel einsetzbar sind und weniger Kosten verursachen als das klassische Eye Tracking. Wie bereits in Abschnitt 8.4.1 und 8.4.2 diskutiert haben diese Verfahren jedoch den Nachteil unbewusste Wahrnehmung nicht registrieren zu können, weshalb die Blickbewegungsmessung aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Zukunft nicht an Bedeutung verlieren wird.

## Glossar

### Alternativhypothese

Begriff aus der Statistik. These die das Gegenteil der Nullhypothese besagt.

### Area of Interest (AOI)

Interessensbereich die auf einem Stimulus festgelegt werden wodurch Blickdaten separat ausgewertet werden können

### Bagger

Mitarbeiter der Marktforschung dessen Aufgabe die Anwerbung von Testteilnehmern ist

### Banner-Blindness

Effekt, der dazu führt, dass die Betrachtung eines Banners unbewusst vermieden wird

### Blickpfad (Scanpath)

Räumliche Anordnung des Blickverlaufs von einer Testperson (Fixationen und Sakkaden)

### Bookmark

Elektronisches Lesezeichen für Internetseiten

### Cortex

Menschliche Großhirnrinde

### Eye Tracker

Gerät zur Messung von Blickbewegungen

### Head-mounted Eye Tracker

Gerät zur Messung von Blickbewegungen das am Kopf befestigt wird

### Table-mounted Eye Tracker

Gerät zur Messung von Blickbewegungen das auf dem Tisch steht, der Proband sitzt in einiger Entfernung davor

### Feature-ring

Hypothese von Noton und Stark (1971) über das Erkennen von Gegenständen (vgl. Abschnitt 3.2)

### Fixation

Blickstabilität die drei Kriterien erfüllt: Bewegungsgeschwindigkeit des Auges unterschreitet festgelegten Schwellenwert, ist räumlich begrenzt und hat eine minimale Dauer (100 ms)

### Font

Dt. Schriftart

### Fovea centralis (gelber Fleck)

Die Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut

### Gaze

Summe aller aufeinander folgenden Fixationen in einer AOI. Ein Gaze wird beendet wenn die AOI verlassen wird

### Grundgesamtheit (GG)

Die Grundgesamtheit umfasst alle Personen, die aufgrund gleicher oder ähnlicher Merkmale für eine Studie in Frage kommen

### Heatmap

Grafische Darstellung der Aufmerksamkeitsverteilung auf einem Stimulus

### Human-computer-interaction (Mensch-Maschinen-Interaktion)

Interaktion zwischen Mensch und Maschine, z.B. kann damit das Bedienen eines Computers mit Augenbewegungen gemeint sein

### Implementierung

Umsetzung von Strukturen in einem feststehenden System dessen Regeln berücksichtigt werden müssen

### Incentive

Dt. Anreiz, in der Marktforschung: Belohnung der Testpersonen

### Inkrement

Größe eines Zuwachses; Das lateinische Wort incrementare steht für Zuwachs

### Interface

Alle Eigenschaften eines interaktiven Systems, die wichtige Informationen enthalten und/oder bedient werden müssen um Aufgaben zu erfüllen

### Kalibrierung / Kalibration

Abstimmung der Blickbewegungskameras auf die Augen der Testperson

### Konfidenzintervall

Begriff aus der Statistik. Vertrauensbereich

### Launch

Markteinführung

### Logfile

Ein Logfile erstellt elektronische Protokolle von Nutzerhandlungen ohne das diese dadurch in ihrem Verhalten beeinträchtigt werden

### Mittelwert

Durchschnitt von Zahlenwerten

### Modularität

Verfahren, bei dem ein komplexes Produkt in mehreren Einheiten entwickelt und erst später zusammengefügt wird

### Normalverteilung

Kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung

### Nullhypothese

Begriff aus der Statistik. Hypothese, die das Gegenteil der Alternativhypothese besagt

### Proxy Server

Programm, dass unter anderem den Datentransfer effizienter macht

### Sakkade

Blickbewegung des Auges zwischen zwei Fixationen (Sprünge)

### Schema

Formvorlage

Screen

Dt. Bildschirm

Slideshow

Das Zeigen von zwei oder mehr Bildern hintereinander (dt. Diashow)

Sphärisch

Kugelförmig

Standardabweichung

Streuung der Werte einer Variablen um ihren Mittelwert

Stichprobe

Teilmenge der Grundgesamtheit

Stimulus

Material das der Testperson dargeboten wird, z.B. Webseite, Bild

String edit

Stochastisches Modell zur Festlegung von Übergangswahrscheinlichkeiten von Blickbewegungen von einer AOI zur anderen

Tracken

Hier: Aufzeichnung der Blickbewegung

Usability Lifecycle

Nutzerfreundlichkeitsforschung die im Laufe des Lebenszyklus eines Produkts immer wieder zum Einsatz kommt (z.B. während der Entwicklung und der Markteinführung)

Validität

Validität bezeichnet die materielle Genauigkeit, also die Gültigkeit einer Messung.

Vestibuläre Wahrnehmung

Der Gleichgewichtssinn

Visibility

Sichtbarkeit

## Literatur/-Quellenverzeichnis:

### ACTA 2005

Institut für Demoskopie Allensbach: ACTA 2005: Allensbacher Computer- und Technikanalyse. Allensbach, 2005

### BECK 2005

Beck, Sascha: *Arbeitsbereich Usability Engineering: Methoden und Verfahren* [online]. <<http://usability.is.uni-sb.de/methoden/eyetracking.php>> - Aktualisierungsdatum: 09.05.2005. [zit. 24.07.2006]

### BOJKO 2005

Bojko, Agnieszka: *Eye Tracking in User Experience Testing: How to Make the Most of It*. In: Proceedings of the UPA 2005 Conference. User Centric, Inc, 2005. – Firmenschrift

### BORTZ 1993

Bortz, Jürgen: *Statistik: Für Sozialwissenschaftler*. 4. Aufl. Springer Verlag : Berlin, 1993. - ISBN 3-540356200-1

### BROADBENT 1958

Broadbent, D. E.: *Perception and Communication*. Oxford : Pergamon Press, 1958

### BROSIUS 2005

Brosius, Felix: *SPSS-Programmierung: Effizientes Datenmanagement und Automatisierung mit SPSS-Syntax*. Verlag moderne Industrie Buch : Bonn, 2005. - ISBN 3-8266-1415-1

### CHENG et al 2004

Cheng, Daniel; Vertegaal, Roel: *An Eye for an Eye: a Performance Evaluation Comparison of the LC Technologies and Tobii Eye Trackers*. (Proceedings of the 2004 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, San Antonio, Texas). New York : ACM Press, 2004. – ISBN 1-58113-825-3, S. 61

### CHERRY 1953

Cherry, E. Colin: Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. In: *Journal of the Acoustical Society of America* 25 (1953), S. 975-979

CLAUß et al. 2002

Clauß, Günter; Finze, Falk-Rüdiger; Partzsch, Lothar: Statistik: Für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Verlag Harri Deutsch : Frankfurt am Main, 2002. – ISBN 3-8171-1672-1

CRAMER 1988

Cramer, Ulrich: *Statistik für nicht-mathematische Berufe I: Beschreibende Statistik*. Ismaning : Hueber-Holzmann, 1988

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG e.V. 1997

Deutsches Institut für Normierung e.V.: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 8: Anforderungen an Farbdarstellungen (ISO 9241-8: 1997)* Deutsche Fassung EN ISO 9241-8. Beuth Verlag GmbH : Berlin, 1997

DEUTSCH/DEUTSCH 1963

Deutsch, J. A. ; Deutsch, D.: Attention: Some Theoretical Considerations. In: *Psychological Review* 70 (1963), Nr. 1, S. 80-90

DONSBACH 1991

Donsbach, Wolfgang: Medienwirkung trotz Selektion: Einflussfaktoren auf die Zuwendung zu Zeitungsinhalten. Köln, Weimar, Wien : Böhlau Verlag, 1998. – ISBN 3-41208-491-3

DONSBACH 1991

Donsbach, Wolfgang: Medienwirkung trotz Selektion: Einflussfaktoren auf die Zuwendung zu Zeitungsinhalten. Köln, Weimar, Wien : Böhlau Verlag, 1998. – ISBN 3-41208-491-3, S. 50

DORNHÖFER et al. 2006

Dornhöfer, Sascha M.; Pannasch, Sebastian; Unema, Pieter J.A.: *Augenbewegung und deren Registrierungsmethoden* [online]. <<http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~cogsci/pdf/augenbewegungen.pdf>> - Dateigröße: 412.35 KB [zit. 30.05.2006]

DUCHOWSKI 2003

Duchowski, Andrew T.: *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. London : Springer, 2003. – ISBN 1-85233-666-8

EIMEREN/FREES et al. 2005

Eimeren, Birgit van; Frees, Beate: ARD/ZDF Online-Studie 2005: Nach dem Boom. In: *Media Perspektiven* 8 (2005)

## FINDLAY 2003

Findlay, John M. : Eye Movements and Visual Information Processing: Commentary on Section 1. In: Hyönä, Jukka (Hrsg.): *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. – ISBN 0-444-51020-6, S. 143-154

## FISCHER KOMPAKT 2006

Fischer kompakt: EOG (Elektrookulogramm) [online]. < [http://www.fischer-kompakt.de/sixcms.php?template=glossar\\_detail&id=221341](http://www.fischer-kompakt.de/sixcms.php?template=glossar_detail&id=221341) > - [zit. 30.05.2006]

## GEIS et al. 2004

Geis, Thomas; Dzida, Wolfgang; Redtenbacher, Wolfgang: *Specifying usability requirements and test criteria for interactive systems. Consequences for new releases of software-related standards within the ISO 9241 series*. Dortmund : Wirtschaftsverlag NW, 2004. – ISBN 3-86509-115-6

## GENISTA 1999

Genista: *Motivation der VOG-Methode* [online]. <<http://www.genista.de/manches/diplom/node6.html#SECTION00242200000000000000>> – Aktualisierungsdatum: 24.04.1999. [zit. 30.05.2006]

## GIBBSON 1941

Gibson, J. J.: A Critical Review of the Concept of Set in Contemporary Experimental Psychology. In: *Psychological Bulletin* 38 (1941), Nr. 9, S. 781-817

## GODLBERG/KOTVAL 1999

Goldberg; J. H. ; Kotval, X. P.: Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs. In: *International Journal of Industrial Ergonomics* 24 (1999), S. 631-645

## GOLDBERG/SALVUCCI 2000

Goldberg, Joseph H.; Salvucci, Dario D.: *Identifying Fixations and Saccades in Eye-Tracking Protocols*. (Proceedings of the 2000 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, Palm Beach Gardens, Florida). New York : ACM Press, 2000. – ISBN 1-58113-280-8, S. 91-109

## GOLDBERG et al. 2002

Goldberg, Joseph H.; Stimson, Mark J.; Lewenstein, Marion; Scott, Neil; Wichansky, Anna M.: *Eye Tracking in Web Search Tasks: Design Implications*. (Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, New Orleans, Louisiana). New York : ACM Press, 2002. – ISBN 1-58113-447-3, S. 51-58

GOLDSTEIN 2002

Goldstein, Bruce E.: *Wahrnehmungspsychologie*. 2. dt. Aufl. Heidelberg; Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2002. – ISBN 3-8274-1083-5

GOODMAN et al. 2005

Goodmann, Laura, Stanford, Julie; Tauber, Ellen: How Many Users Are Really Enough?: When to Test and When to Hold Off. In: *User Experience* 4 (2005), Nr. 4, S. 7-8

GRANKA et al. 2004

Granka, Laura A.; Joachims, Thorsten, Gay, Geri: *Eye Tracking Analysis of User Behavior in WWW Search*. (Proceedings of the 27<sup>th</sup> annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, Sheffield, South Yorkshire, UK). New York : ACM Press, 2004. – ISBN 1-58113-881-4, S. 478-479

GREGORY 2001

Gregory, Richard L.: *Auge und Gehirn: Psychologie des Sehens*. Hamburg : Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH. – ISBN 3-499-60805-7

GIZYCKI 2002

Gizycki, Vittoria von: Usability – nutzerfreundliches Web-Design. In: Beier, Markus; Gizycki, Vittoria von (Hrsg.): *Usability: Nutzerfreundliches Web-Design*. Berlin : Springer, 2002. – ISBN 3-540-41914-4, S. 1-17

HAGER et al. 2001

Hager, Willi; Spies, Kordelia; Heise, Elke: *Versuchsdurchführung und Versuchsbericht: Ein Leitfadens*. 2. Aufl. Göttingen : Hogrefe-Verlag. – ISBN 3-8017-1418-7

HALVERSON/HORNOF 2003

Halverson, Tim; Hornof, Anthony J.: *Cognitive Strategies and Eye Movements for Searching Hierarchical Computer Displays*. (Proceedings of the 2003 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, Ft. Lauderdale, Florida). New York : ACM Press, 2003. – ISBN 1-58113-630-7

HAMBORG et al. 2005

Hamborg, Kai-Christoph; Ollermann, Frank, Reinecke, Stefan: Visuelles Orientierungsverhalten. In: *I-com* 1 (2005), S. 20-25

## HEINSEN/SCHEIER 2003

Heinsen, Sven ; Scheier, Christian: *Aufmerksamkeitsanalyse*. In: Heinsen, Sven; Vogt, Petra (Hrsg.): *Usability praktisch umsetzen: Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkte*. München : Hanser, 2003. – ISBN 3-446-22272-2, S. 154-169

## HEINSEN/VOGT 2003

Heinsen, Sven ; Vogt, Petra: *Usability praktisch umsetzen: Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkte*. München : Hanser, 2003. – ISBN 3-446-22272-2

## HENDERSON/HOLLINGWORTH 1998

Henderson, J. M. ; Hollingworth, A.: *Eye movements during scene viewing: An overview*. In: Underwood, G. (Hrsg.): *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*. Amsterdam : Elsevier Science Ltd., 1998

## HOFMANN 2005

Hofmann, Katrin: *Blickverlaufsanalyse*. In: *ibusiness* 13/14 (2005), S. 9-11

## HUBER 1997

Huber, Oswald: *Das psychologische Experiment: Eine Einführung*. 2. Aufl. Verlag Hans Huber : Göttingen, 1997. – ISBN 3-456-82652-4

## HYÖNÄ 2003

Hyönä, Jukka (Hrsg.): *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. – ISBN 0-444-51020-6

## JACOB/KARN 2002

Jacob, Robert ; Karn, Keith: *Commentary on section 4. Eye Tracking in human-computer interaction and usability research*. In: Hyönä, Jukka (Hrsg.): *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. – ISBN 0-444-51020-6

## JAMES 1981

James, W.: *The Principles of Psychology*. Vol. 1, Cambridge, MA : Harvard University Press, 1981

## JOOS et al. 2003

Joos, Markus ; Röttin, Matthias ; Velichkovsky, Boris M.: Blickbewegung des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen. In: Rickheit, G.; Herrmann, T.; Deutsch, W. (Hrsg.): *Psycholinguistik /Psycholinguistics: Ein internationales Handbuch/An International Handbook*. Berlin : de Gruyter, 2003, S. 142-168

## JOSEPHSON/HOLMES 2002

Josephson, Sheree; Holmes, Michael E.: Attention to repeated images on the World-Wide Web: Another Look at Scanpath Theory. In: *Behavior Research Methods, Instruments & Computers* 34 (2002), Nr. 4, S. 539-548

## JOSEPHSON/HOLMES 2004

Josephson, Sheree; Holmes, Michael E.: *Ages Differences in Visual Search for Information on Web Pages*. (Proceedings of the 2004 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, San Antonio, Texas). New York : ACM Press, 2004. – ISBN 1-58113-825-3, S. 62

## KATZ/ROHRER 2005

Katz, Michael A.; Rohrer, Christian: Deciding Whether an Issue is Valid. In: *User Experience* 4 (2005), S. 11-13

## Kuß 2004

Kuß, Alfred: *Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse*. Gabler : Wiesbaden, 2004. – ISBN 3-409-12647-3

## LACHENBRUCH 2001

Lachenbruch, Peter A.: *Equivalence Testing* [online].  
<[http://www.fda.gov/ohrms/dockets/AC/01/slides/3735s1\\_02\\_Lachenbruch/slides/001.htm](http://www.fda.gov/ohrms/dockets/AC/01/slides/3735s1_02_Lachenbruch/slides/001.htm)> - Aktualisierungsdatum: 26.02.2001. - US Food and Drug Administration. [zit. 22.07.2006]

## LAND/HAYHOE 2001

Land, M. E.; Hayhoe, M.: In What Ways Do Eye Movements Contribute to Everyday Activities. In: *Vision Research* 41 (2001), Nr. 25-26, S. 3559-3565

## LEIGH/ZEE 1991

Leigh, John R. ; Zee, David S.: *The Neurology of Eye Movements*. 2. Aufl. Philadelphia : Davis Company, 1991.

LITZ 1998

Litz, Hans Peter: *Statistische Methoden: in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*. 2. Aufl. München : Oldenbourg Verlag München Wien, 1998

LOFTUS/MACKWORTH 1978

Loftus, G. R. ; Mackworth, N. H.: Cognitive Determinants of fixation location during picture viewing. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 4 (1978), Nr. 4, S. 565-572

MASSER 2006

Masser, Kai: *Bestimmung der Stichprobengröße für repräsentative Befragungen* [online]. <<http://neu.arnsberg.de/buergerpanel/bestimmung-stichprobengroesse.pdf>> - Aktualisierungsdatum: 2006. - Dateigröße: 120 KB. – Stadt Arnsberg. [zit. 22.08.2006]

NIELSEN 2000

Nielsen, Jakob: *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. Indiana : New Riders Publishing, 2000. – ISBN 1-56205-810-X

NOTON/STARK 1971

Noton, David ; Stark, Lawrence: Eye Movements and Visual Perception. In: *Scientific American* 224 (1971), Nr. 6, S. 35-43

OTTO 2006

Otto: Homepage [online]. <<http://www.otto.de>> – Aktualisierungsdatum: 09.06.2006

OUTING/RUEL 2004

Outing, Steve; Ruel, Laura: The Best of Eyetrack III: What We Saw When We Looked Through Their Eyes [online]. <<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/main.htm>> - Aktualisierungsdatum: 2004 [zit. 05.05.2006]

PAN et al. 2004

Pan, Bing; Hembrooke, Helene A.; Gay, Geri K.; Granka, Laura A.; Feusner, Matthew K.; Newman, Jill K.: *The Determinants of Web Page Viewing Behavior: An Eye-Tracking Study*. (Proceedings of the 2004 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, San Antonio, Texas). New York : ACM Press, 2004. – ISBN 1-58113-825-3, S. 424-438

PIETERS et al. 1999

Pieters, Rik; Rosenbergen, Edward; Wedel, Michel: Visual Attention to Repeated Print Advertising: A Test of Scanpath Theory. In: *Journal of Marketing Research* 36 (1999), S. 424-438

POSNER et al. 1980

Posner, M. I. ; Snyder, C. R. R.; Davidson, B. J.: Attention and the Detection of Signals. In: *Experimental Psychology: General* 109 (1980), Nr. 2, S. 160-174

POYNTER 2002

Poynter: *Stanford Poynter Project: Introductory Highlights* [online].  
<<http://www.poynterextra.org/et/i.htm>> - Aktualisierungsdatum: 2002 [zit. 03.05.2006]

PUSCHER 2004

Puscher, Frank: Auf Augenhöhe mit dem User: Welchen Nutzen bringen Eyetracking-Studien für die Analyse von Websites?. In: *IW Internet World* 11 (2004), S. 32-36

RAYNER 1979

Rayner, K.: Reading without a Fovea. In: *Science* 206 (1979), S. 468-569

RAYNER 1998

Rayner, K.: Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. In: *Psychological Bulletin*, 124 (1998), Nr. 3, S. 372-422

RUBIN 1994

Rubin, Jeffrey: *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. New York : John Wiley & Sons, INC., 1994. - ISBN: 0-471-59403-2

RUSSELL 2006

Russell, Mark: Using Eye Tracking Data to Understand First Impressions of a Website [online].  
<[http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/71/eye\\_tracking.html](http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/71/eye_tracking.html)> - Aktualisierungsdatum: 05.03.2006. - Wichita State University. [zit. 12.06.2006]

SCHIESSL et al. 2003

Schiessl, Michael; Duda, Sabrina; Thölke, Andreas; Fischer, Rico: Eye Tracking and its Applications in Usability and Media Research. In: *Journal "Sonderheft Blickbewegung" in MMI-interaktiv Journal* 6 (2003)

## SCHMULLER 2005

Schmuller, Joseph: *Statistik mit Excel für Dummies*. Weinheim : Wiley-Vch Verlag, 2005. - ISBN: 3-527-70169-9

## SCHWEIGER/WIRTH 1999

Schweiger, Wolfgang ; Wirth, Werner: *Auswahlentscheidungen im Internet*. In: Schweiger, Wolfgang ; Wirth, Werner (Hrsg.): *Selektion im Internet: Empirische Analysen zu einem Schlüsselkonzept*. Opladen/Wiesbaden : Westdeutscher Verlag, 1999. – ISBN 3-531-13326-8, S. 43-74

## SIRVALUSE 2006

SirValUse: *Wann welche Methode zur Anwendung kommt* [online]. <<http://www.sirvaluse.de/index.php?id=112&L=http%3A%2F%2Fbusca.uol.com.br%2Fuol%2Findex.html%3F>> – Aktualisierungsdatum: 10.07.2006. [zit. 15.07.2006]

## SNYDER 2005

Snyder, Carolyn: *Designing Tests to Get What You Need: Practical Tips for Dealing with Limited Numbers of Participants*. In: *User Experience 4* (2005), Nr. 4, S. 9-11

## SPIEGEL ONLINE 2006

Spiegel Online: Homepage [online]. <<http://www.spiegel-online.de>> – Aktualisierungsdatum: 06.06.2006 [zit. 06.06.2006]

## STENFORS et al. 2003

Stenfors, Iréne; Morén, Jan; Balkenius, Christian: *Behavioural Strategies in Web Interaction: A View from Eye-Movement Research*. In: Hyönä, Jukka (Hrsg.): *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. – ISBN 0-444-51020-6, S. 633-644

## THEEUWES/GODIJN 2001

Theeuwes, J. ; Godijn, R.: *Attentional and Oculomotor Capture*. In: Folk, C. ; Gibson, B. (Hrsg.): *Attraction, Distraction, and Action: Multiple Perspectives on Attentional Capture*. Amsterdam : Elsevier, 2001, S. 121-150

## TOBII TECHNOLOGY AB 2004

Tobii Technology AB (Hrsg.): *Eye-Tracking Solutions for Usability and Advertising Studies* [online]. <[http://www.tobii.se/downloads/tobii\\_50series\\_PD\\_Aug04.pdf](http://www.tobii.se/downloads/tobii_50series_PD_Aug04.pdf)> – Firmenschrift. [zit. 22.05.2006]

## T-ONLINE 2006

T-Online: Homepage [online]. <<http://www.t-online.de>> – Aktualisierungsdatum: 09.06.2006. [zit. 09.06.2006]

## WANIEK et al. 2003

Waniek, Jaqueline ; Brunstein, Angela ; Naumann, Anja: Why Should We Use Eye Tracking for Hypertext Design? In: *Journal "Sonderheft Blickbewegung" in MMI-interaktiv Journal 6* (2003), S. 35-40

## WARNER 2002

Warner, Brad: *Equivalence Testing* [online]. <[http://www.mors.org/meetings/test\\_eval/presentations/C\\_Warner.pdf#search=%22warner%20equivalence%20testing%22](http://www.mors.org/meetings/test_eval/presentations/C_Warner.pdf#search=%22warner%20equivalence%20testing%22)> – 12.06.2002 – Air Force Space Command: Space Analysis Center. Dateigröße: 412 KB. [zit. 20.07.2006]

## WERDEMANN 2005a

Werdermann, Dirk: *Bestandteile des Auges und ihre Funktion* [online]. <<http://www.auge-online.de/index.html>> - Aktualisierungsdatum: Dez. 2005. [zit. 05.05.2006]

## WERDEMANN 2005b

Werdermann, Dirk: *Sehvorgang* [online]. <<http://www.auge-online.de/index.html>> - Aktualisierungsdatum: Dez. 2005. [zit. 05.05.2006]

## WILHELM et al. 2002

Wilhelm, Thorsten H.; Beger, Dorit; Yom, Miriam: Site-Covering: Eine innovative Methode zur Erfassung der Informationsaufnahme und des Entscheidungsverhaltens auf Webseiten. In: *Planung & Analyse 2* (2002)

## WILHELM 2003

Wilhelm, Thorsten: *Blickverlauf auf Webseiten: Auf dem Weg zu Daumenregeln?*. 2003 (GF eResult GmbH). – Firmenschrift

## WOODING 2002

Wooding, David, S.: *Fixation Maps: Quantifying Eye-Movement Traces*. (Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, New Orleans, Louisiana). New York : ACM Press, 2002. – ISBN 1-58113-447-3, S. 31-36

## YARBUS 1967

Yarbus, A. L.: *Eye Movements and Vision*. New York : Plenum Press, 1967

## Abbildungsverzeichnis:

EIMEREN/FREES et al. 2005

Eimeren, Birgit van; Frees, Beate: ARD/ZDF Online-Studie 2005: Nach dem Boom. In: *Media Perspektiven* 8 (2005)

FARBSEHTEST 2005

o.V. : Legasthenie, Epilepsie, Migräne, Farbfehlsichtigkeit, Farbenblindheit und Farbsehtest [online]. <<http://www.marose67.homepage.t-online.de/farbe.htm>> - Aktualisierungsdatum: 2005. [zit. 05.06.2006]

JOSEPHSON/HOLMES 2002

Josephson, Sheree; Holmes, Michael E.: Attention to repeated images on the World-Wide Web: Another Look at Scanpath Theory. In: *Behavior Research Methods, Instruments & Computers* 34 (2002), Nr. 4, S. 539-548

NOTON/STARK 1971

Noton, David; Stark, Lawrence: Scanpath in Saccadic Eye Movements While Viewing and Recognizing Pattern. In: *Vision Res.* 11 (1971), S. 929-942

OLYMPUS 2002

Olympus: *Die Physik von Licht und Farbe: Menschliches Sehen und Farbaufnahme* [online]. <<http://www.mic-d.de/curriculum/lightandcolor/humanvision.htm>> - Aktualisierungsdatum: 2002. [zit. 05.05.2006]

OTTO 2006

Otto: Homepage [online]. <<http://www.otto.de>> – Aktualisierungsdatum: 09.06.2006

SPIEGEL ONLINE 2006. [zit. 09.06.2006]

OUTING/RUEL 2004

Outing, Steve; Ruel, Laura: The Best of Eyetrack III: What We Saw When We Looked Through Their Eyes [online].

<<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/main.htm>> -

Aktualisierungsdatum: 2004. [zit. 05.05.2006]

## ROEPER 2005

Roeper, Jochen: *Visuelles System III* [online]. <<http://www.med.uni-marburg.de/stpg/fb20/ltinst/neurophys/2.SEMMED-VorlesungSS05/Sehen3SS05.pdf>> - Aktualisierungsdatum: 2005. - Dateigröße: 2.238 KB. – mailto: [roeper@mail.uni-marburg.de](mailto:roeper@mail.uni-marburg.de). – Universität Marburg. [zit. 05.06.2006]

## SPIEGEL ONLINE 2006

Spiegel Online: Homepage [online]. <<http://www.spiegel-online.de>> – Aktualisierungsdatum: 06.06.2006. [zit. 06.06.2006]

## TOBII TECHNOLOGY AB 2004

Tobii Technology AB (Hrsg.): *Eye-Tracking Solutions for Usability and Advertising Studies* [online]. <[http://www.tobii.se/downloads/tobii\\_50series\\_PD\\_Aug04.pdf](http://www.tobii.se/downloads/tobii_50series_PD_Aug04.pdf)> – Firmenschrift. [zit. 22.05.2006]

## T-ONLINE 2006

T-Online: Homepage [online]. <<http://www.t-online.de>> – Aktualisierungsdatum: 09.06.2006. [zit. 09.06.2006]

## WIKI 2006

Wikipedia: *Auge* [online]. <<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Auge.png#filelinks>> – Aktualisierungsdatum: 26.05.2006. [zit. 30.05.2006]

## WILHELM 2003

Wilhelm, Thorsten: *Blickverlauf auf Webseiten: Auf dem Weg zu Daumenregeln?*. 2003 (GF eResult GmbH). – Firmenschrift

## WOODING 2002

Wooding, David, S.: *Fixation Maps: Quantifying Eye-Movement Traces*. (Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, New Orleans, Louisiana). New York : ACM Press, 2002. – ISBN 1-58113-447-3, S. 31-36

## Tabellenverzeichnis:

### DONSBACH 1991

Donsbach, Wolfgang: Medienwirkung trotz Selektion: Einflussfaktoren auf die Zuwendung zu Zeitungsinhalten. Köln, Weimar, Wien : Böhlau Verlag, 1998. – ISBN 3-41208-491-3, S. 50

### EIMEREN/FREES et al. 2005

Eimeren, Birgit van; Frees, Beate: ARD/ZDF Online-Studie 2005: Nach dem Boom. In: *Media Perspektiven* 8 (2005)

### GIZYCKI 2002

Gizycki, Vittoria von: Usability – nutzerfreundliches Web-Design. In: Beier, Markus; Gizycki, Vittoria von (Hrsg.): *Usability: Nutzerfreundliches Web-Design*. Berlin : Springer, 2002. – ISBN 3-540-41914-4, S. 1-17

### HEINSEN/SCHEIER 2003

Heinsen, Sven; Scheier, Christian: *Aufmerksamkeitsanalyse*. In: Heinsen, Sven; Vogt, Petra (Hrsg.): *Usability praktisch umsetzen: Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkte*. München : Hanser, 2003. – ISBN 3-446-22272-2, S. 154-169

### HYÖNÄ 2003

Hyönä, Jukka (Hrsg.): *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. – ISBN 0-444-51020-6

### PAN et al. 2004

Pan, Bing; Hembrooke, Helene A.; Gay, Geri K.; Granka, Laura A.; Feusner, Matthew K.; Newman, Jill K.: *The Determinants of Web Page Viewing Behavior: An Eye-Tracking Study*. (Proceedings of the 2004 Symposium on Eye Tracking Research & Applications, San Antonio, Texas). New York : ACM Press, 2004. – ISBN 1-58113-825-3, S. 424-438

### SCHWEIGER/WIRTH 1999

Schweiger, Wolfgang ; Wirth, Werner: *Auswahlentscheidungen im Internet*. In: Schweiger, Wolfgang ; Wirth, Werner (Hrsg.): *Selektion im Internet: Empirische Analysen zu einem Schlüsselkonzept*. Opladen/Wiesbaden : Westdeutscher Verlag, 1999. – ISBN 3-531-13326-8, S. 43-74

## Anhang 1: Aushang an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg



# Großer Eye Tracking-Methodentest

Ich bin Studentin des Studiengangs Medien und Information und benötige für meine **Diplomarbeit** eure Mithilfe!

*Worum geht es: Messung von **Blickbewegungen** auf Internetseiten*



**Wann: Montag, 12.6 und Dienstag 13.6**

**Uhrzeit: 10 – 18 Uhr**

**Wo: Foyer der HAW am Berliner Tor 5**

**Dauer: ca. 5 Minuten**

Ulla Wilms  
[ullawilms@gmx.de](mailto:ullawilms@gmx.de)

## Anhang 2: Fragebogen

Eye Tracking-Methodenforschung

Ulla Wilms ([wilms@sirvaluse.de](mailto:wilms@sirvaluse.de))

Proband Nr. \_\_\_\_



## Fragebogen Eye Tracking-Methodenforschung

### I. Soziodemographie

1. Geschlecht: weiblich: \_\_\_\_ männlich: \_\_\_\_
2. Alter: \_\_\_\_
3. Sind Sie...
  - \_\_\_\_ Vollzeit berufstätig
  - \_\_\_\_ Teilzeit berufstätig
  - \_\_\_\_ Hausfrau/ -mann
  - \_\_\_\_ In Ausbildung (Schüler, Studenten)
  - \_\_\_\_ In Um- bzw. Weiterbildung
  - \_\_\_\_ Nicht mehr berufstätig (Rentner)
  - \_\_\_\_ Z. Zt. erwerbslos

### II. Sehhilfe

1. Tragen Sie jetzt eine Brille:
  - \_\_\_\_ ja, immer
  - \_\_\_\_ ja, zum Lesen und am PC
  - \_\_\_\_ nein, ich trage Kontaktlinsen
  - \_\_\_\_ nein
2. Sind Sie farbenblind?  
ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_
3. Sind Sie rot-grün-blind?  
ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_

Eye Tracking-Methodenforschung  
Ulla Wilms ([wilms@sirvaluse.de](mailto:wilms@sirvaluse.de))  
Proband Nr. \_\_\_\_



### III. Internetnutzung

1. Nutzen Sie persönlich und aktiv das Internet?

ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_

2. Seit wann nutzen Sie das Internet?

\_\_\_\_ unter 6 Monaten

\_\_\_\_ 6 Monaten bis 3 Jahren

\_\_\_\_ über 3 Jahren

3. Wie häufig nutzen Sie persönlich und aktiv das Internet pro Woche?

\_\_\_\_ mehrmals täglich

\_\_\_\_ einmal am Tag

\_\_\_\_ mehrmals die Woche

\_\_\_\_ einmal pro Woche

\_\_\_\_ seltener

4. Wie lange nutzen Sie das Internet durchschnittlich pro Woche?

\_\_\_\_ unter 3,5 Stunden

\_\_\_\_ 3,5 bis 10 Stunden

\_\_\_\_ über 10 Stunden

Eye Tracking-Methodenforschung  
Ulla Wilms ([wilms@sirvaluse.de](mailto:wilms@sirvaluse.de))  
Proband Nr. \_\_\_\_



#### IV. Themenspezifische Fragen

1. Kennen Sie die Internetseite [www.otto.de](http://www.otto.de)?

ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_

wenn ja, wann haben Sie die Seite das letzte Mal aufgerufen:

\_\_\_\_ heute

\_\_\_\_ in dieser Woche

\_\_\_\_ in diesem Monat

\_\_\_\_ im letzten halben Jahr

\_\_\_\_ ist länger als ein halbes Jahr her

2. Kennen Sie die Internetseite [www.spiegel-online.de](http://www.spiegel-online.de)?

ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_

wenn ja, wann haben Sie die Seite das letzte Mal aufgerufen:

\_\_\_\_ heute

\_\_\_\_ in dieser Woche

\_\_\_\_ in diesem Monat

\_\_\_\_ im letzten halben Jahr

\_\_\_\_ ist länger als ein halbes Jahr her

3. Kennen Sie die Internetseite [www.t-online.de](http://www.t-online.de)?

ja: \_\_\_\_ nein: \_\_\_\_

wenn ja, wann haben Sie die Seite das letzte Mal aufgerufen:

\_\_\_\_ heute

\_\_\_\_ in dieser Woche

\_\_\_\_ in diesem Monat

\_\_\_\_ im letzten halben Jahr

\_\_\_\_ ist länger als ein halbes Jahr her

Anhang 3: Sehtest

**E K C D**

**N O B K**

**V U H P**

## Anhang 4: Aufmerksamkeitsverteilungen auf den getesteten Internetseiten

Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Otto GmbH und CO KG

<i>Rang</i>	<i>AOI</i>	<i>Mittelwert in %</i>	<i>Standardabweichung in %</i>
1	AOI 5	14,08	9,64
2	AOI 3	12,03	11,54
3	AOI 4	11,46	10,42
4	AOI 6	7,38	7,26
5	AOI 9	6,20	7,28
6	AOI 7	5,92	5,96
7	AOI 8	5,87	5,86
8	AOI 10	5,17	5,75
9	AOI 2	3,85	5,51
10	AOI 1	2,19	2,93

Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Spiegel Online GmbH

<i>Rang</i>	<i>AOI</i>	<i>Mittelwert in %</i>	<i>Standardabweichung in %</i>
1	AOI 7	14,42	14,29
2	AOI 6	14,35	9,64
3	AOI 4	10,53	13,54
4	AOI 9	8,84	8,03
5	AOI 8	8,58	13,04
6	AOI 1	7,25	9,66
7	AOI 5	5,67	6,45
8	AOI 3	3,54	4,39
9	AOI 2	2,61	3,54
10	AOI 10	1,66	3,94

Aufmerksamkeitsverteilung auf der Internetseite der Deutschen Telekom AG,  
Geschäftseinheit T-Online

<i>Rang</i>	<i>AOI</i>	<i>Mittelwert in %</i>	<i>Standardabweichung in %</i>
1	AOI 8	16,34	14,30
2	AOI 10	11,72	11,17
3	AOI 9	10,29	8,56
4	AOI 3	8,58	8,36
5	AOI 7	6,75	9,86
6	AOI 4	5,99	6,02
7	AOI 5	5,84	7,54
8	AOI 2	3,97	5,63
9	AOI 6	2,98	4,61
10	AOI 1	2,11	3,09

## Anhang 5: Auswertung des Äquivalenztests für otto.de

Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 10

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 10</i>										
<i>Gleich GG</i>	277	77,6	279	78,2	235	65,8	239	67	221	62
<i>Ungleich GG</i>	80	22,4	78	21,8	122	34,2	118	33	136	38

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 10</i>										
<i>Gleich GG</i>	251	70,3	232	65	252	70,6	291	81,5	283	79,2
<i>Ungleich GG</i>	136	29,7	125	35	105	29,4	66	18,5	74	20,8

Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 15

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 15</i>										
<i>Gleich GG</i>	194	81,9	205	86,5	198	83,5	200	84,4	209	88,1
<i>Ungleich GG</i>	43	18,1	32	13,5	39	16,5	37	15,6	28	11,9

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 15</i>										
<i>Gleich GG</i>	199	84	203	85,7	213	89,9	195	82,3	190	80,2
<i>Ungleich GG</i>	38	16	34	14,3	24	10,1	42	17,7	47	19,8

## Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 20

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	153	87	157	89,2	165	93,75	159	90,3	167	94,9
<i>Ungleich GG</i>	23	13	19	10,8	11	6,25	17	9,7	9	5,1

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	155	88	165	93,75	162	92	161	91,5	150	85,2
<i>Ungleich GG</i>	21	12	11	6,25	14	8	15	8,5	26	14,8

## Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 25

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	131	93,6	135	96,4	134	95,7	136	97,1	137	97,9
<i>Ungleich GG</i>	9	6,4	5	3,6	6	4,3	4	2,9	3	2,1

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	135	96,4	138	98,6	131	93,6	131	93,6	130	92,9
<i>Ungleich GG</i>	5	3,6	2	1,4	9	6,4	9	6,4	10	7,1

## Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 30

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	113	97,4	111	95,7	115	99,1	113	97,4	115	99,1
<i>Ungleich GG</i>	3	2,6	5	4,3	1	0,9	3	2,6	1	0,9

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	115	99,1	116	100	114	98,3	112	96,6	111	97,4
<i>Ungleich GG</i>	1	0,9			2	1,7	4	3,4	5	2,6

## Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 40

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 40</i>										
<i>Gleich GG</i>	86	100	85	98,8	86	100	86	100	86	100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	1	1,2	0	0	0	0	0	0

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 40</i>										
<i>Gleich GG</i>	86	100	86	100	86	100	85	98,8	86	100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	1	1,2	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 50

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 50</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 50</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für otto.de; Stichprobengröße 60

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 60</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 60</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Anhang 6: Auswertung des Äquivalenztests für spiegel.de

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 10

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 10</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	256	71,7	258	72,3	239	67	240	67,2	286	80,1
<i>Ungleich GG</i>	101	28,3	99	27,3	118	33	117	32,8	71	19,9

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 10</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	213	59,7	237	66,4	245	68,6	235	65,8	265	74,2
<i>Ungleich GG</i>	144	40,3	120	33,6	112	31,4	122	34,2	92	25,8

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 15

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 15</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>	200	84,4	197	83,1	208	87,8	183	77,2	201	84,8
<i>Ungleich GG</i>	37	15,6	40	16,9	29	12,2	54	22,8	36	15,2

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 15</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	199	84	216	91,1	187	78,9	194	81,9	194	81,9
<i>Ungleich GG</i>	38	16	21	8,9	50	21,1	43	18,1	43	18,1

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 20

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	170	95,6	160	91	164	93,2	158	89,8	152	86,4
<i>Ungleich GG</i>	6	3,4	16	9	12	6,8	18	10,2	24	13,6

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	172	97,7	166	94,3	166	94,3	160	90,9	157	89,2
<i>Ungleich GG</i>	4	2,3	10	5,7	10	5,7	16	9,1	19	10,8

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 25

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	140	100	133	95	132	94,3	133	95	127	90,7
<i>Ungleich GG</i>	0	0	7	5	8	5,7	7	5	13	9,3

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	137	97,9	139	99,3	134	95,7	135	96,4	130	92,9
<i>Ungleich GG</i>	3	2,1	1	0,7	6	4,3	5	3,6	10	7,1

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 30

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	114	98,3	113	97,4	113	97,4	115	99,1	114	98,3
<i>Ungleich GG</i>	2	1,7	3	2,6	3	2,6	1	0,9	2	1,7

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	116	100	115	99,1	116	100	116	100	106	91,4
<i>Ungleich GG</i>	0	0	1	0,9	0	0	0	0	10	8,6

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel-online.de; Stichprobengröße 40

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 10</i>										
<i>Gleich GG</i>	86	100	86	100	86	100	86	100	86	100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 10</i>										
<i>Gleich GG</i>	86	100	86	100	85	98,8	86	100	86	100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	1	1,2	0	0	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel.de; Stichprobengröße 50

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
	Count	%								
<i>ST 50</i>										
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 50</i>										
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für spiegel.de; Stichprobengröße 60

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
	Count	%								
<i>ST 60</i>										
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 60</i>										
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Anhang 7: Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 10

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 10</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	260	72,8	268	75,1	257	72	263	73,7	305	85,4
<i>Ungleich GG</i>	97	27,2	89	24,9	100	28	94	26,3	52	14,6

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 10</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	241	67,5	261	73,1	245	68,6	235	65,8	236	66,1
<i>Ungleich GG</i>	116	32,5	96	26,9	112	31,4	122	34,2	121	33,9

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 15

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 15</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>	186	78,5	196	82,7	209	88,2	196	82,7	206	86,9
<i>Ungleich GG</i>	51	21,5	41	17,3	28	11,8	41	17,3	31	13,1

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 15</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>	197	83,1	188	79,3	204	86,1	206	86,9	192	81
<i>Ungleich GG</i>	40	16,9	49	20,7	33	13,9	31	13,1	45	19

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 20

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	156	88,6	158	89,8	157	89,2	167	94,9	151	85,8
<i>Ungleich GG</i>	20	11,4	18	10,2	19	10,8	9	5,1	25	14,2

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 20</i>										
<i>Gleich GG</i>	157	89,2	162	92	159	90,3	167	94,9	164	93,2
<i>Ungleich GG</i>	19	10,8	14	8	17	9,7	9	5,1	12	6,8

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 25

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	135	96,4	135	96,4	132	94,3	135	96,4	122	87,1
<i>Ungleich GG</i>	5	3,6	5	3,6	8	5,7	5	3,6	18	12,9

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 25</i>										
<i>Gleich GG</i>	136	97,1	130	92,9	138	98,6	134	95,7	139	99,3
<i>Ungleich GG</i>	4	2,9	10	7,1	2	1,4	6	4,3	1	0,7

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 30

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%								
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	113	97,4	114	98,3	114	98,3	114	98,3	107	92,3
<i>Ungleich GG</i>	3	2,6	2	1,7	2	1,7	2	1,7	9	7,7

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 30</i>										
<i>Gleich GG</i>	115	99,1	113	97,4	114	98,3	114	98,3	114	98,3
<i>Ungleich GG</i>	1	0,9	3	2,6	2	1,7	2	1,7	2	1,7

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 40

	AOI 1		AOI 2		AOI 3		AOI 4		AOI 5	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 40</i>										
<i>Gleich GG</i>	85	98,8	86	100	86	100	86	100	83	96,5
<i>Ungleich GG</i>	1	1,2	0	0	0	0	0	0	3	3,5

	AOI 6		AOI 7		AOI 8		AOI 9		AOI 10	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>ST 40</i>										
<i>Gleich GG</i>	85	98,8	86	100	86	100	85	98,8	86	100
<i>Ungleich GG</i>	1	1,2	0	0	0	0	1	1,2	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 50

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 50</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 50</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Auswertung des Äquivalenztests für t-online.de; Stichprobengröße 60

	<i>AOI 1</i>		<i>AOI 2</i>		<i>AOI 3</i>		<i>AOI 4</i>		<i>AOI 5</i>	
<i>ST 60</i>	Count	%								
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>AOI 6</i>		<i>AOI 7</i>		<i>AOI 8</i>		<i>AOI 9</i>		<i>AOI 10</i>	
<i>ST 60</i>	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
<i>Gleich GG</i>		100		100		100		100		100
<i>Ungleich GG</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Eidesstattliche Versicherung

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

*Ort, Datum*

*Unterschrift*