



# Master-Thesis

Hochschule Merseburg (FH)  
University of Applied Science

-Fachbereich Informatik und Kommunikationssysteme-

## Thema: „Zielgruppenspezifisches Nutzerverhalten und Einsatzbereiche von iPad Applikationen“

**VORGELEGT VON: WALTER KASTLER**

**MATRIKELNUMMER: 17157**

**MATRIKEL: MTRW09**

**FACHRICHTUNG: TECHNISCHE REDAKTION UND WISSENSKOMMUNIKATION**

**1. HOCHSCHULBETREUER: FRAU PROF. DR. MONIKA TRUNDT**

**2. HOCHSCHULBETREUER: HERR PROF. FRANK HOFMANN**

**TAG DER EINREICHUNG: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_**

# Danksagung

---

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen die an meiner Masterarbeit beteiligt waren für ihr unglaubliche Geduld bedanken. Im speziellen danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung, den Zuspruch und das ständige Aufbauen. Ich habe über diese lange Zeit nicht nur meinen Körper sondern auch viele Beziehungen strapaziert, an all diejenigen die an mich geglaubt haben und meine Tiefpunkte ertragen mussten ein tut mir sehr leid und ein Danke aus tiefsten Herzen. Besonderen Dank gebührt Mirjam Deutschländer, mit der ich nicht nur viele Diskussionen über diese Arbeit hatte, sondern die mir auch geistig und im Überarbeiten eine unersetzliche Hilfe war. Auch an die Testpersonen, für die gute, spontane und kostenlose Mitarbeit, vielen Dank.

Abschließend noch einen herzliches Dankeschön an meine Hochschulbetreuer Frau Prof. Dr. Trundt und Herrn Prof. Hofmann für ihre Geduld und Entgegenkommen.



Walter Kastler

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b><u>EINLEITUNG.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
1.1	MOTIVATION UND FRAGESTELLUNG.....	1
1.2	INHALT .....	1
<b>2</b>	<b><u>GRUNDLAGEN.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
2.1	WAS IST INTUITION UND INTUITIVES VERHALTEN? .....	3
2.2	USABILITY-TEST MIT HILFE VON EYE TRACKING-SYSTEMEN.....	4
2.3	FRAGEBOGEN.....	8
2.4	DER FRAGEBOGEN ALS MESSINSTRUMENT .....	9
<b>3</b>	<b><u>EYE TRACKING GRUNDLAGEN .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
3.1	GESCHICHTE DER EYE TRACKING-METHODE .....	12
3.2	EYE TRACKING UND KOGNITION .....	15
3.3	FOVEALES UND PERIPHERES SEHEN .....	16
3.4	AUGENBEWEGUNGEN .....	17
3.4.1	SAKKADEN .....	18
3.4.2	FIXATION .....	18
3.4.3	DRIFT UND MINISAKKADE .....	19
3.4.4	AUGENFOLGEBEWEGUNG.....	19
3.5	ANGEWANDTES EYE TRACKING VERFAHREN .....	20
3.5.1	TECHNOLOGIE.....	20
3.5.2	ANWENDUNGSBEREICHE.....	22
3.5.3	SMI IVIEW X HED 4 .....	24
3.5.4	HED 4 HARDWARE .....	26
3.5.5	KALIBRIERUNG DES HED 4 SYSTEM MIT IVIEW .....	27

<b><u>4</u></b>	<b><u>HARDWARE UND GETESTETE SOFTWARE</u></b>	<b><u>30</u></b>
<b>4.1</b>	<b>DAS IPAD 1. GENERATION</b>	<b>31</b>
4.1.1	BILDSCHIRMAUFBAU UND TECHNOLOGIE	32
4.1.2	GRUNDBEDIENUNG	34
<b>4.2</b>	<b>SOFTWARE DB NAVIGATOR</b>	<b>35</b>
4.2.1	ZWECK	36
4.2.2	ZIELGRUPPE	36
4.2.3	IM TEST GENUTZTE FUNKTIONEN	37
<b>4.3</b>	<b>DB INTERNETSEITE/REISEAUSKUNFT</b>	<b>39</b>
<b>4.4</b>	<b>ALLGEMEINER VERGLEICH DER DB APP MIT DER DB WEBSEITE</b>	<b>41</b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>DER TEST</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b>5.1</b>	<b>TESTAUFBAU</b>	<b>42</b>
5.1.1	DIE TESTUMGEBUNG IM LABOR	43
5.1.2	VERWENDETE HARDWARE UND SOFTWARE	45
5.1.3	TESTVORBEREITUNG	46
5.1.4	FRAGEBOGENAUFBAU	46
<b>5.2</b>	<b>TESTDURCHFÜHRUNG</b>	<b>48</b>
5.2.1	TESTAUFGABEN	49
<b><u>6</u></b>	<b><u>ERGEBNISAUSWERTUNG</u></b>	<b><u>51</u></b>
<b>6.1</b>	<b>DEMOGRAFISCHE DATEN</b>	<b>51</b>
<b>6.2</b>	<b>FRAGEBOGENAUSWERTUNG</b>	<b>52</b>
6.2.1	KOMPLEX 1: DEMOGRAFISCHE DATEN	53
6.2.2	KOMPLEX 2: AUFGABENANGEMESSENHEIT	53
6.2.3	KOMPLEX 3: SELBSTBESCHREIBUNGSFÄHIGKEIT	55
6.2.4	KOMPLEX 4: STEUERBARKEIT	57
6.2.5	KOMPLEX 5: ERWARTUNGSKONFORMITÄT	59
6.2.6	KOMPLEX 6: FEHLERTOLERANZ	61
<b>6.3</b>	<b>AUSWERTUNG DER ZEIT UND DER KLICKS</b>	<b>63</b>
<b>6.4</b>	<b>ABSCHLUSSINTERVIEW</b>	<b>64</b>

<b>6.5</b>	<b>INTERPRETATION DER ERGEBNISSE .....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b><u>FAZIT/SCHLUSSFOLGERUNG .....</u></b>	<b><u>66</u></b>
	<b><u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>67</u></b>
	<b><u>TABELLENVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>68</u></b>
	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>69</u></b>
	<b><u>EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG.....</u></b>	<b><u>71</u></b>

# 1 Einleitung

---

## 1.1 MOTIVATION UND FRAGESTELLUNG

Diese Masterarbeit behandelt einen Teil eines Usability-Testes über die Bedienbarkeit der Grafikoberfläche einer Fahrplaninformations-/Fahrkartenbezugsapplikation und Webseite der Firma Deutsche Bahn AG. Das Testobjekt, auf dem diese Applikation betrieben wird, ist ein Tablet-Computer der Marke Apple. Das Modell ist das iPad der ersten Generation. Die Bahn App wurde für verschiedene mobile Systeme, wie auch für das iOS (das Apple eigene Operating System - Betriebssystem) programmiert und kann somit nicht nur auf dem iPad, sondern auch auf dem markengleichen iPhone betrieben werden.

Die Frage, die hier gestellt werden soll ist, wie gut oder schlecht die Bedienbarkeit dieser App auf der Plattform des iPads und ihres Webpendants auf einem Desktop-PC ist? Kann jeder potenzielle Nutzer schnell, einfach und bequem die Fahrplaninformation abrufen und sich, wenn nötig, einen Fahrschein kaufen und benötigt bzw. nutzt er alle angebotenen Funktionen?

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, wird die App und die Webseite, speziell der Teil, der vergleichbar mit der Applikation ist, einem Test unterzogen.

## 1.2 INHALT

Die Arbeit umfasst die Grundlagen von Usability-Tests sowie Grundwissen über Eye Tracking-Verfahren, deren Entstehung und die in der Arbeit verwendeten Fragebogen. Der Aufbau d.h. die Technologie und

## 1 Einleitung

die Bedienung des Bereitstellungssystems sowie der Software werden beschrieben.

Um die Bedienbarkeit der DB App zu testen, wird dieser Test mit ausgesuchten Testpersonen durchgeführt. Diese bearbeiten die ihnen gestellten Aufgaben zur Übersichtlichkeit und Bedienbarkeit der Bahn App und später der Webseite. Dabei werden mit Hilfe eines Eye Tracking-Systems Blickverlaufs- und Blickdichtedaten aufgezeichnet. Nach dem Test werden die Testpersonen auf Grundlage eines Fragenkataloges über ihre Eindrücke befragt.

Die durch das Eye Tracking-System (iView) aufgezeichneten Daten werden nach Beendigung aller Tests mit der Software BeGaze ausgewertet.

Da ein kommerzieller/professioneller Usability Test sehr komplex ist, viel Vorbereitung, in diesem Bereich ausgebildetes Personal und verschiedene Betrachtungsweisen fordert, sollte diese Arbeit nicht mit einem solchen Test verglichen werden.

## 2 Grundlagen

---

Aufgrund der verwendeten Hardware (das iPad der 1. Generation) welche als intuitiv bedienbar beworben wurde, soll im Vorfeld geklärt werden, was intuitives Verhalten überhaupt ist. Da die betrachtete Applikation der Bahn nur für das Apple iPad und nicht von Apple selbst entwickelt wurde, wird hier nicht davon ausgegangen, dass diese App denselben Kriterien der Intuition unterliegt. Es wird nur in der Grundbedienung des Betriebssystems und der von Apple zwangsgelieferten Bedienelementen (iOS Human Interface Guidelines) erwartet, dass eine intuitive Bedienung möglich ist.

Es soll in dieser Arbeit kein Bestandteil sein, die von Apple entwickelte Bedienung oder die Firmen eigene Softwareergonomierichtlinie (Apple Human Interface Guidelines) zu untersuchen. Diese Richtlinie wird in vielen Bereichen der Softwareentwicklung als ein Standard angesehen und wird kein Bestandteil dieser Arbeit sein.

### 2.1 WAS IST INTUITION UND INTUITIVES VERHALTEN?

Die Bedienung der Software basiert auf Intuition, das heißt die Bedienung wird nicht beschrieben. In diesem Fall hat der Hersteller seine Hard- und Software so konzipiert, dass die Bedienung intuitiv erfolgen soll.

Der Begriff Intuition kommt vom Lateinischen *intueri* betrachten, erwägen oder auch passiver Sinn von Eingebung, ahnendes Erfassen.<sup>1</sup> Allgemein: auf Antrieb eine gute Entscheidung treffen zu können, ohne die zugrundeliegenden Zusammenhänge explizit zu verstehen. Um-

---

<sup>1</sup> vgl. Drosdowski, Günther, Seite 310

gangssprachlich „aus dem Bauch“ heraus („Bauchgefühl“) spontan entscheiden.

Im technischen Bereich ist der Umgang mit Intuition eher pragmatisch orientiert: So bemühen sich Ergonomen, Designer oder Softwareentwickler die Bedienung von Geräten und Programmen möglichst intuitiv, also den Verhaltens- und Wahrnehmungsgewohnheiten angepasst, zu gestalten, um die Einarbeitungszeit für moderne Industrieanlagen, Software und Konsumprodukte dramatisch zu verkürzen. Essentiell ist die Ausnutzung der Intuition insbesondere bei Warnmeldungen, da hier eine schnelle und richtige Reaktion des Benutzers erzielt werden soll.

### 2.2 USABILITY-TEST MIT HILFE VON EYE TRACKING-SYSTEMEN

Eye Tracking Systeme sind seit Jahren ein kaum noch wegzudenkendes Werkzeug in Usability-Tests. Durch die Blickbewegungsmessung können Fixationen bestimmter Regionen und Blickbewegungen im Allgemeinen erfasst werden. Somit können Beobachtungen bei Aufgabenbearbeitungen gespeichert und später ausgewertet werden. Auf diese Weise können folgende Fragen beantwortet werden.

- Welche Elemente werden wahrgenommen bzw. nicht wahrgenommen?
- In welcher Reihenfolge werden die Elemente wahrgenommen?
- Wie schnell werden Elemente wahrgenommen?
- Wo erwartet der Nutzer Informationen oder Elemente?
- Werden Informationen nur überflogen oder intensiv gelesen?
- Lenken sekundäre Elemente von primären ab?

## 2 Grundlagen

- Gibt es Unterschiede bei der Orientierung zwischen verschiedenen Nutzergruppen (z.B. Neunutzern und erfahrenen Nutzern)?

Die fortgeschrittene Art des Eye Tracking sind Systeme, deren Aufbau sehr unauffällig ist. Sie verwenden in der Regel Infrarottechnik, die am oder im Gehäuse eines Monitors untergebracht ist.<sup>2</sup>

Die Blickbewegungsmessung lässt sich durch diese Technik gut in einen klassischen Usability-Test einbinden. Die Daten können nur dann sinnvoll ausgewertet werden, wenn die Testperson bei der Aufgabenabarbeitung nicht unterbrochen wird. Hierbei kann es zu unwillkürlichen Änderungen im natürlichen Blickverlauf kommen. Methoden bei denen Rückfragen durch den Testleiter/Moderator gestellt werden oder bei denen die Testperson „laut denkt“ oder seine Schritte kommentiert, sind somit in Kombination mit Blickbewegungsmessung nicht möglich. Qualitative Informationen müssen deshalb in einer Befragung nach dem Test erhoben werden.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Sarodnick & Brau, 2011

<sup>3</sup> Ross, 2009

## 2 Grundlagen

Ein Vorteil von Blickbewegungsmessung ist, dass Fixationspfade, die Reihenfolge der fixierten Punkte, und die Fixationsdauer, die Zeit die



Abb. 1 - Fixationspfad

der Blick auf einem Punkt ruht, visualisiert werden können. Dadurch können Schwierigkeiten und Ablenkungen sichtbar gemacht werden. Durch das Visualisieren lassen sich dann Rückschlüsse über geeignete Anordnung und Gestaltung von Elementen ziehen. Werden Elemente wahrgenommen, aber nicht benutzt, so ist dies ein Hinweis auf Verständnisprobleme.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Sarodnick & Brau, 2011

## 2 Grundlagen

Das Interesse an diesen Informationen aus der Visualisierung konzentriert sich nicht nur auf der Interpretation des Verhaltens, viel mehr können Kunden und Entwicklern Schwächen veranschaulicht und somit die Bedeutung von Veränderung aufgezeigt werden. Heatmaps, siehe

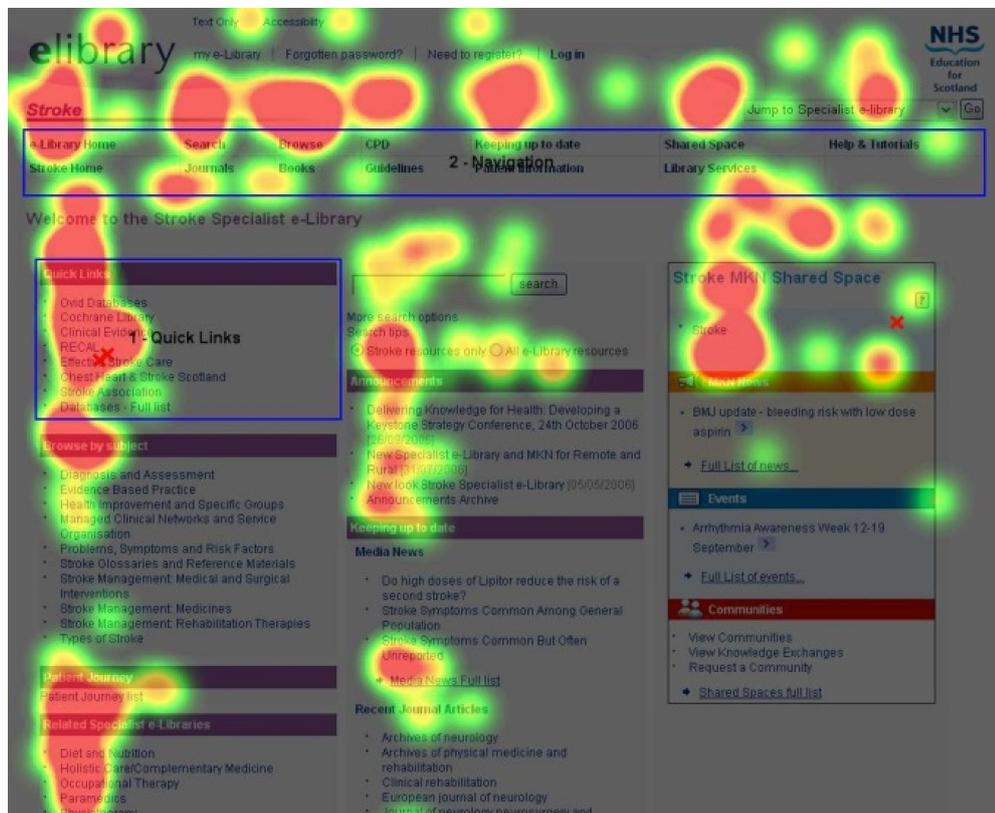


Abb. 2 - Heatmap

Abbildung 2, veranschaulichen hierbei sehr deutlich worauf Testpersonen besonders ihr Augenmerk legen.

Es gibt jedoch auch Nachteile. So zeigt die Blickbewegungsmessung nur Punkte der Fixierung und die Bewegungen, die Sakkaden dazwischen. Das sagt jedoch nichts über die Aufmerksamkeit und das Verstehen der Testperson aus. Fixierung bedeutet nicht immer, dass das Objekt wahrgenommen oder überhaupt verstanden wurde. So kann eine längere Fixation bedeuten, dass die Testperson an dem Element besonders interessiert war oder es für sie schwer zu verstehen war. Aus diesen Gründen sollten Ergebnisse aus Blickbewegungsmessungen nie allein stehend, sondern immer in Verbindung mit anderen Beobachtungen

## 2 Grundlagen

ausgewertet und betrachtet werden. Vorteilhaft ist hier immer die Verbindung mit einem Testnachgespräch.

Ein weiterer Nachteil sind die der Technik zu schuldenden Erfassungsprobleme. Systeme für die Blickbewegungsmessung können, auch wenn die Systeme immer fortschrittlicher geworden sind, in der Regel nur einen gewissen Bereich messen. Dies kann Erfassungsprobleme mit sich ziehen, beispielsweise wenn sich die Testperson zurück oder nach vorn lehnt. Diese Abweichungen und Lücken müssen in Kauf genommen werden, oder die Testperson wird darauf hingewiesen, wobei dies wiederum eine natürliche Aufgabenabarbeitung unterbricht oder erschwert.

Um vertrauenswürdige Ergebnisse zu erhalten, muss man den Aufwand im Gegensatz zu diesen Ergebnissen sehen. Um dies herauszufinden, haben Lesemann und Wilms 2007 eine Studie mit 393 Probanden gestartet. Sie soll zeigen wie viele Nutzer gebraucht werden, um diese Daten zur Aufmerksamkeitsverteilung in der Orientierungsphase auf einer Webseite zu erheben. Nach ihren Ergebnissen ist dies bei 50 Probanden vollständig gegeben. Auf dieser Grundlage sagen sie weiter, dass für praktische Studien ohne Forschungshintergrund auch mit 30 Probanden akzeptable Ergebnisse erzielt werden können. Hier zeigt sich, dass der Aufwand, den man betreiben muss, um reproduzierbare Studienergebnisse zu erhalten, nicht unerheblich ist.<sup>5</sup>

### 2.3 FRAGEBOGEN

Sie sind zumeist die Wahl, wenn es darum geht, quantitative Aussagen von Testpersonen zu erheben. Zum Beispiel um verschiedene Systeme oder Systemversionen miteinander zu vergleichen. Fragebogen bestehen aus Fragen und/ oder Aussagen.

---

<sup>5</sup> Sarodnick & Brau, 2011

Fragebogen sind häufig in Subskalen (Unterthemen) aufgeteilt. So könnte ein Fragebogen zur Usability beispielsweise in sieben Gestaltungsanforderungen der DIN EN ISO 9241-110 (2008) unterteilt sein.

Im Weiteren werden einige Grundlagen zur Erstellung umrissen und dann der Aufbau des hier verwendeten Fragebogens erläutert.

### 2.4 DER FRAGEBOGEN ALS MESSINSTRUMENT

Vorteil bei der Verwendung von Fragebogen ist in jedem Fall die Erfassung erlebnisnaher Bewertungen.

Es bestehen die Möglichkeiten Antworten als Antwortoption z.B. als Multiple Choice vorzugeben, als abgestufte bipolare Einschätzungen z.B. Ratingskalen, die mit „stimme gar nicht zu“ bis „stimme voll zu“ eine vergleichbare Bewertung eines Notensystems besitzen oder in Form von Freitextbewertung zu geben. Vollstandardisierte Fragebogen legen die Reihenfolge, das Antwortformat und die Formulierung von vornherein fest. Sie geben ausschließlich numerische Bewertungen der Fragen/Antworten anhand von Rankingskalen zur Auswahl. Fragebogen die teilstandardisiert sind bieten jedoch zusätzlich die Möglichkeit, Antworten frei zu formulieren.

Es ist sehr aufwendig einen Fragebogen, der wissenschaftlichen Ansprüchen genügen soll, zu konstruieren. Es umfasst die Auswahl und fundierte Definitionen der zu messenden Konstrukte, die Formulierung und Auswahl von Elementen, sowie Eichung anhand großer Stichproben im Bereich  $n > 300$  sowie die Standardisierung. Um garantieren zu können, dass Befragungen mit diesen Instrumenten zuverlässige und ver-

trauenswürdige Daten liefern, müssen dabei Gütekriterien beachtet werden.<sup>6</sup>

### **Die Hauptkriterien sind hierbei:**

**Objektivität** - Sind die Ergebnisse, die mit dem Fragebogen erhoben werden?

**Reliabilität** – Produziert der Fragebogen für denselben Untersuchungsgegenstand bei einer Wiederholung der Erhebung annähernd die gleichen Ergebnisse?

**Validität** – Misst der Fragebogen, was er messen soll?

Die Konstruktion von projektbezogenen Fragebogen ist aufgrund von Termin- und Kostendruck selten möglich. Fragebogen die selbst entworfen wurden und nicht systematisch beforscht sind, sollten mit Vorsicht behandelt werden, da nicht garantiert ist, dass die Gütekriterien hinreichend erfüllt sind. Anders ist es bei Fragebogen, die nach einer gemeinsamen Norm und wissenschaftlichen Gütekriterien entworfen wurden. Figl (2009) stellte in einer Studie heraus, dass Usability-Bewertungen mit den Fragebogen DIN EN ISO 9241/110-S und ISO-METRIC positiv miteinander arbeiten. So kann man sagen, dass sie grundsätzlich dieselben Ergebnisse für Bewertungen und Vergleich von Systemen liefern.

In der Vergangenheit wurden von wissenschaftlicher Seite eine ganze Reihe Fragebogen veröffentlicht. Diese Fragebogen sind verbindlich an Usability-Attribute gerichtet und können in die verschiedensten Projekte integriert werden. Es lassen sich allgemeine Fragebogen finden, die auf technische Systeme jeder Art anwendbar sind, aber auch spezifische

---

<sup>6</sup> Bortz & Döring, 1995

## 2 Grundlagen

Erhebungsinstrumente, die konkret auf spezifische Anwendungsbereiche ausgerichtet sind, beispielsweise Web-Usability. Diese Fragebogen sind standardisiert und beziehen sich auf generelle Aspekte der Systembeurteilung. Es können daher gelegentlich Aussagen als unpassend für ein konkretes Befragungsvorhaben sein, beispielsweise wenn die Verständlichkeit von Texten bei einem rein grafischen System befragt wird.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Sarodnick & Brau, 2011

## 3 Eye Tracking Grundlagen

---

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Abriss über die geschichtliche Entwicklung des Eye Tracking. Es werden die wichtigsten Bewegungsformen des Auges sowie dessen Anatomie erklärt. Zum Ende werden die Funktionsweise und die Technologie beleuchtet, sowie die Vorgehensweise und die Problematiken des verwendeten Systems erläutert.

### 3.1 GESCHICHTE DER EYE TRACKING-METHODE

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts stieg das Interesse der Wissenschaft heraus zu finden, was das menschliche Auge wahrnimmt. Die Methode



Abb. 3 - Filmaufnahmen

der Ur- Blickregistrierung und die Ergebnisse daraus, waren noch sehr von dem beobachteten Probanden abhängig. Die Forscher konnten auf keine technischen Hilfsmittel zurückgreifen, somit waren die Ergebnisse durch das Gedächtnis (Merkfähigkeit) und

die Aufnahmefähigkeit des beobachtenden Forschers stark beschränkt. Die ersten Filmaufnahmen zur Untersuchung der Blickrichtung wurden um 1900 gemacht (Abb. 3). Hierdurch konnte man nachträglich einen Probanden wiederholt beobachten, doch war dies genauso ungenau wie die direkte Beobachtung.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>vgl. Krimm, Stefan, S.22

### 3 Eye Tracking Grundlagen

Erst mit der Entwicklung von Kontaktlinsen um 1950 konnte man Messungen direkt am Auge durchführen. Mit Drähten verbundene Linsen lieferten genaue Messungen, wodurch die Blickrichtung genauer festgestellt werden konnte. Diese sehr direkte, auf dem Auge aufgebrachte, Methode war sehr unangenehm sowie zeitraubend für den Probanden.<sup>9</sup>

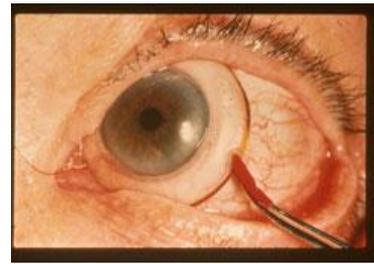


Abb. 4 - Kontaktlinse mit Spule

In den 70er Jahren setzte man häufiger die Methode des Elektro-Okulogrammes ein. Dazu befestigte man Elektroden rund um die Augen,

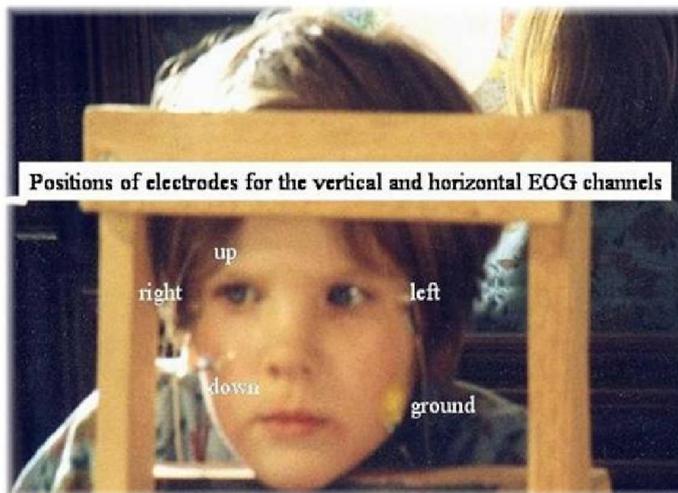


Abb. 5 - Okulographie Methode

gen, die bei einer Bewegung des Auges eine Potentialdifferenz zwischen Cornea und Retina, Hornhaut und Netzhaut registrierten.<sup>10</sup> Hierbei wurde die Messung relativ zur Kopfposition gemessen, was sich als Nachteil herausstellte, da entweder der Kopf fixiert werden musste oder für genauere Ergebnisse die Messung in Verbindung mit Headtracking erfolgte. Hierdurch stieg der Aufwand um ein Vielfaches.<sup>11</sup>

Nach Jahren und besseren technischen Möglichkeiten entstanden neue Methoden der Blickregistrierung, die eine größere Genauigkeit möglich machten. Neue, kamerabasierte Eye-Tracking-Systeme messen die opti-

<sup>9</sup>vgl. Duchowski, 2003, S.57

<sup>10</sup>vgl. Rákóczi, 2009, S.22

<sup>11</sup>vgl. Duchowski, 2003, S.56

sche Bewegung durch Lichtreflexion des Auges. Mit Hilfe von lichtempfindlichen Instrumenten werden alle anatomischen Eigenschaften, die für eine exakte Messung notwendig sind, erfasst. Zu diesen Eigenschaften zählen der Limbus, der Übergangsbereich von Horn- zur Lederhaut und die Pupille. Durch das Verfolgen der Pupille wird die Genauigkeit in hohem Maße verbessert. Die dafür verwendete Methode ist die Cornea-Reflex-Methode. Sie beruht auf der Lichtreflexion im Auge, vergleichbar mit dem Rotaugeneffekt beim Fotografieren. Hierbei wird das Auge mit einer oder mehr Infrarotlichtquellen beleuchtet. Der Proband wird durch die verwendete Infrarotquelle nicht beeinflusst und die Reflexion kann einfacher erfasst werden als die Pupille.<sup>12</sup>

Eine weitere Methode für eine sehr genaue, aber auch sehr hardwareaufwendige Blickregistrierung ist die Purkinje-Bilder-Methode. Hierbei wird die Blickrichtung durch das Vergleichen von vier verschiedenen Reflexionsbildern ermittelt. Diese voneinander abweichenden Reflexionsbilder werden in verschiedenen Schichten der Augenstruktur erfasst. Diese Methode kann nur in abgedunkelten Räumen angewendet werden.<sup>13</sup>

Abschließend ist zu sagen, dass kamerabasierende Eye Tracking-Systeme für Probanden am komfortabelsten sind. Verglichen mit den anderen Methoden, wie Elektro-Okulogramm oder Kontaktlinsen, sind diese etwas weniger genau, aber durch stetige Weiterentwicklung erreichen sie eine Genauigkeit von ca.  $0,5^\circ$ .<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Sarodnick & Brau, 2011

<sup>13</sup>vgl. Kain, 2007, S. 23

<sup>14</sup>vgl. SMI, 2009b, S. 30

## 3.2 EYE TRACKING UND KOGNITION

Die Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen mit Eye Tracking-Systemen ist der Zusammenhang zwischen Augenbewegung und kognitiven Prozessen. Objekte die beim Eye Tracking fixiert werden, werden vom menschlichen Gehirn kognitiv erfasst und verarbeitet.<sup>15</sup>

Kognitionsforscher gehen davon aus, dass die Dauer der Fixation der Länge des Verarbeitungsprozesses entspricht.<sup>16</sup> Dies stellt das Fundament für den Zusammenhang von kognitiven Prozessen und Blickbewegung dar.<sup>17</sup>

Die Besonderheit der menschlichen Augen ist, dass sie "Informationen überein sehr weites visuelles Umfeld in einer sehr hohen Auflösung [zu] liefern. [...] Diese enorme Leistungsfähigkeit resultiert aus der ungleichmäßigen Verteilung der Photorezeptoren und aus der Möglichkeit, durch motorische Aktivität (Augen-, Kopf- und Körperbewegungen) das wahrnehmbare visuelle Feld zu erweitern. Damit ist die visuelle Informationsaufnahme das Ergebnis der Wechselwirkung sensorischer und motorischer Leistungen des Auges und des Zentralnervensystems."<sup>18</sup>

Ohne die genannten Bewegungen kann das Auge nicht alle Bereiche des Blickfeldes richtig erfassen. Eine Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung ist das Resultat mehrerer physiologischer und psychologischer Faktoren.

---

<sup>15</sup>vgl. Rákóczi, 2009, S. 12

<sup>16</sup>Kain, 2007, S. 18

<sup>17</sup> vgl. Kain, 2007, S. 18; Höhner, 2005, S. 93; Baumann, 1986, S. 36

<sup>18</sup>Höhner, 2005, S. 100f

### 3.3 FOVEALES UND PERIPHERES SEHEN

Die lichtempfindlichen Rezeptoren im Auge, welche ihrer Form nach als Stäbchen und Zapfen bezeichnet werden, stellen die sensorische Leistungsfähigkeit sicher. Die Verteilung beider Rezeptoren im Auge

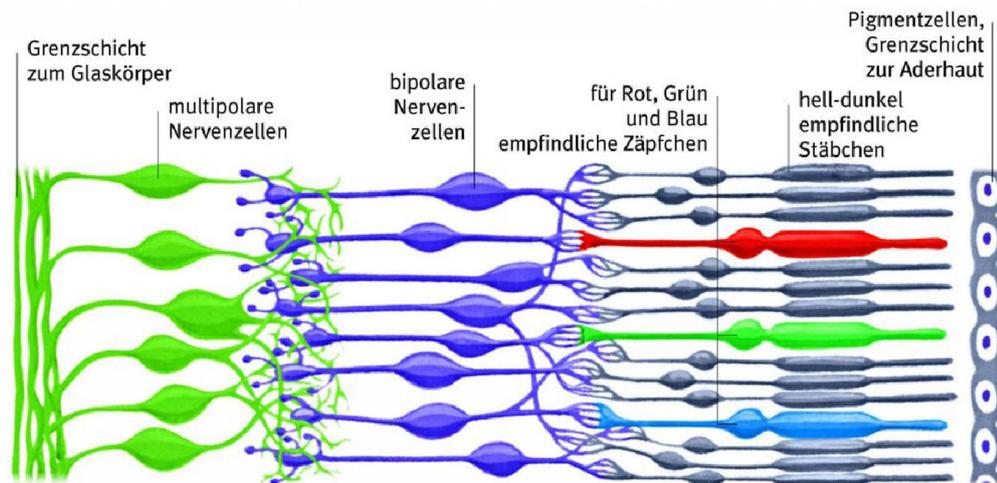


Abb. 6 - Verteilung Zapfen und Stäbchen im Auge

ist nicht gleichmäßig. Die Zapfen sind hauptsächlich in der fovea centralis, der Sehgrube vorhanden. Die Stäbchen sind dagegen weitestgehend im peripheren Bereich zu finden. Für das scharfe Sehen ist der foveale Bereich verantwortlich, dieser deckt aber nur einen geringen Teil des Gesichtsfeldes ab. Somit ist von einem Fixationspunkt ausgehend detailliertes und scharfes Sehen nur in einem Bereich von  $2,5^\circ$  möglich. Die wichtigste Bedingung für visuelle Wahrnehmung ist die Sehschärfe. Sie befähigt uns räumliche Merkmale zu identifizieren. Bei einer Entfernung von 4 - 8m ergibt sich ein Sehschärfebereich im Durchmesser von ca. 17 - 35cm. Somit ist durch eine punktgenaue Fixierung eines Objektes eine detaillierte Wahrnehmung möglich. Zusätzlich leistet das periphere Sehen durch Farbe, Größe und Gestalt seinen Beitrag.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> vgl. Baumann, 1986, S. 23ff; Neumaier, 1988, S. 47f

Wenn also ein Mensch Objekte oder Bewegungen wahrnehmen will, so bekommt er seine Informationen nicht nur aus dem fovealen Bereich, sondern auch durchgängig aus der Gesichtsfeldperipherie. In der Praxis könnte dies zum Beispiel so aussehen, dass ein Tennisspieler bei einem Ballwechsel durch Zuschauer, die ihren Platz verlassen oder diesen aufsuchen, abgelenkt wird und seine Aufmerksamkeit unbewusst, für einen Bruchteil einer Sekunde, auf diese Zuschauer gerichtet ist.

#### 3.4 AUGENBEWEGUNGEN

Da die Sehschärfe im Gegensatz zum Blickfeld nur einen kleinen Bereich darstellt, sind Augenbewegungen nötig, um Objekte für weitere Informationen in unser Sehzentrum zu rücken. Auch wenn der Mensch den Kopf für Blickrichtungsänderungen nutzen kann, ist das Auge jedoch um ein vielfaches schneller, um einen Fixpunkt zu erfassen oder zu ändern. Die Kombination aus beiden Bewegungen (Augen- und Kopfbewegung) befähigt uns schnell und effizient unser Blickfeld zu erweitern und zu erfassen.

In der Literatur werden drei Primärbewegungen aufgeführt.<sup>20</sup>

1. Sakkaden: schnelle Sprünge zwischen zwei Fixationen
2. Folgebewegung: beim Verfolgen eines sich bewegenden Objektes
3. kompensatorische Bewegungen: sie halten bei Bewegungen von Körperteilen den fixierten Punkt der Augen im Fokus

Diese Begriffe werden im Folgenden näher beschrieben.

---

<sup>20</sup> vgl. Baumann, 1986, S. 26 - 36; Neumaier, 1988, S. 85 - 117; Höhner, 2005, S. 102f

### 3.4.1 Sakkaden

Sakkaden sind sehr schnelle und sprunghafte Augenbewegungen. Sie springen von einem Fixpunkt zum anderen und sind für beide Augen gleich. Diese Augenbewegung wird für das Ausrichten des fovealen Bereichs benötigt. Sie können bewusst ausgeführt, aber nicht in ihrer zeitlichen Länge beeinflusst werden.

Sakkaden haben eine Dauer von maximal 15 bis 100 Millisekunden.<sup>21</sup> Sie erreichen nicht mehr als 15° bis 20°.<sup>22</sup> Daher sind größere Blicksprünge aus mehreren Sakkaden zusammengesetzt und werden durch Körperbewegungen unterstützt.

### 3.4.2 Fixation

Eine Fixation liegt zwischen zwei Sakkaden. Hierbei werden Objekte oder Punkte in einem Bereich fixiert, man könnte es auch mit anstarren vergleichen. Dies dient der "retinalen Reizaufnahme statischer Objekte".<sup>23</sup> In der Fachliteratur heißt es, dass eine Fixation aus drei Prozessen besteht.

1. die Analyse des fixierten Objektes
2. das Abtasten des peripheren Feldes
3. die Planung der nächsten Sakkade

Im Allgemeinen können Fixationsperioden zwischen 200 und 600 Millisekunden betragen. Bei enormen anforderungsabhängigen Fixationen kann diese Zeit derweilen unterschritten werden. Das Minimum kann

---

<sup>21</sup>Rákóczi, 2009, S. 14

<sup>22</sup> Neumaier, 1988, S. 86

<sup>23</sup>Höhner, 2005, S. 103

somit bei 150 Millisekunden liegen und bis zu einem Maximum von mehreren Sekunden anhalten.

Während einer Fixation ist das Auge vergleichsweise ruhig, mit minimalen Mikrobewegungen wirkt das Auge dem Entstehen eines stationären Bildes auf der Netzhaut entgegen. In der Zeit, in der ein Objekt fixiert wird, kommt es zu einer Reizaufnahme und einer Reizverarbeitung, Interessensfelder werden stabilisiert und aufgenommen. Daher sind Fixationen sehr wichtig für die Aufmerksamkeitssteuerung, sie gehen einher mit Informationsaufnahme und Interpretation.<sup>24</sup>

#### 3.4.3 Drift und Minisakkade

Bei einer Fixation eines Objektes führt das Auge ständig kleine Bewegungen aus, um die Sensibilität der Stäbchen und Zapfen zu erhalten. Dies nennt man Drift. Um diese Bewegung zu kompensieren und das Objekt weiter fixieren zu können, führt das Auge Minisakkaden durch.<sup>25</sup>

#### 3.4.4 Augenfolgebewegung

Wie zuvor bereits erwähnt, ist der Bereich des scharfen Sehens sehr gering. Wenn sich das Objekt bei einer Fixation bewegt und dies weiterhin im Fokus bleiben soll, dann führt das Auge eine autonome, langsam gleitende Folgebewegung durch. Mit dieser Folgebewegung hält das Auge das fixierte Objekt ständig auf der Fovea Centralis zentriert.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Baumann, 1986 S. 26f; Neumaier, 1988, S. 85f; Kain, 2007, S. 13

<sup>25</sup> Sarodnick & Brau, 2011

<sup>26</sup> Sarodnick & Brau, 2011

## 3.5 ANGEWANDTES EYE TRACKING VERFAHREN

Wie bereits in der Geschichte des Eye Tracking erwähnt, gibt es viele Möglichkeiten, um die Blickrichtung eines Probanden zu registrieren. Um diesen Test durchzuführen, war die Verwendung des iView X HED 4, ein Eye Tracking-System der Firma SensoMotoric Instruments GmbH, geplant. Dieses System wird seit mehreren Jahren für Tests in der Hochschule Merseburg eingesetzt.

Dieses Kapitel beschreibt die technologischen Voraussetzungen des SMI Eye Tracking-Systems, die Hardware und das Kalibrieren des Systems.

### 3.5.1 Technologie

Das von der Hochschule eingesetzte System ist ein sogenanntes nicht-invasives, videobasiertes Eye Tracking-System, das Augenbewegungen in Echtzeit registriert. Dieses System stützt sich dabei auf eine Infrarotbestrahlung der Pupille. Die Reflexion des infraroten Lichts kann dann gemessen werden. Die von einer Infrarotkamera gesammelten Daten werden dann von einer Software ausgewertet. Mit den Ergebnissen kann die Blickrichtung genau bestimmt werden. Das HED 4 System ist ein Dark-Pupil-Tracker und hat eine monokulare Aufnahme. Das heißt, dass nur ein Auge mittels hell-dunkel-Differenzierung aufgenommen und exakt verfolgt wird.

Eine Eye-Tracking-Aufnahme ist eine Kombination aus zwei verschiedenen Videoaufnahmen und telemetrischen Daten. Es werden zum einen die Aufnahme der Szenenkamera und die Aufnahme der Augenkamera in einer Videodatei zusammengefasst und zum anderen die telemetrischen Daten in einer Datendatei gespeichert. Die Augenkamera nimmt, wie es der Name sagt, das Auge auf. Die Pupille wird mittels Hell-

### 3 Eye Tracking Grundlagen

Dunkel-Kontrast ermittelt und ihr Zentrum mit einem weißen Kreuz und weißer Pupillenumrahmung im Video dargestellt, siehe Abbildung 6. Die weiße Reflexion des infraroten Lichts der Corneal reflex, welches mit Digitalkameras sichtbar gemacht und aufgenommen werden kann, wird mit einem schwarzen Kreuz angezeigt (Abb. 7).

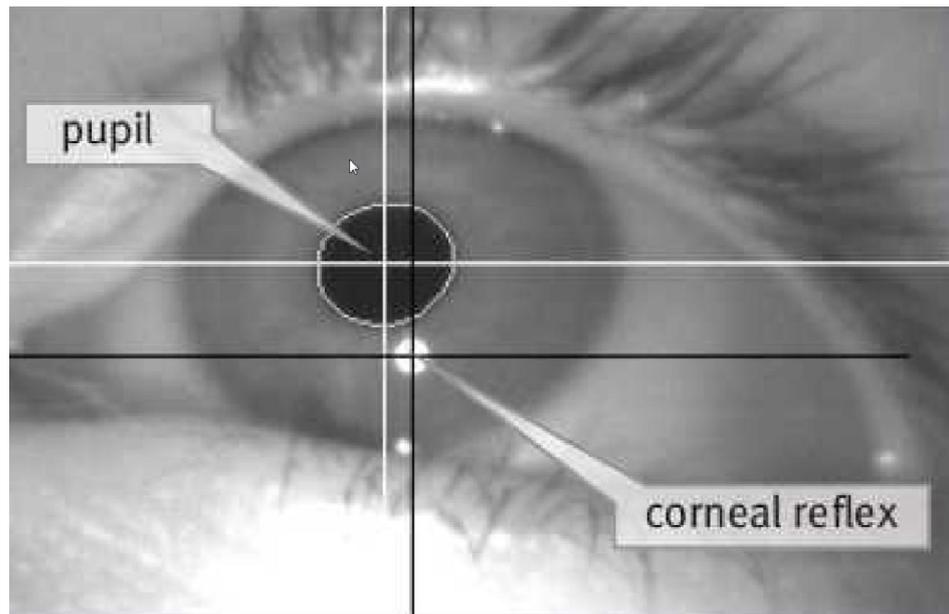


Abb. 7 - Corneal reflex

Beide Messungen, die der Pupille und die der Infrarotreflexion, dienen der exakten Berechnung der Blickrichtung einer Versuchsperson. Die errechnete Blickrichtung der Person wird dann im Szenenbild als gelbes Fadenkreuz dargestellt. Das Szenenbild zeigt, abhängig des verwendeten Objektivs,  $15^\circ$  -  $33^\circ$  des Blickfeldes der Versuchsperson. Das Fadenkreuz zeigt in Echtzeit die Richtung an, in die der Proband im selben Moment sieht. In der Telemetrie Datei werden alle Daten aus Messungen und Berechnungen gespeichert. Dazu gehören Dauer der Fixationen, Sakkaden, die Pupillengröße, Zeitdaten, Blickpfade (Koordinaten) und weitere Werte.

### 3.5.2 Anwendungsbereiche

In den letzten Jahrzehnten wurde in viele Bereichen begonnen, Usability-Tests mit Hilfe von Eye-Tracking-Systemen durchzuführen. Nachfolgende Liste soll beispielhaft einen kurzen Einblick in diese Bereiche geben.

#### Leseforschung

- Ermittlung von sprachlich-kognitiven Prozessen
- Ermittlung des Blickverhaltens in Abhängigkeit der Textschwierigkeit

#### Wahrnehmungsforschung

- Ermittlung des Blickverlaufs bei Betrachtung und Wiedererkennen von realistischen Szenen, dynamischen Bildern, Kunstwerken, Gesichtern sowie Personen
- Ermittlung des Blickverlaufes und der Nutzungsstrategie bei der Benutzung neuer Geräte

#### Werbewirkungsforschung

- Ermittlung der Aufmerksamkeit bei Anzeigen, Stickern, Plakaten, Leuchtreklame und Werbe-Videowänden

#### Konsumenten-Verhaltensforschung

- Ermittlung der Wirkung von Produkten und Verpackungen in Ladenregalen und deren Anordnung sowie Gestaltung

### 3 Eye Tracking Grundlagen

#### Entwicklungsforschung

- Ermittlung der kognitiven Strategien und peripheren Wahrnehmung von Kindern

#### Bewegungs-/Sportforschung

- Ermittlung des Blickverhaltens und der Wahrnehmung von Eisschnellläufern
- Ermittlung der Antizipationsleistung des Schlagmanns im Cricket sowie des Schützen und Torhüters im Hockey

Auch wenn dies nicht alle Anwendungsgebiete sind, kann man sehen, dass auf vielen Gebieten mit Hilfe von Eye-Tracking-Systemen geforscht wird. Über die Jahre hinweg hat sich Eye-Tracking zu einem sehr wichtigen Messinstrument für die Erforschung des menschlichen Verhaltens in vielen Lebenslagen, sowie bei der Weiterentwicklung von Produkten und Prozessen entwickelt.

### 3.5.3 SMI iView X HED 4



Abb. 8 - SMI iView X HED 4 System

Das SMI iView X HED 4 ist ein mobiles Eye-Tracking-System. Es wird am Kopf befestigt und kann dadurch problemlos im Bereich der Blickregistrierungsforschung genutzt werden. Dieses System ist durch seine hohe Flexibilität sehr gut für Tests im Bereich des Fahrzeugführens, der Hand-Augen-Koordination, der Fortbewegungs- und Ganganalyse, der Ergonomie, des Verbraucherverhaltens, des Sports und der Verhaltensforschung geeignet.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> SMI iView X System Manual S. 24

### 3 Eye Tracking Grundlagen

Das HED 4 System erfasst folgende Werte und gibt diese zu weiteren Analyse aus.

- Videoszene mit Blickrichtungszeiger
- Blickrichtung relativ zum Kopf
- Pupillengröße
- Fixationen/Fixationszeiten
- Sakkaden/Sakkadenlängen

Das hier verwendete HED 4 System besteht aus nachfolgend aufgeführten Elementen.

1. Ein Fahrradhelm dient als Trägermedium, an dem die Kameras mit zugehöriger Elektronik, Kabeln und Spiegel befestigt sind. Neuere Modelle verwenden als Trägermedium leichtere Kopfbedeckungen wie zum Beispiel Kappen, Kopfbänder oder nur eine Brille.
2. Eine Szenenkamera, die einen Teil des Blickfeldes (zwischen  $15^\circ$  und  $33^\circ$ ) des Probanden aufnimmt.
3. Eine Infrarotkamera, die über einen Spiegel das Auge aufnimmt.
4. Ein halbtransparenter Spiegel, damit die Infrarotkamera das Auge aufnehmen kann und der Proband ungehindert sein Ziel fixieren kann.

Daten des Equipments:

- Aufnahmezeitrate: 50Hz (200Hz optional)
- Tracking-Auflösung:  $< 0,01^\circ$
- Blick-Positionsgenauigkeit:  $0,5^\circ - 1^\circ$

### 3 Eye Tracking Grundlagen

Systemanforderungen:

- Betriebssystem: Windows XP
- Computersystem: Desktop oder Laptop
- Mobile Einheit: Extra Batterien, Ladegerät / Netzteil, 12V Adapter für Zigarettenanzünder

Das in der Hochschule Merseburg verfügbare Eye Tracking-System ist, gemessen am aktuellen Stand der Technik, ein veraltetes System. Seit der Markteinführung diesen Systems bis heute sind bereits mehrere verbesserte Versionen veröffentlicht worden. Diese Systeme zeichnen sich durch vergleichsweise verbesserte Leistung und Konstruktion aus. Da diese Systeme kleiner und dadurch gewichtsreduzierter gefertigt sind, kann man diese in mehreren Bereichen flexibler einsetzen. Als Beispiel ist das aktuelle SMI Head System auf eine Sonnenbrillengröße ge-



Abb. 9 - Aktuelles SMI Modell - SMI Eye Tracking Glasses 2.0

schrumpft und übermittelt seine Daten Kabellos. Das gibt dem Probanden mehr Bewegungsfreiheit, wodurch sich dieser natürlicher verhält und die gemessenen Werte realitätsnäher werden.

#### 3.5.4 HED 4 Hardware

Das System besteht aus einem Fahrradhelm, an dem mittels eines Bügels die benötigten Komponenten, wie die Szenenkamera, die Kamera die das Auge aufnimmt und der halbtransparente Spiegel mit dem Infra-

### 3 Eye Tracking Grundlagen

rotlicht befestigt sind. Beide Kameras sind über einen USB-Port mit der iView X-Workstation verbunden. Das digitale Videosignal wird über diesen USB-Port zur iView X Software geleitet.

Die Szenenkamera unterstützt drei verschiedene Kameralinsen.

Brennweite	Öffnungswinkel
3,6 mm	+/- 33°
6 mm	+/- 22°
8 mm	+/- 15°

Der Öffnungswinkel (Blendenöffnung) reicht von 33° für Experimente die einen Weitwinkel benötigen bis 15° für ein eingeschränktes Sichtfeld. Hier muss vom Testleiter entschieden werden, welche Hardwarekonfiguration am besten für das Experiment geeignet ist.

Hier wird nicht darauf eingegangen, wie dieses System mit dem Computer und der übrigen Hardware verbunden wird, da es dafür im Usability-Labor sehr gute und ausführliche Beschreibungen gibt, die dafür benutzt werden sollten.

#### 3.5.5 Kalibrierung des HED 4 System mit iView

In der Anfangszeit des videobasierten Eye Tracking-Verfahrens durchlief der Proband aufwendige Kalibrierungsprozesse, die bei Beginn eines Experimentes sehr viel Zeit in Anspruch nahmen. Dies war ein großer Nachteil an der neuen Technologie.

Im Laufe der Jahre, in denen diese Technologie mehr und mehr genutzt und bekannt wurde, konnten sehr viele Erfahrungen gesammelt werden. Auf Grundlage dieser Erfahrungen reifte dieser Technologiesektor von einer unbeachteten Pseudotestmethode zu einer anerkannten und nicht

mehr wegzudenkenden Test- und Nachweismethode in der Industrie wie auch im sozialen Leben.

Durch diesen Entwicklungssprung wird heute, wenn auch immer noch für jeden Probanden einzeln, jedoch nichtmehr so viel Zeit bei der Kalibrierung verwendet.

Bei der eingesetzten Version 2.4 von iView X, gibt es zwei Varianten der Kalibrierung. Grundlegend ist der Vorgang bei beiden Kalibrierungsvarianten gleich, sie unterscheiden sich lediglich in der Anzahl der Kalibrierungspunkte. In der hier verwendeten Version wird, im Gegensatz zu früheren Versionen, empfohlen, neun statt fünf Punkte zu fixieren. Die fünf Punkte Version kann trotzdem noch softwareseitig gewählt und verwendet werden.

Zu erst wird der Fahrradhelm aufgesetzt, angepasst und befestigt. Der nächste Schritt ist, die Szenenkamera nach vorn, in Blickrichtung des Probanden, zu richten und den Spiegel mit der Augenkamera so einzustellen, dass das Auge in der Software scharf und ganz zu erkennen ist. Wenn die Software die Iris und die Pupillenreflexion korrekt erfassen kann, erhält man ein kleines, gelbes Fadenkreuz, das die Blickrichtung anzeigt. Im Anschluss muss das Kalibrieren durchgeführt werden.

Um die Software mit der Hardware zu synchronisieren (kalibrieren) muss eine der beiden Kalibrierungsvarianten, die fünf oder die neun Punktvariante, durchgeführt werden. Bei beiden Varianten muss der Proband die angezeigten Punkte, ohne den Kopf zu bewegen, fixieren. Der Versuchsleiter teilt dem Probanden hierzu mit, welches Kreuz er mit den Augen fixieren soll und markiert dieses in der Software. Befindet sich das Kreuz, welches die Blickrichtung der Augen angibt, auf dem angegebenen Fixpunkt wird die Fixation bestätigt.

### 3 Eye Tracking Grundlagen

Die Kalibrierung ist erst dann abgeschlossen, wenn alle Punkte vom Probanden fixiert und vom Versuchsleiter in der Software bestätigt wurden.

Sollte zwischenzeitlich das HED 4 System abgenommen oder eine andere Person getrackt werden, muss die Kalibrierung erneut durchgeführt werden.

Eine Kalibrierung dauert im Durchschnitt 2-5 Minuten.

# 4 Hardware und getestete Software

---

Bei diesem Test wurde als Bereitstellungssystem das Apple iPad der 1. Generation und ein Desktop PC verwendet. Auf diesen hochschuleigenen Geräten wurde die Software DB Navigator und das Webpendant die DB Webseite (Reiseauskunft) der Deutschen Bahn AG getestet.

Aufgrund der zu großen Ungenauigkeit des HED 4 Systems in dieser Testumgebung, wurde an Stelle des HED 4 eine Webcam und eine Capture Software benutzt, welche die Hände und Tätigkeiten des Probanden auf dem iPad und die Mauszeiger-Bewegungen am PC aufzeichnete.

Laut Hersteller ist das HED 4 System nicht für eine solche Testvariante vorgesehen. Da es aber das Ziel war, dieses System mit einzubinden, wurde sehr viel Zeit und mehrere Versuche darauf verwendet, das HED 4 so genau wie möglich zu kalibrieren. Es entstanden jedoch immer Abweichungen und Ungenauigkeiten vor allem im Randbereich, die sich bei leichten Kopfbewegungen des Probanden verstärkten.

## 4.1 DAS IPAD 1. GENERATION

Für diesen Test wurde das iPad der ersten Generation mit dem Betriebssystem iOS5 verwendet.



Abb. 10 - iPad 1. Generation

Das iPad ist ein Tablet-Computer des US-Unternehmens Apple Inc. und wurde vom Apple-Mitbegründer und CEO Steve Jobs am 27.01.2010, zum ersten Mal präsentiert. Es wird ausschließlich über einen berührungsempfindlichen kapazitiven Bildschirm bedient. Das Gerät kann unter anderem durch Multi-Touch Gesten bedient werden. Dies sind Fingerbewegungen auf dem Bildschirm, welche mit einem oder mehreren Fingern ausgeführt werden können und jeweils eine andere Reaktion hervorrufen, bzw. eine andere Eingabe darstellen.

### 4.1.1 Bildschirmaufbau und Technologie

Das iPad besitzt einen berührungsempfindlichen kapazitiven LCD Bildschirm, auch kapazitives Touchscreen genannt.

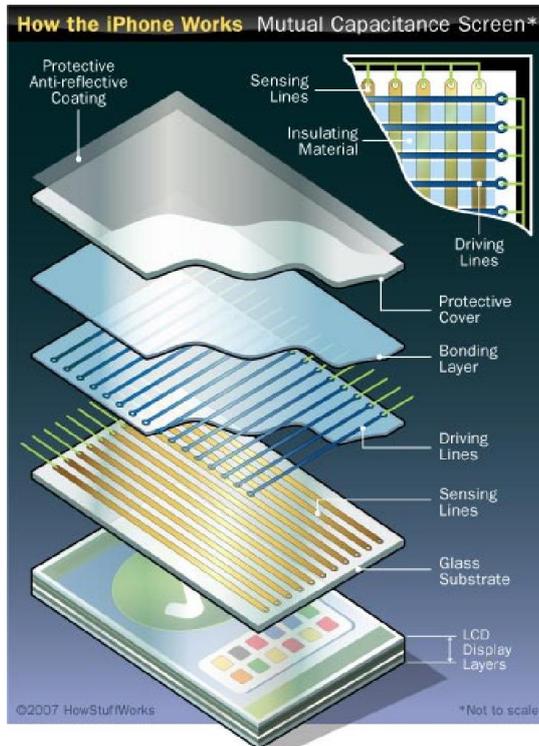


Abb. 11 - Aufbau iPad/iPhone

Isolationsschicht, übereinander liegen.

Der Bildschirm besteht aus mehreren Lagen. Die ersten Lagen bilden die berührungsempfindliche Oberfläche. Sie besteht aus zwei Glasplatten. Diese sind auf ihrer Innenseite mit transparenten, leitenden und gegeneinander versetzten Metalloxyd Streifen beschichtet. Diese beiden Oxydlagen bilden ein Gitter mit Kreuzungspunkten. Diese Punkte wirken wie Kondensatorplatten, weil die Metalloxyd-Streifen dort, getrennt durch eine hauchdünne

An allen Streifen wird Spannung angelegt, dadurch entstehen an den Kreuzungen elektrische Felder. Durch das Berühren mit dem nackten Finger werden in dessen Nähe die an den Kreuzungen entstandenen elektrischen Felder gestört. Dies führt zu Spannungsänderungen an den Enden der X- und Y-Streifen.

Eine Auswertungs elektronik (Displaycontroller) misst die Ströme und errechnet daraus die Koordinaten des Berührungspunktes. Somit ist, im Gegensatz zu resistiven Displays, ist kein Kalibrieren notwendig.

Die nächste Lage ist das LCD-Display. Beide Lagen, die berührungsempfindliche Oberfläche und das LCD-Display sind symmetrisch auf einander abgestimmt.

Das heißt, auf dem LCD- Display angezeigte Elemente, können mit einer Berührung auf der Glasoberfläche manipuliert bzw. bedient werden.

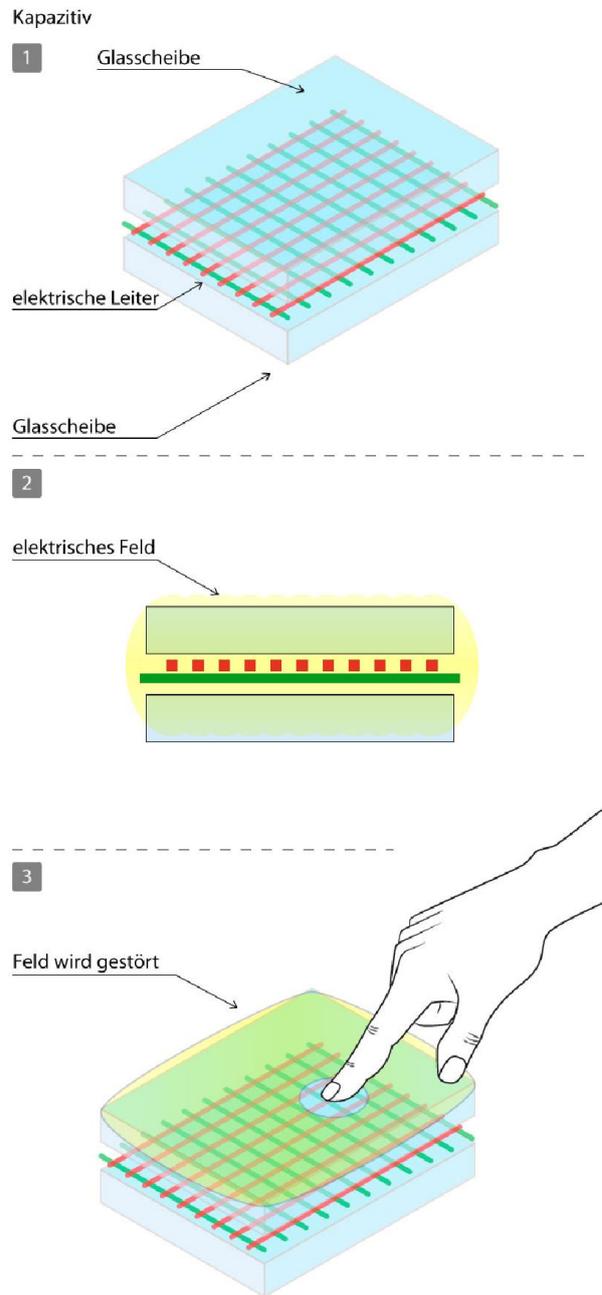


Abb. 12 - Funktionsweise iPad-Display

### 4.1.2 Grundbedienung

Die Bedienung des iPad besteht grundsätzlich aus einer Mischung von tippen und Wischen. Wobei für verschiedene Eingaben auch mehr als ein Finger benötigt wird. In der folgenden Abbildung sind die Gesten zur Grundbedienung illustriert.

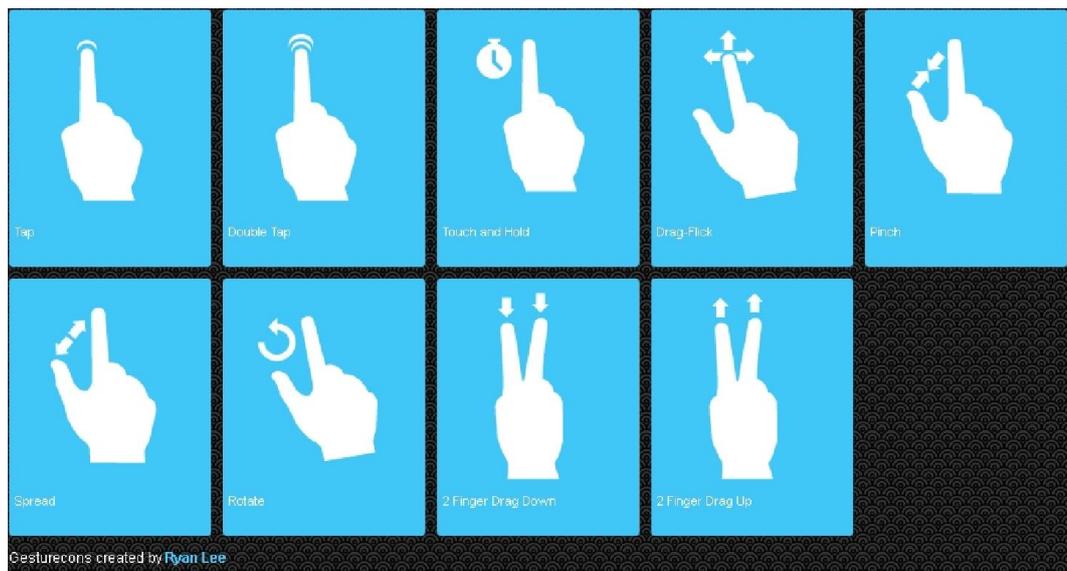


Abb. 13 - Grundbedienungsgesten für iOS

Vereinfachte Bedeutung der Gesten:

- Tap (1x Tippen) = einfacher Computermouse-Klick
- Double Tap (2x Tippen) = doppelter Computermouse-Klick
- Touch and Hold = Optionen aufrufen
- Drag-Flick = Element verschieben / bewegen
- Pinch = Elemente zusammenführen / Sicht verkleinern
- Spread = Elemente teilen / Sicht vergrößern
- Rotate = Elemente / Sicht verdrehen
- 2 Finger Drag Down = Scrollen / Element nach unten ziehen (benötigt allerdings nur einen Finger)
- 2 Finger Drag Up = Scrollen / Element nach oben schieben (benötigt allerdings nur einen Finger)

Zusätzlich zu den oben genannten Gesten kommt, um durch die Bildschirmseiten zu blättern, eine Wischgeste hinzu. Um die Seiten durch zu blättern, vergleichbar mit dem Umblättern in einem Buch, reicht es mit dem Finger nach rechts oder nach links zu wischen.

Mit diesen Gesten ist es möglich das iPad komplett zu bedienen.

### 4.2 SOFTWARE DB NAVIGATOR

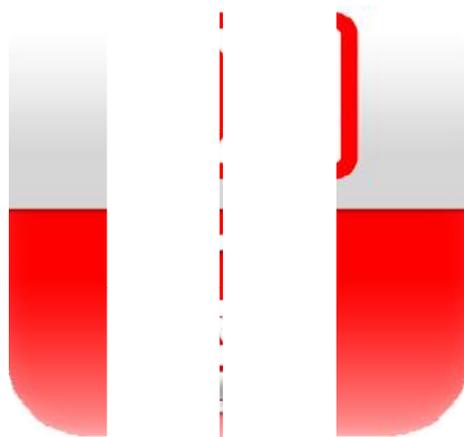


Abb. 14 - Logo des DB Navigators

Der DB Navigator/DB App ist eine mobile Informationssoftware zum Abrufen von Fahrplan- und Streckeninformationen der Deutschen Bahn und ihrer Partnerunternehmen. Die Bahn App wurde in Eigenverantwortung von der Deutschen Bahn AG für mobile Endgeräte entwickelt. Darunter fallen Smartphones und Tablet-Computer. Die DB App

wurde für alle gängigen mobilen Betriebssysteme programmiert, somit für Andoid, Windows Mobil, iOS (Apple) und BlackBerry OS 10 und ist in deren spezifischen App-Stores herunterladbar.

In den folgenden Punkten wird betrachtet, welche Funktionen die DB App bietet und an welche Zielgruppe sie sich richtet. Es werden nur die Funktionen der DB App vorgestellt, die für den Test relevant sind.

### 4.2.1 Zweck

Diese Software ist im Alltag eine sehr hilfreiche Informationsplattform. Sie bietet die Möglichkeit, sich zu jeder Zeit und an jedem Ort über die aktuellen Abfahrzeiten von allen öffentlichen Verkehrsmitteln, die eine Kooperation mit der Bahn AG unterhalten, zu informieren.

Diese App bringt den Kunden durch diesen Service näher an das Unternehmen, da es dem Kunden ermöglicht immer zu wissen, wann welches Beförderungsmittel fährt und ob eine Bahn Verspätung hat oder gänzlich ausfällt.

### 4.2.2 Zielgruppe

Mit dieser App ist es der Bahn gelungen, Servicedefizite im Bereich Fahrplanaktualität zu kompensieren, sowie Zugverspätungen größtenteils genau zu veröffentlichen. Der größte Erfolg ist aber der, dass die Bahn damit ihren Kunden zum Informieren den Weg zur Haltestelle erspart und ihnen die Möglichkeit gibt, spontane Reiseroutenwechsel durchzuführen.

Angesprochen werden durch diese App Reisende jeden Alters, die mit Smartphones bzw. Tablet -Computern umgehen können. Im Fokus stehen dabei größtenteils Studenten und Geschäftsreisende, da diese häufiger öffentliche Verkehrsmittel benutzen und teilweise kurzfristige Fahrten unternehmen.

### 4.2.3 Im Test genutzte Funktionen

- Verbindungssuche / Verbindungsauswahl
- Reiseprofil
- Zwischenhalte / Umstiege
- Preisvergleich

In diesem Test wurden, um die Kernaufgabe zu testen, nur die essenziellen Funktionen der Bahn Applikation und der Webseite genutzt.

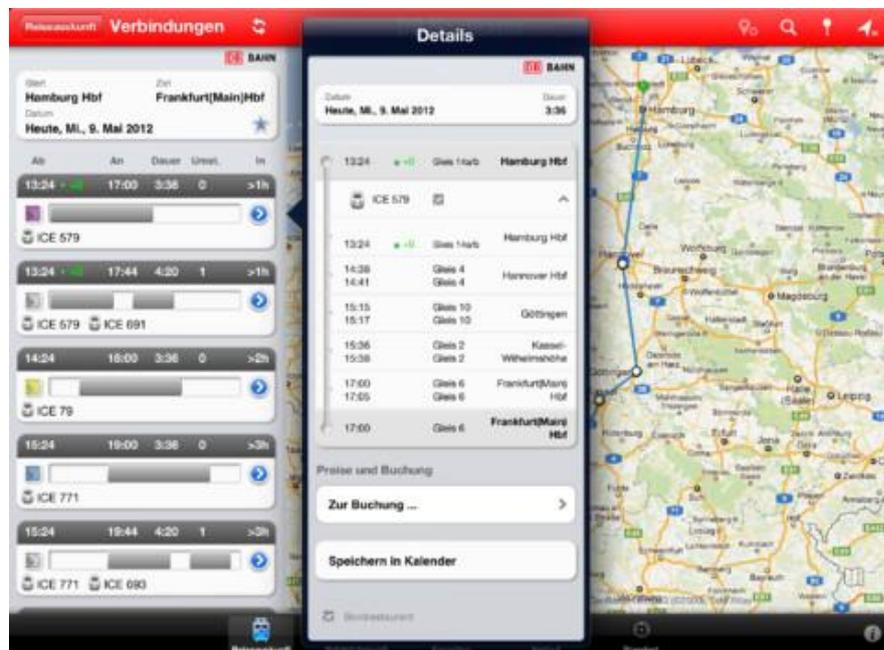


Abb. 15 - Verbindungsauswahl (DB Navigator)

Die primär zu testende Funktion war die Verbindungssuche. Diese wurde mit verschiedenen Parametern getestet. Dies beinhaltete das Anpassen der Ankunfts- und Abfahrtszeiten sowie Orte und das Datum. Nüchtern betrachtet, sind das die grundlegenden Funktionen der Applikation wie auch der Webseite (für Reiseinformationen) und der Zweck dahinter.

Erweitert kann die Suche noch mit einem Reiseprofil spezifiziert werden. Hierbei gibt es die verschiedensten Möglichkeiten z.B. Erwachse-

#### 4 Hardware und getestete Software

ner mit Bahncard 25/2.Klasse und ein Kind zwischen 6-14 Jahren mit Bahncard 50/1.Klasse. Die Variationen sind vielseitig, und für den Test



Abb. 16 - Reiseauskunft Suchmaske (DB Navigator)

wurden drei relevante und realitätsnahe Möglichkeiten gewählt. Zum einen der standardmäßige Erwachsene allein, als zweites das Kind allein und als drittes ein Erwachsener mit Kind.

Da auf längeren Reiserouten Zwischenhalte nicht ausbleiben und man mit ihnen auch die Reiseroute nach seinem Gusto gestalten kann, wurde auch diese Option im Test mit eingebracht.

Am Ende einer Verbindungssuche sieht sich der Nutzer meist mit einer Liste von Verbindungsmöglichkeiten konfrontiert. Aus all diesen Verbindungen muss der Nutzer sich nun eine herausuchen, die in seinen Zeitplan, zu seiner körperlichen Verfassung, zu seinem Gepäckaufkommen und zu seiner finanziellen Lage bzw. zu seiner Zahlungsbereitschaft passt. Hier werden im Test dazu die Anzahl der Umstiege, die Wahl der Verkehrsmittel und die Ticketpreise betrachtet.

All die gerade erwähnten Punkte wurden in Handlungsszenarien der Testperson zur Abarbeitung übergeben. In Punkt 5.2.1 *Testaufgaben-*

## 4 Hardware und getestete Software

sind die im Test verwendete Version der Handlungsszenarien aufgeführt.

### 4.3 DB INTERNETSEITE/REISEAUSKUNFT

Das im Internet verfügbare Reiseinformationssystem der Deutschen Bahn ist der Vorläufer (das Vorbild) für den DB Navigator für mobile Endgeräte. Die Seite verfügt über alle notwendigen Grundbedienungen für eine Reiseauskunft. Die Internetseite für die Reiseauskunft ist in der getesteten Kernaufgaben und essenziellen Funktionen voll vergleichbar. Die Seite ist schlicht gehalten und ist über die Internetadresse

The screenshot shows the DB Bahn website's 'Reiseauskunft' (Travel Information) page. The page is in German and features a search form for train routes. The 'Suche' (Search) step is highlighted in orange. The form includes fields for 'Start' and 'Ziel' (Destination), 'Datum und Uhrzeit' (Date and Time), 'Verkehrsmittel' (Mode of transport), 'Reisende' (Travelers), 'Reservierung' (Reservation), and 'Fahrradmitnahme im Zug' (Bicycle carriage on train). A 'Suchen' (Search) button is at the bottom right. The page also features a 'Häufige Fragen' (Frequently Asked Questions) sidebar and a 'Meine Bahn' (My Train) link in the top right corner.

Abb. 17 - reiseauskunft.bahn.de

## 4 Hardware und getestete Software

([www.bahn.de](http://www.bahn.de) oder [reiseauskunft.bahn.de](http://reiseauskunft.bahn.de)) erreichbar. Auf der Internetseite der Deutschen Bahn, die man über die Adresse [www.bahn.de](http://www.bahn.de) erreicht, ist das Reiseinformationssystem in einer Registerkarte auf der linken Seite zu finden. (Abb.18 )

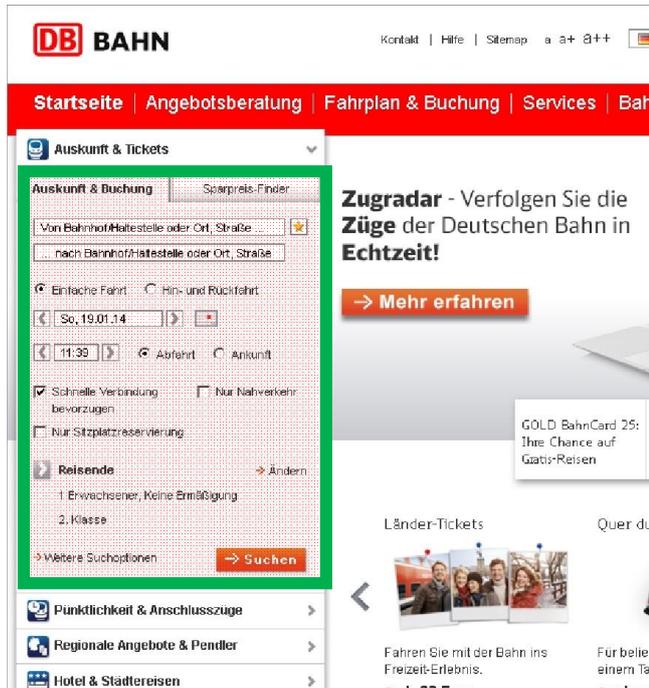


Abb. 18 - bahn.de Startseite

Diese ist standardmäßig beim Öffnen der Seite geöffnet. Somit können

Verbindungsanfragen schnell und bequem gestellt werden. Wenn die Anfrage gestellt ist, wechselt die Seite in die Standardansicht unter der Internetadresse ([reiseauskunft.bahn.de](http://reiseauskunft.bahn.de)).

#### 4.4 ALLGEMEINER VERGLEICH DER DB APP MIT DER DB WEBSEITE

Funktionalität:

- identische Grundfunktionen
- DB App, erweiterter Funktionsumfang, welcher nur mit einem meineBahn.de Konto vergleichbar ist

grafische Umsetzung:

- App ist ansprechender umgesetzt, was aber dem Softwareentwicklung Guide der jeweiligen Firmen geschuldet ist

technische Grundanforderungen:

- Internetseite - Internetverbindung und Computer
- DB App - Smartphone/Tablet-Computer, Internetverbindung und die Applikation

Erreichbarkeit / Verfügbarkeit:

- Internetseite - auf jedem Endgerät, mit einem Browser und einer Internetverbindung
- DB App - auf jedem Smartphone/Tablet-Computer mit einer Internetverbindung

# 5 Der Test

---

Dieser Test wurde mit 9 Testpersonen durchgeführt, da nach Nielsen 5 bis 6 Personen ausreichen um 80 % der Benutzbarkeitsprobleme aufzudecken.<sup>28</sup>

Jeder Proband bekam dieselben Aufgaben zum abarbeiten und die gleichen Fragebogen zum Beantworten.

In den folgenden Punkten wird näher auf die Testdetails eingegangen.

## 5.1 TESTAUFBAU

Der Test bestand aus vier Teilen. Als erstes wurde vom Proband die DB App auf dem iPad getestet. Hierbei durchlief der Proband einen Aufgabenkatalog von 14 Aufgaben. Diese Aufgaben wurden so strukturiert, dass von Aufgabe zu Aufgabe die Komplexität kontinuierlich stieg. Somit konnte sich jeder Proband langsam an die Software und ihre Funktionen herantasten.

Als zweites füllte der Proband einen Fragebogen über die App aus. Dieser Fragebogen enthielt 30 Aussagen zu den in Abschnitt 5.1.4 *Fragebogenaufbau* erklärten Komplexen.

Im dritten Punkt wurde der Webpendant auf dem Desktop PC getestet, auch hier musste der Proband dieselben 14 Aufgaben lösen. Um auch diesen Teil bewerten zu können wurde vom Probanden nach beenden der Aufgabenreihe wiederum ein Fragebogen ausgefüllt. Auch dieser Fragebogen enthielt dieselben 30 Aussagen.

---

<sup>28</sup> vgl. Sarodnick und Brau S. 167

Für jeden Teil des Testes wurde die Zeit gemessen, die der Proband für diesen benötigte.

Die Gesamtzeit die pro Test und Proband benötigt wurde, lag zwischen 1 - 1,5 Stunden. In Kapitel 6 *Ergebnisauswertung* werden die benötigten Zeiten aufgezeigt, verglichen und ausgewertet.

### 5.1.1 Die Testumgebung im Labor

Um diesen Test durchzuführen wurde das Usability-Labor der Hochschule Merseburg benutzt. Hierbei ist zu sagen, dass die geforderten und standardisierten Testumgebungsparameter nicht vollständig eingehalten werden konnten. Aufgrund der Entscheidung nicht das HED 4 System zu nutzen, wurde eine andere Testvariante/Testumgebung geplant und erstellt.

Bei dieser Variante befinden sich der Proband und der Testleiter im selben Raum und sitzen, aufgrund der technischen Gegebenheiten, unweit von einander entfernt.

Der Proband sitzt an einem Schreibtisch, vor ihm liegt das iPad, dahinter ist auf einem Aufbau eine Webcam angebracht. Die Webcam ist auf das iPad ausgerichtet und mit dem Testleiter-Laptop verbunden.

## 5 Der Test

Der Testleiter sitzt im 90° Winkel gedreht rechts von der Testperson, somit ist es ihm möglich, die Reaktionen der Testperson zu registrieren.

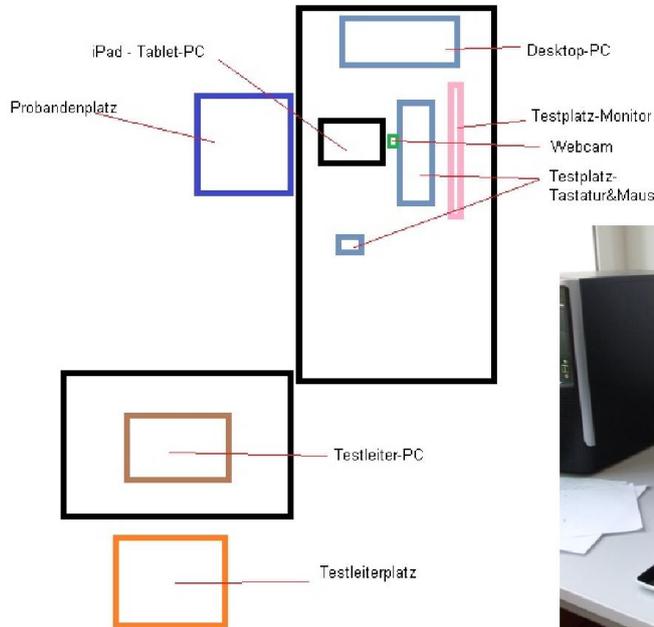


Abb. 20 - Zeichnung-Testaufbau



Abb. 19 - Foto-Testaufbau

Im dritten Teil des Testes (Test des Webpendants) waren die Bedingungen ähnlich. Die Sitzpositionen hatten sich nicht geändert, nur das jetzt der Proband die Tastatur und eine Maus vor sich liegen hatte, um die Aufgaben im Web-Browser zu erfüllen. Auf dem Probanden-PC lief im Hintergrund eine Capture-Software, welche das gesamte Browserfenster während der Bearbeitung aufzeichnete. Die verbalen Kommentare des Probanden wurden mit dem Testleiter Laptop über das Webcam Mikrophon aufgezeichnet.

### 5.1.2 Verwendete Hardware und Software

#### Probanden-Testplatz:

##### Fujitsu Siemens Desktop Computer

- Prozessor Intel i7 Quadcore
- 8GB Arbeitsspeicher
- 24 Zoll TFT Monitor
- optische Computermaus und Tastatur
- Internetverbindung über 100 Mbit Ethernet/Netzwerk
- Betriebssystem Windows 7
- Browser Firefox 24
- Screen Capture Software Camtasia Studio

##### Apple iPad 1. Generation

- Apple-A4-Prozessor
- 256 MB Arbeitsspeicher
- 24,6 cm (9,7 Zoll) Touchdisplay
- Internetverbindung über 20 - 50 Mbit WLAN/Netzwerk
- Betriebssystem iOS 5
- DB Navigator Version 12

#### Testleiterplatz:

##### HP Notebook

- Prozessor Intel Dual-Core
- 3 GB Arbeitsspeicher
- 13 Zoll TFT Display
- Touchpad und Tastatur
- Microsoft LifeCam Cinema
- keine Internetverbindung
- Betriebssystem Windows 7
- Videoaufzeichnungssoftware Microsoft LifeCam 3.6

### 5.1.3 Testvorbereitung

Jede Testperson wurde zu Beginn über den Ablauf des Testes informiert. Um Störungen im Ablauf des Testes vorzubeugen, wurden der Testperson vorab die Aufgaben zum Durchlesen übergeben, um Verständnisprobleme und Fragen im Vorfeld klären zu können. Die Testperson wurde weiter darüber informiert, dass ihre Hände mit einer Webcam, sowie verbale Kommentare in Teil 1 und 3, aufgezeichnet werden.

Bei dem ersten und dritten der vier Teile des Testes, wurde die zur Lösung benötigte Zeit gestoppt und die Klicks/Tipps gezählt, um so eine statistische Auswertung im Nachhinein durchführen zu können. Eingaben von Städten wurden auf dem iPad als Klick/Tipp nicht mitgezählt. Abschließend wurde zusätzlich ein kurzes Interview geführt, um persönliche Meinungen wie Verbesserungsvorschläge oder Kritik zu erfahren. Diese sind in Punkt *6.4 Abschlussinterview* aufgeführt.

### 5.1.4 Fragebogenaufbau

Der Fragebogen besteht aus 38 Fragen zu 6 verschiedenen Fragenkomplexen. Jeder Testperson konnte bei der Bewertung der einzelnen Aussagen zwischen 1 und 6 entscheiden, wobei 1 sehr schlecht ist und 6 sehr gut.

Die getestete Software bzw. Webseite befindet sich nicht mehr in der Entwicklungsphase, wodurch die Testergebnisse keine direkten Verbesserungen bewirken können.

Dieser Test gilt einzig und allein für ein Endprodukt und kann daher mit seinen gewonnen Ergebnissen nur als Indikator für dieses angesehen werden. Deswegen wurde der zugrunde liegende Fragebogen von einem standardisierten Fragenkatalog zu Softwareergonomie abgeleitet

und enthält somit nur für den Test ausgewählte bzw. auf das Thema zu-  
treffende Fragen.

Für den Fragebogen wurden folgende Komplexe verwendet.<sup>29</sup>

1. Demografische Daten
2. Aufgabenangemessenheit  
"Unterstützt die App/Webseite Sie bei der Informationsfindung, ohne Sie als Benutzer unnötig zu belasten?"
3. Selbstbeschreibungsfähigkeit  
"Gibt Ihnen diese App/Webseite genügend Erläuterungen und ist sie in ausreichendem Maße verständlich?"
4. Steuerbarkeit  
"Können Sie als Benutzer die Art und Weise, wie Sie mit der App/Webseite arbeiten, beeinflussen?"
5. Erwartungskonformität  
"Kommt die App/Webseite durch eine einheitliche und verständliche Gestaltung Ihren Erwartungen und Gewohnheiten entgegen?"
6. Fehlertoleranz  
"Bietet Ihnen die App/Webseite die Möglichkeit, trotz fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Ergebnis ohne oder mit geringem Korrekturaufwand zu erreichen?"

---

<sup>29</sup> Prümper, Prof. Dr. Jochen; Anft, Michael, Ergonomie-Norm ISO 9241/10, 1993

## 5.2 TESTDURCHFÜHRUNG

### 1. Teil

Die Testperson setzt sich an den Testplatz (iPad liegt bereits am Platz und Webcam ist aufgebaut). Der Testleiter übergibt die Handlungsszenarien (Aufgabenliste) zum Durchlesen und um Fragen zu klären an die Testperson. In der Zwischenzeit bereitet der Testleiter die Aufnahme-Software und die Stoppuhr vor. Gibt es Fragen, werden diese erst vollständig geklärt. Der Testleiter gibt das Startzeichen. Die Testperson ist angehalten, ihre Schritte zu kommentieren und zu sagen, wenn sie eine Aufgabe beendet hat, damit die benötigte Zeit pro Aufgabe gestoppt werden kann. Ende des ersten Testteils.

### 2. Teil

Der Fragebogen zur Applikation wird übergeben und von der Testperson ausgefüllt. Auch hier wird die Zeit gestoppt.

### 3. Teil

Der Testleiter bereitet den Testplatz für den Webseitentest vor (Browser wird geöffnet, Screen Capture Software wird gestartet und Mikrofon wird eingerichtet). In dieser Zeit kann sich die Testperson kurz ausruhen. Die Testperson setzt sich und bekommt die Aufgabenliste (gleiche Aufgaben). Der Testleiter gibt das Startzeichen, startet die Aufnahme-Software (Screen Capture Software und Mikrofon) und die Stoppuhr. Der Test verläuft im Weiteren wie in Teil eins.

### 4. Teil

Der Fragebogen zur Webseite wird übergeben und von der Testperson ausgefüllt. Auch hier wird die Zeit gestoppt.

### 5.2.1 Testaufgaben

1. Öffnen Sie die DB Applikation (DB Navigator)/DB Webseite (www.bahn.de).
2. Starten Sie eine Verbindungssuche von Merseburg nach Ditzingen, Abfahrtszeit 06:00Uhr am Freitag in 2 Wochen.
3. Starten Sie eine Verbindungssuche von Merseburg nach Gladbeck, Ankunftszeit nächsten Donnerstag um ca. 05:45Uhr.
4. Legen Sie für die letzte Verbindung ein Reiseprofil fest.
  - a. Sie sind ein Kind zwischen 6-14 Jahren und möchten allein fahren.
5. Sie sind ein Erwachsener, besitzen eine Bahncard 25 1.Kl und wollen 2.Kl mit einem Kind (6-14 Jahre) von Sonthofen nach Groß Gievitz fahren. Abfahrt am 26.09. um 14:15Uhr.
6. Informieren Sie sich bei Ihrer letzten Verbindung über die verschiedenen Verbindungen und ihren Zwischenhalten. Dann wählen Sie die kürzeste Verbindung in einem zweistündigen Zeitraum aus.
7. Suchen Sie die Verbindung mit den wenigsten Umstiegen aus.
8. Setzen Sie das Reiseprofil auf den Standard zurück.
9. Suchen Sie eine Verbindung von Merseburg nach Stuttgart, Abfahrt zw. 08:00Uhr und 10:00Uhr mit Zwischenhalt in Naumburg heraus.

5 Der Test

- a. Suchen Sie die preisgünstigste Verbindung in diesem Zeitraum.
10. Gehen Sie zu Buchung. Wählen Sie das Ticket aus. ENDE
  11. Suchen Sie eine Verbindung von Merseburg nach Kiel ohne ICE/IC Verbindung heraus. Das Datum und die Zeit ist Ihnen überlassen.
  12. Suchen Sie eine Verbindung von Merseburg nach 09:00Uhr nach Stendal und 4 Stunden später nach Dresden am selben Tag. Suchen Sie die preisgünstigste Verbindung.
  13. Suchen Sie eine Verbindung für 22 Euro von Magdeburg nach 09:00 nach Dresden an einem Tag. Suchen Sie nach Spartickets.
  14. Löschen Sie den Verlauf der Verbindungssuche und der Reiseziele.

# 6 Ergebnisauswertung

---

## 6.1 DEMOGRAFISCHE DATEN

Zusätzlich wurden in diesem Fragebogen, wie in *Abschnitt 5.1.4 Fragebogenaufbau* erwähnt, von den Testpersonen demografische Daten aufgenommen.

Es ergab sich folgendes Profil:

- Anzahl Testpersonen: 9
- 5 Frauen; 4 Männer
- Durchschnittsalter: 23 Jahre, das Alter lag zwischen 19 und 28 Jahren
- Bis auf zwei Personen, die einen Realschulabschluss angaben, nannten alle anderen das Abitur als höchsten erreichten Schulabschluss. Somit kann von einem relativ hohen Bildungsgrad ausgegangen werden.
- Die Tätigkeitsfelder der Testpersonen waren durchwachsen. Hiervon waren 5 Studenten, ein Chemie Projektingenieur, ein IT-Consultant, ein Möbeltischler und eine Kauffrau.
- Die Erfahrung mit dem Internet und mobilen Endgeräten wurde als durchschnittlich gut eingestuft, was bei der zu untersuchten Alters- und Zielgruppe erwartet wurde.
- Von allen Testpersonen wurde bestätigt, dass sie bereits Erfahrungen im Umgang mit Webseiten und Applikationen auf Tablet-Computern haben. Wobei im Durchschnitt die Erfahrung bei Applikationen eher mittelmäßig und im Webbereich gut bis sehr gut ist.

## 6.2 FRAGEBOGENAUSWERTUNG

Die Fragebögen wurden numerisch ausgewertet und zur Veranschaulichung grafisch dargestellt. Hierfür wurden die Aussagen und Wertungen der Testpersonen für jeden Komplex tabellarisch zusammengetragen. Über alle Aussagen pro Komplex wurde dann das arithmetische Mittel gebildet.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Formel 1 - Arithmetisches Mittel

Die Einzelwertungen der Testpersonen und die Mittelwerte wurden anschließend für jede Aussage in Diagrammform grafisch dargestellt, um einen schnellen Überblick über die Ergebnisse der Benutzerbefragung zu erhalten.

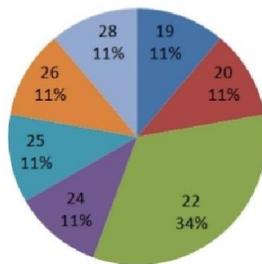
Im Folgenden werden die 6 Komplexe betrachtet und grafisch wie auch verbal ausgewertet. Hierbei wird nicht auf jede Aussage eingegangen, vielmehr wird der gesamte Komplex betrachtet. Sollten extreme Unterschiede in den Ergebnissen auftreten, werden diese näher beleuchtet.

### 6.2.1 Komplex 1: Demografische Daten

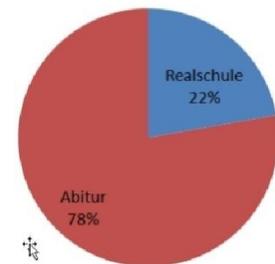
Komplex 1 : Demografische Daten									
Fragen	Wertungen der Versuchsteilnehmer								
	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9
Alter	22 Jahre	19 Jahre	24 Jahre	22 Jahre	22 Jahre	28 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	26 Jahre
Geschlecht	männlich	weiblich	männlich	weiblich	weiblich	weiblich	weiblich	männlich	männlich
Schulabschluss	Realschule	Abitur	Realschule	Abitur	Abitur	Abitur	Abitur	Abitur	Abitur
Beruf	Möbeltischler	Student	IT-Consultant	Kauffrau	Student	Student	Student	Student	Chem. Proj. Ing.
Erfahrung DB App	sehr gut	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht	mittel	sehr gut	schlecht	schlecht
Erfahrung DB Webseite	sehr gut	gut	gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	mittel
Internetserfahrung	sehr gut	gut	sehr gut	gut	gut	sehr gut	gut	mittel	sehr gut
Erfahrung Tablet	sehr gut	mittel	mittel	sehr gut	schlecht	sehr gut	schlecht	mittel	gut

Tabelle 1 - Demografische Daten

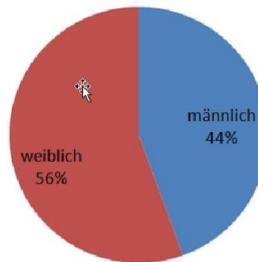
**Alter**



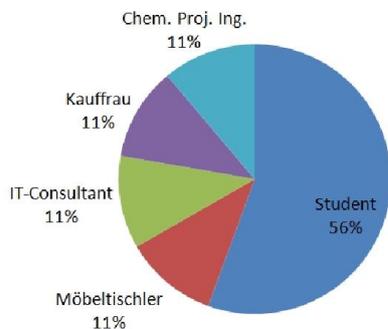
**Schulabschluss**



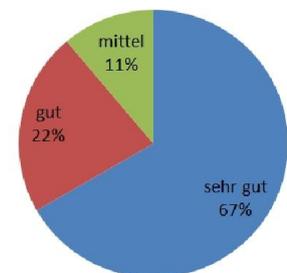
**Geschlecht**



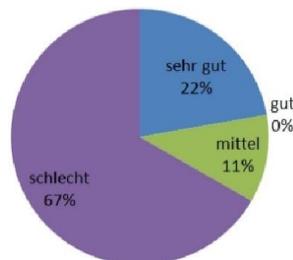
**Beruf**



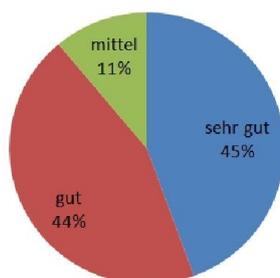
**Erfahrung DB Webseite**



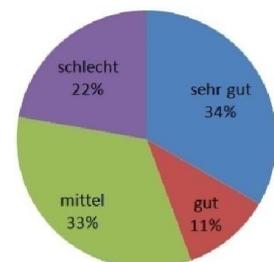
**Erfahrung DB App**



**Internetserfahrung**



**Erfahrung Tablet**



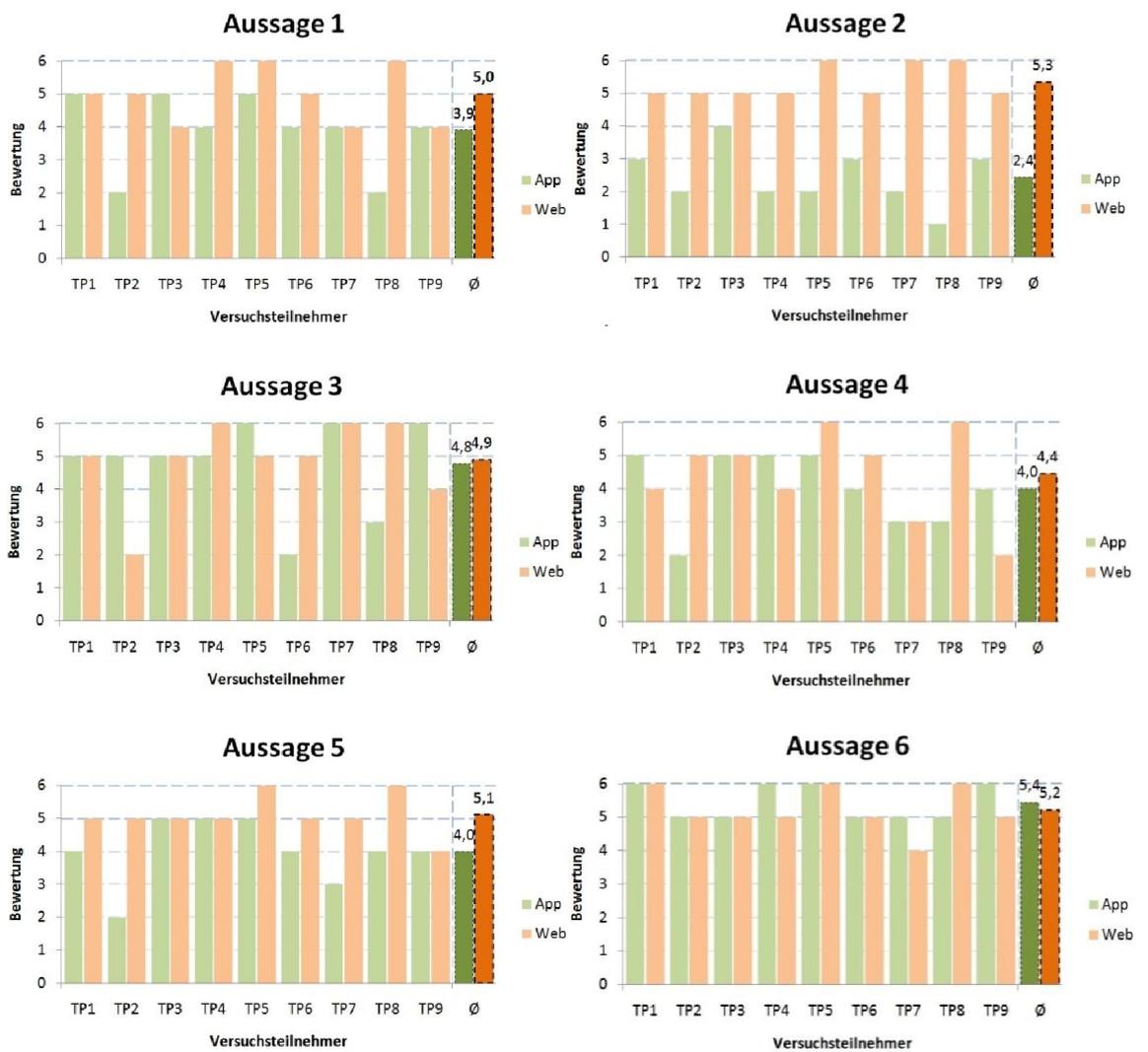
### 6.2.2 Komplex 2: Aufgabenangemessenheit

Komplex 2 : Aufgabenangemessenheit											
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer										
App	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	∅	
Aussage 1	5	2	5	4	5	4	4	2	4	4	3,9
Aussage 2	3	2	4	2	2	3	2	1	3	3	2,4
Aussage 3	5	5	5	5	6	2	6	3	6	6	4,8
Aussage 4	5	2	5	5	5	4	3	3	4	4	4,0
Aussage 5	4	2	5	5	5	4	3	4	4	4	4,0
Aussage 6	6	5	5	6	6	5	5	5	6	6	5,4

Tabelle 2 - Aufgabenangemessenheit Applikation

Komplex 2 : Aufgabenangemessenheit											
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer										
Web	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	∅	
Aussage 1	5	5	4	6	6	5	4	6	4	4	5,0
Aussage 2	5	5	5	5	6	5	6	6	5	5	5,3
Aussage 3	5	2	5	6	5	5	6	6	4	4	4,9
Aussage 4	4	5	5	4	6	5	3	6	2	2	4,4
Aussage 5	5	5	5	5	6	5	5	6	4	4	5,1
Aussage 6	6	5	5	5	6	5	4	6	5	5	5,2

Tabelle 3 - Aufgabenangemessenheit Webseite



**Komplex 2: Aufgabenangemessenheit**

Dieser Komplex zeigt kaum große Unterschiede in den Wertungen der Testpersonen. Die Applikation fällt leicht unter die Wertung der Webseite aber im Großen und Ganzen sind beide vergleichbar.

Der einzige Punkt, bei dem die Aussagen weit auseinander gehen, ist die Aussage 2. Hier wird bemängelt, dass nicht alle notwendigen Funktionen zur effizienten Aufgabenbewältigung geboten würden.

		1	2	3	4	5	6		
		<b>Komplex 2: Aufgabenangemessenheit</b>							
		Unterstützt die Webseite/App Sie bei der Informationsfindung, ohne Sie als Benutzer unnötig zu belasten?							
	Die Webseite/DB App...							Die Webseite/DB App...	
1.	ist kompliziert zu bedienen.	■	■	■	■	■	■	ist unkompliziert zu bedienen.	
2.	bietet nicht alle Funktionen, um die anfallenden Aufgaben effizient zu bewältigen.	■	■	■	■	■	■	bietet alle Funktionen, um die anfallenden Aufgaben effizient zu bewältigen.	
3.	erfordert überflüssige Eingaben.	■	■	■	■	■	■	erfordert keine überflüssigen Eingaben.	
4.	Es ist schwer sich in der Webseite/DB App zurechtzufinden.	■	■	■	■	■	■	Es ist leicht sich in der Webseite/DB App zurechtzufinden.	
5.	Die Eingabefelder sind unübersichtlich angeordnet.	■	■	■	■	■	■	Die Eingabefelder sind übersichtlich angeordnet.	
6.	Die Webseite/DB App ist nicht farblich sinnvoll gestaltet.	■	■	■	■	■	■	Die Webseite/DB App ist farblich sinnvoll gestaltet.	

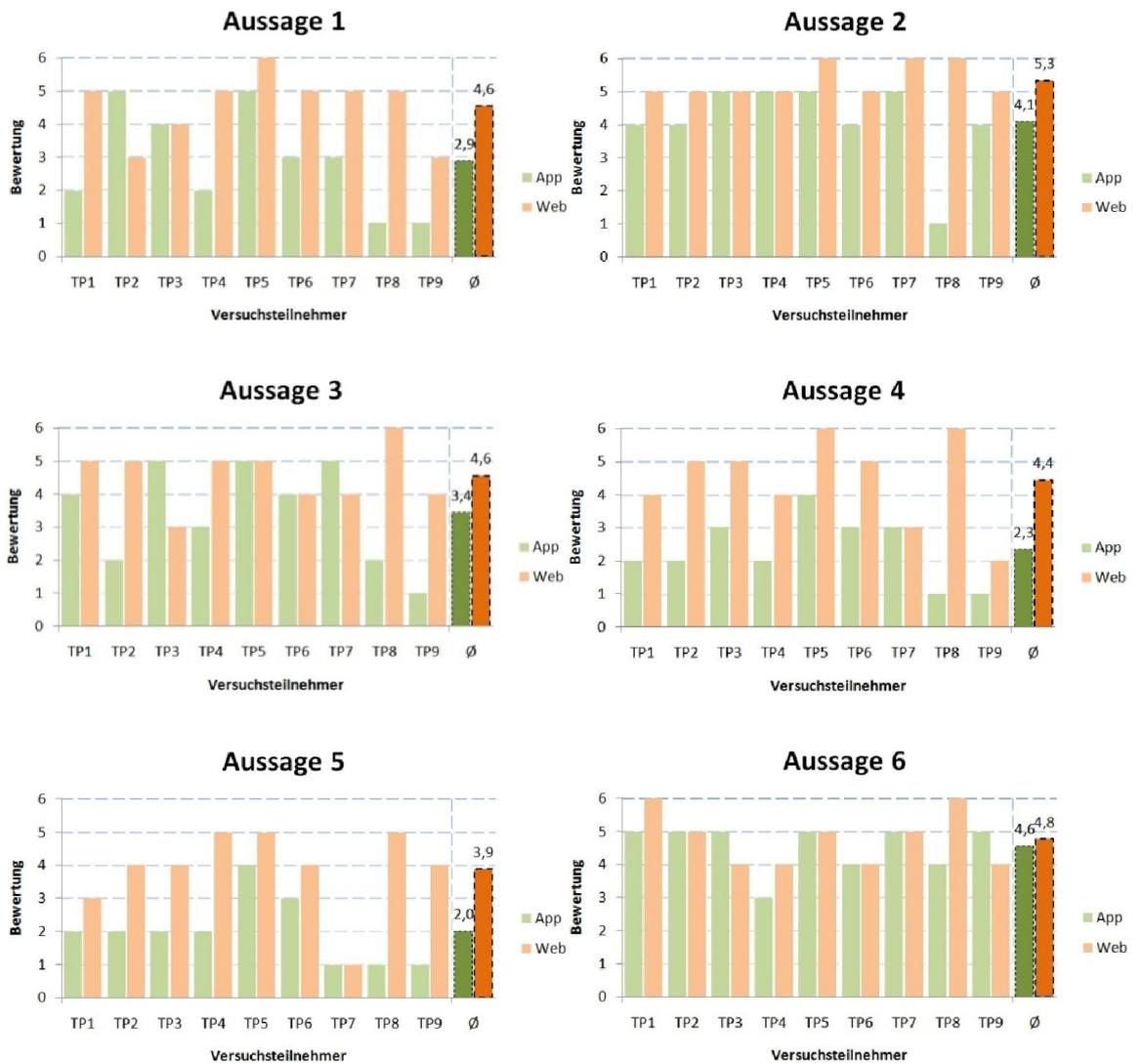
### 6.2.3 Komplex 3: Selbstbeschreibungsfähigkeit

Komplex 3 : Selbstbeschreibungsfähigkeit											
Aussagen	Werten der Versuchsteilnehmer										
App	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9		
Aussage 1	2	5	4	2	5	3	3	1	1	2,9	
Aussage 2	4	4	5	5	5	4	5	1	4	4,1	
Aussage 3	4	2	5	3	5	4	5	2	1	3,4	
Aussage 4	2	2	3	2	4	3	3	1	1	2,3	
Aussage 5	2	2	2	2	4	3	1	1	1	2,0	
Aussage 6	5	5	5	3	5	4	5	4	5	4,6	

Tabelle 4 - Selbstbeschreibungsfähigkeit Applikation

Komplex 3 : Selbstbeschreibungsfähigkeit											
Aussagen	Werten der Versuchsteilnehmer										
Web	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9		
Aussage 1	5	3	4	5	6	5	5	5	3	4,6	
Aussage 2	6	3	5	5	6	5	4	6	4	4,9	
Aussage 3	5	5	3	5	5	4	4	6	4	4,6	
Aussage 4	2	3	3	5	5	5	2	5	4	3,8	
Aussage 5	3	4	4	5	5	4	1	5	4	3,9	
Aussage 6	6	5	4	4	5	4	5	6	4	4,8	

Tabelle 5 - Selbstbeschreibungsfähigkeit Webseite



### Komplex 3: Selbstbeschreibungsfähigkeit

In diesem Komplex haben die Testpersonen die Applikation in allen Punkten schlechter als die Webseite bewertet. Auffällig sind die Aussagen 4 und 5 bei denen die Bewertung der Applikation sehr schlecht ausfällt. Hier werden von den Testpersonen mehr weiterhelfende Erklärungen in der Software erwartet, egal ob diese nun auf Verlangen erscheinen sollen oder automatisch als Infobereich eingeblendet werden.

		1	2	3	4	5	6			
<b>Komplex 3 : Selbstbeschreibungsfähigkeit</b>										
Gibt Ihnen diese Webseite/App genügend Erläuterungen und ist sie in ausreichendem Maße verständlich?										
Die Webseite/DB App...									Die Webseite/DB App...	
1.	bietet einen schlechten Überblick über ihr Funktionsangebot.	■	■	■	■	■	■	■	bietet einen guten Überblick über ihr Funktionsangebot.	
2.	verwendet schlecht verständliche Begriffe, Bezeichnungen, Abkürzungen oder Symbole in Masken und Menüs.	■	■	■	■	■	■	■	verwendet gut verständliche Begriffe, Bezeichnungen, Abkürzungen oder Symbole in Masken und Menüs.	
3.	liefert in unzureichendem Maße Informationen darüber, welche Eingaben zulässig oder nötig sind.	■	■	■	■	■	■	■	liefert in zureichendem Maße Informationen darüber, welche Eingaben zulässig oder nötig sind.	
4.	bietet auf Verlangen keine Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	■	■	■	■	■	■	■	bietet auf Verlangen Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	
5.	bietet von sich aus keine Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	■	■	■	■	■	■	■	bietet von sich aus Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	
6.	Die Webseite/DB App ist nicht ästhetisch gestaltet.	■	■	■	■	■	■	■	Die Webseite/DB App ist ästhetisch ansprechend gestaltet.	

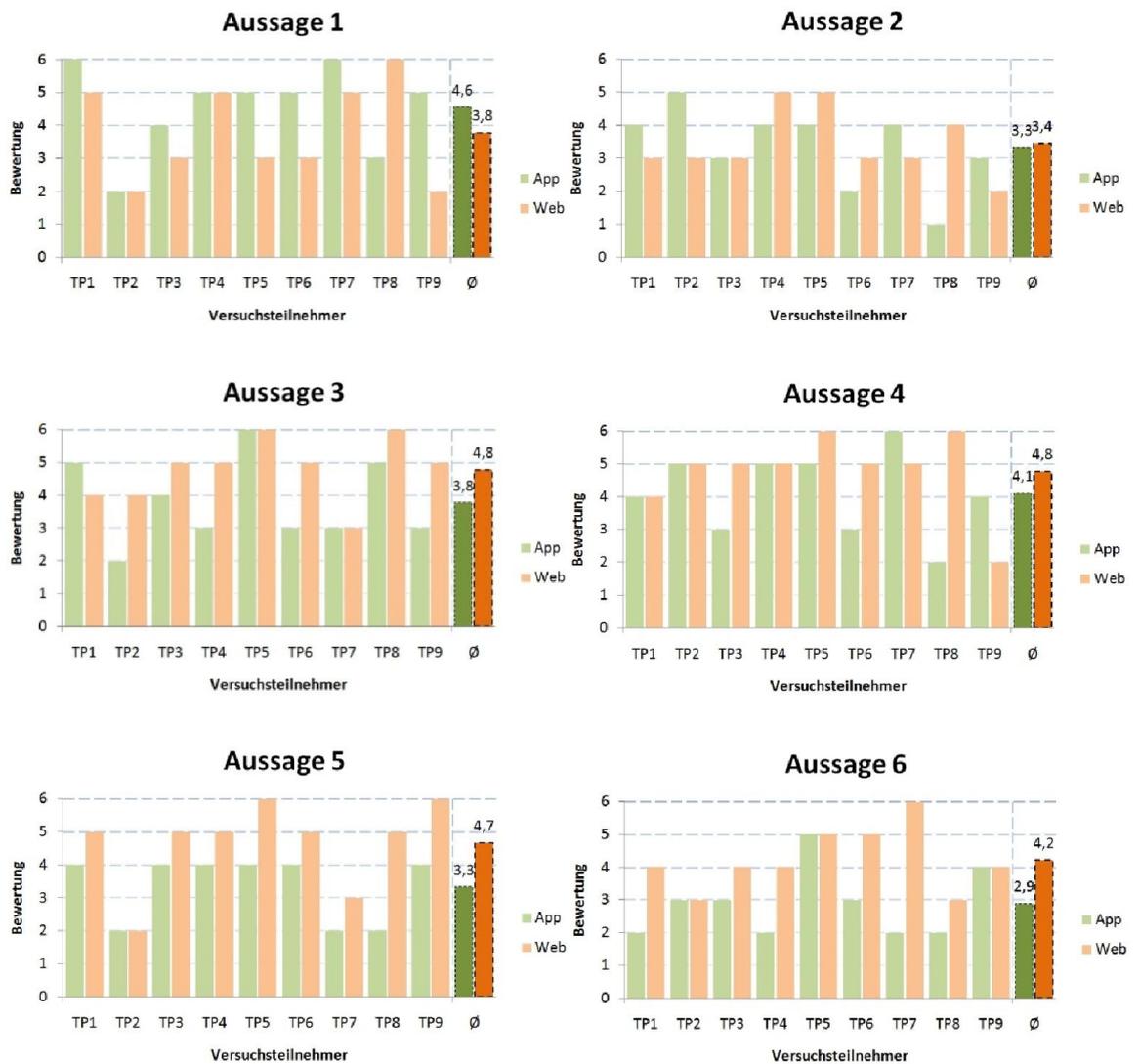
### 6.2.4 Komplex 4: Steuerbarkeit

Komplex 4 : Steuerbarkeit										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
App	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	6	2	4	5	5	5	6	3	5	4,6
Aussage 2	4	5	3	4	4	2	4	1	3	3,3
Aussage 3	5	2	4	3	6	3	3	5	3	3,8
Aussage 4	4	5	3	5	5	3	6	2	4	4,1
Aussage 5	4	2	4	4	4	4	2	2	4	3,3
Aussage 6	2	3	3	2	5	3	2	2	4	2,9

Tabelle 6 - Steuerbarkeit Applikation

Komplex 4 : Steuerbarkeit										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
Web	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	5	2	3	5	3	3	5	6	2	3,8
Aussage 2	3	3	3	5	5	3	3	4	2	3,4
Aussage 3	4	4	5	5	6	5	3	6	5	4,8
Aussage 4	4	5	5	5	6	5	5	6	2	4,8
Aussage 5	5	2	5	5	6	5	3	5	6	4,7
Aussage 6	4	3	4	4	5	5	6	3	4	4,2

Tabelle 7 - Steuerbarkeit Webseite



**Komplex 4: Steuerbarkeit**

In diesem Bereich schneiden DB Webseite und DB App ähnlich ab. Im Durchschnitt ist auch hier die Webseite besser bewertet, was aber mit hoher Wahrscheinlichkeit der Internetnutzungsroutine der Testpersonen zugeschrieben werden muss.

		1	2	3	4	5	6		
<b>Komplex 4 : Steuerbarkeit</b>									
Können Sie als Benutzer die Art und Weise, wie Sie mit der Webseite/App arbeiten, beeinflussen?									
	Die Webseite/DB App...								Die Webseite/DB App...
1.	bietet keine Möglichkeit, die Arbeit an jedem Punkt zu unterbrechen und dort später ohne Verluste wieder weiterzumachen.								bietet die Möglichkeit, die Arbeit an jedem Punkt zu unterbrechen und dort später ohne Verluste wieder weiterzumachen.
2.	Erzwingt eine unnötig starre Einhaltung von Bearbeitungsschritten.								erzwingt keine unnötig starre Einhaltung von Bearbeitungsschritten.
3.	Es ist nicht offensichtlich was der nächste Schritt bei der Suche ist.								Es ist offensichtlich was der nächste Schritt bei der Suche ist.
4.	Es ist nicht problemlos möglich, während der Suche Suchkriterien zu verändern, ohne die Suche neu zu beginnen.								Es ist problemlos möglich, während der Suche Suchkriterien zu verändern, ohne die Suche neu zu beginnen.
5.	Die Ergebnisse entsprechen nicht meinen Suchkriterien.								Die Ergebnisse entsprechen meinen Suchkriterien.
6.	ermöglicht keinen leichten Wechsel zwischen einzelnen Menüs oder Masken.								ermöglicht einen leichten Wechsel zwischen einzelnen Menüs oder Masken.

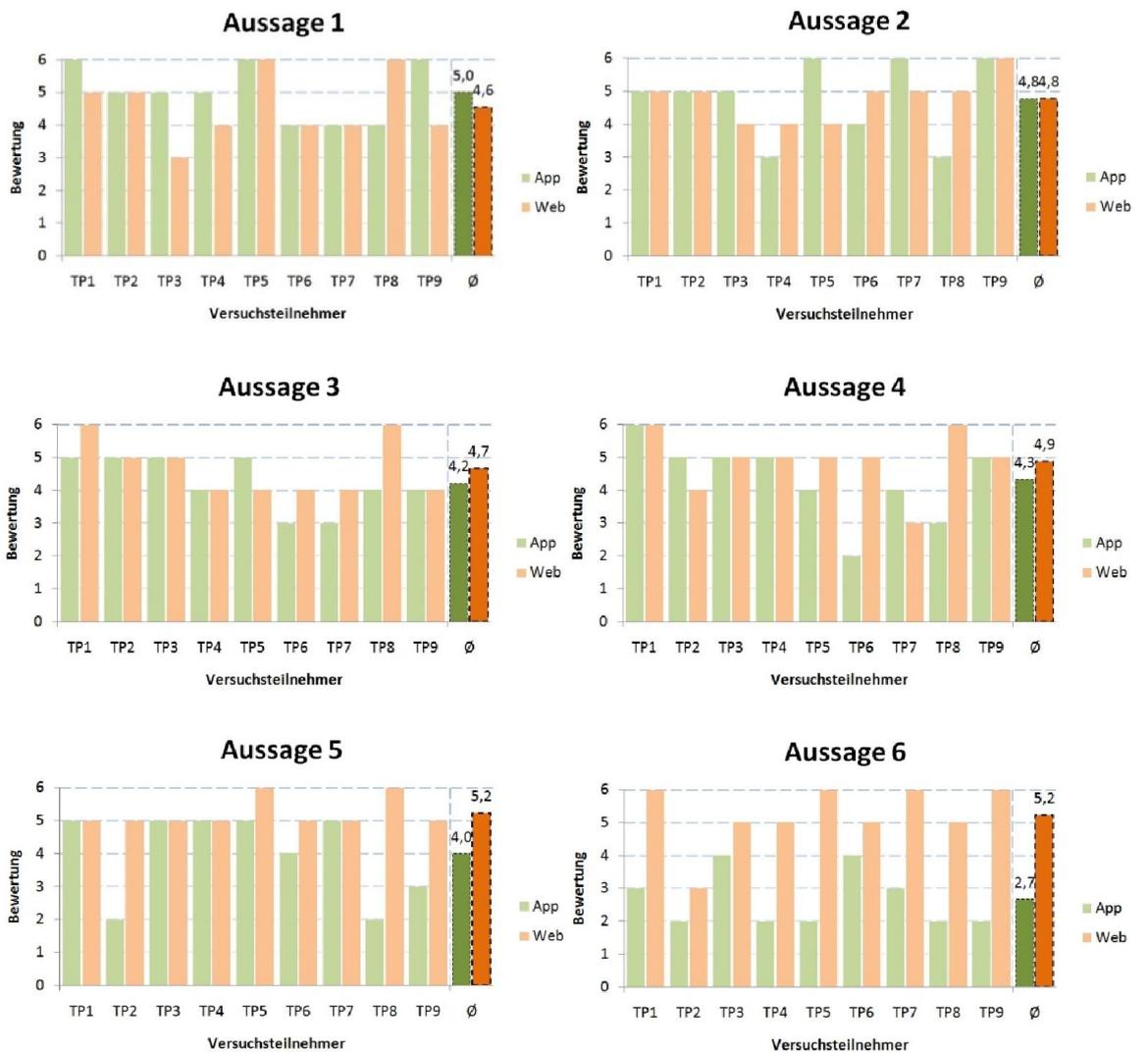
### 6.2.5 Komplex 5: Erwartungskonformität

Komplex 5 : Erwartungskonformität										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
App	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	6	5	5	5	6	4	4	4	6	5,0
Aussage 2	5	5	5	3	6	4	6	3	6	4,8
Aussage 3	5	5	5	4	5	3	3	4	4	4,2
Aussage 4	6	5	5	5	4	2	4	3	5	4,3
Aussage 5	5	2	5	5	5	4	5	2	3	4,0
Aussage 6	3	2	4	2	2	4	3	2	2	2,7

Tabelle 8 - Erwartungskonformität Applikation

Komplex 5 : Erwartungskonformität										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
Web	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	5	5	3	4	6	4	4	6	4	4,6
Aussage 2	5	5	4	4	4	5	5	5	6	4,8
Aussage 3	6	5	5	4	4	4	4	6	4	4,7
Aussage 4	6	4	5	5	5	5	3	6	5	4,9
Aussage 5	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5,2
Aussage 6	6	3	5	5	6	5	6	5	6	5,2

Tabelle 9 - Erwartungskonformität Webseite



**Komplex 5: Erwartungskonformität**

Hier ist bis auf die Aussage 6, in der die Testpersonen mehr Suchergebnisse erwarten und diesen Punkt im Vergleich zur Webseite sehr schlecht bewertet haben, die Bewertung sehr ähnlich ausgefallen.

		1	2	3	4	5	6		
<b>Komplex 5 : Erwartungskonformität</b>									
Kommt die Webseite/App durch eine einheitliche und verständliche Gestaltung Ihren Erwartungen und Gewohnheiten entgegen?									
Die Webseite/DB App...									Die Webseite/DB App...
1.	erschwert die Orientierung, durch eine uneinheitliche Gestaltung.	<input type="checkbox"/>	erleichtert die Orientierung, durch eine einheitliche Gestaltung.						
2.	lässt einen im Unklaren darüber, ob eine Eingabe erfolgreich war oder nicht.	<input type="checkbox"/>	lässt einen nicht im Unklaren darüber, ob eine Eingabe erfolgreich war oder						
3.	informiert in unzureichendem Maße über das, was sie gerade macht.	<input type="checkbox"/>	informiert in ausreichendem Maße über das, was sie gerade macht.						
4.	reagiert mit schwer vorhersehbaren Bearbeitungszeiten.	<input type="checkbox"/>	reagiert mit gut vorhersehbaren Bearbeitungszeiten.						
5.	lässt sich nicht durchgehend nach einem einheitlichen Prinzip bedienen.	<input type="checkbox"/>	lässt sich durchgehend nach einem einheitlichen Prinzip bedienen.						
6.	Die Suchkriterien sind nicht ausreichend.	<input type="checkbox"/>	Die Suchkriterien sind ausreichend.						

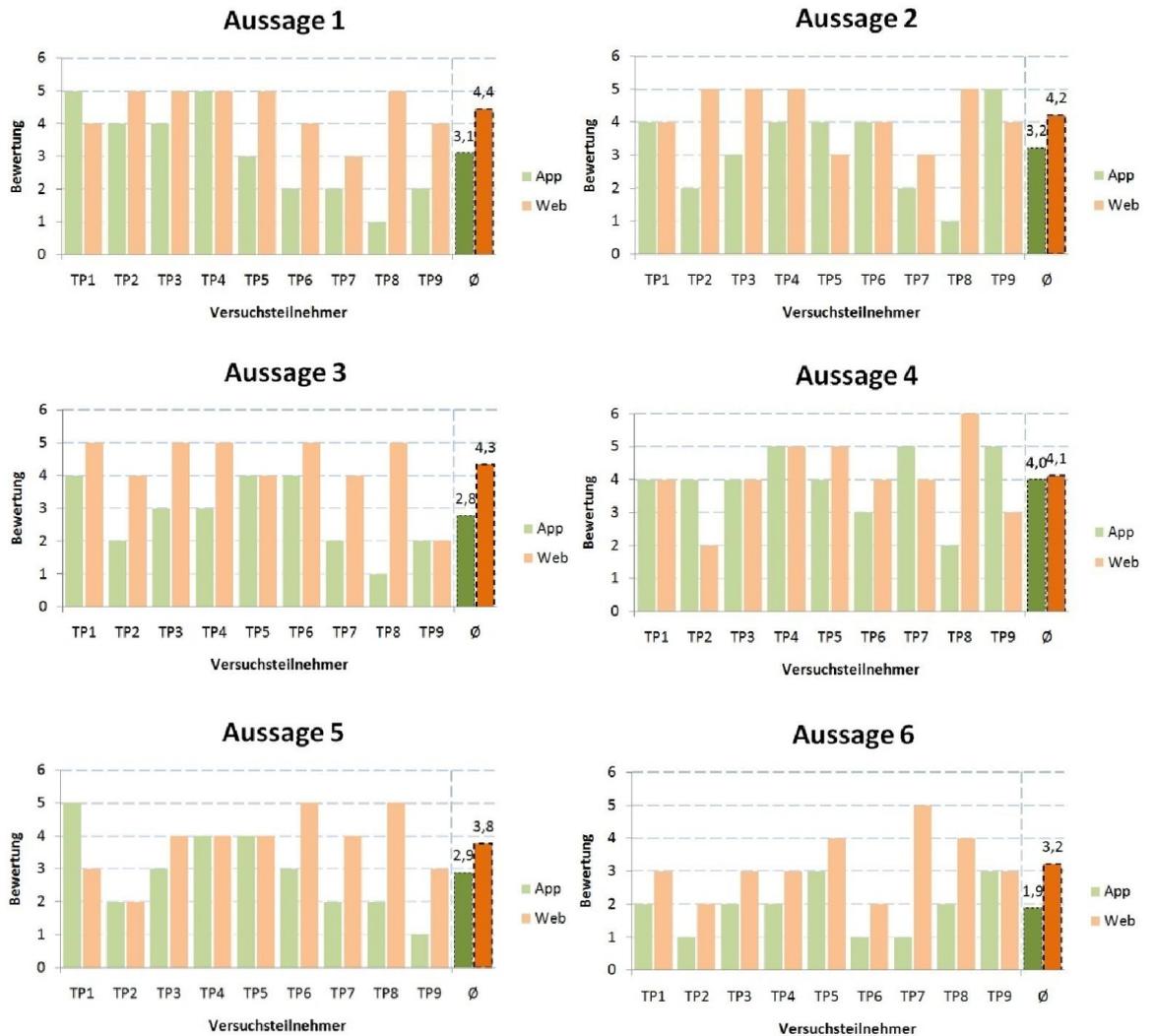
### 6.2.6 Komplex 6: Fehlertoleranz

Komplex 6 : Fehlertoleranz										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
App	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	5	4	4	5	3	2	2	1	2	3,1
Aussage 2	4	2	3	4	4	4	2	1	5	3,2
Aussage 3	4	2	3	3	4	4	2	1	2	2,8
Aussage 4	4	4	4	5	4	3	5	2	5	4,0
Aussage 5	5	2	3	4	4	3	2	2	1	2,9
Aussage 6	2	1	2	2	3	1	1	2	3	1,9

Tabelle 10 - Fehlertoleranz Applikation

Komplex 6 : Fehlertoleranz										
Aussagen	Wertungen der Versuchsteilnehmer									
Web	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	
Aussage 1	4	5	5	5	5	4	3	5	4	4,4
Aussage 2	4	5	5	5	3	4	3	5	4	4,2
Aussage 3	5	4	5	5	4	5	4	5	2	4,3
Aussage 4	4	2	4	5	5	4	4	6	3	4,1
Aussage 5	3	2	4	4	4	5	4	5	3	3,8
Aussage 6	3	2	3	3	4	2	5	4	3	3,2

Tabelle 11 - Fehlertoleranz Webseite



**Komplex 6: Fehlertoleranz**

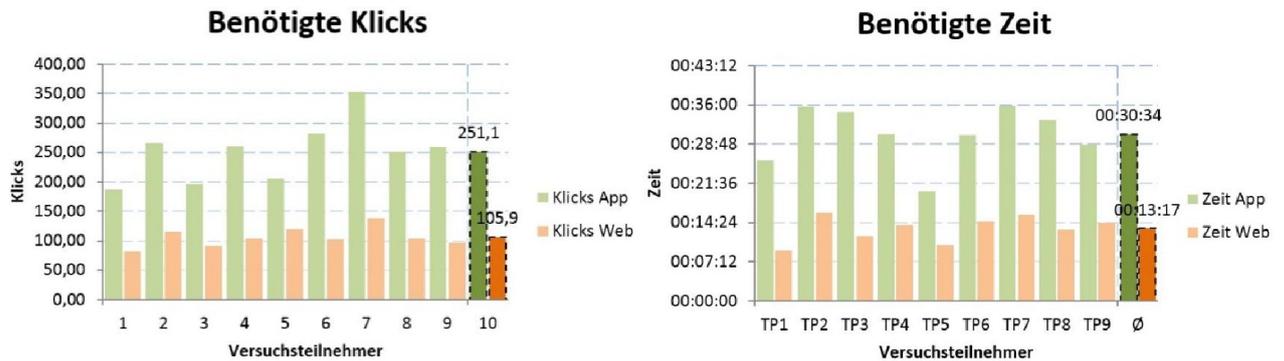
Die Testpersonen bewerteten in diesem Punkt die Applikation als kaum bis nicht Fehlertolerant. Das heißt, in diesem Komplex ist die Applikation im Gegensatz zur Webseite sehr schlecht bewertet worden.

		1	2	3	4	5	6		
		<b>Komplex 6 : Fehlertoleranz</b>							
		Bietet Ihnen die Webseite/App die Möglichkeit, trotz fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Ergebnis ohne oder mit geringem Korrekturaufwand zu erreichen?							
	Die Webseite/DB App...							Die Webseite/DB App...	
1.	ist so gestaltet, daß kleine Fehler schwerwiegende Folgen haben können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ist so gestaltet, daß kleine Fehler keine schwerwiegenden Folgen haben können.	
2.	informiert zu spät über fehlerhafte Eingaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	informiert sofort über fehlerhafte Eingaben.	
3.	liefert schlecht verständliche Fehlermeldungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	liefert gut verständliche Fehlermeldungen.	
4.	erfordert bei Fehlern im großen und ganzen einen hohen Korrekturaufwand.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	erfordert bei Fehlern im großen und ganzen einen geringen Korrekturaufwand.	
5.	gibt keine konkreten Hinweise zur Fehlerbehebung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gibt konkrete Hinweise zur Fehlerbehebung.	
6.	ermöglicht nicht das problemlose Weiterarbeiten nach Abstürzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ermöglicht durch zwischenspeichern das problemlose Weiterarbeiten nach Abstürzen	

## 6.3 AUSWERTUNG DER ZEIT UND DER KLICKS

Benötigte Zeiten und Klicks										
Anzahl	Versuchsteilnehmer									
	Testperson 1	Testperson 2	Testperson 3	Testperson 4	Testperson 5	Testperson 6	Testperson 7	Testperson 8	Testperson 9	Ø
Zeit App	00:25:53	00:35:38	00:34:40	00:30:33	00:20:08	00:30:28	00:35:51	00:33:16	00:28:40	00:30:34
Zeit Web	00:09:15	00:16:19	00:11:52	00:13:54	00:10:16	00:14:40	00:15:53	00:13:01	00:14:21	00:13:17
Klicks App	187	266	196	261	205	282	353	251	259	251,1
Klicks Web	82	116	91	103	120	102	138	104	97	105,9

Tabelle 12 - Benötigte Zeiten und Klicks/Tipps



Für die Testauswertung ist diese Tabelle und die Diagramme wohl die aussagekräftigste Gegenüberstellung. Es ist hier sehr deutlich zu sehen, dass die Bearbeitung der Aufgaben mit der Webseite nicht nur schneller, sondern auch weniger aufwendig ist, als mit der DB Applikation.

Es wurde für die Bearbeitung der Aufgaben bei der Applikation 30,34 Minuten und bei der Webseite 13,17 Minuten benötigt. Dies zeigt, dass mit der Applikation mehr als die doppelte Zeit für dieselben Aufgaben benötigt wurde. Dasselbe Verhältnis ist auch gut in den benötigten durchschnittlichen Klicks von 251,1 Applikation zu 105,9 Webseite zu sehen.

Dies zeigt sehr deutlich, dass der Zeit- und Arbeitsaufwand mit der Applikation doppelt so groß ist.

## 6.4 ABSCHLUSSINTERVIEW

Am Ende des Tests wurde mit jeder Testperson noch ein kurzes Interview geführt. Das Interview bestand nur aus zwei Fragen.

Die erste Frage war: Welche der beiden Lösungen würden Sie im Alltag eher verwenden?

Hier war das Ergebnis 6:3 für die Webseite.

Die zweite Frage war: Hat Sie etwas an den Lösungen gestört und was könnte verbessert werden?

Eine Testperson hatte Probleme bei der Suche mit der Applikation und zwei fanden benötigte Einstellungen schwer oder gar nicht.

Die Verbesserungsvorschläge waren nur an die Applikation gerichtet. Hierbei wurde vorgeschlagen, eine Sparticketsuchfunktion einzurichten und den Ticketkauf mit in den DB Navigator zu integrieren und nicht über eine separate Applikation zur Verfügung zu stellen.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Verbesserungsvorschläge für die alte DB Applikation schon in der neuen, aktuellen Version umgesetzt wurden.

## 6.5 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Den Demografischen Daten zufolge war das Bildungsniveau von den getesteten Personen hoch. Es konnte nicht die gesamte Zielgruppe getestet werden, aber im Bereich von 19 – 28 Jahren und der Berufsverteilung werden Studenten, Jungakademiker, Arbeiter und Geschäftsleute gleichermaßen betrachtet und können so auch als ein Indikator für Personen bis 40 Jahre gewertet werden. Durch eine annähernd 50%ige Ge-

schlechterverteilung bei den Testpersonen sind nur geringe Abweichungen zwischen den Ergebnissen von Frauen und Männern zu erwarten. Im weiteren Verlauf werden die Geschlechter nicht näher betrachtet oder Ergebnisse mit ihnen verknüpft. Die Erfahrungen der Testpersonen im Bereich DB Applikation stehen den Erfahrungen mit der Webseite fast Gegenteilig gegenüber. Hier wird sich sicherlich ein bemerkbarer Trend in Richtung der Webseite abzeichnen. Die Nutzung eines Tablet-Computers wie auch des Internets ist keinem der Testpersonen fremd, was ein guter Mittelwert ist.

## 7 Fazit/Schlussfolgerung

---

Die Deutsche Bahn Applikation ist eine gute mobile Alternative zur Webseite. Die Applikation ist grafisch gut umgesetzt worden. Dies ging jedoch etwas zu Lasten der Übersichtlichkeit. Der unbestreitbare Vorteil, dass die Applikation auf mobilen Endgeräten schneller verfügbar ist, lässt sich nicht von der Hand weisen. Sie besitzt durch die vorinstallierte grafische Oberfläche den Vorteil, dass sie direkt auf die Datenbank zugreift. Durch diese Direktverbindung und ohne Grafikcontent nachladen zu müssen, verkürzen sich die Ladezeiten um ein Vielfaches, was im Alltag unterwegs sehr hilfreich ist. Die von beiden benötigte Internetverbindung, ist ebenso ihre Achillesferse, denn ohne Internetverbindung halten beide keine Offline-Daten vorrätig.

Es wäre denkbar, dass, da das Display eines Tablet-Computers im Vergleich zu Smartphones meist recht groß ist, auf die Applikation verzichtet wird und deren Stelle die Internetseite als Favorit genutzt wird.

Für Smartphones ist die Applikation die ideale Lösung. Ihr Display ist zu klein, um im Internet richtig arbeiten zu können. Hier bietet sich eine feste Oberfläche an.

Im Großen und Ganzen muss die Applikation benutzerfreundlicher und übersichtlicher werden. Mit kürzeren Bearbeitungswegen könnten auch schneller Ergebnisse gefunden werden.

# Abbildungsverzeichnis

---

<i>Abb. 1 - Fixationspfad</i>	6
<i>Abb. 2 - Heatmap</i>	7
<i>Abb. 3 - Filmaufnahmen</i>	12
<i>Abb. 4 - Kontaktlinse mit Spule</i>	13
<i>Abb. 5 - Okulographie Methode</i>	13
<i>Abb. 6 - Verteilung Zapfen und Stäbchen im Auge</i>	16
<i>Abb. 7 - Corneal reflex</i>	21
<i>Abb. 8 - SMI iView X HED 4 System</i>	24
<i>Abb. 9 - Aktuelles SMI Modell - SMI Eye Tracking Glasses 2.0</i>	26
<i>Abb. 10 - iPad 1. Generation</i>	31
<i>Abb. 11 - Aufbau iPad/iPhone</i>	32
<i>Abb. 12 - Funktionsweise iPad-Display</i>	33
<i>Abb. 13 - Grundbedienungsgesten für iOS</i>	34
<i>Abb. 14 - Logo des DB Navigators</i>	35
<i>Abb. 15 - Verbindungsauswahl (DB Navigator)</i>	37
<i>Abb. 16 - Reiseauskunft Suchmaske (DB Navigator)</i>	38
<i>Abb. 17 - reiseauskunft.bahn.de</i>	39
<i>Abb. 18 - bahn.de Startseite</i>	40
<i>Abb. 19 - Foto-Testaufbau</i>	44
<i>Abb. 20 - Zeichnung-Testaufbau</i>	44

# Tabellenverzeichnis

---

<i>Tabelle 1 - Demografische Daten</i>	53
<i>Tabelle 2 - Aufgabenangemessenheit Applikation</i>	53
<i>Tabelle 3 - Aufgabenangemessenheit Webseite</i>	53
<i>Tabelle 4 - Selbstbeschreibungsfähigkeit Applikation</i>	55
<i>Tabelle 5 - Selbstbeschreibungsfähigkeit Webseite</i>	55
<i>Tabelle 6 - Steuerbarkeit Applikation</i>	57
<i>Tabelle 7 - Steuerbarkeit Webseite</i>	57
<i>Tabelle 8 - Erwartungskonformität Applikation</i>	59
<i>Tabelle 9 - Erwartungskonformität Webseite</i>	59
<i>Tabelle 10 - Fehlertoleranz Applikation</i>	61
<i>Tabelle 11 - Fehlertoleranz Webseite</i>	61
<i>Tabelle 12 - Benötigte Zeiten und Klicks/Tipps</i>	63

# Literaturverzeichnis

---

Bauman, H. (1986). *Methoden der Fehleranalyse durch Bewegungsbeobachtung*. Bad Homburg: Limpert.

Bortz, J., & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.

Drosdowski, G. (1997). *Etymologie, Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache; Die Geschichte der deutschen Wörter und der Fremdwörter von ihrem Ursprung bis zur Gegenwart*. Mannheim: Dudenverlag.

Duchowski, A. (2003). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. London: Springer.

Höhner, O. (2005). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball*. Bielefeld: Hofmann.

Kain, S. (2007). *Erfassung der Aufmerksamkeitsverteilung auf Webseiten; Grundlagen, Konzepte, Methoden*. Saarbrücken: VDM.

Krimm, S. (Juli 2010). Computerunterstützte Videoanalyse im Unterrichtsfach Bewegung und Sport. *Eyetracking in der Aus- und Weiterbildung von Lehrer(innen) am Beispiel der Bewegungsbeobachtung und Fehlerkorrektur*. Wien.

Neumaier, A. (1988). *Bewegungsbeobachtung und Bewegungsbeurteilung im Sport*. Sankt Augustin: Academia Verlag Richarz.

<Literaturverzeichnis

Prümper, P. D., & Anft, M. (1993). Beurteilung von Software auf der Grundlage der Internationalen Ergonomie-Norm ISO 9241/10. Berlin, Berlin, Deutschland.

Rákóczi, G. (2009). *Untersuchung des Benutzerverhaltens beim E-Learning; Eine Eye Tracking Studie des Systems Moodle*. Wien: Technische Universität Wien.

Ross, J. (2009). *UXmatters; Eyetracking: Is it Worth it?* Abgerufen am 5. 8 2013 von <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2009/10/eyetracking-is-it-worth-it.php>

Sarodnick, F., & Brau, H. (2011). *Methoden der Usability Evaluation; Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung*. Bern: Hans Huber.

SMI - SensoMotoric Instruments. (Dezember 2009). *iView X System Manual*.

# Eidesstattliche Versicherung

---

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Master-Thesis selbständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder noch nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Zeichnungen oder Abbildungen in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen.

Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde eingereicht worden.

Freising, den

.....

Walter Kastler