

Fakultät 05  
Studiengang  
Druck- und  
Medientechnik



## BACHELORTHESIS

---

# **Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung von gedruckten Bedienungsanleitungen mittels Einsatz von mobilem Eye-Tracking**

**Vorgelegt von:** Kristijan Mandić  
**Betreuer:** Prof. Dr. Gertrud Grünwied  
**Fachgebiet:** Technische Redaktion und Kommunikation  
**Semester:** Wintersemester 2015/2016

# Bachelorthesis

zur Erlangung des akademischen Grades

---

## Bachelor of Engineering (B.Eng.)

**Name:** Kristijan Mandić

**Matrikelnummer:** 01318612

**Thema erhalten am:** 02.09.2015

**Abgabe am :** 29.02.2016

**Fakultät 05:** Versorgungs- und Gebäudetechnik,  
Verfahrenstechnik Papier und Verpackung,  
Druck- und Medientechnik

## **Kurzfassung**

In Zeiten des technischen Fortschritts und der damit einhergehenden Vielschichtigkeit an Funktionen nimmt die Technische Dokumentation eine entscheidende Rolle ein. Für die Gewährleistung einer optimalen Handhabung von Bedienungsanleitungen bedarf es einer qualitativ hochwertigen konzeptionellen Gestaltung. Die angenommene Hypothese eines mangelhaften Umsetzens von gestalterischen Richtlinien im Design der Bedienungsanleitung bezieht sich auf bereits aufbereitete theoretische Auffassungen, die auf gestalterische Diskrepanzen hindeuten und vor allem in Szenarien mit geringer Lichtintensität entstehen. Zur Untermauerung dieser Aussage werden die theoretischen Ansätze, unter Anwendung einer empirischen Usability-Studie, überprüft. Zu diesem Zweck fungiert die Bedienungsanleitung eines Audi A6 aus dem Jahr 2006 als Untersuchungsobjekt. Dabei werden in einer Feldbeobachtung im Fahrzeug die Blickverläufe von eingesetzten Testpersonen mittels mobilem Eye-Tracking erhoben und ausgewertet. In Korrelation mit Fragebögen zur Ermittlung der subjektiven Meinungsbilder zur Testausführung, sollen die objektiven Indikatoren des Eye-Trackings zusätzliche Ansätze für Gestaltungsdefizite liefern und die Qualität der Datenauswertung erhöhen. Daher trägt die Bachelorarbeit den Titel: „Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung von gedruckten Bedienungsanleitungen mittels Einsatz von mobilem Eye-Tracking.“

## **Abstract**

In times of technical progress and, associated therewith, the diversity of functions, technical documentations play a decisive role. In order to safeguard an ideal use of operating instructions, a high quality conceptual design is required. The assumed hypothesis of a sparse implementation of directives regarding the design of the user manual refers to already established theoretical concepts that indicate creative discrepancies, especially when it comes to the readability in areas with lower light intensity. To emphasize this statement, theoretical approaches are monitored through an empirical usability study based on the user manual of the Audi A6 from 2006. The eye movements of the subjects are surveyed and analyzed by means of mobile eye-tracking in a field observation inside the vehicle. In correlation with surveys to determine the subjective understanding for testing procedures, objective indicators of eye-tracking are supposed to lead to additional approaches for creative deficits, and increase the quality of the data analysis. As a result, the title of this bachelor thesis is entitled “Readability and perception study of user manual by use of mobile eye tracking”.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>1</b>
<b>Erklärung i. S. des § 35 Abs. 7 RaPO .....</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>5</b>
1.1 Zielsetzung und Hypothese .....	5
1.2 Aufbau der Arbeit .....	6
<b>2 Theoretische Ausarbeitung .....</b>	<b>8</b>
2.1 Gestaltungsprinzipien für Printprodukte .....	9
2.1.1 Lesesituationen .....	10
2.1.2 Format .....	10
2.1.3 Farben und Kontraste .....	11
2.1.4 Visualisierung .....	15
2.1.5 Typographie .....	16
2.2 Merkmale von Bedienungsanleitungen .....	17
2.2.1 Leitfaden zur Gestaltung von Bedienungsanleitungen.....	17
2.2.2 Inhalte der Bedienungsanleitungen.....	18
2.2.3 Gestalterische Empfehlung für Bedienungsanleitungen .....	20
2.3 Ansätze der Wahrnehmungspsychologie.....	25
2.3.1 Prozess der Wahrnehmung.....	25
2.3.2 Visuelle Wahrnehmung von Farben.....	26
2.3.3 Informationsaufnahme durch Lesestile .....	29
2.4 Eye-Tracking .....	31
2.4.1 Anwendungsgebiete des Eye-Trackings.....	31
2.4.2 Augen-und Blickbewegungen .....	32
2.4.3 Eye-Tracking-Parameter.....	33
2.5 Fazit und Erwartungen .....	36
<b>3 Empirische Usability-Studie .....</b>	<b>37</b>
3.1 Vorbereitung der Usability-Studie.....	40
3.1.1 Untersuchungsobjekt .....	40
3.1.2 Zielgruppendefinierung.....	41
3.1.3 Methoden der empirischen Usability-Studie.....	42
3.1.4 Aufgabenstellung für den Testablauf.....	44
3.2 Prozessablauf und Durchführung der Usability-Studie .....	45

---

3.3 Auswertung der Usability-Studie nach Untersuchungszielen .....	50
3.3.1 Farbeinsatz im Seitenlayout.....	50
3.3.2 Farbeinsatz in Abbildungen.....	58
3.3.3 Einfluss des Kontrasteinsatzes .....	63
3.3.4 Einsatz des Text-Bildbezugs .....	68
3.3.5 Lesbarkeit und Schrifteinsatz .....	72
3.3.6 Simulation einer Stresssituation .....	74
<b>4 Erkenntnisse und Interpretation der Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung.....</b>	<b>79</b>
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>87</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>89</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>90</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>93</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>96</b>

# 1 Einführung

Die Technische Dokumentation gewinnt mit zunehmender Komplexität der Bedienbarkeit technischer Geräte immer mehr an Bedeutung (vgl. Böcker & Schneider, 2013). Geprägt durch den technischen Fortschritt und der damit einhergehenden Vielschichtigkeit an Funktionalitäten, nimmt insbesondere die Bedienungsanleitung eine immer wichtigere Rolle ein. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der Automobilbranche wieder. Infolgedessen verlangen staatliche Gesetze und Vorschriften eine Hinterlegungspflicht bei jedem technischen Gerät in Form einer Technischen Dokumentation (vgl. Drewer & Ziegler, 2013). Damit der Endkunde die benötigten Informationen erfassen kann, wird eine dementsprechende Gestaltung sowie benutzerfreundliche Aufbereitung vorausgesetzt. Jedoch beschreiben einige wissenschaftliche Abhandlungen Diskrepanzen in der Ausführung der Gestaltung und damit zusammenhängende schlechtere Lesbarkeit und Informationsaufnahme (vgl. Zieten, 1992). Außerdem werden umgebungsbedingte Leseumstände einer Bedienungsanleitung aufgrund höherer Komplexitäten nicht berücksichtigt (vgl. Korthaus, 2015).

Indikatoren wie Effizienz, Funktionalität und Zufriedenstellung eines Produkts stellen einige Parameter der Usability dar. Durch Einbindung sogenannter Usability-Methoden in der Entstehungsphase von gedruckten Bedienungsanleitungen können Aspekte wie Gestaltung und Lesbarkeit vor der fristgerechten Veröffentlichung optimiert und für ein spezifisches Nutzerinteresse konzipiert werden.

## 1.1 Zielsetzung und Hypothese

Diese Bachelorarbeit beinhaltet eine Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung einer konventionell gedruckten Bedienungsanleitung aus der Automobilbranche, die mittels mobiler Eye-Tracking-Technologie und weiterer kombinierter Usability-Methoden in einer Studie durchgeführt wird. Als Untersuchungsgegenstand wird hierbei die Bedienungsanleitung (Audi A6, deutsch 5.06, 271.561.4F2.00) eines Kraftfahrzeugs der Audi AG, des Modelltyps A6 aus dem Jahr 2006 herangezogen.

Aufgrund bereits bestehender Abhandlungen wird die Annahme getroffen, dass im Erstellungsprozess dieser Bedienungsanleitung Fehlerquellen durch mangelhaftes Umsetzen von gestalterischen Richtlinien im Design entstehen.

Dadurch wird die Lesbarkeit, besonders bei Gebrauch einer Bedienungsanleitung in einem Umgebungsszenario mit geringer Lichtintensität, verschlechtert. Daraus resultierend wird die Usability in Mitleidenschaft gezogen.

Der Beleg der Hypothese soll an erster Stelle mit dem mobilen Eye-Tracker, und zusätzlich mit der Anwendung weiterer relevanter Usability-Methoden erbracht werden. Außerdem sollen nach der Durchführung der Usability-Studie konkrete ästhetische Problemstellen hervorgehoben und die Quintessenz einer gelungenen Bedienungsanleitung aufgezeigt werden.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Die erstellte Arbeit beinhaltet einen theoretischen und einen praktischen Ansatz. In der theoretischen Ausarbeitung werden zunächst die allgemein geltenden Gestaltungsprinzipien für Printprodukte betrachtet. Es wird auf konkrete inhaltliche Elemente, die auf eine nutzerfreundliche Lesbarkeit schließen lassen, eingegangen. Daraufhin werden bedeutende Inhalte von Bedienungsanleitungen aufgegriffen. Dabei werden die Norm DIN EN 82079-1 sowie die für Sicherheits- und Warnhinweise bestehende Norm ANSI Z535.6 betrachtet und die elementarsten gestalterischen Richtlinien, wie Inhaltsverzeichnis, Warnhinweise, Sicherheitshinweise, Stichwortverzeichnis sowie der Text-Bild-Bezug, wiedergegeben. Anschließend wird ein Auszug aus dem Komplex der Wahrnehmungspsychologie aufgegriffen, um den Ablauf der Informationsübertragung und kognitiver Fähigkeiten der visuellen Wahrnehmung zu verstehen. Abgerundet wird die Thematik mit der Verarbeitung von Informationen in Texten durch verschiedene Lesetechniken, um die Wechselwirkung zwischen Design und Informationsaufnahme zu verdeutlichen. Abschließend werden theoretische Kenntnisse im Bereich der Eye-Tracking-Technologie aufgeführt und schließlich die Darstellungsformen analysierbarer Augenbewegungen, durch in der Leseforschung aussagekräftige Parameter, aufgegriffen.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt in der Erforschung der Lesbarkeit und Wahrnehmung einer Bedienungsanleitung aus der Automobilindustrie. Demnach ist es das Ziel dieser Arbeit, konzeptionelle Schwachstellen der Anleitung in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit zu analysieren, um darauf aufbauende Erkenntnisse zum Verbesserungspotential zu gewinnen. Zudem werden Beobachtungen von Versuchsteilnehmern in zwei unterschiedlichen Umgebungsszenarien verglichen, um zu belegen, dass in einer dunkleren Umgebung höhere Defizite in der Lesbarkeit und Informationsaufnahme bestehen.



Die Untersuchung findet mittels einer empirischen Usability-Studie statt, in der objektive Daten über Blickbewegungen, durch den Einsatz der mobilen Eye-Tracking-Brille des Unternehmens Tobii Technology, gewonnen werden. Für die Datenerhebung erfolgt eine Feldbeobachtung von acht Testpersonen im Testfahrzeug mit der Eye-Tracking-Brille. Die Probanden sollen die ihnen gestellten Aufgaben unter Einsatz der Bedienungsanleitung lösen. Zum Schluss wird mit Hilfe eines Usability-Fragebogens das subjektive Wahrnehmungsbild der Teilnehmer erfasst. Aus der Methodenvielfalt dieser Studie werden im letzten Teil der Arbeit Erkenntnisse und Interpretationen formuliert.

## 2 Theoretische Ausarbeitung

Vor der praktischen Analyse der Thematik werden die theoretischen Grundlagen mit folgenden Inhalten in den einzelnen Kapiteln näher betrachtet:

- Der erste Teil umfasst eine Übersicht der allgemeinen Darstellungsmöglichkeiten bekannter Printprodukte im Hinblick auf eine kundenorientierte Gestaltung. Dabei liegt der Fokus auf konkreten inhaltlichen Elementen unter Berücksichtigung von standardisierten Richtlinien, die für die konzeptionelle Umsetzung der Gebrauchsanleitung als gesamt positives Erscheinungsbild notwendig sind.
- Im zweiten Abschnitt werden spezifische Eigenschaften der Bedienungsanleitung beschrieben. Aufbauend auf der Beschreibung der Norm DIN EN 82079-1, werden die signifikantesten Inhalte der Bedienungsanleitung und deren Darstellungsmerkmale aufgezeigt. Anschließend werden diese explizit auf gestalterische Richtlinien hin untersucht und damit einhergehende negative Aspekte der Gestaltung aufgezeigt. Um eben diese zu vermeiden und eine benutzerfreundliche und gebrauchstaugliche Bedienungsanleitung zu erstellen, werden schließlich optimale Gestaltungsprinzipien aufgeführt.
- Im dritten Absatz werden die wahrnehmungspsychologischen Merkmale näher ausgeführt. Neben der Beschreibung des Prozessablaufs der Wahrnehmungsentstehung wird die visuelle Wahrnehmung in Verbindung mit der Farbpsychologie mitsamt ihrem Einfluss auf die Lesbarkeit thematisiert. Abschließend werden Strategien zur verbesserten Informationsaufnahme beim Lesen vorgestellt.
- Der vierte Abschnitt befasst sich mit der wissenschaftlichen Methode der Blickerfassung. Hierbei werden zunächst bereits etablierte Einsatzgebiete des Eye-Tracking vorgestellt. Zudem werden die verschiedenen Arten der Augen- und Blickbewegungen vorgestellt, woraufhin entsprechende Rückschlüsse auf Faktoren wie die Lesbarkeit gezogen werden.
- Als letzter Punkt der theoretischen Ansätze folgt ein Resümee der wichtigsten Erkenntnisse, die für die Usability-Studie sowie die Thesis relevant sind.

## 2.1 Gestaltungsprinzipien für Printprodukte

Gelungene Printmedien entstehen nicht durch eine zufällige Aneinanderreihung von Bildern, Grafiken oder Texten. Vielmehr gibt es klare Richtlinien, an die sich der Ersteller halten sollte, um dem Leser zielgruppengerecht die gewünschten Informationen zu vermitteln. Der Leser darf daher den Leseprozess nicht als anstrengend empfinden (vgl. Wäger 2014, S 25).

*„Gestaltungsrichtlinien bestehen aus einer Liste von Prinzipien, die zu gebrauchstauglichen Systemen führen sollen, wenn man sie bei der Gestaltung eines Systems befolgt.“ (Sarodnick & Brau 2011, S. 123)*

Um eine Botschaft erfolgreich mit Hilfe von Printprodukten wie Flyern, Plakaten, Büchern oder Bedienungsanleitungen zu vermitteln, sind Grundregeln in der Gestaltung erforderlich. Obgleich bei Druckprodukten eine Vielzahl an Variationen möglich ist, lassen sich laut Korthaus drei grundlegende Kriterien definieren (vgl. Korthaus 2015, S. 20):

- **Blickfang:** Die Aufmerksamkeit des Lesers soll durch den Gestaltungseinsatz hängenbleiben. Falls die Gestaltung eines Printprodukts repräsentativ für den Blickfang stehen soll, ist dies die Chance, den Leser damit eindrucksvoll einzusammeln.
- **Gruppen:** Optische Zugehörigkeiten von Informationen sollen gebündelt eingesetzt werden.
- **Wiedererkennung:** Objekte, die wiederholt vorkommen, vereinfachen dem Leser die Verständlichkeit des Inhalts. Wiederkehrende Zwischenüberschriften sowie Bildunterschriften ergeben eine Konsistenz im Layout und erschaffen eine klare Linie.

Für jede Gestaltungsvariante eines Printproduktes spielt die Art des zu entstehenden Produktes eine grundlegende Rolle. Ein Flyer kann nicht mit gleicher Verfahrensweise konzipiert werden wie ein Plakat. Gleichermäßen bedingen Bedienungsanleitungen andere Gestaltungsmittel als beispielsweise ein Buch (vgl. Korthaus 2015, S. 20).

Für Publikationen jeglicher Art im Print fließen also unterschiedliche Variablen in die Gestaltung mit ein. Das Layout eines Printprodukts besteht grundsätzlich aus Format, Satzspiegel, Typographie, Grafiken sowie Farbe und sollte im Einklang miteinander stehen. Es stellt sich somit die Frage, welche äußeren Einflüsse bei der Gestaltung eines Druckprodukts beachtet werden müssen.

### 2.1.1 Lesesituationen

Zu Beginn einer zielgerichteten Aufmachung muss klar sein, auf welche Weise das zu erstellende Printprodukt gelesen wird und welche Rolle der wiederzugebende Inhalt des Produkts dabei spielt. Der wichtigste Indikator für beispielsweise Magazine, Bücher oder Bedienungsanleitungen ist die Lesbarkeit, während in der Anzeigengestaltung für Werbezwecke der Einsatz von Bildern ausschlaggebend ist (vgl. Korthaus 2015, 21). Daher muss sowohl die Zielgruppe des zu entstehenden Druckerzeugnisses, als auch die Gesamt-Konzeption stets berücksichtigt werden.

Damit ein Mindestmaß an Lesbarkeit gewährleistet wird, sollte ein Grafiker die unterschiedlichen Leseumstände sowie die Leserichtung von links nach rechts mit einbeziehen. Ort und Umgebung sind gleichermaßen ein entscheidendes Kriterium. Die Umgebungsumstände sind mit einer hohen Komplexität verbunden, die nicht immer gelöst werden kann (vgl. Korthaus 2015, S. 21 f).

Das Lesen bei lichtgedämmten Verhältnissen ist ein solcher Faktor. Inwiefern dies bei der Gestaltung der Bedienungsanleitung des Audi A6 bedacht wurde, wird im empirischen Teil dieser Arbeit untersucht.

### 2.1.2 Format

Bei der grafischen Gestaltung werden über 99 % aller Druckprodukte in rechteckige Formen beschnitten. Beim Konzipieren von Druckerzeugnissen wird augenscheinlich der Grundfläche (Format), auf Basis derer die Gestaltung erfolgt, nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt (vgl. Wäger 2014, S. 103). Dabei spielt bei der Auswahl des Formats der Einsatzort eine entscheidende Rolle. Für Bedienungsanleitungen ist beispielsweise ein größeres Format unhandlicher, dafür jedoch praktischer für die Informationsaufnahme, die durch ständiges umblättern gestört wird (vgl. Piehl 2002, S. 98). Ein zu großes Format ist allerdings aufgrund der Tatsache, dass die Anleitung im Handschuhfach des Fahrzeuges platziert wird, nicht immer praktikabel.

Prinzipiell wird zwischen Hoch- und Querformat unterschieden. Das Querformat ist durch die Ausrichtung der horizontal nebeneinanderliegenden Augen für den Menschen natürlicher. Printprodukte im Format DIN A4<sup>1</sup> werden jedoch wegen der besseren Handhabung im Hochformat favorisiert (vgl. Wäger 2015, S. 107 f).

---

<sup>1</sup> Format A4: Höhe 210 mm x Breite 297 mm

Beim Querformat hängen die Blätter ohne eine geeignete Unterlage durch, weshalb ein kleineres DIN Format genutzt werden sollte.

### **2.1.3 Farben und Kontraste**

Das Augenmerk des Lesers kann durch Einsatz von Farbe, sei es in Texten oder Bildern, beeinflusst werden (vgl. Piehl 2002, S. 126). Farben lösen Emotionen aus und werden deshalb für Printprodukte jeglicher Art eingesetzt. Jedoch können im Design durch falschen Farbeinsatz viele Fehler entstehen. Resultierend daraus stellt sich die Frage, welche Einflüsse bedacht werden müssen und wie Farben sowie Kontraste für ein optisch erfolgreiches Printprodukt konzipiert werden sollen. Der visuelle Wahrnehmungsprozess von Farben wird in Kapitel 2.3.2 „Visuelle Wahrnehmung von Farben“ behandelt.

#### **Farbwirkung**

Viele Einflussfaktoren hängen mit der Wirkkraft von Farben zusammen. Nach dem Kunsttheoretiker und Kunstpädagogen Johannes Itten werden fünf Größen definiert, welche Einfluss auf die Gestaltung haben. Korthaus zählt folgende auf (vgl. Korthaus 2015, S. 161):

1. Der Farbcharakter: Dazu zählt der Wandel im Farbton, wie Grün auch ein Gelb-Grün werden kann.
2. Die Helligkeit: Abhängig von ihrer Helligkeit kann eine Farbe unterschiedlich wirken.
3. Sättigung: Wenn reine Spektralfarbe mit Unbunt-Farben wie Schwarz und Weiß oder Komplementärfarben<sup>2</sup> gemischt werden, gilt die Farbe als ungesättigt.
4. Die Mengenverhältnisse: Ein weiterer Einfluss ist die Fläche, auf der eine Farbe aufgetragen wird.
5. Simultane Kontrasteinwirkung: Falls keine Komplementärfarbe vorliegt, erzeugt das Auge unvermeidlich eine neue Farbe.

---

<sup>2</sup> Komplementäre Farben werden laut Itten als Ergänzungsfarben beschrieben. Sie liegen einander genau entgegengesetzt (vgl. Korthaus 2015, S. 161 f)

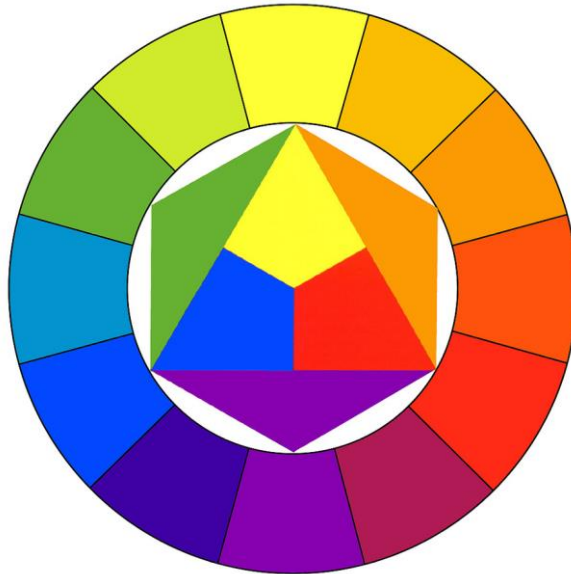


Abbildung 1: „Farbkreis von Itten“ (vgl. Korthaus 2015, S. 151)

Die ausgiebigsten Farbsysteme werden mit drei verschiedenen Urfarben, nämlich Rot, Grün und Blau beschrieben (vgl. Wäger 2014, S. 269). Jede dieser Farben hat eine eigene Interpretation und Wirkung auf den Menschen.

#### *Rot*

Die Farbe Rot drängt unterbewusst stark in den Vordergrund und wird bei Befragungen oft als erste Farbe genannt, obwohl sie nicht als Lieblingsfarbe der Menschen gilt. Aus diesem Grund wird sie bei der Gestaltung als Signalfarbe zur Aufmerksamkeitssteigerung, zum Beispiel bei Warnhinweissymbolen in Bedienungsanleitungen verwendet (vgl. Wäger 2014, S. 273).

#### *Grün*

Diese Farbe wird als Primärfarbe interpretiert, ist jedoch eine Mischfarbe aus Blau und Gelb. Sie wird als „Farbe der Mitte“ (Wäger 2014, S. 280) bezeichnet und als positiv empfunden.

## *Blau*

Die Lieblingsfarbe der Deutschen ist Blau. Sie gilt als technische Farbe und vertritt Sachlichkeit und Rationalität (vgl. Korthaus 2015, S. 161). Trotzdem wird diese Farbe von älteren Menschen schlecht wahrgenommen und führt nach längerem Lesen zu Anstrengung und schließlich zur Ermüdung (vgl. Schuhmacher).

## **Farbkombination**

Damit die Gestaltung der Printprodukte nicht zu Anstrengung und Irritationen durch den Farbeinsatz führt, wird empfohlen, kritische Farbkombinationen zu vermeiden und den Einsatz von Kontrasten gut zu bedenken. Aufgrund des zu starken und sogar für das Auge schädlichen Spannungskontrastes, sollte die Kombination aus Blau auf Rot sowie Grün auf Lila vermieden, sowie das Vermischen von zwei Komplementärfarben (vgl. Schuhmacher). Zudem sollte die Farbe Gelb nicht auf weißen Hintergrund gedruckt werden. Die Kombination aus Schwarz und Gelb wurde vom Menschen als eine Warnfarbe etabliert, in der die Farbe Gelb leuchtend in den Vordergrund tritt (vgl. Wäger 2014, S. 283). Die Farbe spielt nicht nur bei der Textmenge und Schriftart, sondern auch in der Typologie eine entscheidende Rolle. Je höher der Unterschied zwischen hellen und dunklen Farbtönen ausfällt, desto besser ist die Lesbarkeit der Schrift (Korthaus 2015).

## **Farbkontrast**

Die Verwendung von Farbkontrasten ist ein entscheidender Faktor für den gelungenen Einsatz von Gestaltung. Johannes Itten definiert unterschiedliche Farbkontraste, wie den bereits erwähnten Hell-Dunkel-Kontrast. Ohne den Einsatz dieses Kontrasttypen fehlt es an Erkennbarkeit und Lesbarkeit. Eine monochromatische Kombination, beispielsweise dunkles und helles Blau, gilt als gute Gestaltungsvariante. Orange und Violett wiederum ergeben einen zu geringen Helligkeitsunterschied und sind demzufolge schlechter zu erkennen (vgl. Wäger, 2014, S. 250).

## Farbraum

Für das Erstellen von Printprodukten spielt der Farbraum eine weitere wichtige Rolle. Für den Druck wird der CMYK-Farbmodus (Cyan, Magenta, Yellow und Schwarz, auch Key genannt) mit den einzelnen Farbräumen für verschiedene Bedruckstoffe angewandt, wohingegen für eine Darstellung am Bildschirm der RGB-Farbmodus (Rot, Grün, Blau) mit den verschiedenen Farbräumen, wie zum Beispiel sRGB, AdobeRGB oder eciRGB genutzt wird. Der Umfang der RGB- und CMYK-Farbräume ist immer geräteabhängig, im Gegensatz dazu ist der  $L^*a^*b$ -Farbraum geräteunabhängig. Der  $L^*a^*b$ -Farbraum (L= Helligkeit, a= Grün-Rot-Bereich, b= Gelb-Blau-Bereich) beschreibt alle für das menschliche Auge wahrnehmbaren Farben. Farben werden von einem farbsehenden Beobachter unter normalen Lichtbedingungen unabhängig von der Art, wie diese erzeugt wurden, wahrgenommen. Alle RGB- und CMYK-Farben sind im  $L^*a^*b$ -Farbraum darstellbar. Alle geräteabhängigen Farbräume decken jeweils nur eine Teilmenge des  $L^*a^*b$ -Farbraums ab.

Mit Vorsicht zu betrachten ist der Blau- und Grünbereich. Dieser fällt im CMYK-Modus geringer als im RGB-Modus aus (siehe Abbildung 2) und wird beim Vierfarbendruck tendenziell dunkler und matter wiedergegeben, was wiederum bei der Konzipierung berücksichtigt werden sollte (vgl. Teschner 2010, S. 351 ff).

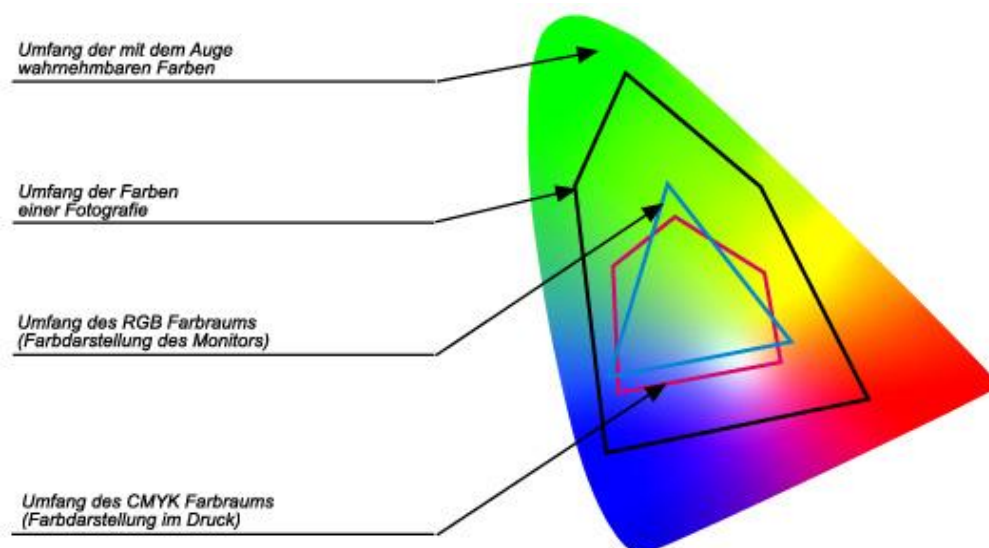


Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung eines  $L^*a^*b$ -Farbraums mit Darstellungen von einzelnen beispielhaften Farbräumen (vgl. Teschner 2010, S. 351)



## Papierwahl

Die Auswahl des Papiers hat einen großen Einfluss auf den Umfang der zu druckenden Farben. Grundsätzlich wird zwischen gestrichenen und ungestrichenen Papieren unterschieden. Durch einen Bindemittelauftrag (Strich) erhält das Papier eine geschlossene Oberfläche, die dafür sorgt, dass die Druckfarbe nicht in die Poren gelangt (vgl. Teschner 2010, S. 881). Dementsprechend kann der Papieroberfläche ein mattes oder glänzendes Aussehen verliehen und die Sättigung der Farbe erhöht werden. Gestrichene Papiere werden hauptsächlich für Druckprodukte mit vielen Abbildungen verwendet.

### 2.1.4 Visualisierung

Informationen können durch gezielten Einsatz von Visualisierungen schneller erfasst und bewusster ins Gedächtnis gerufen werden (vgl. Piehl 2002, S. 113). Abbildungen erzeugen eine höhere Aufmerksamkeit als reiner Text und können den Leser demzufolge vom Text ablenken und zugleich den Lesefluss beeinträchtigen. Demnach ist von Bedeutung, welche Aussagen Bildern, Fotos, Illustrationen, Zeichnungen oder Symbolen in Kombination mit Texten beigemessen werden sollen. Zwar gibt es für Bildsprachen keine konventionalisierte Zeichen oder eine Grammatik wie bei Texten (vgl. Maiwald 2005, S. 174), jedoch kann unter Einsatz der Vorstellungskraft der gelesene Text sinnbildlich dabei unterstützt werden.

*„Insbesondere Bilder, die sich auf konkrete Sachverhalte beziehen, weisen eine höhere und eindeutige Aussagekraft auf als vergleichbare Texte.“  
(Piehl 2002, S. 113)*

In Printwerken beinhaltete fotografische Darstellungen werden länger im Gedächtnis gespeichert als gezeichnete Illustrationen (vgl. Piehl 2002, S. 114). Symbole wiederum sind Bedeutungsträger und nicht immer eindeutig, weswegen sie auch unterschiedlich interpretiert werden können (vgl. Kössler 1992, S. 174 f.). Infolgedessen steht die Klarheit der zu platzierenden Abbildung bei der Informationsübertragung im Vordergrund.

*„Um diesem Anspruch gerecht zu werden, sollten in einem Bild nicht mehr als fünf Bedeutungseinheiten von Daten vermittelt werden.“ (Piehl 2002, S. 120)*

Eine Abbildung sollte also immer eine eindeutige Hauptaussage enthalten. Zu beachten ist in gleicher Weise, dass Positionierung und Größe der Abbildungen den Leser beeinflussen.

### 2.1.5 Typographie

Das Ziel einer gelungenen Gestaltung ist es, den Leser zu informieren und das Gelesene verständlich und gut nachvollziehbar zu vermitteln. Die eigentlichen Informationen werden über den gelesenen Textinhalt übertragen. Daher ist die Typographie eine wichtige Einflussgröße auf die Lesbarkeit in einem Printprodukt.

Neben der Schriftwahl gibt es weitere wichtige Faktoren für eine gute Verständlichkeit eines Textes. Auch Schriftgröße, Zeilenabstände, Zeilenlänge, Weißräume, Ausrichtung, Papierwahl, Kontraste sowie Farben sind Charaktere, die an die Lesbarkeit gekoppelt sind (vgl. Wäger 2014, S. 266).

Mittlerweile besteht eine hohe Vielfalt an Schriftarten. Der Fokus sollte darauf liegen, dass sich ein angenehmes Schriftbild ergibt (vgl. Piehl 2002 S. 101). Empfohlen werden für längere Fließtexte Serifenschriften, da die Buchstaben leicht miteinander verbunden sind (vgl. Korthaus 2015, S. 244 ff) und somit das schnelle Lesen und Auffassen von Textmengen erleichtert wird. Lange Textpassagen mit konstantem Einsatz von Schriftschnitten, wie fett oder kursiv, sind anstrengender zu lesen als normale Schnitte (vgl. Korthaus 2015, S. 267).

Jeder Schrifttyp hat einen standardisierten Wort- und Zeilenabstand. Für eine optimale Lesbarkeit darf dieser Abstand für das Auge weder zu groß noch zu klein sein. Für den Zeilenabstand hat sich ein Faktor von 120 % der Schriftgröße etabliert (vgl. Korthaus 2015, S. 285). Eine zu lange Zeilenlänge wird vom Leser ebenfalls als unangenehm empfunden und reduziert zugleich die Lesegeschwindigkeit (vgl. Westendorp 1989, S. 31 zitiert in Piehl 2002, S. 102).

#### Fazit

Jedes dieser Elemente ist ein entscheidender Faktor für eine gelungene Gestaltung. Aus dieser Vielfalt an Möglichkeiten gilt es, sich entsprechend des spezifischen Kundenwunsches und der Branche, für die das Produkt konzipiert wird, zu bedienen. Für jeden Einsatz in Printform gelten eigene stilistische Vorgaben und Regeln, die individuell beachtet werden müssen.

## **2.2 Merkmale von Bedienungsanleitungen**

Die Bereitstellung von Technischen Dokumentationen ist bei technischen Produkten in Richtlinien und Gesetzen gefordert. Zu Technischen Dokumentationen zählen, neben der in dieser Arbeit verwendete Bedienungsanleitung, unter anderem auch Reparaturanleitungen oder Softwarehandbücher. Damit beim Erstellen von Bedienungsanleitungen keine rechtlichen Konsequenzen für den Hersteller entstehen, wurden Richtlinien und Normen zu Inhalt und Layout festgelegt. Neben der Strukturierung der Inhalte, muss vor allem auf die visuelle Aufbereitung der Informationen geachtet werden. Ziel einer guten Bedienungsanleitung sollte ein schneller und unmissverständlicher Umgang von zuvor nicht bekannter Handlung sein (vgl. Piehl 2002, S. 64 f). Hierzu dient die im folgenden Abschnitt näher beschriebene Norm DIN EN 82079-1. Basierend darauf werden die wichtigsten Inhalte der Bedienungsanleitung, wie die benutzergerechte Illustration von Sicherheits- oder Warnhinweisen, ausgearbeitet und unter gestalterischen Aspekten bewertet.

### **2.2.1 Leitfaden zur Gestaltung von Bedienungsanleitungen**

Für Bedienungsanleitungen gelten diverse Normen, damit diese rechtlichen Rahmen einhalten. Die Norm DIN EN 82079-1 (VDE 0039-1) definiert die wichtigsten Punkte und greift dabei auf Inhalte der Normen DIN 8418, DIN V66055, DIN V8418 und DIN EN 62079 zurück. Sie ist gleichzeitig eine europäisch geltende Norm und trägt den Titel: „Erstellen von Gebrauchsanleitungen – Gliederung, Inhalt, Darstellung“ (vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., 2012).

In der Richtlinie werden die Grundlagen zur Erstellung, Gliederung und Darstellung von Anleitungen vorgestellt. Sie beinhaltet Themen wie allgemein zu beachtende Prinzipien bei der Anleitungserstellung, Anforderungen an die Gestaltung, Konsistenz der Informationen, Schreibstil, Produktgarantie etc., und legt somit eine normative Mindestanforderung am Stand der Technik fest. Gebrauchsanleitungen sollen den Konsumenten eines technischen Produkts informieren und zudem das Risiko von Anwendungsfehlern minimieren. Weil fehlerbehaftete Anleitungen eine Gefährdung darstellen können, wurde die DIN EN 82079 -1 für einen erhöhten Qualitätsansatz für Technische Redakteure erstellt (vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., 2012).

### 2.2.2 Inhalte der Bedienungsanleitungen

Für eine hochwertige und benutzerfreundliche Bedienungsanleitung ist die Qualität des Inhalts ein wichtiger Maßstab. Dazu gehören unter anderem die in der Norm DIN EN 82079-1 enthaltenen Elemente wie Inhaltsverzeichnis, Warnhinweise, Sicherheitshinweise, Stichwortverzeichnis, Bilder oder Symbole. Diese werden im nachfolgenden Abschnitt erklärt.

Beim Aufschlagen einer gedruckten Bedienungsanleitung steht an vorderster Stelle das Inhaltsverzeichnis, welches dem Leser als Orientierungshilfe dient. Die Mindestanforderung für das Erstellen eines Inhaltsverzeichnisses beträgt vier Seiten. Außerdem ist zwingend erforderlich, dass die Seitenzahlen im Verzeichnis identisch mit denen im Text sind (vgl. Galbierz et al. 2014, S. 139). Zur besseren Übersichtlichkeit sollte die Anzahl an Ebenen von Überschriften auf maximal drei begrenzt werden. Eine nummerierte und verständliche Überschrift erhöht die Gebrauchstauglichkeit und erleichtert das Auffinden von Informationen (vgl. Böcker & Schneider 2013, S. 205). Allgemeine Hinweise geben keinen Überblick über den nachfolgenden Inhalt. Sie weisen auf Verhaltensweisen hin, die der Leser beachten muss, damit er einleitend über wichtige Bestandteile der Bedienungsanleitung oder verwendeten Symbolen aufgeklärt wird. Eine weitere hilfreiche Orientierungsmöglichkeit bietet bei einigen Anleitungen ein Stichwortverzeichnis. Falls eine Gebrauchsanleitung von hoher technischer Komplexität ist, kann beispielsweise am Ende der Anleitung ein Index mit alphabetisch sortierten Schlagwörtern angegeben werden (vgl. Galbierz et al. 2014, S. 140).

Beim Einsatz von Symbolen für Sicherheits- und Warnhinweise verlangt die DIN EN 82079-1, im Gegensatz zur Vorgängernorm DIN EN 62079, eine Auflistung der eingesetzten Symbole samt Erklärung (vgl. Galbierz et al. 2014, S. 55). Symbole werden insbesondere für Warnungen verwendet. Die Erläuterung der Sicherheitshinweise sollte daher am Anfang einer Anleitung deutlich hervorgehoben werden. So muss einerseits erklärt werden, welche Gefahren entstehen können und andererseits, wie diese vermieden und das Produkt ohne Risiko verwendet werden kann. Zumeist erfolgen in den Sicherheitskapiteln typische Auszeichnungen von Warnhinweisen. Diese müssen optisch durch größere Schrift, Farben oder grafische Symbolen hervorgehoben werden.

Die Bedeutung wird von Schmeling mit drei Begriffen klassifiziert (vgl. Schmeling, 2012):

- Gefahr: Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem hohen Risikograd, welches bei Nichteinhaltung zum Tod oder schweren Verletzungen führt.
- Warnung: Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem mittleren Risikograd, welches bei Nichteinhaltung, Tod oder schwere Verletzungen zur Folge hat.
- Vorsicht: Das Signalwort bezeichnet eine Gefährdung mit einem niedrigen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge führen kann.

Außerdem wird für eine maximale Wirkung von Warnhinweisen die Beschränkung auf das Wesentliche, das Vermeiden von übermäßigen Anhäufungen von Warnungen und die Spezifizierung der Art der Gefährdung empfohlen (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 38). Besondere Anforderungen an die Gestaltung von Hinweisen werden im Kapitel 2.2.3 „Gestalterische Empfehlung für Bedienungsanleitungen“ näher erläutert.

In vielen Bedienungsanleitungen werden Bilder synchron zum Einsatz von Texten eingebunden. In der DIN EN Norm 82079-1 wird überdies empfohlen, zu jeglichen Sicherheitsaspekten einen erklärenden Text hinzuzufügen (vgl. Schäfer 2015, S. 46). Jedoch stehen nach Zieten die meisten an falscher Stelle, wodurch der Lesefluss gestört und Informationen falsch interpretiert oder verstanden werden können (vgl. Zieten 1990, S. 18). Unter anderem werden Piktogramme und Strichzeichnungen eingesetzt, die mit Informationen überladen sind und folglich zur Unverständlichkeit führen können. Deshalb sollten die erforderlichen Abbildungen mit Bedacht eingesetzt werden (vgl. Zieten 1990, S. 18).

*„Es muss im Vorfeld geklärt werden, wie viele unterschiedliche Arten der Auszeichnung es geben soll, welche Mittel der Text-Bild-Korrespondenz es gibt und wie Bewegungen dargestellt werden sollen, so dass es keine Doppelbelegung einzelner Stilmittel gibt.“ (Piehl 2002, S.121)*

Somit stellt der konsistente Einsatz von Text und Bildern für eine harmonische und benutzergerechte Darstellung ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Bedienungsanleitungen dar.

### 2.2.3 Gestalterische Empfehlung für Bedienungsanleitungen

Nachdem einige elementare Inhalte der Bedienungsanleitungen im vorherigen Kapitel aufgeführt wurden, beinhaltet dieser Abschnitt gestalterische Empfehlungen für gebrauchstaugliche Bedienungsanleitungen. Dabei wird zu Anfang auf Ansätze für Text- und Bildgestaltung, den Text-Bild-Bezug und weiterführend auf die Gestaltung von Sicherheits- und Warnhinweisen eingegangen. An informationsvermittelnde Printprodukte werden hohe Ansprüche gestellt (vgl. Feuß 2013, S. 69). Demgemäß muss für eine nutzerfreundliche Bedienungsanleitung eine Verbindung zwischen Visualisierung, Wahrnehmungsprozessen und dem gestalteten Layout bestehen.

#### Textgestaltung

Neben der Formulierung und der Syntax von verfassten Texten gehören die Lesbarkeit und die damit einhergehende typographische Gestaltung zu den Einflussfaktoren einer erfolgreichen Informationsaufnahme bei Bedienungsanleitungen. Hierfür ist ein lesefreundlicher Einsatz der Parameter wie Schriftgröße, Schriftart, Zeilenlänge oder Wortzwischenräume unabdingbar. Die Norm DIN EN 82079-1 [10] empfiehlt daher, die wichtigsten Produktnamen mit einer Schriftgröße von 14 Punkt kombiniert mit fettem Schriftschnitt darzustellen. Für Überschriften sowie Warnungen wird die Schriftgröße von 12 Punkt und für den reinen Fließtext von 10 Punkt in schwarzer Farbe empfohlen (vgl. Böcker & Schneider 2013, S. 207). Wie bereits beschrieben, bietet sich in Bedienungsanleitungen der Einsatz von Serifenschrift für Fließtexte im Flattersatz an. Von einer Mischung aus unterschiedlichen Schriftarten wird abgeraten, damit der Text als zusammengehörend wahrgenommen wird.

Anbei eine Darstellung der Schriftarten Arial, Times New Roman und Helvetica aufsteigend nach Schriftgröße 7 Punkt, 8 Punkt, 10 Punkt, 12 Punkt und 14 Punkt:

Arial Arial Arial Arial Arial

Times Times Times Times Times

Helvetica Helvetica Helvetica Helvetica Helvetica

## **Bildgestaltung**

Neben der Textgestaltung hat auch die Bildgestaltung eine hohe Relevanz, um die wesentlichen Informationen aufzuzeigen. Beim Gebrauch von mehreren ungleichen Mitteln der Bildhervorhebung, kann die Verständlichkeit der wiederzugebenden Information stark beeinflusst werden. Um Positionen oder Bewegungen zu kennzeichnen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine Kombination aus Pfeilen, die eine Position markieren, sowie Pfeilen, die Bewegungen bzw. Reaktion darstellen, sollte dabei vermieden werden (vgl. Piehl 2002, S. 121). Zur Positionskennzeichnung werden Nummern verwendet, die im Uhrzeigersinn angeordnet werden sollten. Zur besseren Übersichtlichkeit ist es vorteilhaft, sich auf maximal fünf Nummern zu beschränken (ausgenommen sind dabei Übersichtsgrafiken). Bewegungspfeile geben an, in welche Richtung eine Handlung ausgeführt werden soll. Davon abzugrenzen sind Reaktionspfeile. Diese verdeutlichen eine Reaktion, die meist durch eine vorangegangene Handlung entsteht. Bei beiden ist darauf zu achten, dass die Richtung klar erkennbar ist und die Pfeile sich vom Rest des Bildes abheben.

Basierend auf dem üblichen Betrachtungsabstand von etwa 25 cm, bei dem das Auflösungsvermögen für das menschliche Auge am besten wahrzunehmen ist, wurde eine ideale Bildgröße von 5 cm in der Höhe und 7 cm in der Breite für die optimale Aufnahme von relevanten Daten aus Darstellungen berechnet (vgl. Köstler 1992, S. 216 ff).

## **Text-Bild-Bezug**

Ein entscheidender Faktor für den Einsatz von Abbildungen bei Technischen Dokumentationen ist das Erfassen der wichtigsten Informationen innerhalb kürzester Zeit (vgl. Piehl 2002, S. 110). Demzufolge sollte ein Bild nicht zu viele Informationen beinhalten, sondern den dazugehörigen Text visuell unterstützen und einen Vorgang anschaulich beschreiben. Die Synchronisation von Text und Bild funktioniert erheblich besser, wenn Informationen auf mehrere Bilder verteilt werden (vgl. Zieten 1990, S. 18).

Ballstaedt unterscheidet dabei zwischen drei Arten von Text-Bild-Beziehungen (vgl. Ballstaedt 1997, S. 250 ff):

- Kongruente Bezüge: Der Text beschreibt das dargestellte Bild.
- Elaborative Bezüge: Der Text enthält mehr Kontext als die Bildinhalte und umgekehrt.
- Komplementäre Bezüge: Der beschriebene Text enthält bewusst Leerstellen, die durch das Bild ergänzt werden und umgekehrt.

Es gilt abzuwägen, welche Art der Beziehung für den jeweiligen Kontext von Bedeutung ist. Der kongruente Bezug wird dabei hauptsächlich zur Wissensvermittlung genutzt. Der elaborative Bezug setzt beim Leser Vorwissen voraus, weswegen dieser Text-Bild-Bezug bei Anleitungen nicht zum Einsatz kommen sollte. Empfehlenswert für Bedienungsanleitungen ist vor allem der komplementäre Bezug, da das Gesamtverständnis durch beide Komponenten hergestellt wird und diese sich gegenseitig ergänzen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die räumliche Nähe vom Text zum Bild eine hohe Relevanz für ein integratives Text-Bild-Verständnis und somit für die Aufnahme der Informationen hat.

### **Sicherheits- und Warnhinweise**

Sicherheits- und Warnhinweise stellen substanzielle Inhalte von Bedienungsanleitungen dar, bei denen es gilt, potentielle Defizite bei der Gestaltung zu vermeiden. So sollte auf den passenden Einsatz von Symbolen oder Piktogrammen geachtet werden. Die Norm DIN EN 82079-3 besagt, dass die kleinste Höhe für Sicherheitszeichen 10 mm, bei einer Punktstärke von 12 Punkt nicht unterschreiten sollte (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 54). Das wesentliche Ziel bei der Gestaltung von Warnhinweisen ist die Hervorhebung der wahrzunehmenden Sicherheitstexte, damit diese nicht übersehen werden. Dabei soll der Lesefluss ebenso wenig gestört werden, wie die Harmonie des Layouts (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 60). Die deutliche Hervorhebung eines Sicherheitsbereiches sollte daher durch Linien oder Rahmen eingegrenzt, mit einer Schriftstärke von 12 Punkt und gefettet hervorgehoben werden (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 66). Die ANSI Z535.6 ist die einzige umfassende Norm für Sicherheits- und Warnhinweise in produktbegleitenden Dokumenten.



In dieser wird der folgende Aufbau von Sicherheits- und Warnhinweisen empfohlen:

**WARNUNG!****Verletzungsgefahr!**

Unachtsamkeit oder Herabfallen des Geräts können Verletzungen verursachen.

- ▶ Lassen Sie das Gerät während des Betriebes nicht unbeaufsichtigt.
- ▶ Achten Sie auf einen sicheren Stand und sichere Position.
- ▶ Halten Sie das Gerät am Griff gut fest, um ein Herabfallen zu verhindern.

Abbildung 3: ANSI Z535.6 konforme Sicherheits- und Warnhinweise  
(vgl. Schmeling 2012, 3ff)

Die Sicherheits- und Warnhinweise bestehen aus einem Gefahrensymbol und dem entsprechenden Signalwort daneben. Im nächsten Schritt wird die Art und Quelle der Gefahr genannt. Optional können die möglichen Folgen genannt werden. Wichtiger sind jedoch die Maßnahmen beziehungsweise Verbote, die beachtet werden müssen, damit die Gefahr vermieden werden kann. Dieser Aufbau sollte in Bedienungsanleitungen konsistent zum Einsatz kommen.

Die Verwendung von Farben ist besonders bei Abbildungen oder Warnhinweisen vorteilhaft, da sie die Aufnahme von Informationen aus Anleitungen unterstützt unterstützen und die Aufmerksamkeit des Lesers auf wichtige Stellen lenken.

*„Funktional, systematisch und konsistent soll die Farbgestaltung sein. Sicherheitszeichen sollen in ihren genormten Farben verwendet werden.“*

*(Galbierz et al. 2014, S. 65)*

Für die Verwendung von farblichen Warnsymbolen tritt die Normreihe ISO 3864-1 mit dem Titel: „Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen“ in Kraft. Diese legt eindeutige (RAL beziehungsweise Pantone) Sonderfarben für die Warnfarben wie Rot, Gelb und Orange fest. Aus drucktechnischer Sicht gelingt die exakte Darstellung dieser Farben am besten mithilfe von Offsetdruckmaschinen, weshalb die meisten Bedienungsanleitungen mit dieser Drucktechnik produziert werden. Überdies kommt dem Kontrast eine entscheidende Rolle zu. Gemäß der Norm DIN EN 82079-1 gilt ein Helligkeitskontrast von bis zu 70 %, wenn der auszugehende Faktor von 100 %, schwarz auf weiß ist (vgl. Galbierz et.al 2014, S. 62).

Folgende Tabelle verschafft eine Übersicht der Relationen zwischen einzelnen Sicherheitsfarben mit den dazugehörigen festgelegten RAL-Farbtabelle<sup>3</sup> und Bildfarben:

<u>RAL Farbe</u>	<u>Sicherheitsfarbe</u>	<u>Bildfarbe</u>
RAL 1001	Signalgelb	Schwarz
RAL 3001	Signalrot	Schwarz
RAL 5005	Signalblau	Weiß
RAL 6032	Signalgrün	Weiß
RAL 9003	Signalweiß	Schwarz
RAL 9004	Signalschwarz	Weiß

Tabelle 1: Relationen zwischen Sicherheitsfarbe und Bildfarbe  
(vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 76)

### Fazit

Um den hohen Ansprüchen an Bedienungsanleitungen gerecht zu werden und eine benutzergerechte Gestaltung eines Printprodukts zu gewährleisten, kann auf eine große Anzahl an Regeln, Vorgaben und Empfehlungen zurückgegriffen werden. Die Gestaltung sollte die Gliederung der jeweiligen Kapitel unterstützen und dadurch die Ordnung und Ästhetik in Einklang mit den technischen Informationen bringen. Werden die Gestaltungsnormen und Richtlinien berücksichtigt, kann ein gut verständliches und vor allem sicheres technisches Dokument im Hinblick auf Lesbarkeit und Informationsaufnahme erstellt werden.

---

<sup>3</sup> RAL: Gütezeichen mit der Funktion der Gütesicherung von Farb- und Umweltstandards (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 76)

## 2.3 Ansätze der Wahrnehmungspsychologie

Gestaltung im Designbereich funktioniert am effektivsten, wenn dabei die menschliche Wahrnehmung berücksichtigt wird. Damit eine Wahrnehmung auf ein bestimmtes Objekt entstehen kann, wird die Aufmerksamkeit als grundlegende Voraussetzung deklariert.

*„Aufmerksamkeit – verstanden als Selektionsmechanismus von Umgebungsreizen [...] – und Wahrnehmung – verstanden als kognitiver Verarbeitungsprozess aufgenommener Reize [...] – beruhen zu großen Teilen auf Erfahrungen und somit auf Lernprozessen.“ (Feuß 2013, S. 27)*

Für einen kompromisslosen Ablauf der Informationsübertragung eines Rezipienten wird in diesem Abschnitt kurz auf den generellen Wahrnehmungsprozess und weiterführend auf die kognitive Fähigkeit der visuellen Wahrnehmung im Hinblick auf das Farbsehen eingegangen. Abgerundet wird die Thematik mit der Erläuterung des Prozesses von Informationsaufnahme durch Lesetechniken.

### 2.3.1 Prozess der Wahrnehmung

Als Modell der Versinnbildlichung der einzelnen Schritte, die von einem Reiz bis zum Handeln bei der Wahrnehmung entstehen, beschreibt Goldstein die „Wahrnehmungskette“. Die Ausführung dieses Wahrnehmungsprozesses erfolgt demnach in sieben Schritten. In Anlehnung an Goldsteins Werk „Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs“ werden diese Schritte im weiteren Ablauf kurz aufgeführt (vgl. Goldstein et al. 2015, S. 3 ff).

Als erster Schritt wird der Umgebungsreiz des erfassten Objekts, das von einem Menschen erblickt wird, genannt (Schritt 1). Dabei ist es nicht der Gegenstand, das vom Auge erfasst wird, sondern das Licht in der Umgebung, das reflektiert wird und dabei das zentrale Axiom der Wahrnehmung bildet, genannt Transformationsprinzip (Schritt 2). Fällt das Licht auf das Objekt, wird dieser Lichtstrahl in das Auge des Beobachters reflektiert. Das Auge transformiert das reflektierte Licht durch die Hornhaut, und in der Linse wird der Lichtstrahl fokussiert.

Diese Abfolge bildet das sogenannte optische System des Auges. Die Voraussetzung für ein entstehendes scharfes Bild ist ein einwandfrei funktionierendes optisches System (Schritt 3).

Das Bild entsteht auf der Netzhaut (Retina), die aus Photorezeptoren besteht, und sich hinter Linse, Hornhaut und Glaskörper befindet. Hierbei wird die Energieeinwirkung des Lichts durch visuelle Rezeptoren umgewandelt. Diese sogenannte Transduktion benötigt Sehpigmente, damit Informationen von der Netzhaut weiter in das Gehirn gelangen können, um die Reize zu verarbeiten. Durch Sehpigmente können Menschen selbst bei gedimmten Lichtverhältnissen die Umgebung, in der sie sich befinden, sehen.

Der nächste Schritt bewirkt die Informationsübertragung durch Nervenzellen in das Gehirn (Schritt 4). Die Signalübertragung entsteht durch Interaktionen des neuronalen Netzwerks im sensorischen System, den Eingangsebenen (wie der Netzhaut), sowie den Nervenzellen entlang der Bahnen zum Gehirn und schließlich der Strukturen im Gehirn. Die Nervenstränge für das Sehen befinden sich im sogenannten visuellen Cortex, das den Großteil des Hinterhaupt- oder Okzipitallappens einnimmt. Die Transformation in elektrische Signale ist ausschlaggebend für die Wahrnehmung. Die eingetretenen Signale in den visuellen Cortex werden in bewusste Erfahrungen umgewandelt (Schritt 5), erkannt (Schritt 6) und führen schließlich zur Möglichkeit, motorische Aktivitäten (Handlung) auszuführen (Schritt 7)

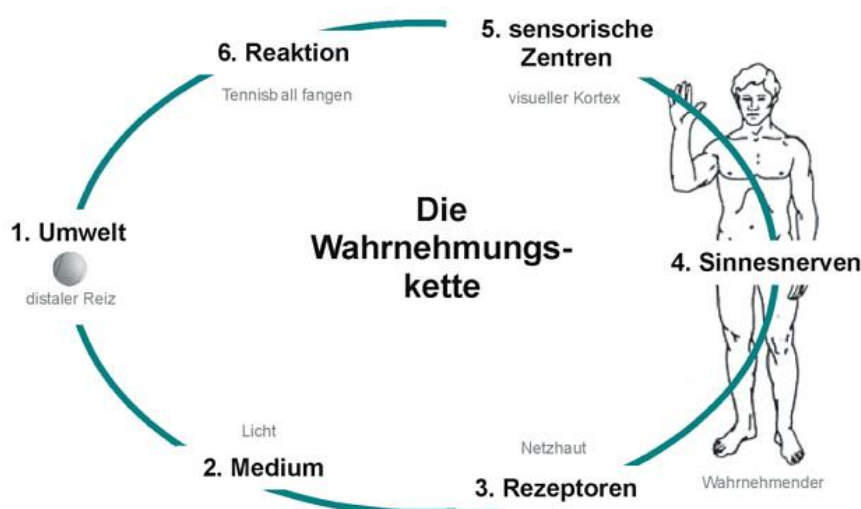


Abbildung 4: Komprimiert dargestellte essentielle Schritte des Wahrnehmungsablaufs (vgl. Goldstein, 2015, S. 3)

### 2.3.2 Visuelle Wahrnehmung von Farben

Gedruckte Printerzeugnisse können nur durch die anatomischen Veranlagungen des Menschen, genauer Auge und Gehirn, gesehen werden. Die dazu benötigten Komponenten der visuellen Verarbeitung sind Bestandteil der Wissenschaft der Humanbiologie.

## Prozess der Farbentwicklung

Die Sinneswahrnehmung für das Sehen von Farbe befindet sich in den lichtempfindlichen Photorezeptoren, die Licht absorbieren. Diese werden in Stäbchen und Zapfen kategorisiert. In jedem Auge befinden sich circa sechs Millionen Zapfen, die sich in der Retina des Auges befinden und die Möglichkeit der Farbunterscheidung ermöglichen (vgl. Ansorge & Leder 2011, S. 78). Der Mensch verfügt über drei verschiedene Zapfentypen: Rot-, Grün- und Blauzapfen. Für die Aufnahme von Sehinformationen benötigen Zapfen viel Licht, daher ermöglichen lichtempfindliche Stäbchen in der Netzhaut bei geringer Helligkeit (Nachtsehen) das monochromatische Sehen (vgl. Wäger 2014, S. 178 f). Somit lässt sich konstatieren, dass bei schwachen Lichtbedingungen die Farbzapfen kaum einen Reiz auslösen können und dadurch keine Farbwahrnehmung entstehen kann.

Charakteristisch für die Rezeptoren ist die unterschiedliche Reaktion auf spektrale Reflexionen<sup>4</sup>, die von außen eintreten (vgl. Kusterka 2012, S. 10). Durch die im Menschen veranlagten Rezeptoren entsteht ein sichtbarer Teilbereich des gesamten elektromagnetischen Wellenspektrums, der als Licht- oder Farbspektrum bezeichnet wird. Das für den Menschen sichtbare Spektrum werden in Wellenlängen (in Nanometer) dargestellt und liegt im Bereich zwischen 380 nm und 720 nm (Goldstein 2015, S. 200 f). In dem ersten Spektrumsdrittel reagieren nach Kusterka S-Rezeptoren für eine blaue Farbwirkung. Der mittlere Spektrumsbereich (M-Rezeptoren) zeigt Grün an, während dem letzten Drittel (L-Rezeptor) die Farbempfindung von Rot (vgl. Kusterka 2012, S. 11) signalisiert wird. Die sichtbaren Grenzbereiche der Farben sind: 450-500 nm für Blau, 500-575 nm für Grün und 620-700 nm für Rot (vgl. Goldstein 2015, S. 200).

---

<sup>4</sup> Spektrale Reflexionen werden auch als Farbreize bezeichnet und sind Strahlungsenergien (vgl. Kusterka 2012 S 10).

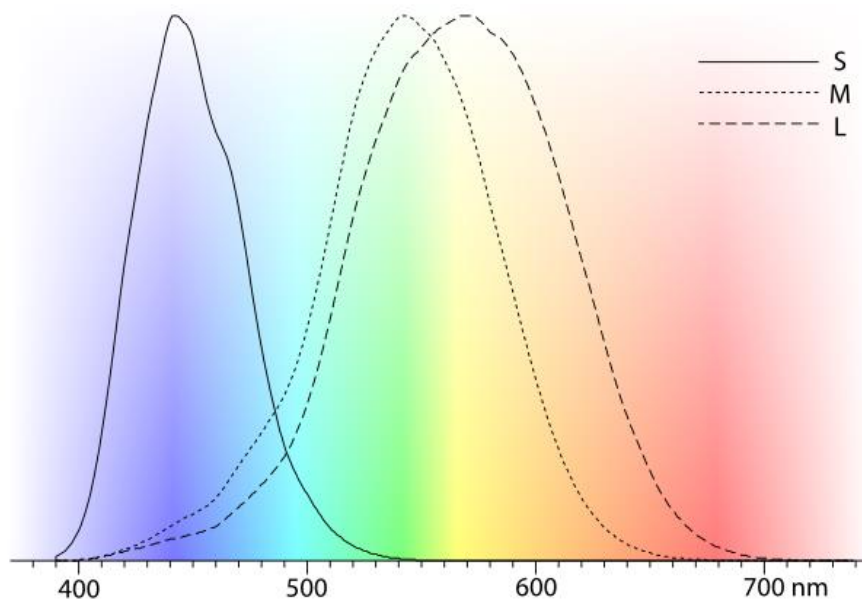


Abbildung 5: Aufteilung der Rezeptoren im sichtbaren Spektrumsbereich von 380 nm - 720 nm (vgl. Goldstein 2015, S. 203)

Mithilfe der Anregung der Zapfen durch Licht einer bestimmten Wellenlänge kann der Reiz in elektrische Impulse umgewandelt werden und das Auge Farben von Objekten wahrnehmen (vgl. Goldstein 2015, S. 200).

### Farbfehlsichtigkeit

Ob eine Farbfehlsichtigkeit vorliegt, hängt von der Zapfenanzahl ab. Menschen werden aufgrund dreier vorhandener Rezeptoren in der Netzhaut als „Trichromaten“ bezeichnet. Liegt eine angeborene Farbsehschwäche oder Farbblindheit vor, sind meist nur noch zwei der drei Arten von Zapfen der Farbrezeptoren in Funktion. Die häufigsten Formen von Farbsehstörungen sind Protanopie, die Rotsehschwäche, und Deutanopie, die Grünsehschwäche. Diese Farbsinnstörung wird durch ein nicht funktionierendes „Farbgen“ auf dem X-Chromosom ausgelöst (vgl. Goldstein 2015, S. 207). Demzufolge haben Männer, da sie nur über ein X-Chromosom verfügen, eine höhere Anfälligkeit für diese Erkrankung. Aus Geschlechterforschungen ist bekannt, dass weltweit 8 % aller Männer an einer der oben genannten Formen von Farbfehlsichtigkeit erkranken. Frauen hingegen besitzen zwei X-Chromosomen, weshalb die Wahrscheinlichkeit, an einer Art von Farbanomalie zu erkranken, geringer ist. Studien bestätigen, dass lediglich 0,4 % der Frauen an Farbfehlsichtigkeit leiden (vgl. Portal der Augenmedizin, 2011).

### 2.3.3 Informationsaufnahme durch Lesestile

Der zu verarbeitende Informationsinhalt von Texten, zum Beispiel bei gedruckten Anleitungen, basiert auf der Art und Weise, wie Informationen rezipiert werden. Der Prozess der Informationsaufnahme kann durch das Einhalten der bereits genannten Gestaltungsrichtlinien erleichtert werden. Zusätzlich kann die Informationsaufnahme durch strategisches Lesen erhöht sowie eine einfachere Selektion von wichtigen Informationen ermöglicht werden. Der Einsatz dieser Strategien ist abhängig von dem Inhalt des gelesenen Produkts. So werden beispielsweise Romane im Gegensatz zu Bedienungsanleitungen vollständig gelesen. In Abhängigkeit von der jeweiligen Produktart wird eine entsprechende Lesetechnik angewandt. Die drei wichtigsten Lesestile sowie die Lesetechnik „SQ3R-Methode“ nach Stichel-Wolf & Wolf werden im Folgenden kurz vorgestellt (Stichel-Wolf & Wolf 2009, S. 11 ff).

#### Durchsehendes Lesen

Das Ziel des durchsehenden Lesens ist es, gezielt Informationen aus dem Text zu filtern. Dieser Lesestil kann bei Bedienungsanleitungen für die Suche von spezifischen Informationen im Inhalts- oder Stichwortverzeichnis eingesetzt werden. Allerdings wird vorausgesetzt, dass der Leser mit der Struktur des Lesematerials vertraut ist.

#### Flüchtiges Lesen

Bei dieser Art der Lesetechnik werden Informationen relativ oberflächlich aufgenommen, da eine schnelle Informationsaufnahme erzielt werden soll. Typisch ist ein kurzer Einblick auf den Inhalt eines Kapitels oder eines Abschnitts. Beim flüchtigen Lesen werden Fragen und anschließend Antworten zu den folgenden Punkten gesucht:

- Textinhalt
- Anzahl der schon bekannten Informationen
- Relevante zielführende Abschnitte oder Seiten
- Unverständliche Stellen
- Irrelevante und wichtige Passagen

Dadurch gewinnt der Leser erste Erkenntnisse aus den selektierten Informationen, welches dem Texte entnommen wird. Sofern eine weiterführende Bedeutung für die gewünschte Informationsaufnahme festgestellt wird, kann anschließend das jeweilige Kapitel bzw. der Abschnitt weiter gelesen werden.

## **Studierendes Lesen**

Bei diesem Lesestil ist ein tiefsinniges Verständnis des gelesenen Textes die Zielsetzung. Während beim flüchtigen Lesen interessante Textpassagen in einem kurzen Zeitabschnitt extrahiert werden, steht beim studierenden Lesen die Ausführlichkeit und Gründlichkeit an vorderster Stelle. Je nach Komplexität des Textes variiert die Lesegeschwindigkeit. Schwierige oder unverständliche Informationen im Text führen zu Regressionen (Rücksprüngen) und beeinträchtigen die Lesegeschwindigkeit.

### *SQ3R-Methode*

Eine Denkmethode zur Optimierung des Leseverhaltens, die sogenannte „SQ3R-Methode“, wurde in den USA entwickelt. Mittels dieser Methode wird ein gesamter Prozess zur Bearbeitung von Texten beschrieben. Hauptziel ist es hierbei, Textinhalte zu erlernen. Das Akronym steht für: „Survey – Question – Read – Recite – Review“ (vgl. Robinson 1961, S. 29 f.) Der Aufbau dieser Denktechnik ist eine Annäherung an den studierenden Lesestil.

Bei dieser Methode soll sich der Leser zu Beginn einen Überblick über den Text verschaffen, um im Anschluss imstande zu sein Fragen zu dem Geschriebenen formulieren zu können. Im nächsten Schritt wird der Text gelesen, dabei Antworten zu den vorher entwickelten Fragen gesucht und im Anschluss reflektiert. Daraufhin erfolgt ein erneuter Lesevorgang zur konkreten Formulierung der Antworten. Abschließend wird der Textinhalt rekapituliert und die entstandenen Antworten gebündelt.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Lesemethoden müssen also bei der Erstellung einer nutzerfreundlichen Bedienungsanleitungen sowohl die unterschiedlichen Lesestile zur Informationsaufnahme als auch die visuelle Gestaltung in Einklang gebracht werden.



## 2.4 Eye-Tracking

Eine bewährte wissenschaftliche Methode für die Analyse von Blickbewegungen im Zusammenhang mit dem kognitiven Gesamtverhalten des Menschen stellt das Eye-Tracking, auch Okulographie genannt, dar. Damit die Gebrauchstauglichkeit einer Print- oder Softwareanwendung anhand der Benutzerfreundlichkeit bewertet werden kann, muss diese Technik genauer betrachtet werden. In diesem Kapitel sollen, basierend auf der Erläuterung der Grundprinzipien dieser Methode, konkrete Eye-Tracking-Parameter benannt werden. Eye-Tracking wird nach Bartl-Pokorny wie folgt definiert:

*„Unter Eye-Tracking versteht man die computergestützte Aufzeichnung von Augenbewegungen, welche Einsichten in perzeptuelle Verarbeitungsprozesse (vor allem Aufmerksamkeitsprozesse) und Rückschlüsse auf die Bewältigung kognitiver Aufgaben ermöglicht.“ (Bartl-Pokorny et al. 2013, S. 193)*

Dabei werden Blickbewegungen von Personen, hauptsächlich in Form von Fixationen, Sakkaden und Regressionen, aufgezeichnet. Prinzipiell lassen sich Eyetracker in drei unterschiedliche Kategorien untergliedern (vgl. Bartl-Pokorny et al. 2013, S. 193 f): Mobile Systeme (head mounted), berührungslose Messungen (Remote Eye Tracker) und kopffixierte Systeme (tower-mounted).

Diese Eye-Tracking-Systeme werden in unterschiedlichen Untersuchungsgebieten eingesetzt, wobei das Hauptziel stets in der Evaluierung von kognitiven Fähigkeiten und Handlungen liegt, um auf dieser Grundlage Prozesse oder Produkte zu optimieren. Nähere Betrachtungen verdeutlichen, dass diese Technologie sich noch im Entwicklungsprozess befindet.

### 2.4.1 Anwendungsgebiete des Eye-Trackings

Derzeit wird die Technik des Eye-Tracking in diversen Gebieten eingesetzt. Im Forschungsbereich werden diese Systeme für Lesestudien, und im Bereich der Psychologie bezogen auf Marktforschung, beispielsweise für die Überprüfung der Effizienz von Werbung oder für die Warenanordnung und -platzierung im Einzelhandel, genutzt. In der Medizin kann die Blickregistrierung Krankheiten des Nervensystems diagnostizieren. Die medizinische Psychologie verwendet diese Methode unter anderem dazu, Erkenntnisse über Legasthenie oder Lernverhaltensstörungen zu erhalten.

Besonders im Designbereich ermöglicht die Okulographie das Testen von Usability und Gestaltung, woraufhin sich konkrete Erkenntnisse für die Optimierung der Bedienbarkeit schließen lassen (vgl. Gräßer 2012, S. 36 f).

Die Anwendungsgebiete wachsen stetig mit den neuen technischen Weiterentwicklungen am Markt und darüber hinaus finden sich neue Problemfelder, bei denen der Einsatz des Eye-Trackings als Optimierungsmaßnahme eingesetzt werden kann.

#### **2.4.2 Augen-und Blickbewegungen**

Es muss zunächst zwischen Augen- und Blickbewegung unterschieden werden. Was Augenbewegungen anbelangt, so sind Muskelpaare für eine Verschiebung ins horizontale bzw. vertikale sowie Drehbewegungen zuständig. Daher geschieht eine Bewegung im Augapfel ohne Einfluss auf ein gesehenes Objekt. Physiologisch begründet, führt nicht jede Augenbewegung eines gesichteten Objektes zu einer Informationsaufnahme (vgl. Feuß 2013, S. 32).

Das Prinzip des Eye-Trackings erfolgt durch Blickbewegungen, aus denen bei der Datenanalyse Informationen exzerpiert und weiter verwendet werden. Blickbewegungen sind klassifiziert für eine zielgerechte motorische Handlung. Die Bewegungen führen dazu, dass zentrale Umgebungselemente mit scharfem Sehen und abgestimmter Blickrichtung erhalten werden (vgl. Stork 2003, S. 20). Damit bilden Blickbewegungen eine zentrale Voraussetzung, um visuelle Umgebungsreize wahrzunehmen. Blickbewegungen wie Konvergenzbewegungen, Rollbewegungen, Nystagmus oder Folgebewegungen sind rein psychologischer Natur, führen jedoch zu keiner Wahrnehmungsempfindung (vgl. Feuß 2013, S. 32 f).

Im Gegensatz hierzu machen Sakkaden einen Großteil der bewussten Augenbewegungen aus. Diese Blickbewegungen stehen für eine willentliche Kontrolle (vgl. Stork 2003, S. 21) und für „[...] schnelle und plötzliche Blickbewegungen, die der Fokalisierung eines Objektes dienen[...]“ (Feuß 2013, S. 33). Bei Leserichtungen von links nach rechts sind etwa 80 – 90 Prozent Sakkaden, und der verbleibende Teil Regressionen (vgl. Feuß 2013, S. 33). Sakkaden führen jedoch zu keiner Informationsverarbeitung. Aufnahme und Verarbeitung von Informationen erfolgen in den Ruhepausen, in denen ein festliegender Punkt fokussiert wird (Fixation). Diese Fixationen werden per Verweildauer auf einem Punkt in Millisekunden (ms) gemessen, während das Maß der Sakkaden durch die zurückgelegte Distanz einer bestimmten Strecke in einem Pfad als Winkelstellung des Augapfels erfolgt (vgl. Feuß 2013, S. 34 f).

Daher treten bei Suchprozessen unterschiedliche Längen in Bezug auf die Dauer auf (vgl. Rayner/Polattsek 1992, 346, eigene Übersetzung):

	Fixationsdauer	Sakkadenlänge
Lesen	225 ms	2°
Szenenwahrnehmung	330 ms	4°
Suchprozess	275 ms	3°

Tabelle 2: „Fixationsdauer und Sakkadenlänge beim Lesen, bei Szenenwahrnehmungen und visuellen Suchprozessen“ (Feuß 2013, S. 34)

Das Aufeinanderfolgen von Sakkaden und Fixationen ergibt ein Muster, das als „Blickpfad“ bekannt ist (vgl. Rötting 2001, S. 81). Dieser Pfad wird für die Auswertung in Bezug zu den untersuchten Objekten als Indikator, beispielsweise für die Bewertung von Lese- studien, eingesetzt. Weitere Interpretationen und Parameter werden in Kapitel 2.4.3 behandelt. Überdies werden Blickbewegungen durch das Blickverhalten beeinflusst und hängen von der psychologischen Situation des Probanden ab (vgl. Bente 2004, S. 306 f).

- Spontanes Schauen: Eine Szene wird ohne Aufforderung oder Aufgabenstellung beobachtet. Daraus ergibt sich, dass die Person durch gespeichertes Vorwissen, bestimmte Informationen in einem Abschnitt erwartet.
- Augenbezogenes Schauen: Der Beobachter erhält eine Frage oder Aufgabe, woraufhin ein Stimulus<sup>5</sup> für die Aufgabenbewältigung ausgelöst wird.
- Gedankenbezogenes Schauen: Die Konzentration des Betrachters ist nicht auf die Aufgabe oder Fragestellung fixiert, wodurch der Blick in der Umgebung umherirrt.

### 2.4.3 Eye-Tracking-Parameter

Blickbewegungen können durch bekannte Größen gemessen und interpretiert werden und geben außerdem Aufschluss über kognitive Prozesse beim Betrachter.

---

<sup>5</sup> Bezeichnung für einen Reiz, der eine Reaktion auslöst

Insbesondere bei der Untersuchung des Nutzerverhaltens von Testpersonen nahezu jeder interaktiven Oberfläche können klassische Usability Tests in Kombination mit Eye-Tracking durchgeführt werden. Anhand durchgeführter Studien wurden Parameter entwickelt, um Auswertungen in speziell für diesen Zweck programmierten Softwares darzustellen und infolgedessen beispielsweise ein Produkt optimieren zu können. Die relevantesten analysierbaren Parameter von Sakkaden und Fixationen sowie deren Interpretationsmöglichkeiten in Anlehnung an Röttings Monographie (vgl. Rötting 2001, S. 86 ff) werden nun aufgeführt.

### **Parameter der Sakkaden**

Unter Sakkaden werden ruckartige Augenbewegungen bei einem Blickwechsel zwischen Objekten verstanden. Das Zeitintervall von Beginn der ersten Blickaufnahme auf die sogenannten „Area of Interest“ (AOI) bis zum Ende der Ausführung einer Aufgabe kann bei einer hohen Anzahl der auftretenden Sakkaden auf eine negative Gestaltung hindeuten. Die Summe aller andauernden Sakkaden während eines Abschnittes wird als „kumulierte Übergangszeit“ bezeichnet.

### **Parameter der Fixationen**

Ebenso wie die Anzahl der Sakkaden kann die Anzahl der Fixationen innerhalb eines Versuchsabschnitts bei der Bearbeitung von Aufgaben aussagekräftig für untersuchte Objekte sein. Hierbei führt bei Suchprozessen eine geringere Fixationsanzahl zu einer schnelleren Erreichung des Suchziels. Die Parameter der Fixationsdauer beim Lesen (225 ms), der Bildwahrnehmung (330 ms) und bei Suchaufgaben (275 ms) werden in Durchschnittszeiten angegeben und beziehen sich auf die Zeit zwischen Ende und Start einer neuen Sakkade.

Die „Verweildauer“ ist die Anhäufung aufeinanderfolgender Fixationen in einem festgelegten Bereich, der AOIs. Die Verweildauer pro Blick errechnet sich somit aus der Summe der Zeit, in der ein Objekt oder eine Objektgruppe fixiert wird. Eine lange „Verweildauer“ lässt auf schlechte Lesbarkeit oder schlechtes Layout schließen.

Die Summe einzelner Fixationen im Verhältnis zu der Gesamtsumme der ermittelten Zeit wird als „kumulierte Fixationsdauer“ bezeichnet. Hierbei gilt eine hohe Summe als Indiz für informationshaltige Objekte.

### Parameter des Wechsels von Fixationen und Sakkaden

Die Zeit von dem ersten ausgelösten Stimulus bis hin zur ersten Fixation auf ein Objekt wird als „Suchzeit“ (495 ms – 1025 ms) bezeichnet. Die Aufeinanderfolge von Fixationen und Sakkaden von der ersten bis zur letzten Erfassung innerhalb einer Zeitspanne wird „Blickpfad“ genannt. Der „Blickpfad“ kann im Maß der Länge sowie Dauer eines Abschnitts ausgewertet werden.

Richtungsänderungen, auch „Regressionen“ genannt, umfassen alle Sakkaden, die von der Richtung einer zuvor zurückgelegten Sakkade abweichen. Deshalb wird in der Leseforschung angenommen, dass mehrere „Regressionen“ innerhalb einer Textzeile dem Probanden Schwierigkeiten bei der Informationsaufnahme bereiten.

Auch Übergänge zwischen zwei oder mehreren AOIs wurden als Parameter festgelegt. Eine hohe Anzahl vergleichender Oberflächen weist auf eine schlechte Gestaltung hin. Der Mittelwert von 9,5 % für eine gute und 10,2 % für eine schlecht gestaltete Oberfläche wurde von Goldberg & Kovalt errechnet (vgl. Goldberg & Kovalt 1999, zitiert in Rötting 2001, S. 141).

Die aufgeführten Parameter können nach zeitliche, örtliche und auf absolute Häufigkeit gegliedert und ausgewertet werden.

<b>zeitlich</b>	Fixationsdauer, kumulierte Fixationsdauer, Verweildauer, Suchzeit, Blickpfaddauer, kumulierte Übergangszeit
<b>örtlich</b>	Übergangshäufigkeit, Übergangsdichte
<b>Häufigkeit</b>	Anzahl der Sakkaden, Anzahl der Fixationen

Tabelle 3: Beispiele der zeitbezogenen, ortsbezogenen und Häufigkeits-Parameter (vgl. Goldberg & Kovalt 1999, zitiert in Rötting 2001, S. 141)

Diese Parameter ermöglichen die Evaluierung bestimmter gestalterischer Bereiche sowie die Messung der Lesbarkeit.

## 2.5 Fazit und Erwartungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass viele Faktoren aus unterschiedlichsten Bereichen Einfluss auf die Lesbarkeit haben. Sei es der gestalterische Designbereich oder die kognitive Wahrnehmung des Menschen in Bezug auf umweltbedingte Reize. Die Methode des Eye-Trackings in der Usability-Forschung wird zur Erreichung einer zufriedenstellenden Informationsaufnahme in Printmedien, die auf einer guten Lesbarkeit beruht, in der Mediennutzungsforschung häufig angewandt und fortwährend optimiert.

Zwar richten sich die Untersuchungen von Sebastian Feuß anhand des Printmediums Zeitung auf ein zielgruppengerechtes Designkonzept (Feuß 2013), jedoch fehlt dabei der kognitive Wahrnehmungseinfluss der Umgebungsumstände, wie dem Lesen bei gediminten Lichtverhältnissen. Korthaus beschreibt die Problematik der Vielfalt an Arten, auf die gedruckte Produkte gelesen werden können, und bestätigt in diesem Zuge, dass diese bei der Konzeption des Designs nicht berücksichtigt werden (vgl. Korthaus 2015).

Aufbauend auf dieser Erkenntnis sowie den weiteren Ausarbeitungen des theoretischen Teils dieser Arbeit lassen sich bestimmte Erwartungen an die Usability-Studie formulieren. So soll gezeigt werden, dass in der analysierten Bedienungsanleitung bestimmte Gestaltungsrichtlinien missachtet wurden und somit nicht in allen Situationen Lesbarkeit gewährleistet ist. Mit Hilfe der Studie soll zudem belegt werden, inwieweit speziell die Betrachtung der Bedienungsanleitung in lichtgeschwächer Umgebung die Lesbarkeit beeinflusst und dass diese Art der Umgebungssituation bei der Konzeption der Anleitung keine Berücksichtigung fand. Dabei soll diese These anhand inhaltlicher Größen wie Farben, Kontraste, Abbildungen und Typographie gestützt werden.

Darüber hinaus soll das Leseverhalten im Falle einer Stresssituation in unterschiedlichen Umgebungssituationen verglichen und dadurch aufgezeigt werden, welche Konsequenzen dunklere Umgebungsverhältnisse bei der Nutzung der Bedienungsanleitung haben können. So kann die Relevanz einer Erweiterung der Gestaltungsrichtlinie für Bedienungsanleitungen um die Komponente der verdunkelten Lesesituation aufgezeigt werden.

### 3 Empirische Usability-Studie

Damit verschiedene Kriterien für die Feststellung bzw. Bewertung der Wahrnehmung, Lesbarkeit, sowie der Verarbeitung von Informationen in einer Bedienungsanleitung festgestellt werden können, bietet sich eine empirische Usability-Studie für die Belegung der Thesis dieser Arbeit an. Durch den empirischen Teil können Erkenntnisse auf Basis systematisch erlangter Beobachtungsdaten erfasst werden. Diese Daten sind nötig, um die Usability des Untersuchungsobjekts zu analysieren und schließlich zu evaluieren. Aus dem Alltag ist bekannt, dass ein Produkt, das für den einen Benutzer einfach zu bedienen ist, bei einem anderen zu Schwierigkeiten führen kann. Einleitend ist zu erläutern, welche Relevanz sich aus dem Begriff „Usability“ erschließt.

Nach der internationalen Normreihe DIN EN ISO 9241 wird „Usability“ wie folgt definiert:

*„Usability ist das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“ (DIN EN ISO 9241-11, 1999, S. 4)*

Zentraler Inhalt von Usability nach DIN EN ISO 9241 sind die Begriffe „Effektivität“, „Effizienz“ und „Zufriedenheit“, welche im Folgenden näher beschreiben werden (vgl. Heinsen & Vogt 2003, S. 3):

- Mit Effektivität wird verbunden, ob der Benutzer eines Produkts, oder Software die gestellte Aufgabe zielorientiert erreichen kann, sowie die durchschnittliche Korrektheit bei der Erledigung des Vorgangs. Manche Ziele können auch gar nicht erreicht werden.
- Die Effizienz betrifft den benötigten Aufwand, damit das Ziel erreicht werden kann.
- Die Zufriedenstellung wird als subjektive Komponente aufgegriffen, welche Beeinträchtigungen und positive Funktion gegenüber der Nutzung des Produkts beinhaltet. Anderes als bei den Kriterien Effektivität und Effizienz, die hauptsächlich objektiv gemessen werden, kann die Zufriedenheit nur indirekt gemessen werden, beispielsweise durch Befragungen. Dabei wird als mögliches Ziel die Freude bei der Nutzung des Produktes untersucht.

Bei Erfüllung dieser drei beschriebenen Komponenten gilt das Produkt, oder die Software als benutzerfreundlich.

Die Norm DIN EN ISO 9241 definiert außerdem den Benutzer als eine Person die mit dem Produkt arbeitet. Dennoch ist hier zu verdeutlichen, dass Usability keine Eigenschaft des Produktes ist, die sich auf alle Benutzer gleich auswirkt. Deshalb werden die Benutzer im Vorhinein gemäß ihrem Vorwissen und ihren Fähigkeiten kategorisiert (vgl. Heinsen & Vogt 2003, S. 3 ff). Der in der Norm DIN EN ISO 9241-11 bezeichnete Nutzungskontext beinhaltet Benutzer, Arbeitsmittel, Arbeitsaufgaben und die physische sowie soziale Umgebung des genutzten Produktes. Ein weiteres gewünschtes Produktkriterium zur Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit ist die Lesbarkeit. Diese wird nach der Norm DIN EN ISO 9241-11 dadurch definiert, dass Informationsbeinhaltende Texte bei normalen Sehabstand mit Richtigkeit und im angemessenen Lesetempo gelesen werden sollen (vgl. Böcker & Schneider 2013, S. 4 ff).

Für Jacob Nielsen hängt die Usability eng mit der allgemeinen Brauchbarkeit eines Produkts zusammen. Die Summe aus dem Nutzwert und der Usability ergibt zusammen den Grad der Benutzerfreundlichkeit eines Produkts. Dabei werden Qualitätskomponenten wie Erlernbarkeit, Effizienz, Einprägsamkeit, Fehler und Zufriedenstellung zur Messung der Gebrauchstauglichkeit eingesetzt (vgl. Nielsen 1998 zitiert in Böcker & Schneider 2013, S. 7).

*„Bevor ein geeignetes Verfahren für die Evaluierung ausgewählt werden kann, müssen eine Reihe von Festlegungen getroffen werden, die Randbedingungen und Ziele der Evaluierung festlegen.“ (Böcker & Schneider 2013, S. 213)*

Die Erkenntnis aus den genannten Definitionen befürwortet die Messung der Gebrauchstauglichkeit unter Einbringung empirischer Daten für eine Usability-Studie. Quantifizierte und statistisch erworbene Messdaten werden mittels Softwaretools gesammelt. Durch Kombination objektiver und subjektiver Methoden und der dadurch ermöglichten Vorbeugung ineffizienter Testergebnisse, entsteht die Möglichkeit der Gewinnung wertvoller Datenquellen (vgl. Sarodnick & Brau 2011, S. 235 f).



Daher wird die Usability-Studie zur Untersuchung der Lesbarkeits- und Wahrnehmungsdifferenzen zweier unterschiedlicher Umgebungssituationen bei Gebrauch der gedruckten Bedienungsanleitung des Kraftfahrzeugs der Marke Audi A6 mit einer Kombination aus Methoden des mobilen Eye-Trackings und der Feldbeobachtung sowie anschließend einem Fragebogen zur subjektiven Einschätzung eingesetzt. Eine detailliertere Beschreibung der eingesetzten Methoden erfolgt in Kapitel 3.1.3 „Methoden der empirischen Usability-Studie“.

### 3.1 Vorbereitung der Usability-Studie

Bevor eine Usability-Studie durchgeführt werden kann, sind die ersten Meilensteine der Planung folgende Aspekte, die im Vorhinein zu klären sind:

- Welches Untersuchungsobjekt wird näher geprüft und mit welcher Intension wurde dieses ausgesucht?
- Welche Zielgruppe wird für das Untersuchungsobjekt des Tests eingesetzt?
- Welche Methoden werden für eine effiziente Usability-Studie genutzt?
- Welche Aufgaben werden in der Usability-Studie gestellt?

Diese vier Aspekte werden im folgenden Kapitel behandelt, damit die Untersuchung als effizient angesehen werden kann.

#### 3.1.1 Untersuchungsobjekt

Bei der Auswahl des Untersuchungsobjekts für die Usability-Studie wurde die Druckausgabe der Bedienungsanleitung (vgl. Audi 2006, Deutsch 5.06) des Kraftfahrzeugs der Marke Audi A6 aus dem Jahr 2006 gewählt. Die Gründe für die Wahl der Gebrauchsanleitung von Kraftfahrzeugen zur Untersuchung der aufgestellten Hypothese dieser Arbeit werden im nächsten Absatz legitimiert.

Entscheidend für die Wahl des beschriebenen Fahrzeugtyps sind die hohen Verkaufszahlen und die somit verbundene Relevanz und starke Präsenz der Marke Audi in der Automobilbranche. Insgesamt beträgt die Anzahl an registrierten Audi Kraftfahrzeugen 2.815.141 Millionen in Deutschland (Stand: 01. Januar 2014; vgl. Kraftfahrt-Bundesamt 2014, S. 8). Insbesondere das Modell A6 ist laut dem Kraftfahrt-Bundesamt auf den deutschen Straßen stark vertreten (vgl. Kraftfahrt-Bundesamt 2014, S. 11 f). Durch seine Bekanntheit erreicht der Untersuchungsgegenstand ein breites Spektrum an Benutzern und eignet sich sehr gut für eine Usability-Untersuchung. Des Weiteren konnte die Eye-Tracking-Methode direkt im Auto eingesetzt und demzufolge das natürliche Lesegebiet der Bedienungsanleitung getestet werden. Diese Maßnahme konnte durch die Verfügbarkeit des Kraftfahrzeugs zum Zeitpunkt des Testdurchlaufs realisiert werden.

Die Barriere für den Gebrauch eines geschlechtsabhängigen Untersuchungsobjekts ist durch den Einsatz der Bedienungsanleitung in der Automobilbranche nicht vorhanden. Dadurch können für den Testablauf sowohl männliche als auch weibliche Testpersonen in Betracht gezogen werden.

## **Kritische Merkmale der Bedienungsanleitung**

Für die Vorbereitung der Studie sind nach der Wahl des Produkts, erste Aussagen über das Produkt selbst zu treffen. Damit der Einsatz der Methoden und die konkrete Aufgabenstellung erörtert werden können, muss beleuchtet werden, inwiefern bestimmte inhaltliche Aspekte potentielle Probleme hervorrufen können. Hierfür wurde eine Problemstellenanalyse anhand einer subjektiven Einschätzung der Gestaltungsmerkmale der Bedienungsanleitung vorgenommen. Dabei fielen einige Problemstellen im Bereich des Farbeinsatzes, der Kontraste, Abbildungen sowie Schriftgrößen ins Auge. Anhand der Ergebnisse der Problemstellenanalyse konnte dieser Meilenstein der Vorbereitung abgeschlossen werden. Auf die ausschlaggebenden Problemstellen wird im gesamten Kapitel 3.3 „Auswertung der Usability-Studie nach Untersuchungszielen“ näher eingegangen.

### **3.1.2 Zielgruppendefinierung**

Grundlegend für die Ausführung einer Untersuchung der Usability ist der Einsatz von geeigneten Testpersonen, um die Aussagefähigkeit der Erkenntnisse nachzuvollziehen. Für die Zielgruppenplanung sollte eine heterogene Zusammensetzung aus den Faktoren Alter, Geschlecht, Beruf gewählt werden (vgl. Sarodnick & Brau 2011, S. 167). Weitere Auswahlkriterien sind Vorkenntnisse sowie Fähigkeiten, die in der Norm DIN VDE 1000-10 in der Publikation von Grünwied und Schäfer formuliert wurden. Dabei werden Zielgruppen in „Laien“ (Novizen), „Unterwiesene Personen“ und „Fachleute“ (Experten) untergliedert (vgl. Hennig et al. 2013, S. 89). Aus diesen Erkenntnissen konnte die Zielgruppe für den Usability-Test definiert werden.

#### **Alter**

In Bezug auf das Alter wurde eine Zielgruppe im Bereich zwischen 18 und 30 Jahren ausgewählt. Damit die mobile Eye-Tracking-Brille von Tobii qualitative Ergebnisse aus den Tests liefern kann, wird eine hohe Leistung des Sehvermögens der Probanden erfordert. Daher musste bei der Rekrutierung auf Testpersonen mit Farbfehlsichtigkeit sowie Brillenträger verzichtet werden. Im steigenden Alter besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, an einer Sehschwäche zu leiden (vgl. Portal der Augenmedizin, 2011), weshalb das Risiko der Rekrutierung ungeeigneter Testpersonen diesbezüglich vermindert wurde.

## **Geschlechterverteilung**

Der Untersuchungsgegenstand ist, wie bereits verdeutlicht, geschlechtsneutral nutzbar. Dadurch sind die Erkenntnisse beider Geschlechter für einen Testablauf erforderlich, weshalb eine Verteilung auf 50 % weibliche und 50 % männliche Probanden eingehalten wurde.

## **Vorkenntnisse**

Das Kriterium der Vorkenntnisse ist für die Auswahl der Testpersonen ebenfalls von Belangen. Um einen objektiven Testablauf gewährleisten zu können, war der Besitz des Führerscheins der Kategorie B1 jedes Probanden zwingend erforderlich. Damit ist die Voraussetzung für eine Gleichsetzung der benötigten Kenntnisse der Probanden erfüllt. Außerdem werden dadurch interaktive Aufgabenstellungen zwischen Bedienungsanleitung und dem Kraftfahrzeug für die Ermittlung erforderlicher Daten ermöglicht. Für die Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung sind in diesem Fall keine spezifischen Fähigkeiten von Bedarf, weshalb dieses Auswahlkriterium nicht näher behandelt wird.

### **3.1.3 Methoden der empirischen Usability-Studie**

Neben der Auswahl der Zielgruppen sowie Testpersonen spielt auch die Auswahl geeigneter Untersuchungs-Methoden einer Usability-Studie eine bestimmende Rolle. Hierbei wird die „summative“ Evaluationsmethode angewendet, die dann zum Einsatz kommt wenn das Untersuchungsobjekt sich nicht mehr im Designprozess befindet. Für die Ermittlung der empirischen Daten wurde eine Kombination der mobilen Eye-Tracking Methode für die Ermittlung und Evaluierung messbarer Daten, Feldbeobachtung in der natürlichen Umgebung sowie Fragebögen für Ermittlung wahrgenommener Erkenntnisse eingesetzt.

## **Mobiles Eye-Tracking**

Das angewandte Eye-Tracking-Gerät für die Blickverlaufsmessung ist eine mobil einsetzbare Brille des Unternehmens Tobii Technology. Das Gerät verfügt, wie auch andere Eye-Tracking-Geräte, über Infrarot-Technologie für die Aufzeichnung der Blickverläufe. Als zusätzliche Funktion ist die Brille mit Kamera- und Tonaufnahme ausgestattet und bietet somit eine hohe Anwendungsvielfalt. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die Untersuchung durchzuführen, ohne an ein Labor gebunden zu sein.

Darüber hinaus können durch die Video- und Tonaufzeichnungen nachträgliche Zeitmessungen und die Dauer der Aufgabenbewältigung näher betrachtet und fundiert evaluiert werden. Die Auswertung der Daten erfolgte im Softwaretool „Tobii Studio“, in dem die Videoaufzeichnungen mit verschiedenen Parametern ausgewertet werden können. Auf diese Weise kann unter anderem die Reihenfolge der Blickverfolgung bzw. Bild- und Schriftelemente ermittelt werden. Eine detaillierte Betrachtung der theoretischen Merkmale des Eye-Trackings findet sich in Kapitel 2.4 „Eye-Tracking“ und wird als praktischer Ansatz in Kapitel 3.3 „Auswertung der Usability-Studie nach Untersuchungszielen“ ausgeführt.

### **Feldbeobachtung**

Mit dem Einsatz einer Feldbeobachtung in empirischen Forschungen wird eine Beobachtung eines Untersuchungsobjekts innerhalb seines natürlichen Umfelds untersucht und audiovisuell für spätere Analysen aufgezeichnet. Diese Methodik bietet sich für solche Produkte an, die bereits auf dem Markt verbreitet sind und für die hieraus extrahierten Erfahrungswerte vorliegen. Der Vorteil einer Feldbeobachtung im Vergleich zur Laborbeobachtung ist die situative Datenerhebung, die durch Interaktion mit dem untersuchten Produkt erreicht wird. Diese interaktive Form der Datengewinnung ist bei einem Laborversuch nicht möglich (vgl. Böcker & Schneider 2013, S. 228 f).

Infolgedessen wird das Verhalten eines Probanden in der natürlichen Umgebung weniger beeinflusst, als in einem Laborversuch. Jedoch kann sich bei einer Feldbeobachtung das Verhalten der Testperson durch die konstante Beobachtung des Testleiters im Vergleich zu unbeobachteten Situationen ändern. Damit dieser Faktor reduziert wird, muss eine angenehme Atmosphäre vor dem Testbeginn geschaffen werden. Unter Berücksichtigung dieses Punktes, wird die Methode der Feldbeobachtung bei dem Usability-Test für die Erhebung relevanter Daten eingesetzt.

### **Fragebogen**

Der Einsatz von Fragebögen ermöglicht die Erfassung subjektiver Urteile eines Usability-Tests. Die Voraussetzung dafür ist die vorherige Befassung mit dem Untersuchungsgegenstand. Daher erfolgt der Fragebogen erst als letzte Methode und knüpft an die zuvor beschriebenen Methoden an. Bestandteile eines Fragebogens sind einzelne Fragen (offen oder geschlossen) und zugehörige Antwortmöglichkeiten oder Freitextfelder für die Formulierung zusätzlicher Aspekte (vgl. Heinsen & Vogt 2013, S. 172).

Dabei werden Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen eines Auswahlpunkts vorgegeben oder offene Fragen gestellt. Hierfür bieten sich verschiedene Fragetechniken an, die schließlich für die Datenerhebung in dieser Arbeit genutzt wurden.

Der Einsatz dichotomer Antwortmöglichkeiten führt zu einer gezielten Entscheidung, da die Frage nur mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden kann. Ratingskalen bieten sich zur Analyse der persönlichen Einstellung des Probanden zu der gestellten Frage an. Hierzu können das Schulnotensystem von 1 – 6 oder „Likert-Skalen“ angewandt werden. Die Verwendung von Likert-Skalen bietet die Option, einen oder keinen neutralen Mittelpunkt (Forced-Choice Items) zu verwenden. Dabei werden Antwortmöglichkeiten mit positiven bzw. negativen Aussagen formuliert, wie zum Beispiel von „sehr zufrieden“ bis „sehr unzufrieden“ (vgl. Scholz et al. 2012, S. 96 f).

Die Entscheidung für den Usability-Test fiel auf den neutralen Einsatz von Antwortmöglichkeiten aufgrund dessen, dass ein höherer Grad der Zustimmung oder Ablehnung der gestellten Fragen erreicht werden kann. Durch systematische Verwendung der geschlossenen und offenen Fragestellung wird die Erhebung der Daten quantitativ sowie qualitativ gesichert und erhöht die Aussagekraft des Usability-Tests.

#### **3.1.4 Aufgabenstellung für den Testablauf**

Der letzte Meilenstein vor der Durchführung der Usability-Studie ist schließlich die Aufgabenstellung für den Einsatz der mobilen Eye-Tracking-Brille mittels ausgewählter Probanden. Die Aufgaben müssen entsprechend den angestrebten Ergebnissen der Problemanalyse der Bedienungsanleitung gestellt werden. Dabei liegt der Fokus auf, den Aufgaben an angenommene Problemabschnitte, die Schwächen der Usability hervorrufen, zu hinterfragen und somit nützliche Daten für die Evaluierung der Studie und schließlich zur Belegung der Hypothese zu stellen.

In dieser Studie absolvierten die Probanden jeweils zwei Tests. Die Struktur der gestellten Aufgaben blieb zwar bestehen, jedoch änderten sich die zu untersuchenden Seiten der Bedienungsanleitung, damit keine Wiederholung entsteht. Mit jeder einzelnen gestellten Aufgabe wurden unterschiedliche Faktoren, unter anderem Lesbarkeit, Farbeinsatz oder Kontrasteinsatz untersucht. In Kapitel 3.3 „Auswertung der Usability-Studie nach Untersuchungszielen“ wird die Intension der einzelnen Aufgaben dargestellt und welches Untersuchungsziel verfolgt wurde. Die vollständigen Aufgabenstellungen für den Usability-Test werden im Anhang (A) aufgeführt.

## **3.2 Prozessablauf und Durchführung der Usability-Studie**

In diesem Kapitel wird der Prozessablauf der Usability-Studie dargestellt. Die Durchführung erfolgt in zeitlich abgegrenzten und aufeinander folgenden Phasen, beginnend mit der Rekrutierung der Testpersonen, der Wahl der Testumgebung, der Erstellung des Zeitplans und der Personeneinteilung für die Testausführung, gefolgt vom Pretest, der Vorbereitung zum Einsatz des mobilen Eye-Trackers, der Einweisung der Probanden und schließlich der Durchführung mittels der bereits beschriebenen drei Usability-Methoden.

### **Rekrutierung der Testpersonen**

Für die geplante Testdurchführung wurde die Suche nach geeigneten Testpersonen in einem großen zeitlichen Abstand zum Test ausgeführt. Im Vorhinein fand ein Ausschlussverfahren potentieller Teilnehmer statt, damit mit den bereits definierten Kriterien geeignete Testpersonen gefunden werden konnten. Um das Risiko für den Durchgang des Tests zu minimieren, musste die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls von Probanden berücksichtigt werden. Daher wurden insgesamt zehn Testpersonen, fünf männliche und fünf weibliche, im Alter von 18 bis 30 Jahren, ohne Sehbeeinträchtigungen und mit Führerschein der Klasse B1 hinzugezogen, wobei letztendlich acht Ergebnisse für die Evaluation der Studie genutzt wurden.

### **Testumgebung**

Die Auswahl der geeigneten Testumgebung hinsichtlich der Feldbeobachtung im Kraftfahrzeug wurde in der Planung mit eingeschlossen. Die Schwierigkeit hierbei lag in der Untersuchung des Umgebungsumstands mit geringer Lichtintensität.

Da es nicht im Rahmen der Zumutbarkeit war, die Teilnehmer in der Nacht zu testen, fiel die Entscheidung, diesen Umgebungsumstand in eine Tiefgarage zu verlegen und somit Nachtverhältnisse zu simulieren. Für den Test mit intensiven Lichtverhältnissen am Tag wurde ein Parkplatz an der Hochschule München ausgewählt.

### **Personenaufteilung und Zeitplan der Testausführung**

Die Terminfindung wurde mittels einer Online-Umfrage organisiert, um festzustellen, an welchen Tagen der Test stattfinden kann. Die Testdurchführung wurde an vier aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt, und die Testpersonen wurden in zwei Gruppen aufgeteilt, da jede Person jede Umgebungsbedingung jeweils einmal durchlaufen sollte. Für die Auswertung spielte eine logische Abfolge der Testreihe eine entscheidende Rolle. Zwingend erforderlich war die Einteilung der Testpersonen in zwei Gruppen, damit nicht alle Testpersonen zu Beginn nur mit einer Umgebungssituation konfrontiert wurden. Dadurch wären alle Teilnehmer für den zweiten Test voreingenommen gewesen, und dies hätte wiederum die Validität der Messung verfälscht. Deshalb startete am ersten Tag der Testreihe Gruppe A mit dem Test „geringe Lichtintensität“ in der Garage und Gruppe B am nächsten Tag mit dem Test „Tageslicht“ draußen am Parkplatz. Am dritten Testtag befanden sich die Testpersonen der Gruppe A wieder am Testort, diesmal mit dem Test „Tageslicht“ und abschließend am vierten Tag die Gruppe B mit dem Test „geringe Lichtintensität“.

Die Wahl zeitnaher Testabstände der Testreihe mit „Tageslicht“ wurde aufgrund der Reduzierung möglicher Abweichung der Wetterbindung und der Sicherstellung konstanter Lichtbedingungen getroffen. Die Gefahr der Abweichung der Untersuchungsbedingungen für den Test in der Garage bestand nicht, es wurde lediglich derselbe Parkplatz an beiden Tagen verwendet.

Die Visualisierung der Personen- und Zeiteinteilung erfolgte mittels Erstellung eines Zeitplans, welcher in Anhang (B) zur Verfügung steht.

### **Pretest**

Die Durchführung dieser Studie bedarf eines hohen Grades an Planung. Dafür wurde mittels Pretest der geplante Ablauf der Studie durchgeführt und nach möglichen Problemfeldern überprüft. Durch diese Maßnahme wurde ein konsistenter Prozessablauf entwickelt.



### Kalibrierung der Eye-Tracking-Brille

Vor dem Einsatz des Eye-Tracking-Systems bestand die Notwendigkeit, die Eye-Tracking-Brille zu kalibrieren. Mit jedem Probanden wurde die Kalibrierung mit der Brille individuell vollzogen. Dies erfolgte mit einem Meter Abstand vor einer vorher begutachteten weißen Wand. Hierbei wurde der Proband gebeten, dem Trackinggerät, einem Infrarot-Marker, mit den Augen zu folgen, dabei den Kopf nicht zu bewegen und häufiges Blinzen zu vermeiden. Anschließend fuhr der Testleiter mit dem Trackinggerät einen vom Aufnahmegerät angezeigten Neun-Punkt-Verlauf an der Wand ab.

Für ein ideales Ergebnis muss der Infrarot-Marker an jedem der einzelnen Punkte zwei bis drei Sekunden verweilen. Außerdem beeinflusst die Reihenfolge der zu fahrenden Punkte die Qualität der Messung und sollte daher im konstanten Rhythmus und immer zur Mitte zurück abgefahren werden. Hierfür wird eine verwendbare Reihenfolge visuell dargestellt:

2	4	6
3	1	5
9	7	8

Tabelle 4: Reihenfolge der abzufahrenden Neun-Punkt-Kalibrierung

Im Anschluss erstellte die Recheneinheit der Eye-Tracking-Brille die Kalibrierung und zudem einen Bericht über den Erfolg der Messung. Daraufhin wurde der Proband über die Testsituation im Fahrzeug aufgeklärt.

### Einrichtung der Testsituation

Der Verlauf der Testreihe im Audi A6 erfordert eine konstante Abfolge, weshalb Bedingungen für alle Testpersonen definiert wurden. Nach der Kalibrierung befand sich die Testperson im parkenden Fahrzeug und positionierte sich auf den Fahrersitz, während der Testleiter sich auf dem Rücksitz befand. Der Untersuchungsgegenstand wurde von jedem Probanden in einem Abstand von 40 cm auf Augenhöhe vor sich gehalten und auf dem Lenkrad positioniert.



Abbildung 6: Positionierung der Bedienungsanleitung (eigen erstelltes Bildmaterial)

Zur Vermeidung ruckartiger Bewegungen bei der Testausführung bestand die Möglichkeit den Kopf an die Kopfstütze anzulehnen. Außerdem wurde für den Test mit geringer Lichteinstrahlung das Leselicht des Fahrzeugs eingeschaltet, um das natürliche Verhalten in der Realität nachzustellen.

### **Durchführung des Testablaufs in Kombination mit Usability-Methoden**

Nach Einhaltung aller gestellten Bedingungen startete die Aufnahme der Blickverfolgungen mittels Eye-Tracking. Dabei wurden die formulierten Aufgaben nacheinander gestellt. Die Probanden beantworteten die gestellten Fragen laut, wodurch es möglich war mittels Videoaufnahme die Antworten im Nachhinein zu rekonstruieren.

Nach jeder Testreihe wurde jedem Probanden ein Fragebogen für die subjektive Wahrnehmung vorgelegt. Somit wurden insgesamt vier Bögen für jeden Testtag erstellt. Die Struktur und Fragestellung war für beide Umgebungssituationen identisch, lediglich die behandelten Seiten der Bedienungsanleitung wurden angepasst. Diese komplexe Maßnahme war für die Erfassung jeder zu beobachteten Umgebungsbedingung notwendig. Die ersten beiden Tests beinhalteten Fragen, die zur Evaluierung der Wahrnehmungsempfindung pro gestellter Aufgabe dienten. Zu den letzten beiden Tests wurde zusätzlich die Bewertung der Gesamterscheinung der Bedienungsanleitung sowie Urteile der Empfindungen zwischen den beiden Umgebungssituationen erfasst. Somit konnten diese Aussagen bei der Auswertung verwendet werden.

### **Auftretende Problemstellen**

Während der Durchführung konnten keine gravierenden Probleme erfasst werden. Grund dafür war die akkurate Vorbereitung und Strukturierung einzelner Phasenabschnitte. Auch der Pretest mit einer unabhängigen Testperson erleichterte die Vorbereitung und verhinderte Probleme beim Testdurchlauf.

Einige Mankos wurden jedoch bei Einsicht der Videoaufnahmen nach der eigentlichen Durchführung festgestellt. Die Qualität der Kameraeinstellung litt beim Test „geringe Lichtintensität“, wodurch die Rekonstruktion der Blickpunkte erschwert wurde. Außerdem zeigten einige Aufnahmen einen leichten Verzug der Blickverläufe. Diese sogenannten „Offsets“ konnten allerdings mit der Software „Tobii Studio“ korrigiert werden. Durch unkontrolliertes und unbewusstes Blinzeln während der Prüfungen verschwand kurzzeitig das Tracking in einigen Aufnahmen, sodass diese Punkte nicht rekonstruiert werden konnten, was jedoch keinen gravierenden Einfluss auf die Auswertung hatte.

Der Fall eines längeren Ausfalls des Trackings erfolgte insbesondere bei einer Testperson. Die Ergebnisse konnten nicht verwendet werden, allerdings wurden im Vorhinein zwei Personen mehr eingeplant, weshalb die Quantität der Zielgruppe im Gleichgewicht stand. Somit konnte eine Problematik für die Auswertung verhindert werden.

### **3.3 Auswertung der Usability-Studie nach Untersuchungszielen**

Für die Auswertung der Lesbarkeits- und Wahrnehmungsstudie wird der Aufbau dieses Kapitels nach den jeweiligen Untersuchungszielen, welche mögliche gestalterische Problemstellen aufzeigen, gegliedert. Dabei werden die Ergebnisse der beiden Umgebungsszenarien mithilfe der empirischen Usability-Methoden Eye-Tracking und Fragebogen evaluiert. Im Verlauf der Arbeit werden beide Testsituationen mit den Begriffen „Tageslicht“ und „geringe Lichtintensität“ differenziert. Der Grund für die Darstellungsform in diesem Abschnitt dient einer besseren Übersichtlichkeit, da eine Trennung der Methoden die logischen Verknüpfungen und somit den gesamten Sachverhalt unterbrechen würde.

Jede Aufgabenstellung der Studie untersucht wichtige Gestaltungsinhalte hinsichtlich kritischer Blickpunkte, die zu Beginn mit einer Problemstellenanalyse ermittelt wurden und auf eine negative Usability hinführen könnten. Dabei beschränkt sich die Auswertung auf die aussagekräftigsten Aufgabenstellungen, da im Rahmen dieser Arbeit nicht auf alle 14 erstellten Aufgaben eingegangen werden kann. Für jede Aufgabe werden unterschiedlich viele Eye-Tracking-Parameter eingesetzt. Nicht jedes Untersuchungsziel benötigt alle beschriebenen Parameter, da nicht jeder aussagekräftig im Hinblick auf die Evaluierung ist.

Für die in der Hypothese formulierten und erwarteten Problemstellen der Gestaltung werden bei der Eye-Tracking-Methode Parameter wie „Anzahl der Fixationen“, „Verweildauer“, „Blickpfad“ und „Übergangshäufigkeit“ eingesetzt. Die Blickverhalten werden zudem mit „Gaze-Plot“ und „Hot-Spot“ visualisiert. Außerdem wird die Auswertung der „Bearbeitungsdauer“ für einige Aufgaben angegeben.

#### **3.3.1 Farbeinsatz im Seitenlayout**

Die Auswertungen des Untersuchungsziels Farbwahrnehmung und Farbeinsatz wurden in der ersten Aufgabe der Usability-Studie getestet. Die gestellte Aufgabe wurde in beiden Umgebungsszenarien („Tageslicht“ und „geringe Lichtintensität“) durchgeführt, jedoch mit zwei unterschiedlichen Referenzseiten untersucht. Der Fokus der Untersuchung lag speziell auf dem Farbeinsatz von Symbolen und Abbildungen sowie der subjektiven Wahrnehmung der Probanden.

Im weiteren Verlauf werden beide Situationen im direkten Vergleich mit der jeweiligen Methode dargestellt. Die Aufgabenstellung lautete:

- „Tageslicht“: Schlagen Sie bitte die Seite 208 auf und nennen Sie alle Farben die Sie erkennen können.
- „geringe Lichtintensität“: Schlagen Sie bitte die Seite 90 auf und nennen Sie alle Farben die Sie erkennen können.

Nachfolgend werden die beiden Referenzseiten der Aufgabe 1 dargestellt:

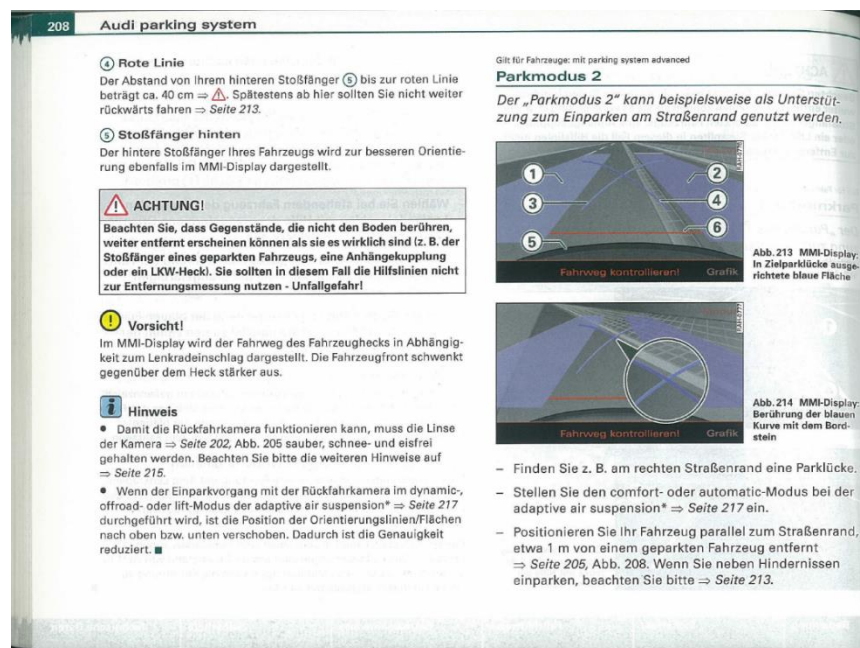


Abbildung 7: Referenzseite für die Aufgabe 1: „Tageslicht“, Seite 208

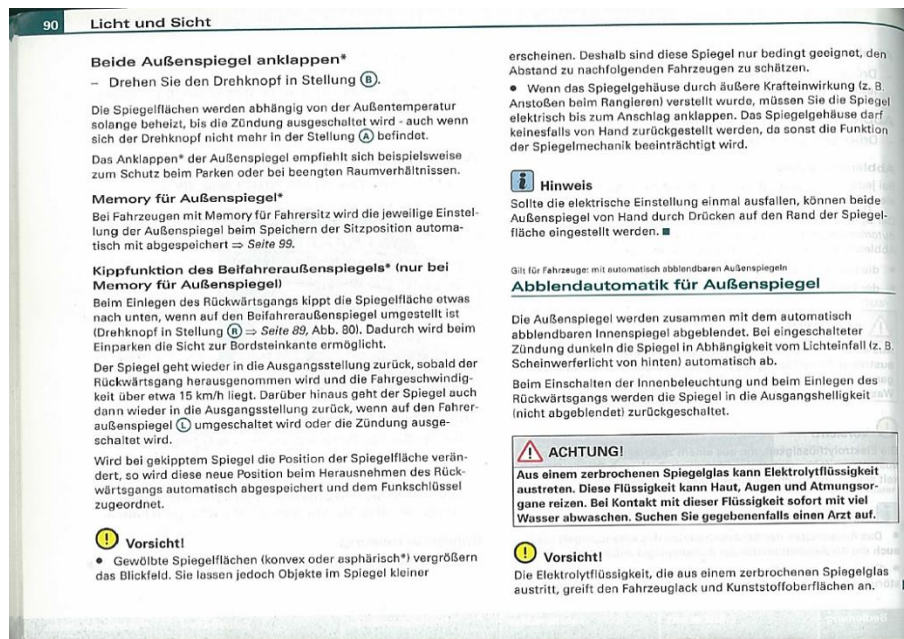


Abbildung 8: Referenzseite für die Aufgabe 1: "geringe Lichtintensität", Seite 90

Um den Einsatz der Farben zu prüfen, mussten AOs festgelegt werden, welche die relevanten Farbbereiche eingrenzen. Die Darstellungen der eingeteilten AOs befinden sich im Anhang (C). Die Bereiche bestehen hauptsächlich aus folgenden Farben: Blau, Orange („Abbildung“), Rot („Achtung!“), Gelb („Vorsicht!“), Hellblau („Hinweis“) und Grün („Überschrift/Text“). Die in der Hypothese formulierten, erwarteten Unterschiede in der Informationsaufnahme sollen mit den beiden Auswertungsverfahren belegt werden.

## Eye-Tracking: Anzahl der Fixationen

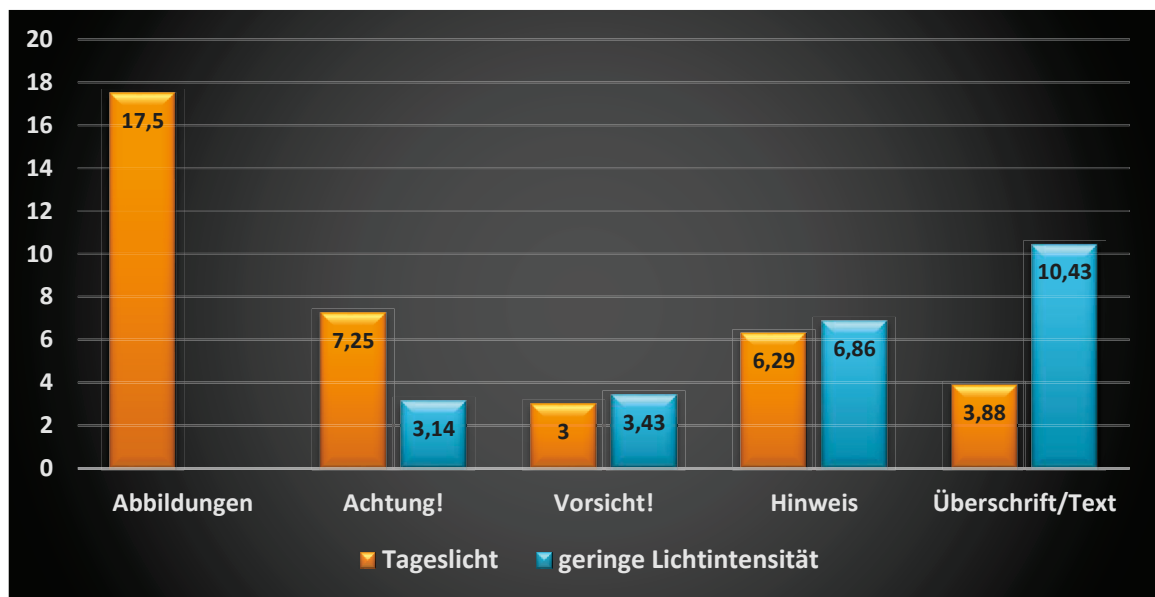


Abbildung 9: Anzahl der Fixationen bezogen auf definierte AOIs, Aufgabe 1

„Tageslicht“: Im Bereich „Abbildungen“ wurde mit durchschnittlich 17,5 Fixationen die höchste Anzahl von Fixationen gemessen, darauf folgt der Bereich „Achtung!“ mit 7,25 Fixationen, der Bereich „Hinweis“ mit 6,29 Fixationen, der Bereich „Überschrift/Text“ mit 3,88 Fixationen und schließlich das Symbol mit dem Sicherheitshinweis „Vorsicht!“ mit 3 Fixationen. Demnach wurde für Abbildungen eine hohe Anzahl an Fixationen benötigt, woraus sich ableiten lässt, dass hierbei eine hohe Aufmerksamkeit der Probanden erforderlich war. Im Gegensatz dazu benötigten die Probanden die wenigsten Fixationen für den Bereich „Vorsicht!“ und folglich die geringste Aufmerksamkeitsspanne.

„geringe Lichtintensität“: Auf der Referenzseite 90 befand sich keine Abbildung. Daher trat das AOI mit der höchsten Anzahl von Fixationen von 10,5 im Bereich „Überschrift/Text“ auf. Anschließend folgte der Bereich „Hinweis“ mit 6,86 Fixationen, daraufhin der Sicherheitshinweis „Vorsicht!“ mit 3,43 Fixationen und abschließend „Achtung!“ mit 3,14 Fixationen. Der Bereich mit den Grünen Elementen benötigte somit die höchste Anzahl von Fixationen und zog damit die größte Aufmerksamkeit auf sich.

Für eine stärkere Aussagekraft der Farbwirkung wurde der Parameter der „Verweildauer“ hinzugezogen. Während der Parameter „Anzahl von Fixationen“ die Aufmerksamkeit auf einzelne Bereiche misst, gibt der Parameter „Verweildauer“ die zeitliche Intensität der erzeugten Fixationen in den Bereichen der AOIs an. Damit können Rückschlüsse auf die Lesbarkeit gezogen werden.

### Eye-Tracking: Verweildauer

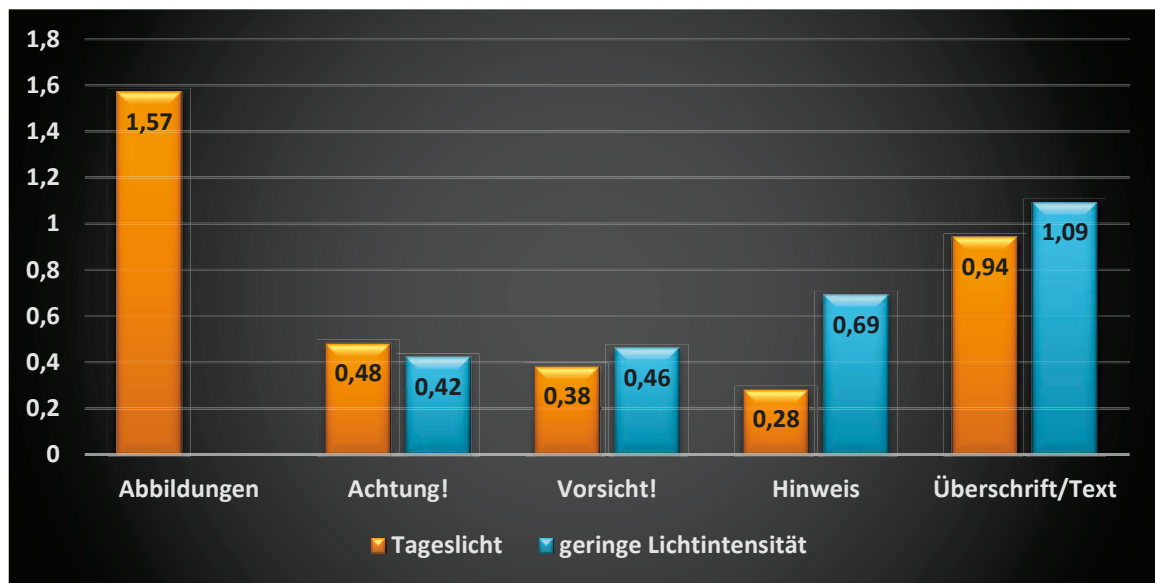


Abbildung 10: Verweildauer (Anhäufung aufeinanderfolgender Fixationen) bezogen auf die definierten AOIs in Sekunden, Aufgabe 1

„Tageslicht“: Die durchschnittliche Verweildauer der Probanden betrug im AOI „Abbildungen“ 1,57 Sekunden. Somit enthielt der Bereich „Abbildungen“ die meiste Anzahl von Fixationen und die Blicke verweilten im Vergleich zu den anderen Elementen am längsten auf der Abbildung. Die Elemente mit grünem Farbeinsatz enthielten im Durchschnitt eine Anzahl von 3,88 Fixationen (siehe Tabelle 5), jedoch wurden diese Bereiche durchschnittlich 0,94 Sekunden lang betrachtet. Diese abweichenden Werte verdeutlichen, dass, trotz geringerer Anzahl an Fixationen, lange Blickzeiten auf einem Punkt verweilten. Die anderen drei Bereiche wurden durchschnittlich jeweils unter 0,50 Sekunden betrachtet und weisen somit keine langen Fixationen auf. Insgesamt betrug die durchschnittliche Verweildauer (ohne den Bereich „Abbildungen“) in den gewählten AOIs 2,08 Sekunden.

„geringe Lichtintensität“: Die durchschnittliche Verweildauer der Probanden betrug im AOI „Überschrift/Text“ 1,09 Sekunden, wonach dieser Bereich am zeitintensivsten und mit der meisten Anzahl an Fixationen betrachtet wurde.



Daraus lässt sich ableiten, dass die Farbe Grün eine intensivere Betrachtung als die Farben der anderen Bereiche erforderte. Das AOI „Hinweis“ wurde durchschnittlich insgesamt 0,69 Sekunden, „Vorsicht!“ 0,46 Sekunden und schließlich „Achtung!“ 0,42 Sekunden betrachtet. Die Summe der Verweildauer aller vordefinierten AOIs betrug 2,66 Sekunden.

Im Vergleich zum Test „Tageslicht“ verweilten die Blicke im Durchschnitt 0,58 Sekunden länger als in der Umgebungssituation „geringe Lichtintensität“ und erforderten eine intensivere Betrachtung mit „Tageslicht“.

Bei der nächsten Auswertung wird die Anzahl der genannten Farben überprüft. Die Antworten konnten mittels Video- und Tonaufnahmen des mobilen Eye-Trackers rekonstruiert werden.

	Grün	Rot	Blau	Hellblau	Gelb	Orange
„Tageslicht“	8/8	8/8	8/8	8/8	8/8	3/8
„geringe Lichtintensität“	5/8	8/8	-	8/8	8/8	-

Tabelle 5: Anzahl der genannten Farben, Aufgabe 1: "Tageslicht"

„Tageslicht“: Die eingesetzten Farben bei dieser Umgebungssituation wurden bis auf die Farbe Orange von jedem Teilnehmer erkannt. Den Einsatz der Farbe Orange, konnten fünf der acht Teilnehmer nicht erfassen. Der Grund dafür könnte der kombinierte Einsatz der orangefarbenen Schriftfarbe auf schwarzem Hintergrund sein, da der Kontrast trotz Tageslicht zu gering war.

„geringe Lichtintensität“: Die Farbnennungen der Probanden in dieser Umgebungssituation bestätigten, dass die Farbe Grün wegen ihrer Ähnlichkeit zur Textfarbe Schwarz schlecht wahrzunehmen war. Sie wurde von drei Teilnehmern nicht erkannt. Alle anderen eingesetzten Farben konnten problemlos genannt werden.

Die nächste Grafik zeigt die von den acht Probanden jeweils erstgenannte Farbe im Test „Tageslicht“:

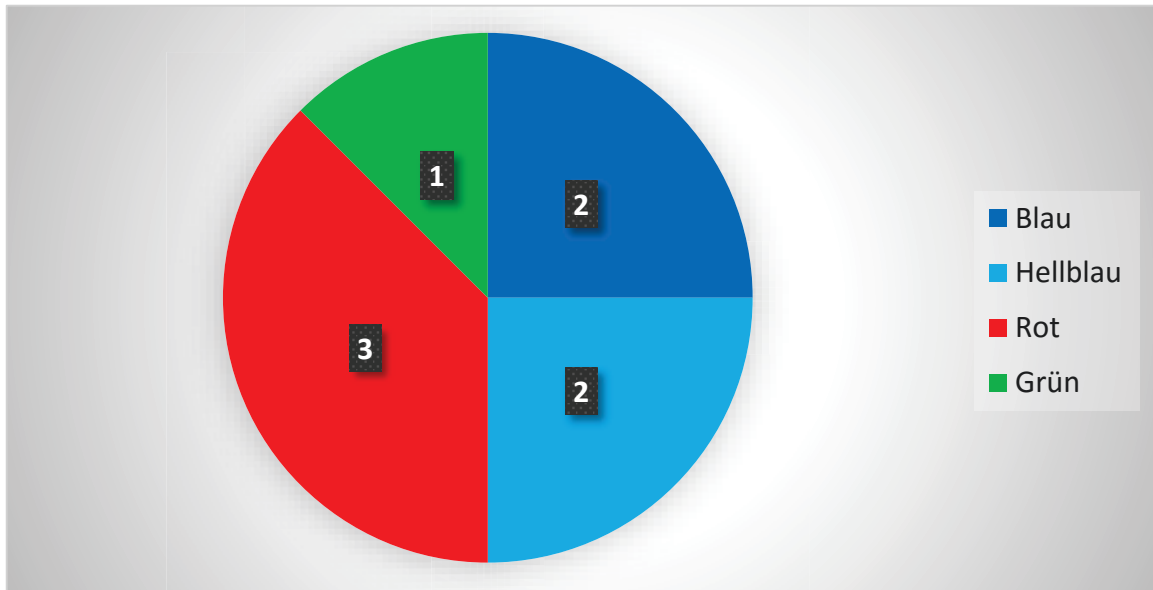


Abbildung 11: Erst genannte Farbe aller Probanden, Aufgabe 1: „Tageslicht“

„Tageslicht“ Durch dieses Diagramm wird gezeigt, dass die Hälfte der acht Teilnehmer die Farbe Blau (zwei Hellblau und zwei Blau) und drei Testpersonen die Farbe Rot als erstes nannten. Die Farbe grün wurde nur von einem Teilnehmer als erstes genannt. Die Farben Gelb sowie Orange wurde von keinem Probanden als erstes erkannt. Aus den Blickverfolgungen konnte entnommen werden, dass die Farbe Blau von zwei Probanden genannt wurde, als sich die Fixationen im Bereich der Abbildungen befanden.

Die nächste Grafik illustriert die jeweils erst genannte Farbe der acht Probanden im Test „geringe Lichtintensität“:

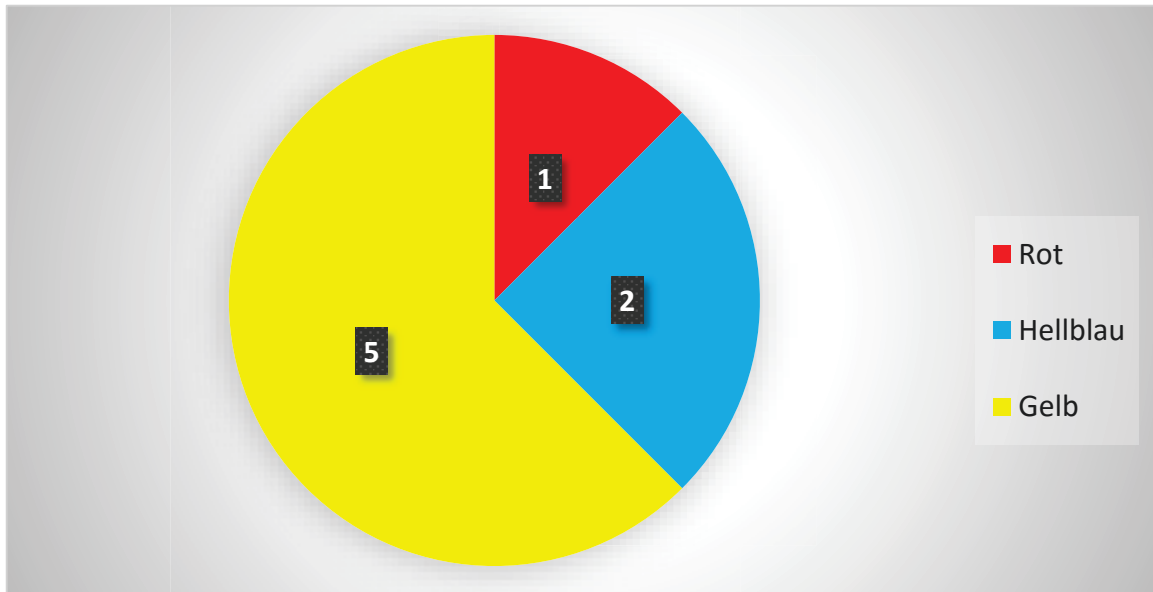


Abbildung 12: Erst genannte Farbe aller Probanden,  
Aufgabe 1: „geringe Lichtintensität“

„geringe Lichtintensität“: Die Farbe Gelb wurde von fünf Personen bei der Beantwortung der Frage als erstes genannt. Der Grund dafür könnte die zweifache Verwendung der gelben Symbole auf der Referenzseite sein. Die Farbe Blau wurde von zwei Testpersonen zuerst genannt, Rot nur einmal, während Grün nicht genannt wurde.

### Usability-Fragebogen

Die nächste Tabelle beschreibt das subjektive Meinungsbild der getesteten Personen in Bezug auf den Farbeinsatz. Es wurde nach jeder Testdurchführung in beiden Umgebungssituationen gefragt, wie die Testpersonen selbst den Farbeinsatz beurteilen. Die Ordinate beschreibt die Zahl der Teilnehmer entsprechend der subjektiven Einschätzung im Schulnotensystem von „sehr gut“ bis „ungenügend“.

Wie wirkte der Farbeinsatz in der 1. Aufgabe auf Sie?

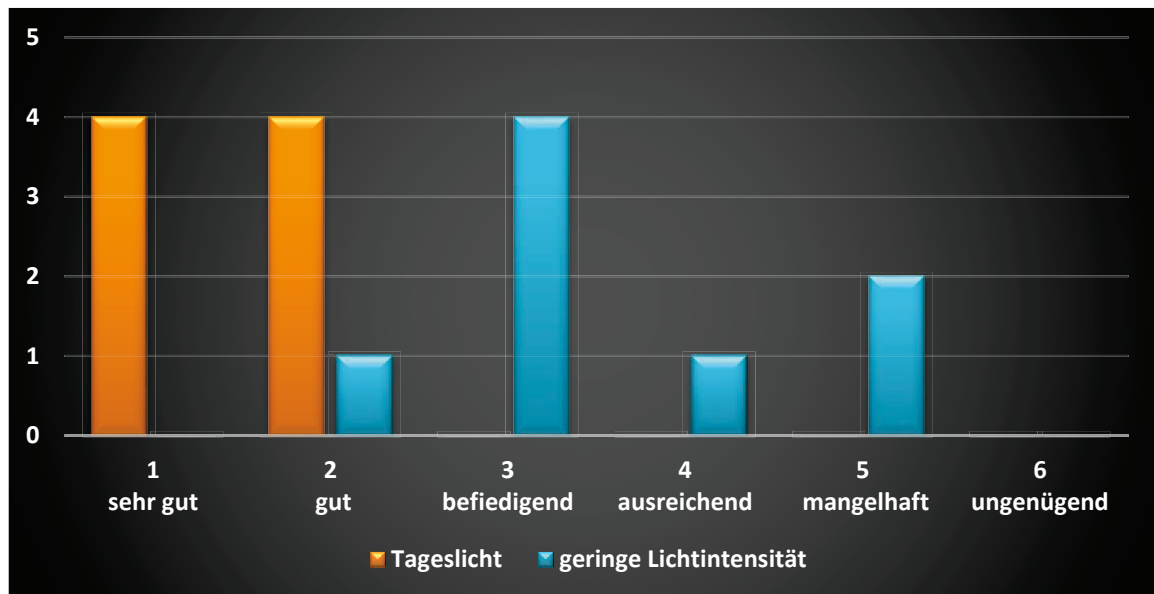


Abbildung 13: Beurteilung des Farbeinsatzes aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 1

„Tageslicht“: Der Farbeinsatz wurde von den Teilnehmern im Gesamten als „sehr gut“ bis „gut“ beurteilt. Aus der Auswertung der offenen Fragen ergab sich allerdings, dass der Einsatz der Farbe Grün schlecht gewählt ist und diese bei Tageslicht schlecht erkennbar war.

„geringe Lichtintensität“ Der Farbeinsatz unter lichtärmeren Bedingungen wurde im Durchschnitt als „befriedigend“ bewertet. Negativ wurde auch hier der Einsatz der Farbe Grün beschrieben. Die Ergebnisse des Eye-Trackers bestätigten dies durch eine höhere Aufmerksamkeitsspanne in diesem Bereich.

### 3.3.2 Farbeinsatz in Abbildungen

Die Auswertungen des Untersuchungsziels Farbwahrnehmung und Farbeinsatz erfolgten gleichermaßen basierend auf Aufgabe 3 der Usability-Studie. Die gestellte Aufgabe wurde in beiden Umgebungssituationen („Tageslicht“ und „geringe Lichtintensität“) durchgeführt, jedoch mittels zweier unterschiedlicher Referenzseiten. Der Fokus der Untersuchung lag speziell auf dem Erfassen der grün eingefärbten Abhebung, die in der Abbildung auf ein bestimmtes Element hinwies. Hierfür wurden die Usability-Methoden Eye-Tracking und Fragebogen eingesetzt. Die Referenzseiten dieses Untersuchungsziels befinden sich im Anhang (C).

- „Tageslicht“: Nennen Sie bitte alle Farben, die Sie im Kapitel „Aschenbecher“ in der Abbildung 115 erkennen.
- „geringe Lichtintensität“: Nennen Sie bitte alle Farben, die Sie im Kapitel „Handschuhfach“ in der Abbildung 117 erkennen.

Analog der ersten Aufgabe mussten auch hier AOIs definiert werden, um relevante Farbbereiche einzugrenzen. Diese sind im Anhang (C) zu finden. Hierbei wurde auf beiden Referenzseiten jeweils das grüne Element in den Abbildungen als einziges AOI definiert.

Dabei konnten folgende Ergebnisse mit der Blickmessung erfasst werden:

### Eye-Tracking: Anzahl der Fixationen

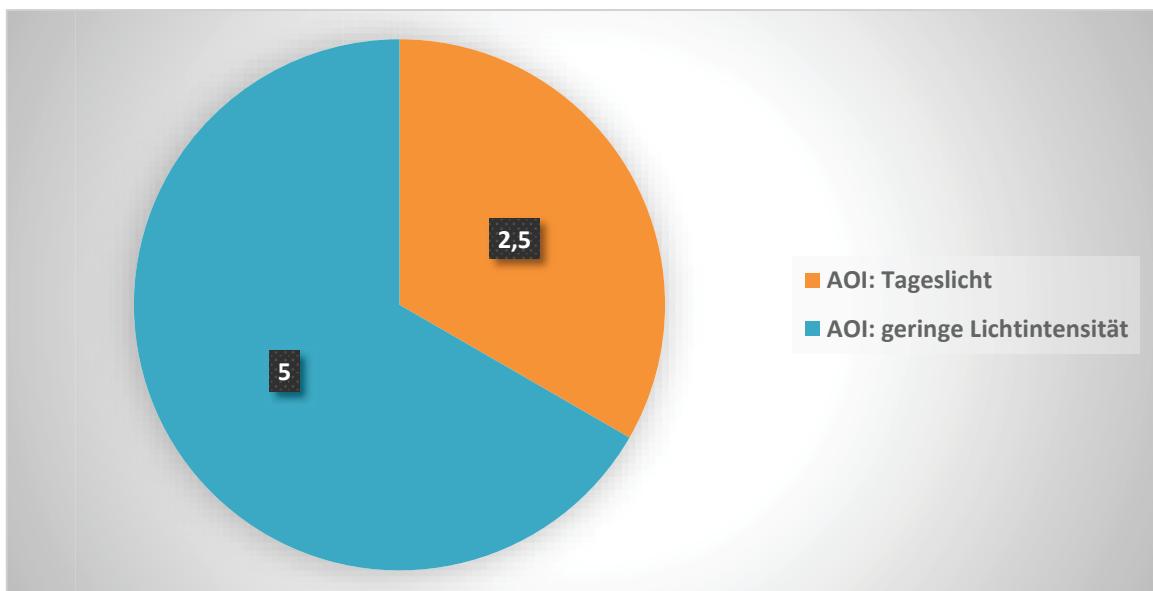


Abbildung 14: Anzahl der Fixationen bezogen auf definiertes AOI, Aufgabe 3

Die durchschnittliche Anzahl aller Fixationen im AOI im Test mit Tageslicht betrug 2,5. Im Vergleich dazu tätigten die Probanden in der Testsituation mit weniger Lichteinfluss durchschnittlich 5 Fixationen im vordefinierten AOI.

### Eye-Tracking: Verweildauer der Fixationen

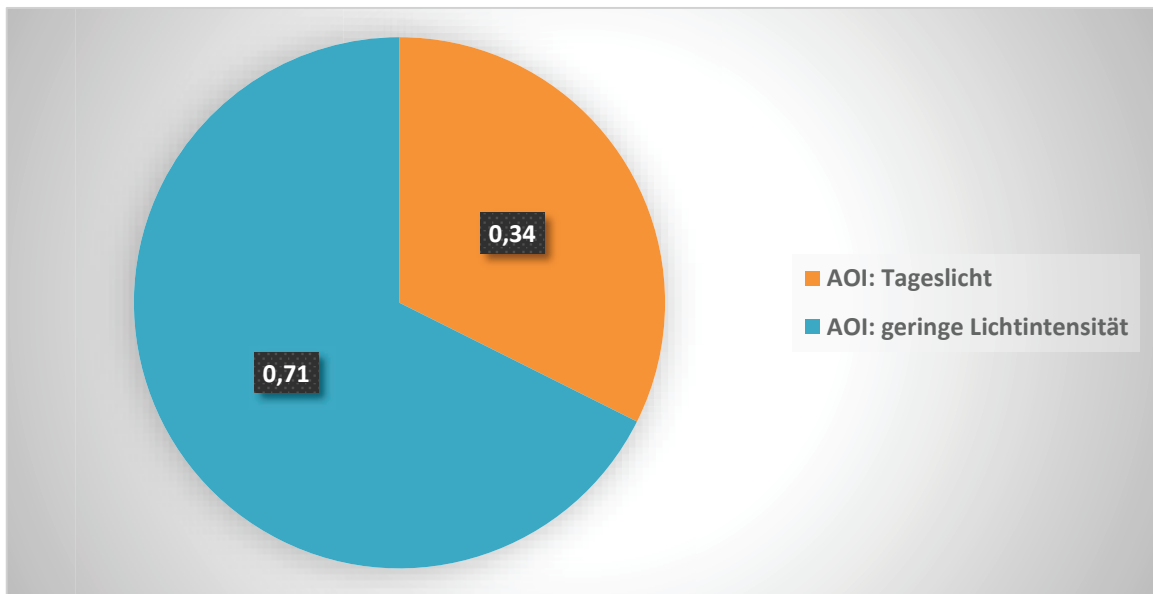


Abbildung 15: Verweildauer bezogen auf die definierten AOIs in Sekunden, Aufgabe 3

Die Anhäufung der Fixationen in zeitlicher Einheit zeigte eine Blickerfassung im AOI Tageslicht von 0,34 Sekunden und im AOI geringe Lichtintensität von 0,71 Sekunden auf. Daraus gefolgert erforderte die Testsituation mit Tageslicht weniger Aufmerksamkeit und konnte zeitlich schneller als im anderen Test erfasst werden. Dies deutet auf ein schlechteres Gestaltungsdesign und einen weniger geeigneten Farbeinsatz für die Informationserfassung in dunkleren Umgebungsumständen hin.

### Eye-Tracking: Hot-Spot-Analyse (Heatmap)

Die Hot-Spot-Analyse macht grundsätzlich die Intensität der erfassten Blicke der Probanden sichtbar. Diese grafische Darstellungsform leitet sich aus der Summe einzelner Fixationen, die für die betrachteten Seite anfielen ab. Je nach Länge der Betrachtung eines bestimmten Bereiches der Seite wird dieser eingefärbt. Dabei verwendet das Tool die Farbe Grün (geringe Intensität), Gelb (mittlere Intensität) und Rot (hohe Intensität). Hierbei wird die Summe aller getätigten Fixationen der Probanden in der jeweiligen Umgebungssituation als Heatmap dargestellt:

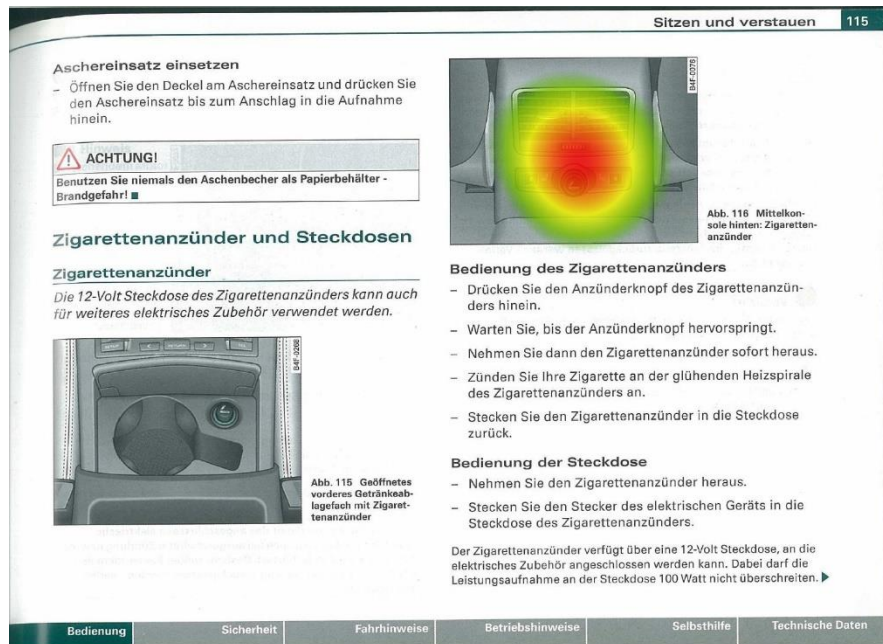


Abbildung 16: Heatmap, Aufgabe 3: "Tageslicht", Seite 115

„Tageslicht“: Die Auswertung der Heatmaps zeigte, dass die intensivsten kumulierten Fixationen aller Probanden gebündelt im Bereich des festgelegten AOI lagen. Die Blicke der Teilnehmer konzentrierten sich grundsätzlich auf die Abbildung und fokussierten sich auf die grüne Hervorhebung in der Abbildung.

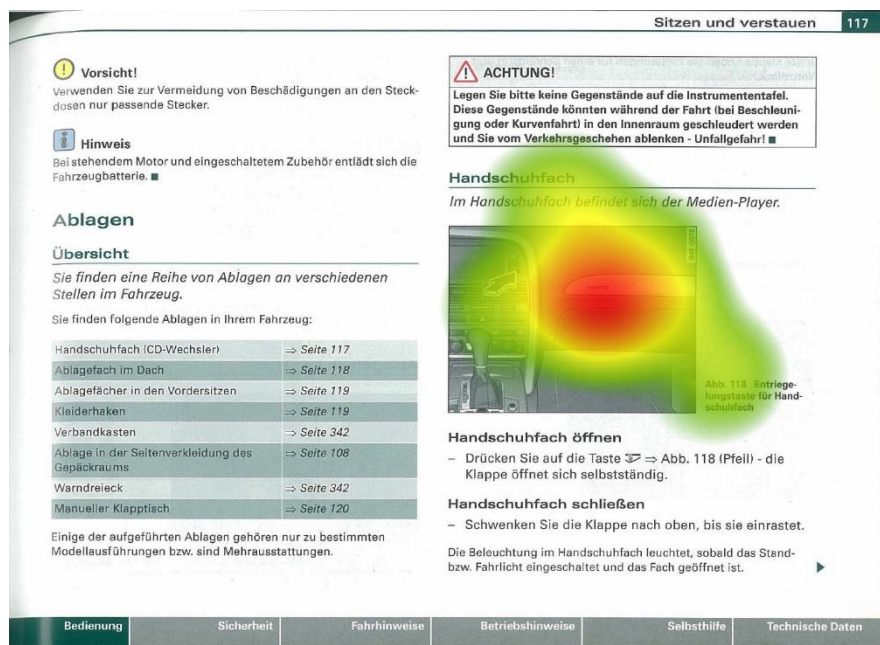


Abbildung 17: Heatmap, Aufgabe 3: "geringe Lichtintensität", Seite 117

„geringe Lichtintensität“: Die Heatmap der Referenzseite 117 zeigte einen deutlich ausgedehnten Bereich der erfassten Fixationen.

Die Probanden blickten zwar fokussierter im Bereich des AOI, jedoch fanden Fixationen auch bei Überschrift und der Bildunterschrift statt. Die Streuung des Blickverhaltens deutete darauf hin, dass andere Elemente der Bedienungsanleitung bis zur Nennung der Farbe betrachtet wurden. Im Vergleich zur Studie mit Tageslicht waren die Fixationen der Teilnehmer nicht nur auf die Abbildung fokussiert.

### Usability-Fragebogen

In der nächsten Auswertung wird das subjektive Meinungsbildung der Testpersonen im Bezug auf den Farbeinsatz für beide Umgebungssituationen dargestellt.

*Wie wirkte der Farbeinsatz in der 3. Aufgabe auf Sie?*

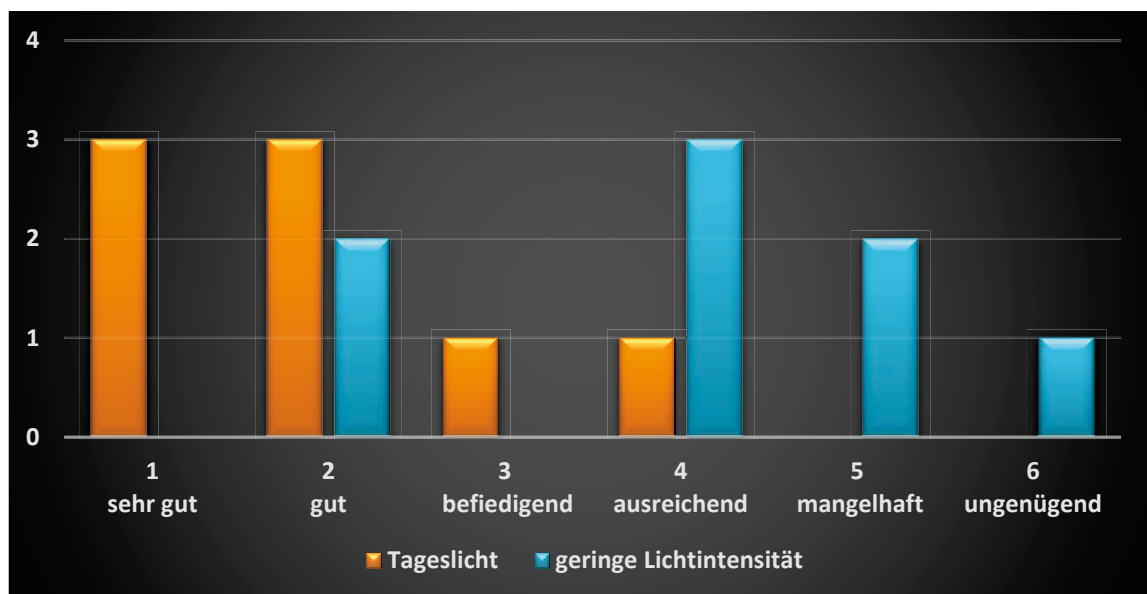


Abbildung 18: Beurteilung des Farbeinsatzes aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 3

Der Farbeinsatz wurde von den Probanden bei Tageslicht im Durchschnitt als „gut“ bewertet. Diese Aussage stützt somit die Auswertung der Eye-Tracking-Parameter, die im Vergleich zu der dunkleren Testumgebung besser ausfiel. Die Farbwahrnehmung in dunkler Umgebung hingegen wird im Durchschnitt mit „ausreichend“ bewertet. Hierbei hatten viele der Teilnehmer Schwierigkeiten die Farbe zu nennen.



Zwei männliche Teilnehmer haben die Farbe Grün mit Dunkelblau verwechselt. Grundsätzlich kommentierten die Probanden in der offenen Frage den Farbeinsatz der Farbe Grün als Hervorhebung für nicht empfehlenswert. Somit erschließt sich, dass die eingesetzte Farbe nicht besonders Nutzerfreundlich ist.

### 3.3.3 Einfluss des Kontrasteinsatzes

Das Untersuchungsziel der Aufgabe 2 war der Kontrasteinsatz in der Bedienungsanleitung. Bei der Problemanalyse fiel dabei das Augenmerk auf gelbe Symbole, die im Textverlauf integriert worden sind. Die gestellte Aufgabe wurde in beiden Szenarien („Tageslicht“ und „geringe Lichtintensität“) durchgeführt und beinhaltete, den Einsatz von Farbe unter Kontrasteinwirkung zu untersuchen. Dafür wurden wieder zwei unterschiedliche Referenzseiten (im Anhang C) herangezogen und mittels objektiver sowie subjektiver Messungen analysiert.

Mit folgenden Aufgabenstellungen wurde das Untersuchungsziel betrachtet:

- „Tageslicht“: Zählen Sie bitte alle gelben Symbole auf der Seite 34 durch und nennen Sie anschließend Ihr Ergebnis.
- „geringe Lichtintensität“: Zählen Sie bitte alle gelben Symbole auf der Seite 36 durch und nennen Sie anschließend Ihr Ergebnis

### Eye-Tracking: Bearbeitungszeit

Die folgende Tabelle zeigt die totalen Bearbeitungszeiten in Sekunden und den Median im direkten Vergleich der beiden Umgebungssituationen.

Teilnehmer	„Tageslicht“ Zeitangabe in Sekunden	„geringe Lichtintensität“ Zeitangabe in Sekunden
1	15,70	17,33
2	24,50	26,06
3	9,39	11,87
4	8,64	25,05
5	8,12	16,67
6	9,75	14,17
7	9,79	25,01
8	13,64	14,16
<b>Totale Bearbeitungszeit</b>	<b>99,53</b>	<b>150,31</b>
<b>Median</b>	<b>9,77</b>	<b>17,00</b>

Tabelle 6: Bearbeitungszeit und Median im Vergleich beider Umgebungssituationen, Aufgabe 2

Der Median ist ein Wert, der exakt die Mitte einer Datenverteilung teilt und dabei hilft die Durchschnittswerte korrekt darzustellen. Der Vorteil gegenüber der gängigen Berechnung des Mittelwerts ist die Vermeidung von Ausreißern in einer Statistik, welche Einfluss auf das Ergebnis zur Folge haben (vgl. Schneider, 2015)

Bei Betrachtung der totalen Bearbeitungszeit in Aufgabe 2 bei Tageslicht im Vergleich zur Testsituation in der Garage mit schlechteren Lichtbedingungen wird deutlich, dass die Probanden hier viel schneller zu einer Antwort kamen, nämlich um 50,78 Sekunden. Die Erkenntnis, dass eine längere Bearbeitungszeit bei geringen Lichtverhältnissen notwendig war, spiegelt sich gleichermaßen in der Differenz der Mediane beider Testszenarios (7,23 Sekunden länger bei geringer Lichtintensität) wider.

## Eye-Tracking: Blickpfad – Gaze-Plot

Der Blickpfad, der im Softwaretool „Tobii Studio“ mittels sogenannter Gaze-Plot dargestellt werden kann, ermöglicht die Erfassung in die Leserichtung der Testpersonen. Hierbei werden Fixationen als nummerierte Kreise, beginnend bei der ersten Fixation bis hin zur letzten Fixation in einem Pfad dargestellt. Bei längerer und intensiverer Betrachtung eines Blickpunktes in einem Bereich vergrößert sich der Durchmesser des Kreises.

Die nachfolgenden Visualisierungen zeigen den Blickverlauf für den Test mit lichtintensiven Bedingungen (violette Gaze-Plot) und den direkt darauffolgenden den Test in geringen Lichtverhältnissen (rosa):

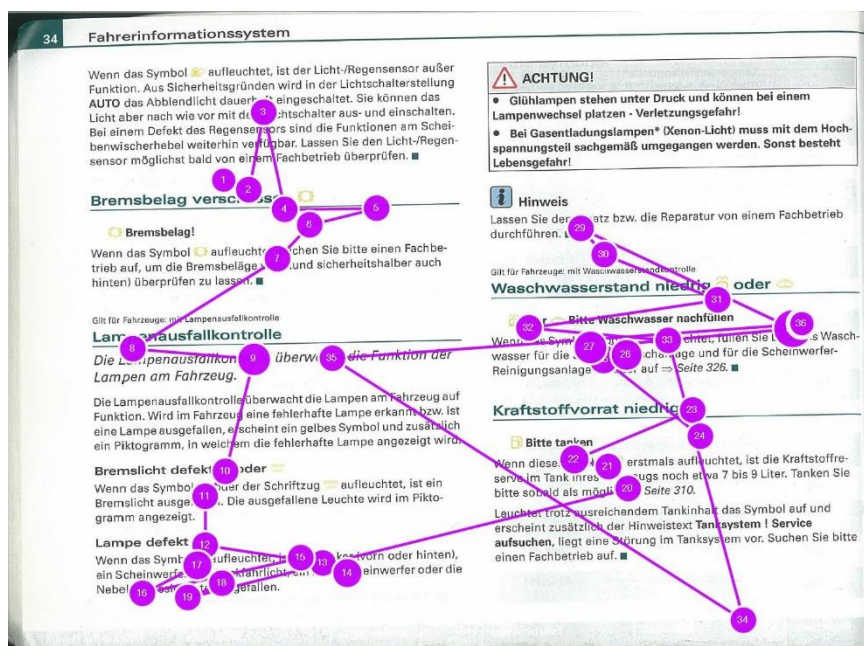


Abbildung 19: Blickverlauf, dargestellt mit Gaze-Plot der Aufgabe 2: "Tageslicht", Seite 34

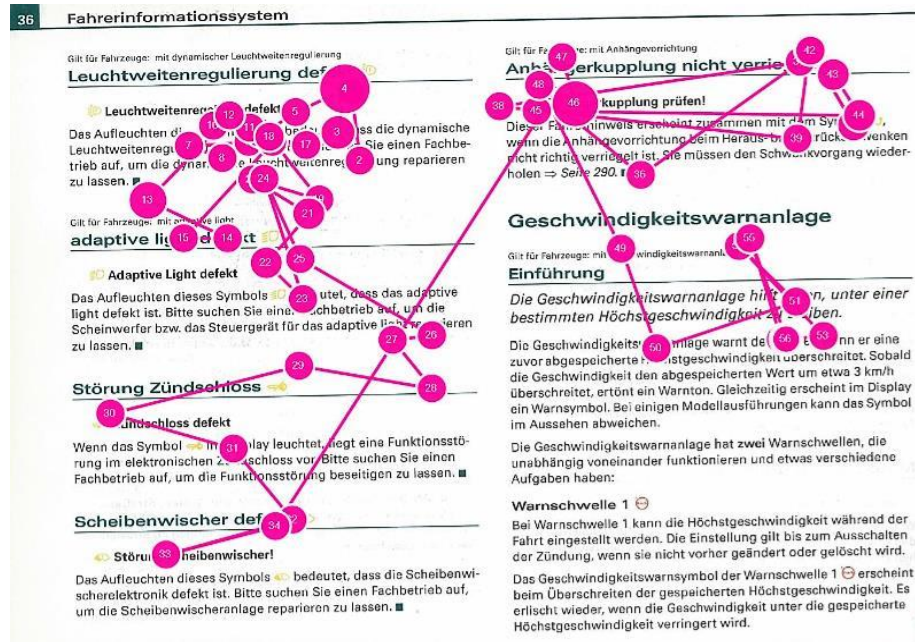


Abbildung 20: Blickverlauf dargestellt mit Gaze-Plot der Aufgabe 2: "geringe Lichtintensität", Seite 36

Die Abbildungen der Blickpunkte der Aufgabe 2 zeigen, dass unabhängig der beiden getesteten Situationen viele Regressionen auftraten. Die Testpersonen konnten in keiner der Umgebungen einen systematischen Lesefluss vorweisen. Eine Nuance negativer fiel der Test in der dunkleren Umgebung aus. Hier entstanden vor allem im oberen Bereich der Referenzseite vermehrte Regressionen und ein längerer Blickpfad. Diese Faktoren deuten auf eine erschwerte Informationsaufnahme der Teilnehmer hin.

**Usability-Fragebogen:**

Zuerst wird auf die Anzahl der richtigen Antworten aus der zweiten Aufgabe der Teilnehmer eingegangen.

	Richtige genannte Symbolanzahl der Testpersonen
„Tageslicht“ (19 Symbole)	7/8
„geringe Lichtintensität“ (15 Symbole)	4/8

Tabelle 7: Summe der richtig genannten Anzahl vorhandener Symbole auf den Referenzseiten beider Umgebungssituationen

Die Tabelle verdeutlicht, dass die Hälfte der Teilnehmer im Test „geringe Lichtintensität“ keine korrekte Anzahl von 15 Symbolen wahrnehmen konnte. Dies ist ein weiterer Indikator, der die Auswertungsdaten des Eye-Tracking stützt. Hingegen konnten in der anderen Testumgebung mit Ausnahme von einem Probanden alle Symbole erkannt werden.

Zum subjektiven Meinungsbild beider Testarten der zweiten Aufgabe wurde mit folgenden Fragen die Wahrnehmung der gelben Symbole und die Kontrastwirkung hinterfragt:

*Wie erging es Ihnen dabei, die gelben Symbole der 2. Aufgabe zu erkennen?*

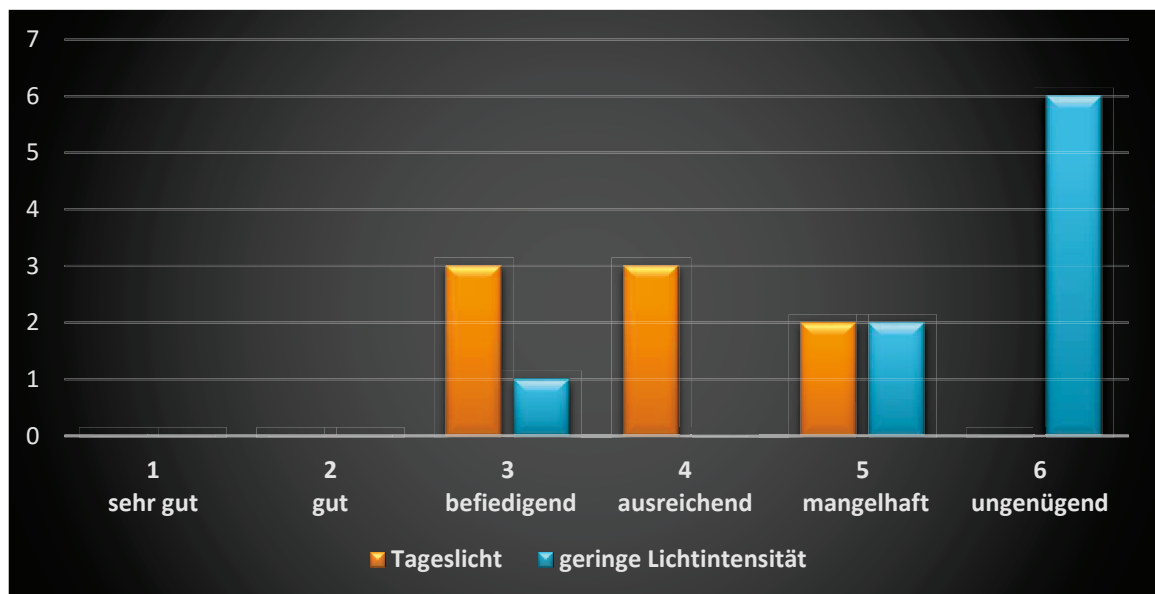


Abbildung 21: Beurteilung der Wahrnehmung der gelben Symbole aller Probanden  
Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 2

Die Auswertung dieser Aufgabe verdeutlicht eine negative Wahrnehmung in beiden Testsituationen bezüglich der eingesetzten gelben Symbole. Während bei Tageslicht die durchschnittliche Benotung der Probanden mit „ausreichend“ bewertet wurde, lag die Note in der dunkleren Testumgebung sogar bei „mangelhaft“.

Wie störend war dabei die Einwirkung des Kontrasts?

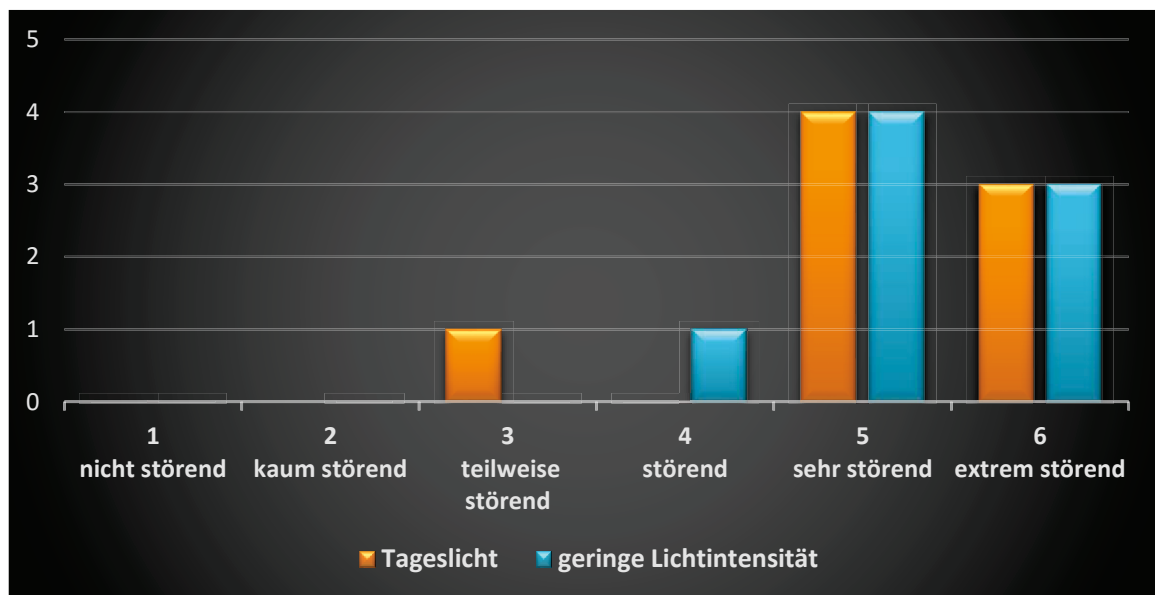


Abbildung 22: Beurteilung der Kontrasteinwirkung aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 2

Die Auswertung dieser Frage zeigte, dass die Kontrasteinwirkung ein gravierender Grund für die schlechte Wahrnehmung der Symbole war. Beide Testsituationen wurden im Durchschnitt als „sehr störend“ bewertet.

Schlussendlich wurde aus beiden Befragungen ein deutlich negatives subjektives Meinungsbild in beiden Umgebungssituationen klar definiert. Der Test in besseren Lichtverhältnissen erhielt nur dezent bessere Bewertungen, welche jedoch nicht zufriedenstellend waren.

### 3.3.4 Einsatz des Text-Bildbezugs

Für das Untersuchungsziel des Text-Bild-Bezugs wurde die Aufgabe 5 untersucht. Hierbei stellten sich vor allem die Referenzseiten 84/85 als problematisch dar, weshalb diese genauer untersucht wurden. Für die Auswertung wird hier kein Vergleich der Umgebungssituation ausgeführt, da alle Testpersonen dieselbe Seite ausschließlich in der Umgebungssituation „Tageslicht“ betrachtet haben. Ein direkter Vergleich würde den Beleg der Hypothese in keiner Weise stützen. Das Hauptaugenmerk dieser Aufgabe lag auf dem gestalterischen Aufbau des Text-Bild-Bezugs und der Zeitspanne, in der die Informationen verstanden wurden.



Zu diesem Zweck wurden zwei Teilaufgaben gestellt:

- Ihre Frontscheibe verschmutzt während der Fahrt und Sie wollen diese reinigen. Finden Sie mit Hilfe der Bedienungsanleitung heraus, wie Sie diesen Vorgang durchführen können. Sobald Sie die passende Stelle in der Bedienungsanleitung gefunden haben, deuten Sie bitte auf die Stelle.
- Führen Sie schließlich eine Reinigung der Frontscheibe durch.

Der erste Schritt zur Lösung der Aufgabe bestand darin, die richtige Seite mittels Inhalts- oder Stichwortverzeichnisses zu finden. Daraufhin sollte die richtige Stelle in der Anleitung zur Durchführung der Aufgabe gezeigt werden. Abschließend durften die Probanden die Reinigung praktisch ausführen, um das Verständnis der Informationsaufnahme zu überprüfen. Hierbei wurde lediglich die Betrachtung ab dem Zeitpunkt, zu dem die relevanten Seiten 84/85 aufgeschlagen wurden, evaluiert.

Die beiden Seiten sind in der Bedienungsanleitung nebeneinander zu finden. Auf Seite 84 wird mit der Abbildung die Nutzung des Scheibenwischers erklärt, während auf der anderen Seite die Überschrift „Wisch-/Wasch-Automatik“ als gesuchte Textpassage gefordert war.

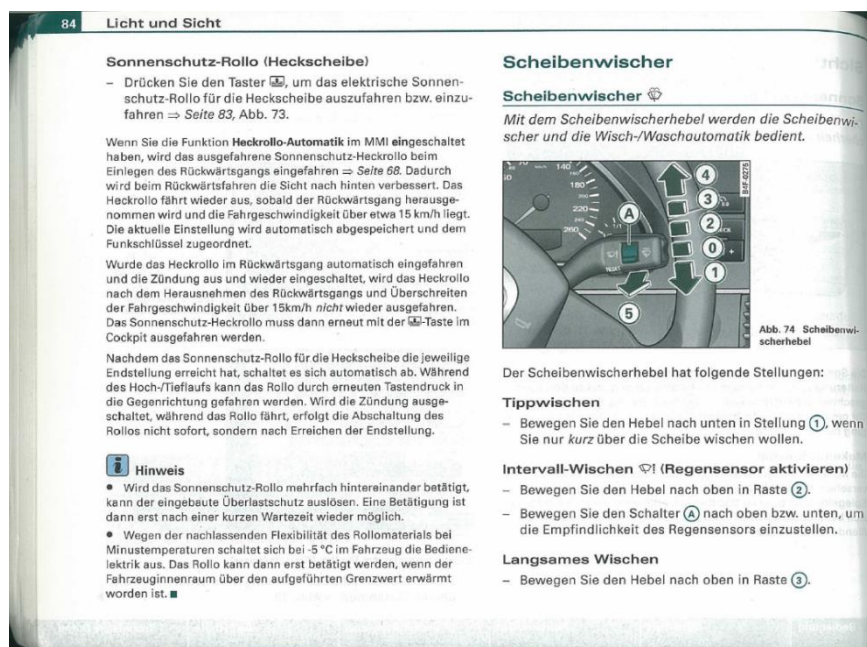


Abbildung 23: Referenzseite für die Aufgabe 5, Seite 84

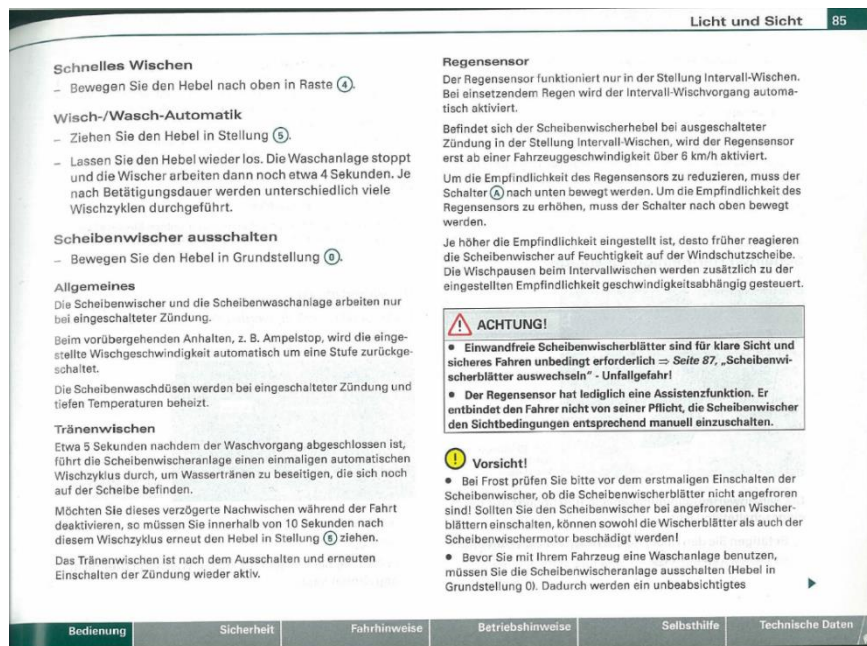


Abbildung 24: Referenzseite für die Aufgabe 5, Seite 85

### Eye-Tracking: Übergangshäufigkeit

Für die Bestimmung des Parameters Übergangshäufigkeit werden die zwei Referenzseiten als AOI's bestimmt und die Summe der wechselnden Blickpunkte zwischen den beiden Seiten betrachtet. Nachdem für diesen Zweck keine Abgrenzung von Print- und Weboberflächen getätigt wurde, wird hierfür der Mittelwert, der von Goldberg & Kovalt bestimmt wurde, verwendet. Der Mittelwert von 9,5 % steht für eine gut und 10,2 % für eine schlecht gestaltete Oberfläche. (vgl. Goldberg & Kovalt 1999, zitiert in Rötting 2001, S. 141). Der Median wird als Mittelwert herangezogen.



<b>Teilnehmer</b>	<b>Übergangshäufigkeit</b>
1	14
2	8
3	6
4	10
5	26
6	13
7	8
8	17
<b>Summe aller Blickpunkte</b>	<b>102</b>
<b>Median</b>	<b>11,5 %</b>

Tabelle 8: Übergangshäufigkeit, Summe und Median, Aufgabe 5

Der Median von 11,5 % für die Auswertung der Übergangshäufigkeit deutete darauf hin, dass die betrachteten Referenzseiten einer schlechten Gestaltung entsprachen. Auffällig war in dieser Aufgabe die Geschlechterverteilung: Während die männlichen Testpersonen mit 38 Übergängen zwischen den Seiten geschaut haben, benötigten die weiblichen Testpersonen mit 64 Übergängen deutlich mehrere Blickpunkte bis zur Nennung der gesuchten Textpassage.

#### **Usability-Fragebogen:**

In Anbetracht der hohen Aussagekraft der Übergangshäufigkeit wurde zur Bestärkung der objektiven Untersuchung auch das subjektive Meinungsbild der Testpersonen mit folgender Frage ausgewertet:

Wie übersichtlich empfanden Sie den Aufbau des Text-Bild-Bezugs aus dem Kapitel "Scheibenwischer"?

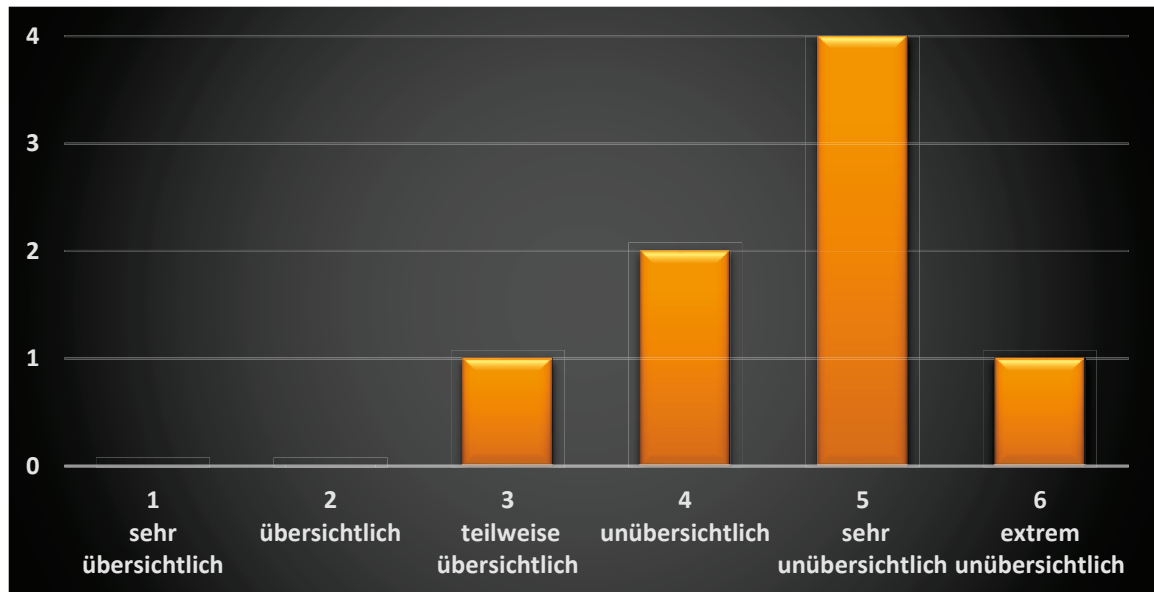


Abbildung 25: Beurteilung der Übersichtlichkeit des Text-Bild-Bezugs aller Probanden, Aufgabe 5

Das Ergebnis der subjektiven Wahrnehmung zeigt, dass der Aufbau des Kapitels aller Testpersonen im Durchschnitt als „sehr unübersichtlich“ bewertet wurde. Einige Probanden beschrieben im Rahmen der offenen Frage, dass der Aufbau „chaotisch“ und „unstrukturiert“ sei und die eingesetzten Bewegungspfeile sowie Nummerierungen eher verwirren als eine Hilfe zu sein. Die Aussagen der Probanden bestätigen somit die negative Wertung der Übergangshäufigkeit und dem dadurch konstatierten schlechten Gestaltungseinsatz.

### 3.3.5 Lesbarkeit und Schrifteinsatz

Für dieses Untersuchungsziel wurde ein Teilaspekt der Aufgabe 6 aufgegriffen und untersucht. Bei der Problemanalyse der Bedienungsanleitung fiel die gefettete Schrift im Text bei den Sicherheitshinweisen „Achtung!“ auf, welche nach ANSI Z535.6 nicht üblich ist. Für diese Untersuchung wurde nur die subjektive Wahrnehmung der Probanden mittels eines Usability Fragebogens eingesetzt, da durch den mobilen Eyetracker keine relevanten Parameter für eine solche Untersuchung zu einer Aussage führen konnten. Dafür wurden die Aussagen aller Probanden in beiden Testsituationen ausgewertet. Die untersuchten Referenzseiten befinden sich im Anhang (C).

Bei der Formulierung der Aufgabe 6 wurden zwei Aspekte der Bedienungsanleitung untersucht. Im ersten Teil wurde mittels der Aufgabenstellung eine bestimmte Seite erfragt, die mit Hilfe der Verzeichnisse gefunden werden sollte. Im zweiten Teil sollte der dazugehörige Inhalt vorgelesen werden, der für dieses Untersuchungsziel von Relevanz ist.

Die Aufgabenstellungen der 6. Aufgabe lauteten folgendermaßen:

- **„Tageslicht“**: Sie wollen einen Kindersitz in Ihr Auto installieren. Finden Sie heraus, in welcher Gruppe sich der geeignete Kindersitz befindet, hinsichtlich in der Annahme, dass Ihr Kind 20 kg wiegt. Daraufhin lesen Sie bitte das gesamte dazugehörige Kapitel laut vor.
- **„geringe Lichtintensität“**: Finden Sie bitte heraus welches Problem auftritt, wenn eine Kontrollleuchte mit rotem Ausrufezeichen im Display angezeigt wird. Daraufhin lesen Sie das gesamte dazugehörige Kapitel laut vor.

#### Usability-Fragebogen:

Mit folgender Frage wurden die Probanden im Fragebogen bezüglich der Lesbarkeit befragt:

*War für Sie die fettgedruckte Schrift bei dem Sicherheitshinweis „Achtung!“ einfacher zu lesen als im Vergleich zum Fließtext?*

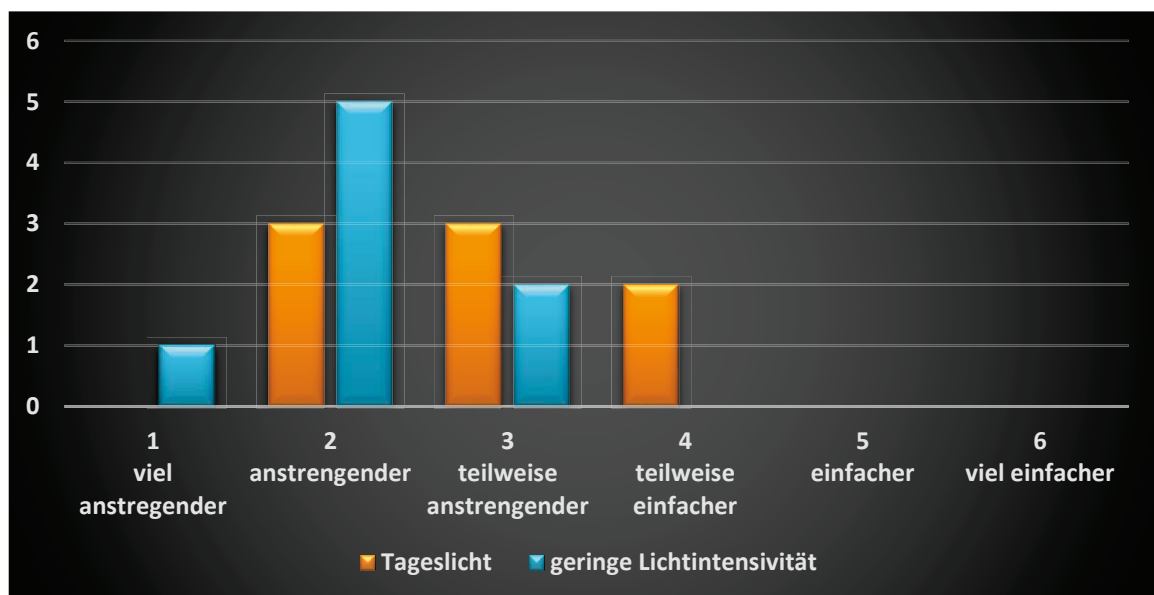


Abbildung 26: Beurteilung der fettgedruckten Schrift aller Probanden im Vergleich der Umgebungssituationen, Aufgabe 6

Die Aussagen der Teilnehmer im Testlauf „Tageslicht“ beruhen im Durchschnitt auf dem Bereich „teilweise anstrengender“ und beim Test mit geringer Lichtintensität auf der Bewertung „anstrengender“. Durch die subjektive Meinung der Teilnehmer bestätigt sich der Verdacht einer schlechteren Lesbarkeit gefetteter Texte, noch deutlicher zeigte sich dies in einer dunkleren Umgebungssituation. Somit zeigt laut dieser Usability-Studie die Lesbarkeit durch gefettete Schrift ein Problemfeld auf.

### 3.3.6 Simulation einer Stresssituation

Das letzte hier ausgewertete Untersuchungsziel bezieht sich auf eine Simulation, in welcher ein zusätzlicher Belastungsfaktor eingesetzt wird. Dies wurde als Abschlussaufgabe (7) durchgeführt. Die Probanden wurden gebeten, im Inhaltsverzeichnis nach einem bestimmten Begriff zu suchen, während diese zeitgleich laut von 40 abwärts zählen mussten. In einer derartigen Situation entstehen durch äußere Reize ausgelöste Stressreaktionen, die zu einer psychischen und physischen Reaktion an den Probanden führen, die wiederum zu einer geistigen Belastung führt (Greif et al. 1991, S. 6).

Die Bedienungsanleitung eines Kraftfahrzeugs wird in der Regel im Auto eingesetzt und sollte in jeder Tages- und Uhrzeit genutzt werden können. Deshalb wurde der Stresszustand beider Umgebungssituation in dieser Studie geprüft. Hierbei wurde beobachtet, wie sich die Aufmerksamkeit der Testpersonen in einer ungewohnten Situation verändert und wie die Bedienung der Anleitung mit dem zusätzlichen Hindernis erfolgte.

Die Aufgabe wurde wie folgt gestellt:

- „Tageslicht“: Suchen Sie bitte im Inhaltsverzeichnis nach „Heckscheibenbeheizung“ und schlagen Sie die richtige Seite auf. Währenddessen zählen Sie bitte laut von 40 abwärts.
- „geringe Lichtintensität“: Suchen Sie bitte im Inhaltsverzeichnis nach „Front Airbags“ und schlagen Sie die richtige Seite auf. Währenddessen zählen Sie bitte laut von 40 abwärts.

### Eye-Tracking: Bearbeitungszeit

Die Bearbeitungszeit wurde vom ersten Blickpunkt im Inhaltsverzeichnis, bis zur letzten Fixation, die das Verlassen der Seite kennzeichnet, aufgenommen:

Teilnehmer	„Tageslicht“ Zeitangabe in Minuten	„geringe Lichtintensität“ Zeitangabe in Minuten
1	00:25	00:16
2	01:16	00:36
3	00:29	00:53
4	01:10	00:46
5	00:49	00:50
6	00:30	00:48
7	00:46	01:02
8	00:37	01:26
<b>Totale Bearbeitungszeit</b>	<b>06:02</b>	<b>06:37</b>
<b>Median</b>	<b>00:41</b>	<b>00:49</b>

Tabelle 9: Bearbeitungszeit und Median im Vergleich beider Umgebungssituationen, Aufgabe 7

Aus der totalen Bearbeitungszeit der Aufgabe 7 wird deutlich, dass die benötigte Zeit in beiden Tests nahe beieinander liegt. In der Testreihe „Tageslicht“ benötigten die Teilnehmer insgesamt 06:02 Minuten, bei schlechteren Lichtverhältnissen 06:37 Minuten. Somit waren die Teilnehmer in der Gesamtbetrachtung bei Tageslicht 35 Sekunden schneller fertig als beim anderen Test. Bei Betrachtung des Mittelwerts mittels Median entspricht das im Vergleich der beiden Tests lediglich 8 Sekunden. Die niedrigste Bearbeitungszeit mit 00:16 min und die längste mit 01:26 min zeigten, dass sich die Belastung in dieser Aufgabe individuell auf die Teilnehmer auswirkte. Aus den 14 durchgeführten Tests konnte lediglich 8-mal der Begriff genannt werden, bevor beim Abzählen die Null erreicht wurde. Die anderen 6-mal mussten die Testpersonen nochmals von 40 runterzählen. Ein gravierender Unterschied des Einflusses der zwei unterschiedlichen Umgebungssituationen ist folglich nicht zu abzuleiten.

## Eye-Tracking: Hot-Spot-Analyse (Heatmap)

Der Blickverlauf innerhalb der Bearbeitungszeit einzelner Teilnehmer wurde für die Auswertung ebenfalls ermittelt. Hierzu wurde die Visualisierung mittels Heatmap gewählt, damit die Intensität der Fixationen im Vergleich der beiden Tests dargestellt werden kann, um weitere Rückschlüsse beider Umgebungsumstände ziehen zu können. Dafür werden die Ergebnisse der Seite 2 des Inhaltsverzeichnisses für die Situation mit „Tageslicht“ und die Seite 3 für „geringe Lichtintensität“ verglichen.

Inhaltsverzeichnis		Inhaltsverzeichnis	
<b>Über diese Betriebsanleitung</b> .....	5	Licht und Sicht .....	75
<b>Bedienung</b> .....	7	Licht .....	75
Cockpit .....	9	Innenleuchten .....	81
Übersichtsbild .....	9	Sicht .....	83
Instrumente und Kontrollleuchten .....	11	Scheibenwischer .....	84
Instrumente .....	11	Rückblickspegel .....	88
Kontrollleuchten .....	16	Digitalkompass .....	91
Fahrerinformationssystem .....	23	Sitzen und verstauen .....	95
Einführung .....	23	Vordersitze manuell einstellen .....	95
Auto-Check-Control .....	27	Vordersitze elektrisch einstellen .....	96
Geschwindigkeitswarnanlage .....	36	Oberschenkelauflage .....	98
Bordcomputer .....	38	Landenwirbelstütze .....	98
Reifendruck-Kontrollsystem .....	42	Sitzeinstellungen im MMI .....	99
Öffnen und schließen .....	48	Sitzmemory .....	102
Funkschlüssel .....	48	Kopfstützen .....	105
Zentralverriegelung .....	51	Armlehne .....	105
Gepäckraumklappe .....	57	Gepäckraum .....	106
Kindersicherung .....	60	Dachgepäckträger .....	111
advanced key .....	61	Getränkehalter .....	113
Diebstahl-Warnanlage .....	63	Aschenbecher .....	114
Elektrische Fensterheber .....	66	Zigarettenanzünder und Stackdosen .....	115
Schiebe-/Ausstelldach .....	70	Ablagen .....	117
		Warm und kalt .....	121
		Komfortklimaautomatik .....	121
		Komfortklimaautomatik - Grundeinstellungen .....	127
		Komfortklimaautomatik - Standheizung und -lüftung .....	128
		Komfortklimaautomatik plus .....	133
		Komfortklimaautomatik plus - Grundeinstellungen .....	140
		Komfortklimaautomatik plus - Standheizung und -lüftung .....	143
		Heckscheibenbeheizung .....	147
		Sitzheizung .....	148
		Solarlüfter/Solardach .....	150
		Fahren .....	151
		Lenkung .....	151
		Zündschloss .....	152
		Motor anlassen und abstellen .....	154
		advanced key .....	156
		Elektromechanische Parkbremse .....	159
		Geschwindigkeits-Regelanlage .....	163
		adaptive cruise control (ACC) .....	166
		Geschwindigkeits- und Abstandsregelanlage .....	166
		Fahrerinformationen .....	173
		Funktionseinschränkungen .....	180
		Automatisches Getriebe .....	183
		tiptronic (6-Gang Automatikgetriebe) .....	183
		multitronic® .....	189
		Audi parking system .....	198
		Einparkhilfesysteme .....	198
		parking system .....	198
		parking system plus .....	199
		parking system advanced .....	202
		Anhängervorrichtung .....	210
		Einstellungen im MMI .....	210
		Besondere Parksituationen .....	213
		Sicherheits Hinweise .....	214
		adaptive air suspension .....	217
		Luftfederung und Dämpfung .....	217
		HomeLink .....	222
		Universal-Funkfernbedienung .....	222

Abbildung 27: Heatmap, Aufgabe 7: „Tageslicht“, Inhaltsverzeichnis Seite 2

„Tageslicht“: Die Hot-Spot-Analyse dieses Tests verdeutlicht einen weit gestreuten Blickverlauf auf der gesamten Seite. Hierbei wurde beinahe jede Textstelle im Inhaltsverzeichnis untersucht. Die grünen und gelben Stellen zeigen, dass in diesen Bereichen weniger Fixationen benötigt wurden. Im stark rot eingefärbten Bereich befindet sich der gesuchte Begriff „Heckscheibenbeheizung“. Dies verdeutlicht, dass dieser Bereich intensiver begutachtet wurde, bis die gesuchte Seite aufgeschlagen werden konnte. Jedoch bedeutet dies auch, dass einige Stellen in der dritten Spalte ebenfalls betrachtet wurden, obwohl sich der Begriff im unteren Bereich der zweiten Spalte befindet.

Eine besondere Auffälligkeit trat im Bereich der Abbildung auf. Die Testpersonen haben der Abbildung keinerlei Aufmerksamkeit geschenkt. Die eingesetzte Abbildung enthält keine Informationen und entspricht keinem Nutzen, welcher zur Lösungsfindung führen könnte.



Inhaltsverzeichnis		3
	<b>Sicherheit</b> .....	229
	Sicher fahren .....	230
	Grundsätzliches .....	230
	Richtige Sitzposition der Insassen .....	232
	Pedalbereich .....	236
	Gaspedale richtig verstellen .....	237
	<b>Sicherheitsgurte</b> .....	239
	Warum Sicherheitsgurte? .....	239
	Einseitige Darstellung eines .....	241
	Unfalls .....	241
	Wie werden Sicherheitsgurte richtig .....	242
	angelegt? .....	242
	Gurtstreifen .....	246
	<b>Airbag-System</b> .....	247
	Beschreibung des Airbag-Systems .....	247
	Front-Airbags .....	249
	Side-Impact-Airbags .....	251
	Kopf-Airbags (Kopflager) .....	253
	Abschalten der Airbags .....	254
	<b>Sicherheit von Kindern</b> .....	257
	Wissenswertes, wenn Sie Kinder .....	257
	befördern .....	257
	Kindersitze .....	260
	Kindersitz befestigen .....	263
	<b>Fahrhinweise</b> .....	269
	Intelligente Technik .....	270
	Elektronisches .....	270
	Stabilitätsprogramm (ESP) .....	270
	Bremsen .....	274
	Servolenkung (servotronic) .....	275
	Allradantrieb (quattro®) .....	276
	Energiemanagement .....	277
	<b>Fahren und Umwelt</b> .....	280
	Einfahren .....	280
	Abgasreinigungsanlagen .....	281
	Fahren ins Ausland .....	282
	Schäden am Fahrzeug vermeiden .....	282
	Wirtschaftlich und umweltbewusst .....	283
	fahren .....	283
	Umweltverträglichkeit .....	285
	<b>Anhängerbetrieb</b> .....	286
	Fahren mit Anhänger .....	286
	Anhängevorrichtung .....	290
	<b>Betriebshinweise</b> .....	297
	Pflegen und reinigen .....	298
	Allgemeines .....	298
	Fahrzeugaufbereitung .....	298
	Fahrzeugaufbereitung .....	304
	<b>Kraftstoff und tanken</b> .....	309
	Benzin .....	309
	Diesel .....	309
	Tanken .....	310
	<b>Prüfen und nachfüllen</b> .....	313
	Motorraumklappe .....	313
	Motorraumübersicht .....	316
	Motoröl .....	318
	Kühlsystem .....	318
	Bremsflüssigkeit .....	321
	Batterie .....	322
	Scheibenwaschanlage .....	326
	<b>Räder und Reifen</b> .....	327
	Räder .....	327
	PAX-System .....	335

Abbildung 28: Heatmap, Aufgabe 7: „geringe Lichtintensität“, Inhaltsverzeichnis Seite 3

„geringe Lichtintensität“: Der Blickverlauf verlief hierbei intensiv in der ersten Spalte, verteilte sich also im Gegensatz zur vorherigen Testsituation fokussierter in einem Bereich. Damit deutet die Blickmessung anhand intensiver Häufung von Fixationen auf eine erschwerte Informationsaufnahme hin. Die stark ausgeprägten roten Hot-Spots in der ersten Spalte der Seite zeigten, dass hauptsächlich das erste Drittel der Seite betrachtet wurde und den weiteren Bereichen keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Außerdem lässt sich ableiten, dass die Teilnehmer zwar länger einzelne Textpassagen betrachteten, jedoch trotz zusätzlicher Belastung die gesuchte Passage fanden, bevor sie in anderen Spalten danach suchten.

### Usability-Fragebogen:

Das subjektive Meinungsbild bezüglich der Belastung und Konzentration während der Aufgabenbearbeitung wurde mittels dieser Frage geprüft:

*Wurde Ihre Konzentration durch die zusätzliche Belastung des lauten Zählens bei der Suche nach dem gesuchten Begriff verringert?*

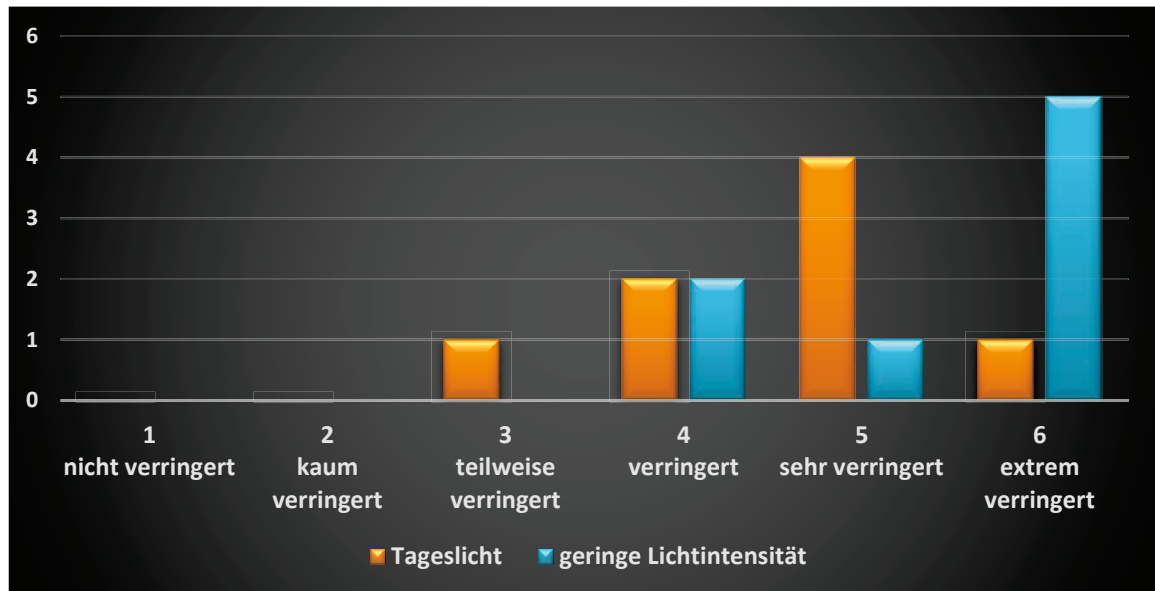


Abbildung 29: Beurteilung des Grades der Konzentrationsschwäche aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 7

Das Diagramm verdeutlicht die Annahme einer verringerten Konzentration bei Ausführung der Aufgabe. Die Einschätzung der Abnahme der Konzentration wurde im Test mit guten Lichtverhältnissen mit „verringert“ evaluiert. In der dunkleren Umgebungssituation wurde die Aufmerksamkeit sogar als „sehr verringert“ bezeichnet. Dies deutet darauf hin, dass der Umgang mit der Bedienungsanleitung bei besseren Lichtverhältnissen bei der subjektiven Wahrnehmung dieser Aufgabe, nur ein dezenter Vorteil in der Testreihe vermerkt wurde.



## 4 Erkenntnisse und Interpretation der Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung

Die methodische Auswertung der einzelnen Designkomponenten der Bedienungsanleitung verdeutlicht, dass die im Voraus erstellte Problemanalyse der Gestaltung einige Defizite als korrekt aufzeigt. Die Prämisse einer schlechteren Lesbarkeit und Wahrnehmung wurde in den Ergebnissen der Usability-Studie angedeutet, jedoch müssen die Teilaspekte der gestalterischen Problemstellungen näher an der Bedienungsanleitung interpretiert werden, um schließlich die Hypothese der Arbeit bestätigen zu können. Um einen anschaulichen Beleg hierfür vorweisen zu können, werden bereits behandelte Aspekte aus dem theoretischen Ansatz herangezogen.

### Farbeinsatz

Aus den Ergebnissen der Usability-Studie konnten einige Erkenntnisse im Hinblick auf den Farbeinsatz gewonnen werden. Das Hauptaugenmerk der Untersuchung lag darin, die Wirkung der eingesetzten Farbelemente je nach Szenario zu beurteilen. Durch den Einsatz der Parameter „Anzahl der Fixationen“ und „Verweildauer“ konnte belegt werden, in welchem zeitlichen Ausmaß und mit welcher Intensität ein Bereich mit bestimmten Farbelementen betrachtet wurde. Dabei fiel auf, dass die drei eingesetzten Symbole der Sicherheits- und Warnhinweise mit den Farben Rot, Hellblau und Gelb in beiden Testsituationen im Vergleich zum grünen Bereich jeweils eine hohe Anzahl von Fixationen und eine geringe Verweildauer aufwiesen. Dies deutet auf einen gut gestalteten Bereich sowie eine schnellere Informationsaufnahme hin. Überdies wurde die Annahme der schlechteren Farberkennung bei geringer Lichtintensität durch den Usability-Fragebogen bestätigt. Die Teilnehmer bewerteten den Farbeinsatz hierbei mit „befriedigend“, im Szenario mit Tageslicht hingegen mit „sehr gut“. Anhand der Video- und Tonaufnahmen des mobilen Eye-Trackers konnte die Auswertung des Fragebogens bestätigt werden, die ergab, dass diese drei Farben von allen Testpersonen in beiden Szenarien aufgezählt wurden und zudem mit Ausnahme einer Person jeweils eine dieser Farben zuerst wahrgenommen wurde. Ein gravierender Unterschied zwischen den Farben Gelb, Rot und Hellblau konnte in beiden Testsituationen nicht gefunden werden. Die Erkenntnisse können als Beleg für vorteilhaft eingesetzte Farbsymbole betrachtet werden, welche die Aufmerksamkeit der Leser auf die wichtigen Textpassagen lenken.

Diese Behauptung kann allerdings für die Farbe Grün nicht bestätigt werden. In diesem Fall bestanden außerdem Diskrepanzen bei den untersuchten Szenarien im Hinblick auf die Lesbarkeit. Zwar fanden sich in beiden Testsituationen eine hohe Anzahl von Fixationen und eine hohe Verweildauer im AOI der grünen Farbe, allerdings wurden im Testlauf mit weniger Licht deutlich höhere Werte aufgezeigt. Auch in den späteren Aufgaben wurde die Farbe Grün von drei Testpersonen nicht wahrgenommen. Aus diesen Gründen wird davon abgeraten, die hier eingesetzte grüne Schriftfarbe für Fließtext und Überschriften zu verwenden, da die Lesbarkeit der Bedienungsanleitung vor allem in dunklen Lichtverhältnissen gestört wird.

Der Einsatz der grünen Farbe erstreckt sich als Registerfarbe von Seite 7 bis Seite 227 und wird als grafische Hervorhebung, Überschrift und in Positionskennzeichen eingesetzt. Daher wurde die grafische Hervorhebung durch grünen Farbeinsatz in Abbildungen untersucht. Dabei fiel auf, dass die eingesetzten Eyetracking-Parameter „Anzahl der Fixationen“ und „Verweildauer“ beim Test mit geringer Lichtintensität höher und somit negativer als bei Tageslicht ausfielen. Die eingesetzte Hot-Spot-Analyse visualisierte im Szenario Tageslicht einen fokussierten Blickverlauf und grenzte somit die Suche der Probanden genau auf den Bereich, in dem die gesuchte Information enthalten war, ein. Im Szenario mit geringer Lichtintensität fielen die Blickverläufe gestreuter aus und befanden sich zum großen Teil nicht im Bereich der visuellen Hervorhebung. Als weiteres Untersuchungsmaterial wurden die subjektiven Meinungsbilder aller Probanden bezüglich einer persönlichen Beurteilung der Aufgabe hinzugezogen. Die Teilnehmer bewerteten das Erkennen der visuellen Hervorhebung, besonders im Test mit niedriger Lichtintensität, negativ. Darüber hinaus bestätigt die Verwechslung der Farbe Grün mit Blau zweier Teilnehmer schlussendlich die als Designelement ungeeignete Farbwahl. Was hingegen positiv angemerkt werden kann, ist der Gebrauch der jeweiligen Registerfarbe als Mittel visueller Bildhervorhebungen, die für einen verständlichen Aufbau sorgen.

### **Kontrastwirkung**

Eine weitere kritische Stelle, die in der empirischen Usability-Studie untersucht wurde, stellte der Einsatz gelber Symbole auf weißen Hintergrund in den Seiten 33 – 36 dar. Die Symbole tauchen sowohl im Fließtext, als auch in einer Tabelle auf. Durch den hier fehlenden „Hell-Dunkel-Kontrast“ entstehen Probleme bei der Erkennbarkeit und Lesbarkeit (vgl. Wäger, 2014).

Die Auswertungen der Usability-Studie bestätigten diesen konzeptionellen Fehler durch angewandte Usability-Methoden. Mittels einer Suchaufgabe wurden hierbei nur die gelben Symbole der Referenzseite untersucht. Von den Probanden wurde die Nennung der Anzahl eingesetzter Symbole gefordert, wobei in der dunkleren Testumgebung längere Bearbeitungszeiten zu einem deutlich schlechteren Ergebnis führten. Darüber hinaus konnte lediglich die Hälfte der Probanden die korrekte Anzahl von 15 Symbolen nennen. Die Darstellung der Blickverläufe mittels Gaze-Plot zeigte, dass die Testpersonen die Lesetechnik des flüchtigen Lesens angewandt haben, um eine schnellere Informationsaufnahme zu erzielen. In beiden Testsituationen konnten viele Regressionen festgestellt werden. Der Blickverlauf erfolgte nicht wie erwartet von oben links nach unten rechts und spaltenweise, sondern unsystematisch durch die ganze Anleitung, was wiederum die hohe Bearbeitungszeit erklärt und auf eine erschwerte Informationsaufnahme der Teilnehmer hindeutet. Die evaluierte subjektive Meinung der Teilnehmer bestätigt die Ergebnisse der Studie. Die Farbe konnte in keiner der beiden getesteten Umgebungen positiv bewertet werden und die Kontrastwirkung wurde als sehr störend beurteilt.

Vor allem fielen die Ergebnisse der Testsituation „geringe Lichtintensität“ sowohl in der Bearbeitungszeit, Blickverlaufsanalyse als auch dem Fragebogen negativer als in der Testreihe „Tageslicht“ aus. Gleichmaßen wurden die Spiegelungen der Lichtquelle als zusätzlicher negativer Einflussfaktor beim Lösen dieser Aufgabe genannt. Die eingeschaltete Leselampe und das Tageslicht von außen reflektierten auf dem gestrichenen Papier, was zusätzlich die Lesbarkeit der gelben Symbole verschlechterte und den weißen Hintergrund von den gelben Symbolen optisch kaum trennbar machte. Demnach ist durch diese Erkenntnisse bewiesen, dass sich der Farbeinsatz vor allem bei schwächeren Lichtverhältnissen negativ auf die Lesbarkeit auswirkte.

### **Text-Bild-Bezug**

Den Annahmen einer Informationsüberladung in Abbildungen (vgl. Zieten, 1992) wurde in der Usability-Studie nachgegangen. Dafür wurden zwei Referenzseiten ausgewählt, auf denen das Bild und der dazugehörige Text auf zwei Seiten aufgeteilt sind. Dabei wurde in der empirischen Studie die Übergangshäufigkeit der wechselnden Blickpunkte zwischen den beiden Seiten ermittelt. Die Auswertung ergab einen Mittelwert von 11,5%, der nach Goldberg und Kovalt (1999) als Maßstab für eine schlecht gestaltete Oberfläche gilt.

Die nächste Auswertung berief sich auf die Empfindungen zum Aufbau dieses Kapitels, und wie die Teilnehmer die gesuchte Textstelle gefunden haben. Diesbezüglich kristallisierte sich durch die Durchschnittsbewertung von „sehr unübersichtlich“ ein deutlich negatives Meinungsbild heraus. Die Testpersonen bemängelten zudem einen chaotischen Aufbau des Text-Bild-Bezugs und den irreführenden Einsatz von Positionskennzeichnungen, Bewegungspfeilen sowie der Überschrift.

Nach Köster (1992) sollten zur besseren Übersichtlichkeit maximal fünf numerische Positionskennzeichen in einer Abbildung eingesetzt werden. Allerdings wurden in der referenzierten Abbildung der Seite 84 sieben Positionskennzeichen, eines davon sogar als Buchstabe, eingesetzt. Weitere Kritik wurde an der Darstellung der Bewegungspfeile geübt. Diese bestimmten die Bewegung der einzelnen Stellungen des Scheibenwischerhebels und verdeutlichten, welche Wirkung ein Ziehen und Bewegen des Hebels hat. Dies wurde von den Probanden in der Situation als unvorteilhaft eingestuft, denn eine Kombination aus Reaktions- und Bewegungspfeilen sollte grundsätzlich vermieden werden, jedoch ist dies hier nicht der Fall. Grundsätzlich sollte bei der Formulierung und Syntax von Texten auf verständliche Begrifflichkeiten geachtet werden. Die Formulierung „Wisch-Wasch-Automatik“ führte zu Verständnisschwierigkeiten bei den Versuchsteilnehmern und beeinflusste in der Usability-Studie das Lösen der Aufgabe. Jedoch wird im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht auf den linguistischen Ansatz, sowie der Textproduktion eingegangen. In der Analyse des Text-Bild-Bezugs war die Unterscheidung der Usability der Printanleitung in den Umgebungsszenarien, wie bereits in der Auswertung erläutert, kein Untersuchungsziel. Eine abschließende Erkenntnis ist ein unausgereifter Einsatz des Text-Bild-Bezugs in der Anleitung. Die genannten Kriterien verdeutlichen den Optimierungsbedarf, um infolgedessen eine bestmögliche Lesbarkeit und Usability bieten zu können.

### **Wirkung von Abbildungen**

Der Einsatz visueller Mittel bietet für eine Lesbarkeits- und Wahrnehmungsforschung einen Grund um Forschungsergebnisse zu ermitteln. Nach Maiwald (2005) erzeugen Abbildungen eine höhere Aufmerksamkeit als reiner Text. Zugleich kann dies allerdings die Lesbarkeit negativ beeinflussen. In der Studie wurden in der ersten Aufgabe mittels Eye-Tracking-Daten die Wirkung und Aufmerksamkeitsverteilung einer Abbildung analysiert.

Im Rahmen der Aufgabenstellung ergab die Auswertung, dass viele Fixationen auf die Abbildung gerichtet wurden, was beim Suchprozess ein Indiz für eine langsame Erreichung des Suchziels ist. Eine lange Verweildauer auf einem Objekt lässt auf ein schlecht gestaltetes Layout schließen. Gleichwohl wurde bei derselben Aufgabenstellung kein Vergleichsobjekt eingesetzt, wodurch keine eindeutige, objektiv gerichtete Aussage bezüglich guten oder schlechten Designs der Abbildung gemacht werden kann.

Aus den Erkenntnissen wissenschaftlicher Abhandlungen, besteht die Annahme des kritisch beurteilten Einsatzes von Abbildungen, was die Größe der Abbildungen betrifft. Die subjektive Meinung der Teilnehmer bezüglich der Bildgröße wurde im Fragebogen (Frage 3.3) abgefragt und in beiden untersuchten Szenarien als „mangelhaft“ bewertet. Die ideale Bildgröße in Bedienungsanleitungen liegt etwa bei 5 cm in der Höhe und 7 cm in der Breite (vgl. Köstler 1992). Nach eigenen Messungen betragen die in der Audi A6 Bedienungsanleitung eingesetzten Abbildungen lediglich 4,2 cm und zum Teil sogar nur 3,2 cm in der Höhe und 5,8 cm in der Breite. Demzufolge bietet dieser Kritikpunkt eine Argumentationsgrundlage und stützt das Wahrnehmungsbild der Teilnehmer. Es empfiehlt sich also, bei der Konzeption die Bildgröße zu erhöhen, um eine bessere Informationsaufnahme, in dunkleren Leseverhältnissen, zu gewährleisten.

### **Typographie**

Bei der eingesetzten Schrift im Untersuchungsobjekt fallen Diskrepanzen zwischen der Norm DIN 87079-1 [10] und der eingesetzten Schriftgröße auf. Demnach gibt die Norm 87079-1 [10] die Empfehlung, Überschriften sowie Warnungen in einer Schriftgröße von 12 Punkt, und reinen Fließtext von 10 Punkt in schwarzer Farbe einzusetzen. Der Beleg der Nichteinhaltung des in der Norm formulierten Inhalts wurde mit Messungen mithilfe eines Typometers getätigt.

Die Messwerte ergeben, dass Überschriften mit einer Schriftstärke von 10 Punkt, Unterüberschriften mit 9 Punkt, der Fließtext mit 6 Punkt und Warnhinweise mit 8 Punkt eingesetzt wurden. Zusätzlich wurden die Überschriften mit den jeweiligen Registerfarben (Grün, Hellgrün, Orange, Gelb, Hellblau) eingefärbt.

Beim Einsatz des Warnhinweises „Achtung!“ fiel auf, dass neben dem Warnhinweis auch der darunterliegende Fließtext gefettet wurde, was nach der Norm für Sicherheits- und Warnhinweise (ANSI Z535.6) nicht empfohlen wird. Der Einsatz der Schriftgröße wurde in der Usability-Studie durch eine Untersuchung zwischen gefettetem und nicht-gefettetem Textesatz näher beleuchtet.

Der Vergleich zwischen den beiden untersuchten Szenarien zeigte, dass der gefettete Textinhalt bei Tageslicht „teilweise anstrengender“ zu lesen war, als nicht gefettete Textpassagen, die im Verlauf anderer Aufgabenstellungen gelesen wurden. Beim Testdurchlauf „geringe Lichtintensität“ fiel die Beurteilung noch negativer aus („anstrengender“).

Diese Punkte belegen, dass der Einsatz von konstant gefetteter Schrift im Fließtext die Lesbarkeit negativ beeinflusst und die Informationsaufnahme anstrengender als nötig gestaltet. Daher sollte der Schriftschnitt fett nur als Hervorhebung eingesetzt werden.

### **Format und Druckverfahren**

Die Bedienungsanleitung des Audi A6 aus dem Jahr 2006 wurde im DIN A5 Querformat veröffentlicht. Dieses Format ist praktisch für die Aufbewahrung der Bedienungsanleitung im Handschuhfach des Fahrzeugs, bietet jedoch weniger gestalterische Fläche, wodurch für die Informationsaufnahme öfter geblättert werden muss. In der Formatauswahl liegt vermutlich der unvorteilhafte Aufbau der Text-Bild-Bezüge, die sich zum Teil auf zwei Seiten befinden, begründet. Auch die Wahl der Schriftgröße könnte so klein gewählt worden sein, weil sonst einige Seiten mehr für die Informationswiedergabe notwendig gewesen wären. Daher spielt die Wahl des Formats bei der Erstellung von Bedienungsanleitungen eine wichtige Rolle für alle folgenden Konzeptionen des Designs und sollte mit Bedacht gewählt werden.

Üblicherweise wird bei Bedienungsanleitungen für eine exakte Darstellung von Sonder- und Sicherheitsfarben das Offsetdruckverfahren genutzt (Galbierz et.al 2014). Die Hersteller der Audi A6 Anleitung nutzten für den Druck die Offsettechnologie. Mittels Fadenzähler konnte durch typische Erkennungsmerkmale des Offsetdrucks, wie scharfe Begrenzungslinien oder die konventionellen Offset-Rosetten, das Druckverfahren bestimmt werden.

### **Stresssimulation**

Anlass dieser Untersuchung war eine Analyse möglich auftretender Stresssituationen während des Gebrauchs der Bedienungsanleitung. Für diesen Zweck sollten das Verhalten und die Aufmerksamkeit bei einer simulierten Stresssituation getestet werden. Die Testpersonen mussten einen ausgewählten Begriff suchen und die passende Seite mit Hilfe des Stichwortverzeichnisses finden.

Die Erkenntnisse der Studien zeigen, dass bei der Suche in der Testreihe mit schlechteren Lichtbedingungen die Blicke der Probanden fixierter auf einzelne Textpassagen waren, als in der Testreihe mit Tageslicht. Es ist allerdings bekannt, dass Fixationsdauern bei Suchaufgaben länger andauern als beim Lesen (Rötting 2001), wodurch die hohen Bearbeitungszeiten zu erklären wären. Einige Probanden benötigten bis zu 90 Sekunden, um den gesuchten Begriff zu finden. Die besonderen Testumstände erschwerten die Konzentration auf die Suche, wie durch die Auswertung der subjektiven Einschätzung der Probanden bestätigt wurde. Die Bewertungen der Konzentration im Test „geringe Lichtintensität“ fielen negativer aus als im Test „Tageslicht“. Der Aufbau des Inhalts- und Stichwortverzeichnisses hat insofern eine relevante Funktionalität, als auch in einer stressbelasteten Situation das Kapitel gefunden werden kann.

Aus den Erkenntnissen dieser Studie wird die immense Wichtigkeit der Bedienfreundlichkeit deutlich. Der Aufbau der Anleitung sollte dementsprechend mit einer vorteilhaften Gestaltung und mit logisch aufgebauten Informationen konzipiert sein. Jedoch fiel diese nach den Erkenntnissen, die in diesem Kapitel ausgeführt wurden, nicht immer optimal aus.

### **Gesamtbeurteilung aller Probanden**

In der letzten Testreihe beurteilten die Testpersonen den Gesamteindruck der Bedienungsanleitung. Dabei wurden Fragen zum Erscheinungsbild des Layouts, Einsatz der Abbildungen, Kontrast, Typographie, Benutzerfreundlichkeit und Lesbarkeit der Anleitung gestellt. Die Beurteilung fand im Schulnotensystem von 1 bis 6 statt. Das Ergebnis der subjektiven Meinungsbefragungen der Probanden befand sich im Durchschnitt zwischen der besten Bewertung von 2,6 (Frage 13 zur Lesbarkeit) bis hin zur schlechtesten Bewertung von 4,4 (Frage 11 zum Kontrasteinsatz). Auch bei den Vergleichsfragen zu den beiden getesteten Szenarien herrschte die einhellige Meinung, dass die bessere Lesbarkeit- und Wahrnehmung von Gestaltungselementen im Tageslicht besteht. Die Antworten zur Frage 21 des Fragebogens: „Glauben Sie, dass beim Erstellen von Bedienungsanleitungen verschiedene Umgebungssituationen wie Tageslicht oder Dämmerung berücksichtigt wurden?“ beantworteten alle Teilnehmer mit „Nein“ und bestätigten mit ihrer Meinung die ausformulierte Interpretation dieser Studie. Der Gesamteindruck spiegelt mit den ermittelten Ergebnissen aus der Usability-Studie und den Ausarbeitungen aus der Theorie einige Problemstellen wider, die die gestellte Hypothese bestätigen.

## **Handlungsempfehlungen**

Zur besseren Übersichtlichkeit werden abschließend die auffallendsten ermittelten Problemstellen dargestellt und eine entsprechende Handlungsempfehlung aufgeführt.

Problemfeld: Farbeinsatz und Kontrastwirkung

- Maßnahme 1: Die Farbe Grün durch eine andere geeignete Farbe ersetzen
- Maßnahme 2: Gelbe Symbole durch dunkleren Farbeinsatz austauschen

Problemfeld: Abbildungen

- Maßnahme 1: Bildgrößen auf 5 cm in der Höhe und 7 cm in der Breite erhöhen
- Maßnahme 2: Maximal fünf numerische Positionskennzeichen einsetzen

Problemfeld: Typographie

- Maßnahme 1: Überschriften von 10 Punkt auf 12 Punkt vergrößern
- Maßnahme 2: Fließtext von 6 Punkt auf 10 Punkt vergrößern
- Maßnahme 3: Schriftschnitt fett nur als Hervorhebung einsetzen



## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit dient zur Untersuchung der Lesbarkeit und Wahrnehmung einer gedruckten Bedienungsanleitung aus der Automobilbranche mittels empirischer Usability-Methoden. Mithilfe der Analyse sollen auffällige gestalterische Problemstellen, welche die Lesbarkeit negativ beeinträchtigen und somit keiner optimalen Usability entsprechen, nachgewiesen werden. Ein zusätzliches Untersuchungsziel bezieht sich auf bestehende Korrelationen beim Verwenden der Bedienungsanleitung in bestimmten Umgebungssituationen. Als Untersuchungsobjekt wurde die Bedienungsanleitung der Audi AG aus dem Jahr 2006 eingesetzt.

Zur Datenerhebung diente die mobile Eye-Tracking-Brille des Unternehmens Tobii Technology, mit deren Hilfe die Blickbewegungen der Testpersonen registriert und evaluiert wurden. Die Auswahl der hierbei eingesetzten Parameter konnte aus Erkenntnissen unterschiedlicher Fachquellen entnommen und auf die eigene Studie angewandt werden. Zur Bekräftigung der Aussagen bestimmter Parameter der erhobenen objektiven Messdaten wurden diese durch die subjektive Wahrnehmung der Probanden ermittelt und durch Usability-Fragebögen gestützt. Zudem wurde die Usability-Studie als Feldbeobachtung im natürlichen Nutzungsumfeld, einem Kraftfahrzeug der Marke Audi, Modell A6, durchgeführt. Mit Einsatz dieser Erhebungsmethoden konnten die relevanten Erkenntnisse zur Belegung der Hypothese erfasst werden.

Auf Basis einzelner impliziter gestalterischer Komponenten einer Bedienungsanleitung, die durch die Normen DIN EN 82079-1 und ANSI Z535.6, sowie den Ideologien des Grafikdesigns definiert sind, wurde das Untersuchungsobjekt analysiert und die erhobenen Daten der empirischen Studie evaluiert. Dadurch konnte schließlich ein Gesamteindruck des Untersuchungsobjekts gewonnen werden. Die Studie belegt durch die Ausführungen des 4. Kapitels „Erkenntnisse und Interpretation der Lesbarkeits- und Wahrnehmungsuntersuchung“ dieser Arbeit, dass gestalterische Problemstellen bestehen und sich die Usability bei der Nutzung einer Bedienungsanleitung in einer Umgebung mit geringerer Lichtintensität verschlechtert.

Somit wird die aufgestellte Hypothese dieser Bachelorarbeit belegt.

Durch die stetige Weiterentwicklung der Eye-Tracking-Parameter und deren Interpretation, kann diese Technologie weiterführend für die Usability von Printprodukten optimiert werden. Zu erwarten ist, dass beispielsweise die Eye-Tracking-Brille des Unternehmens Tobii Technology, in den nächsten Jahren weiterentwickelt wird, wodurch weitere Parameter hinzukommen würden und zudem die Messung optimiert wird. Daraus würde sich eine noch genauere Analyse unterschiedlicher Umgebungssituationen ermöglichen, deren Ergebnisse wiederum in die Gestaltung von gedruckten Bedienungsanleitungen einfließen könnten, wodurch ein Mehrwert im Gebiet der Lesbarkeitsforschung erzielt werden könnte.

Eine Weiterführung meiner Studienergebnisse der Audi A6 Bedienungsanleitung aus dem Jahr 2006 könnte der Vergleich mit einer aktuellen Anleitung vom Fahrzeughersteller Audi sein. Dabei könnte die gestalterische Entwicklung mit den hier ermittelten Erkenntnissen kollationiert werden. Hierdurch könnten potentielle Problemfelder schneller eruiert und folgende Bedienungsanleitungen kontinuierlich verbessert werden.

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AOI</b>	Area of Interest
<b>CMYK</b>	Farbmodus „Cyan-Magenta-Yellow-Key“
<b>DIN</b>	Das Deutsche Institut für Normung e. V.
<b>eciRGB</b>	Farbraum „European Color Initiativ-Rot-Grün-Blau“
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>min</b>	Minute
<b>ms</b>	Millisekunde
<b>Nm</b>	Nanometer
<b>RAL</b>	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
<b>RGB</b>	Farbmodus „Rot-Grün-Blau“
<b>sRGB</b>	Farbraum „Standard-Rot-Grün-Blau“
<b>vgl.</b>	Vergleich

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungsverzeichnis:

<b>Abbildung 1:</b> „Farbkreis von Itten“ (vgl. Korthaus 2015, S. 151) .....	12
<b>Abbildung 2:</b> Vereinfachte Darstellung eines L*a*b-Farbraums mit Darstellungen von einzelnen beispielhaften Farbräumen (vgl. Teschner 2010, S. 351) .....	14
<b>Abbildung 3:</b> ANSI Z535.6 konforme Sicherheits- und Warnhinweise (vgl. Schmeling 2012, 3ff).....	23
<b>Abbildung 4:</b> Komprimiert dargestellte essentielle Schritte des Wahrnehmungsablaufs (vgl. Goldstein, 2015, S. 3).....	26
<b>Abbildung 5:</b> Aufteilung der Rezeptoren im sichtbaren Spektrumsbereich von 380 nm - 720 nm (vgl. Goldstein 2015, S. 203) .....	28
<b>Abbildung 6:</b> Positionierung der Bedienungsanleitung (eigen erstelltes Bildmaterial) .....	48
<b>Abbildung 7:</b> Referenzseite für die Aufgabe 1: „Tageslicht“, Seite 208.....	51
<b>Abbildung 8:</b> Referenzseite für die Aufgabe 1: "geringe Lichtintensität", Seite 90.....	52
<b>Abbildung 9:</b> Anzahl der Fixationen bezogen auf definierte AOIs, Aufgabe 1.....	53
<b>Abbildung 10:</b> Verweildauer (Anhäufung aufeinanderfolgender Fixationen) bezogen auf die definierten AOIs in Sekunden, Aufgabe 1.....	54
<b>Abbildung 11:</b> Erst genannte Farbe aller Probanden, Aufgabe 1: „Tageslicht“ .....	56
<b>Abbildung 12:</b> Erst genannte Farbe aller Probanden, Aufgabe 1: „geringe Lichtintensität“ .....	57
<b>Abbildung 13:</b> Beurteilung des Farbeinsatzes aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 1 .....	58
<b>Abbildung 14:</b> Anzahl der Fixationen bezogen auf definiertes AOI, Aufgabe 3.....	59
<b>Abbildung 15:</b> Verweildauer bezogen auf die definierten AOIs in Sekunden, Aufgabe 3.....	60
<b>Abbildung 16:</b> Heatmap, Aufgabe 3: "Tageslicht", Seite 115.....	61
<b>Abbildung 17:</b> Heatmap, Aufgabe 3: "geringe Lichtintensität", Seite 117.....	61
<b>Abbildung 18:</b> Beurteilung des Farbeinsatzes aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 3.....	62
<b>Abbildung 19:</b> Blickverlauf, dargestellt mit Gaze-Plot der Aufgabe 2: "Tageslicht", Seite 34.....	65
<b>Abbildung 20:</b> Blickverlauf dargestellt mit Gaze-Plot der Aufgabe 2: "geringe Lichtintensität", Seite 36 .....	66
<b>Abbildung 21:</b> Beurteilung der Wahrnehmung der gelben Symbole aller Probanden Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 2 .....	67
<b>Abbildung 22:</b> Beurteilung der Kontrasteinwirkung aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 2 .....	68
<b>Abbildung 23:</b> Referenzseite für die Aufgabe 5, Seite 84 .....	69

<b>Abbildung 24:</b> Referenzseite für die Aufgabe 5, Seite 85 .....	70
<b>Abbildung 25:</b> Beurteilung der Übersichtlichkeit des Text-Bild-Bezugs aller Probanden, Aufgabe 5.....	72
<b>Abbildung 26:</b> Beurteilung der fettgedruckten Schrift aller Probanden im Vergleich beider Umgebungssituationen, Aufgabe 6 .....	73
<b>Abbildung 27:</b> Heatmap, Aufgabe 7: „Tageslicht“, Inhaltsverzeichnis Seite 2.....	76
<b>Abbildung 28:</b> Heatmap, Aufgabe 7: „geringe Lichtintensität“, Inhaltsverzeichnis Seite 3 .....	77
<b>Abbildung 29:</b> Beurteilung des Grades der Konzentrationsschwäche aller Probanden in Abhängigkeit der Umgebungsumstände, Aufgabe 7.....	78
<b>Abbildung 30:</b> eingeteilte AOIs der ersten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 208 .....	99
<b>Abbildung 31:</b> eingeteilte AOIs der ersten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 208 .....	99
<b>Abbildung 32:</b> Referenzseite der dritten Aufgabe: "Tageslicht", Seite 115 .....	100
<b>Abbildung 33:</b> Referenzseite der dritten Aufgabe: "geringe Lichtintensität", Seite 117 .....	100
<b>Abbildung 34:</b> eingeteilte AOIs der dritten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 115 .....	101
<b>Abbildung 35:</b> eingeteilte AOIs der dritten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 117 .....	101
<b>Abbildung 36:</b> Referenzseite der zweiten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 34 .....	102
<b>Abbildung 37:</b> Referenzseite der zweiten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 36 .....	102
<b>Abbildung 38:</b> Referenzseite der sechsten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 262.....	103
<b>Abbildung 39:</b> Referenzseite (1/2) der sechsten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 21 .....	103
<b>Abbildung 40:</b> Referenzseite (2/2) der sechsten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 22 .....	104

Tabellenverzeichnis:

<b>Tabelle 1:</b> Relationen zwischen Sicherheitsfarbe und Bildfarbe (vgl. Heuer-James et al. 2014, S. 76) .....	24
<b>Tabelle 2:</b> „Fixationsdauer und Sakkadenlänge beim Lesen, bei Szenenwahrnehmungen und visuellen Suchprozessen“ (Feuß 2013, S. 34) .....	33
<b>Tabelle 3:</b> Beispiele der zeitbezogenen, ortsbezogenen und Häufigkeits-Parameter (vgl. Goldberg & Kovalt 1999, zitiert in Rötting 2001, S. 141).....	35
<b>Tabelle 4:</b> Reihenfolge der abzufahrenden Neun-Punkt-Kalibrierung.....	47
<b>Tabelle 5:</b> Anzahl der genannten Farben, Aufgabe 1: "Tageslicht" .....	55
<b>Tabelle 6:</b> Bearbeitungszeit und Median im Vergleich beider Umgebungssituationen, Aufgabe 2 .....	64
<b>Tabelle 7:</b> Summe der richtig genannten Anzahl vorhandener Symbole auf den Referenzseiten beider Umgebungssituationen.....	66
<b>Tabelle 8:</b> Übergangshäufigkeit, Summe und Median, Aufgabe 5.....	71
<b>Tabelle 9:</b> Bearbeitungszeit und Median im Vergleich beider Umgebungssituationen, Aufgabe 7 .....	75

## Literaturverzeichnis

- Ansorge U.; Leder H.** (2011): Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, Basiswissen Psychologie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Audi AG** (2006): A6 Bedienungsanleitung, deutsch 5.06 (271.561.4F2.00), Ingolstadt.
- Ballstaedt S.P.** (1997): Wissensvermittlung: Die Gestaltung von Lernmaterial. Weinheim: Beltz Psychologie-Verlag.-Union.
- Bartl-Pokorny K.D.; Pokorny F.; Bölte S.; Langmann A.; Falck-Ytter T.; Wollin T.; Einspieler C.; Sigafos J.; Marschik P.B.** (2013): Eye-Tracking: Anwendung in Grundlagenforschung und klinischer Praxis.  
**URL:** <[https://www.thieme.de/statics/bilder/thieme/final/de/bilder/tw\\_neurologie/Eye\\_tracking.pdf](https://www.thieme.de/statics/bilder/thieme/final/de/bilder/tw_neurologie/Eye_tracking.pdf)> (zuletzt geprüft am 02.01.2016).
- Böcker M.; Schneider M.** (2013): Markterfolg durch benutzergerechte Gestaltung. Erfolgsfaktor "Usability" für Konsum- und Investitionsgüter. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e. V.** (2000), Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze (EN ISO 9241-11:1998). Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e. V.** (2012): DIN EN 82079-1 - Erstellen von Gebrauchsanleitungen. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Drewer P.; Ziegler W.** (2010): Technische Dokumentation, Eine Einführung in die übersetzungsgerechte Texterstellung und in das Content-Management. Würzburg: Verlag Heinrich Vogel.
- Feuß S.** (2013): Auf den ersten Blick, Wie Medieninhalte wahrgenommen und rezipiert werden. Leipzig: Springer VS.
- Galbierz M.; Pichler W.; Schneider S.; Tillmann M.** (2014): Gebrauchsanleitungen nach DIN EN 82079-1. Deutsches Institut für Normung. Berlin: Beuth Verlag GmbH
- Gegenfurtner K.R.** (2015): Farbwahrnehmung. Gießen: Justus-Liebig-Universität Gießen. **URL:** <<http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html>> (zuletzt geprüft am 31.12.2015).
- Goldstein E. B.** (2015): Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs. Berlin: Springer Verlag.
- Gräßer P.** (2012): Blickinteraktion. Anwendungsgebiete von Eyetracking.  
**URL:** <<http://blickinteraktion.pgraesser.de/?p=65>> (zuletzt geprüft am 27.12.2015).
- Greif S.; Bamberg E.; Semmer N.** (1991): Psychischer Streß am Arbeitsplatz. Göttingen: Hogrefe.

**Heinsen S.; Vogt P.** (2003): Usability praktisch umsetzen. Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkt. München: Hanser Verlag.

**Hennig J.; Tjarks-Sobhani M.** (2013): tekomp-Schriften zur technischen Kommunikation, Zielgruppen für Technische Kommunikation. Lübeck: Verlag Schmidt-Römheld

**Heuer-James J.U.; Schmeling R.; Schulz M.**(2014): tekomp Leitfaden Sicherheits- und Warnhinweise. Stuttgart: tekomp Deutschland.

**Korthaus C.** (2015): Grundkurs Grafik und Gestaltung. Für Ausbildung und Praxis. Bonn: Rheinwerk Verlag.

**Kösler B.** (1992): Gebrauchsanleitungen richtig und sicher gestalten. Wiesbaden: Forkel Verlag.

**Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)** (2014): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Herstellern und Handelsnamen.  
**URL:** <[http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2014/fz2\\_2014\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2014/fz2_2014_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3)> (zuletzt geprüft am 18.12.2015).

**Kusterka W.** (2012): Colormangement in der Farbproduktion. Medientechnologie Druckvorstufe und Druck. Konstanz: Verlag Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

**Maiwald K.** (2005): Wahrnehmung - Sprache – Beobachtung, Eine Deutschdidaktik bilddominierter Medienangebote. München: kopaed.  
**URL:** <[http://www.kopaed.de/kopaedshop/index.php?PRODUCT\\_ID=426](http://www.kopaed.de/kopaedshop/index.php?PRODUCT_ID=426)>.

**Piehl J.** (2002): Gebrauchsanleitungen optimal gestalten. Über sinnvolle und verständliche Gestaltung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

**Portal der Augenmedizin** (2011): Farbenfehlsichtigkeit/Farbenblindheit.  
**URL:** <<http://www.portal-der-augenmedizin.de/augenkrankheiten/farbenblindheit/farbenfehlsichtigkeit-farbenblindheit.html>> (zuletzt geprüft am 29.12.2015).

**Rayner K.; Pollatsek A.** (1992): Eye Movements and Scene Perception. In: Canadian Journal of Psychology. Psychology of reading. Vol. 46, No. 2. S. 342-376 2

**Robinson F. P.** (1961): Effective Study. New York: Harper and Brothers.

**Rötting M.** (2001): Parametersystematik der Augen- und Blickbewegungen für arbeitswissenschaftliche Untersuchungen. Aachen: Shaker

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

**Schäfer A.** (2015): Meins kann mehr! Die Bedienungsanleitung als Instrument zur Nutzung unbekannter Funktionen. München: Hochschule München.



**Schmeling R.** (2012): Neue ANSI Z535 – vom vernünftigen Umgang mit Sicherheitshinweisen.

**URL:** <[http://tagungen.tekom.de/fileadmin/tx\\_doccon/slides/235\\_Neue\\_ANSI\\_Z535\\_vom\\_vern\\_nftigen\\_Umgang\\_mit\\_Sicherheitshinweisen.pdf](http://tagungen.tekom.de/fileadmin/tx_doccon/slides/235_Neue_ANSI_Z535_vom_vern_nftigen_Umgang_mit_Sicherheitshinweisen.pdf)> (zuletzt geprüft am 29.01.2015).

**Schneider A.** (2015): Mathebibel.

**URL:** <http://www.mathebibel.de/median> (zuletzt geprüft am 10.02.2015).

**Scholz C.; Müller S.** (2012): Mitarbeiterbefragung. Aktuelle Trends und hilfreiche Tipps. München und Mering: Rainer Hamp Verlag.

**Schuhmacher J.** (2015): Controlling 21.

**URL:** <<http://www.controlling21.de/ergonomie/theorie/farben/farb-gestaltung.htm>> (zuletzt geprüft am 08.01.2015).

**Stickel-Wolf C.; Wolf J.** (2009): Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren - gewusst wie. Wiesbaden: Gabler GWV Fachverlage GmbH.

**Stork S.** (2003): Blickbewegungen und die Lokalisation von stationären und bewegten Reizen. Berlin: Logos Berlin.

**Teschner H.** (2010): Druck- und Medientechnik. Informationen gestalten, produzieren, verarbeiten. Konstanz: Verlag Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

**Wäger M.** (2014): Grafik und Gestaltung. Das umfassende Handbuch. Bonn: Galileo Design.

**Zieten W.** (1990): Gebrauchs- und Betriebsanleitungen. Direkt, wirksam, einfach und einleuchtend. Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie.

## Anhang

### A) Aufgaben für den Usability-Test

#### Umgebungssituation „Tageslicht“

1. Schlagen Sie bitte die Seite 208 auf und nennen Sie alle Farben die Sie erkennen können.
2. Zählen Sie bitte alle gelben Symbole auf der Seite 34 durch und nennen Sie anschließend Ihr Ergebnis.
3. Nennen Sie bitte alle Farben, die Sie im Kapitel „Aschenbecher“ in der Abbildung 115 erkennen.
4. Nennen Sie bitte auf Seite 219, in der Abbildung 222 den Begriff welcher Ihrer Meinung nach hervorgehoben wird.  
> Beschreiben Sie bitte den systematisch den vollständigen Inhalt auf der Seite 219 in der Abbildung 223.
5. Ihre Frontscheibe verschmutzt während der Fahrt und Sie wollen diese reinigen. Finden Sie mit Hilfe der Bedienungsanleitung heraus, wie Sie diesen Vorgang durchführen können. Sobald Sie die passende Stelle in der Bedienungsanleitung gefunden haben, deuten Sie bitte auf die Stelle.  
> Führen Sie eine Reinigung der Frontscheiben durch.
6. Sie möchten einen Kindersitz in Ihr Auto installieren. Finden Sie heraus, in welcher Gruppe sich der geeignete Kindersitz befindet, hinsichtlich der Annahme, dass Ihr Kind 20 kg wiegt.  
> Daraufhin lesen Sie bitte das gesamte dazugehörige Kapitel laut vor
7. Suchen Sie bitte im Inhaltsverzeichnis nach „Heckscheibenbeheizung“ und schlagen Sie die richtige Seite auf. Währenddessen zählen Sie bitte laut von 40 abwärts.  
> Lesen Sie bitte die Bildunterschriften der Abbildungen 154 und 155 laut vor.

**Umgebungssituation „geringe Lichtintensität“**

1. Schlagen Sie bitte die Seite 90 auf und nennen Sie alle Farben die Sie erkennen können.
2. Zählen Sie bitte alle gelben Symbole auf der Seite 36 durch und nennen Sie anschließend Ihr Ergebnis.
3. Nennen Sie bitte alle Farben, die Sie im Kapitel „Handschuhfach“ in der Abbildung 117 erkennen.
4. Nennen Sie bitte auf Seite 179, in der Abbildung 181 den Begriff welcher Ihrer Meinung nach hervorgehoben wird.  
> Beschreiben Sie bitte den systematisch den vollständigen Inhalt auf der Seite 179 in der Abbildung 181.
5. Sie wollen das Fernlicht einschalten. Finden Sie mit Hilfe der Bedienungsanleitung heraus, wie Sie diesen Vorgang durchführen können. Sobald Sie die passende Stelle in der Bedienungsanleitung gefunden haben, schalten Sie das Fernlicht drei Sekunden an und wieder aus.
6. Finden Sie bitte heraus welches Problem auftritt, wenn eine Kontrollleuchte mit rotem Ausrufezeichen im Display angezeigt wird.  
> Lesen Sie das gesamte Kapitel laut vor.
7. Suchen Sie bitte im Inhaltsverzeichnis nach „Front Airbags“ und schlagen Sie die richtige Seite auf. Währenddessen zählen Sie bitte laut von 40 abwärts.  
> Lesen Sie bitte die Bildunterschriften der Abbildungen 243 und 244 laut vor.

## B) Termineinteilung der Probanden für den Usability-Test

	Test 1 Team A: „geringe Lichtintensität“	Test 2 Team A: „Ta- geslicht“	Test 3 Team B: „Ta- geslicht“	Test 4 Team B: „geringe Lichtintensität“
Team A	Uhrzeit	Uhrzeit		
Person 1	09:00 – 10:00	10:00 – 11:00		
Person 2	11:00 – 12:00	11:30 – 12:30		
Person 3	13:00 – 14:00	13:00 – 14:00		
Person 4	15:30 – 16:30	14:00 – 15:30		
Person 5	17:30 – 18:30	15:45 – 16:45		
Team B			Uhrzeit	Uhrzeit
Person 6			09:30 – 10:30	08:00 – 09:00
Person 7			11:00 – 12:00	12:00 – 13:00
Person 8			12:30 – 13:30	14:00 – 15:00
Person 9			14:00 – 15:00	17:00 – 18:00
Person 10			15:30 – 16:30	18:30 – 19:30

### C) AOs und Referenzseiten aus gestellten Aufgaben

#### 1.) AOs der ersten Aufgabe:

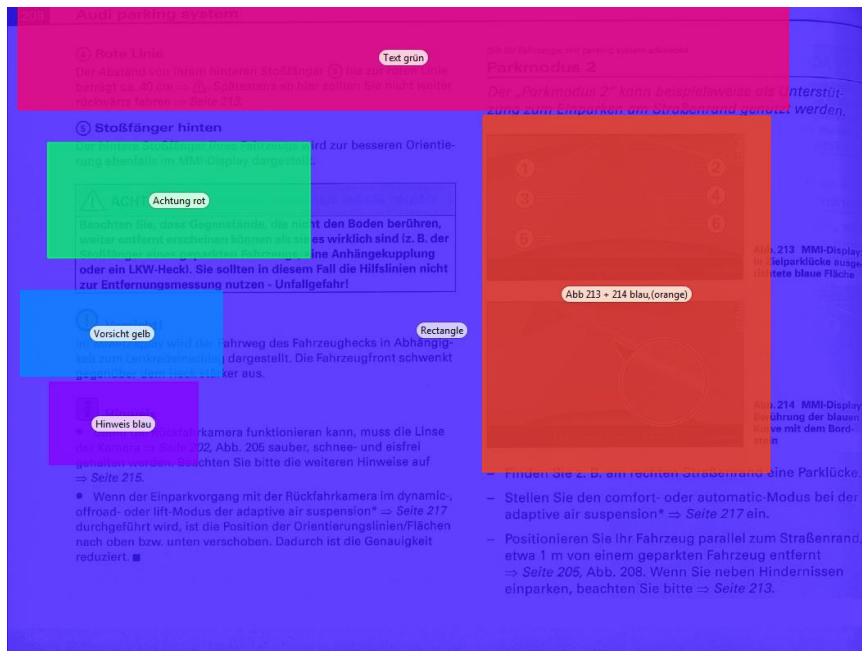


Abbildung 30: eingeteilte AOs der ersten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 208

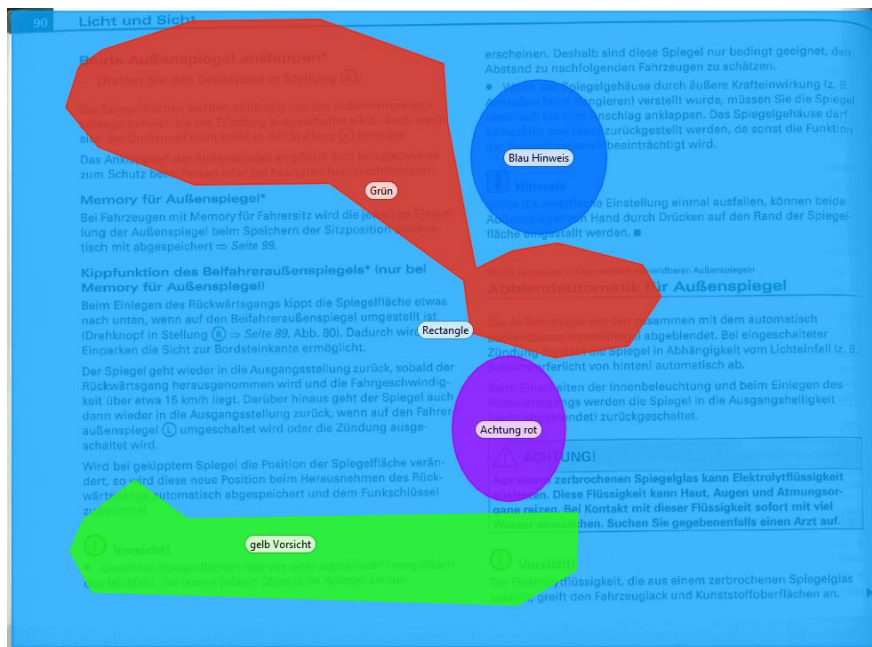


Abbildung 31: eingeteilte AOs der ersten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 208

## 2.) Referenzseiten der dritten Aufgabe

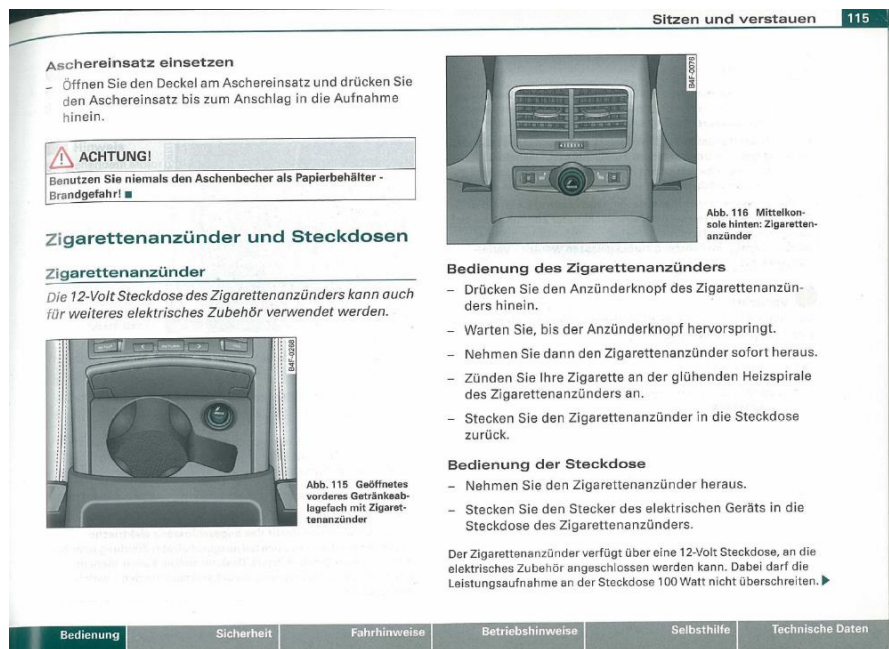


Abbildung 32: Referenzseite der dritten Aufgabe: "Tageslicht", Seite 115

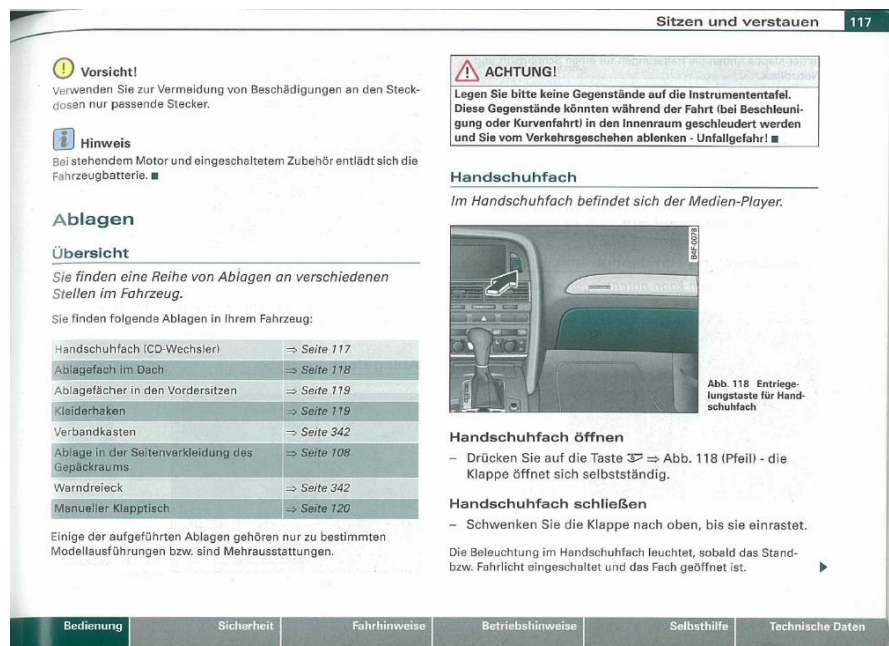


Abbildung 33: Referenzseite der dritten Aufgabe: "geringe Lichtintensität", Seite 117

### 3.) AOIs der dritten Aufgabe

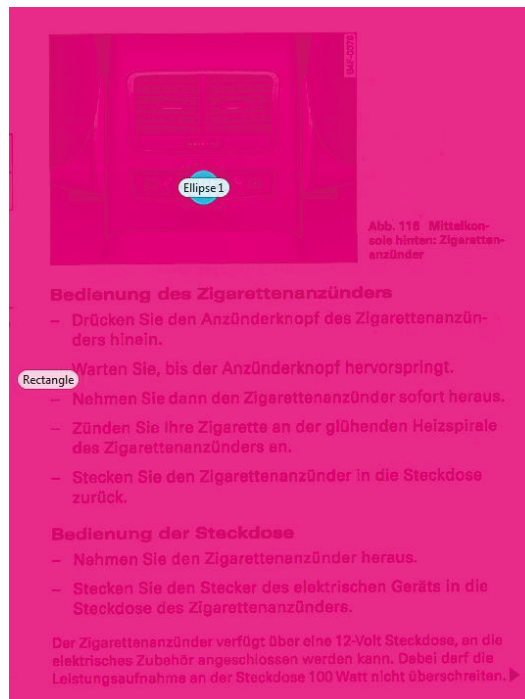


Abbildung 34: eingeteilte AOIs der dritten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 115

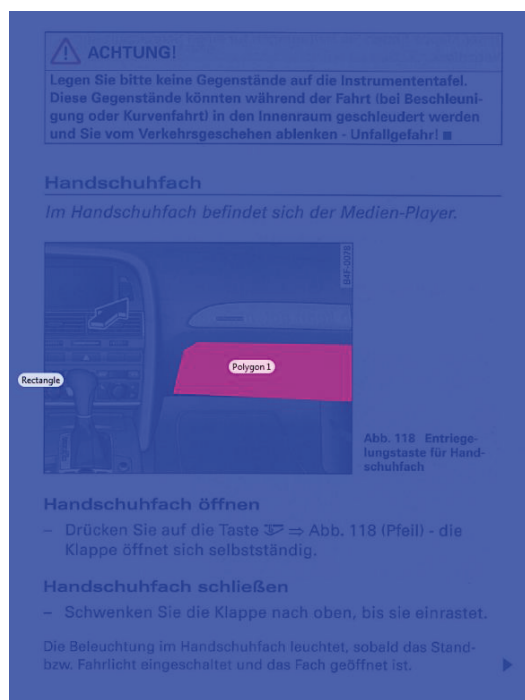


Abbildung 35: eingeteilte AOIs der dritten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 117



## 4.) Referenzseiten der zweiten Aufgabe

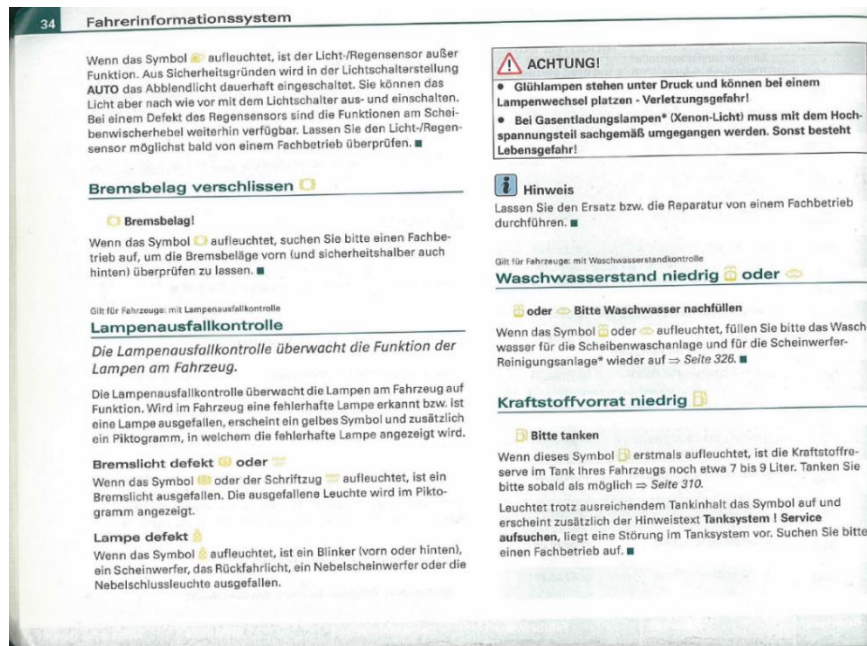


Abbildung 36: Referenzseite der zweiten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 34

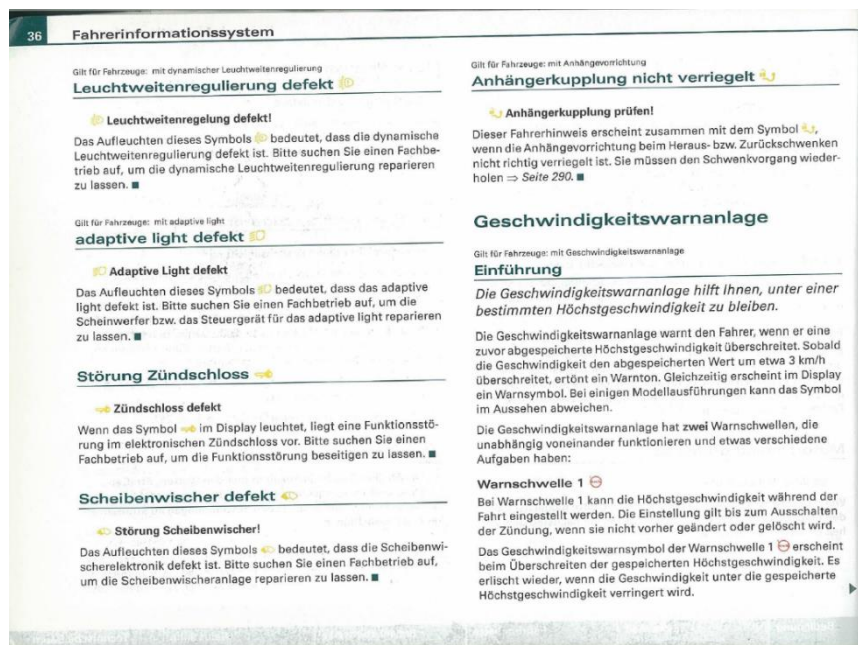


Abbildung 37: Referenzseite der zweiten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 36



## 5.) Referenzseiten der sechsten Aufgabe

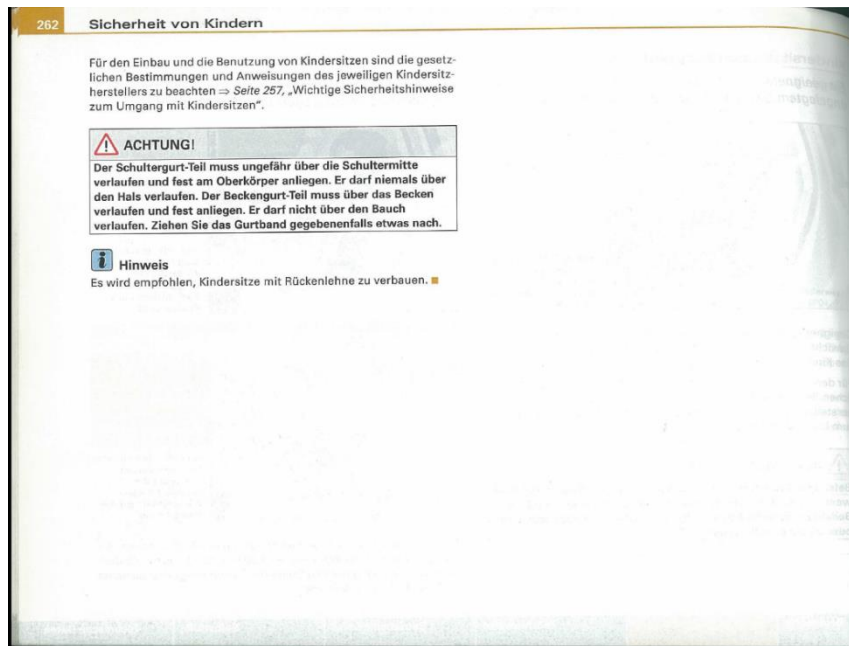


Abbildung 38: Referenzseite der sechsten Aufgabe, "Tageslicht", Seite 262

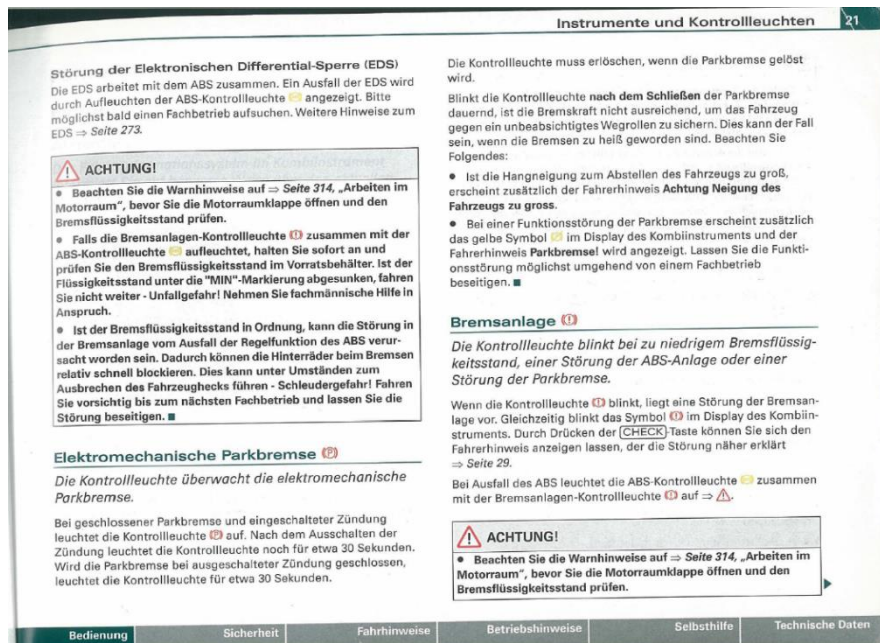


Abbildung 39: Referenzseite (1/2) der sechsten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 21

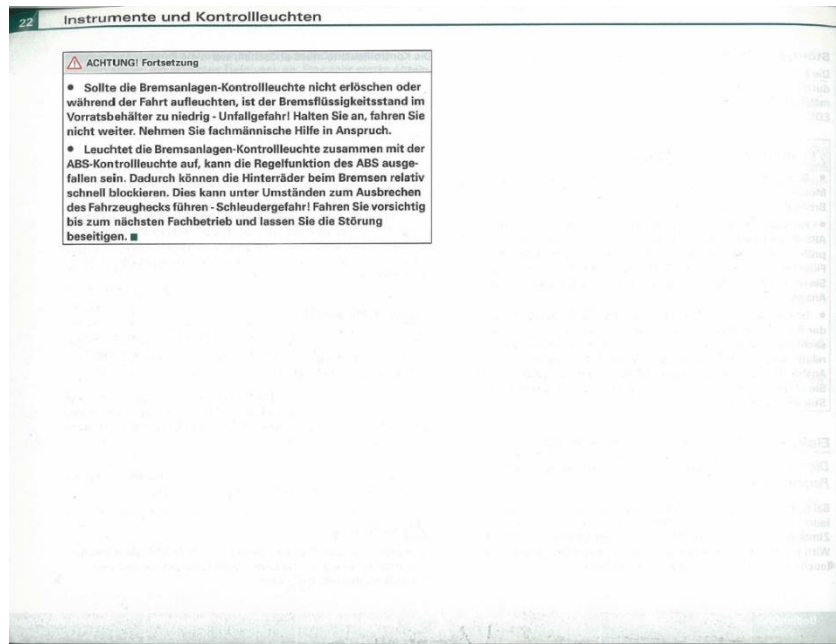


Abbildung 40: Referenzseite (2/2) der sechsten Aufgabe, "geringe Lichtintensität", Seite 22

## D) weitere Anhänge

Auf der beiliegenden CD befinden sich die vier eingesetzten Fragebögen zur Auswertung der subjektiven Wahrnehmungsempfindung, sowie die Bachelorarbeit in digitaler Form.