



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Der Einfluss eines überraschenden Farbwechsels
auf Reaktionszeit, Augenfixation und visuelle
Suchstrategie zum Zielreiz

Verfasserin

Martina Gasparova

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2013

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Mag. Dr. Isabella Fuchs-Leitner

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meiner Betreuerin Dr. Isabella Fuchs-Leitner einen großen Dank aussprechen. Sie hat mich in allen Phasen dieser Diplomarbeit auf sehr kompetente und freundliche Art unterstützt. Es war mir ein Vergnügen, bei ihr meine Diplomarbeit schreiben zu dürfen.

Ein herzlicher Dank geht auch an meine liebe Studienkollegin Hanna Weichselbaum, die sich immer Zeit genommen hat, um mir verschiedene Teile dieser Diplomarbeit Korrektur zu lesen.

Ein Dankeschön gebührt auch meinem Bruder Simon für seine Hilfe beim Erstellen der Graphiken sowie beim Formatieren dieser Arbeit.

Mein allergrößtes persönliches Dankeschön gebührt meinen Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht und mich bei allen meinen Hochs und Tiefs in diesem Studium stets unterstützt haben.

*gewidmet meiner Mutter
venované mojej mame*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	8
Abstract.....	10
1 Einleitung.....	12
2 Theoretische Grundlagen.....	13
2. 1 Visuelle Aufmerksamkeit	13
2.1.1 Top-down- vs. bottom-up-gesteuerte Aufmerksamkeit.....	13
2.1.1.1 Top-down-Prozesse	14
2.1.1.2 Bottom-up-Prozesse.....	14
2.1.2 Offene vs. verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerung.....	16
2.2 Theorien der visuellen Suche.....	16
2.3 Überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung	18
2.3.1 Überraschung	18
2.3.2 Erkenntnisse aus Studien	18
2.3.3 Alternative Erklärungen der überraschungsinduzierten Aufmerksamkeit.....	22
2.3.3.1 Singleton-gesteuerte Aufmerksamkeitslenkung	22
2.3.3.2 Absichtsabhängige Aufmerksamkeitslenkung.....	24
2.3.3.3 Intertrial-Priming	24
3 Ziel der vorliegenden Studie	28
3.1 Hypothesen	31
4 Untersuchungsmethode	32
4.1 Stichprobe	32
4.2 Reizmaterial	32
4.3 Instrumente und Messgeräte	33
4.4 Ablauf	33
5 Ergebnisse.....	35
5.1 Reaktionszeiten.....	36
5.2 Augenfixationen.....	39
5.2.1 Fixationsdauer.....	39
5.2.2 Fixationsanzahl	42
6 Diskussion	48
7 Schlussfolgerung	52
Literaturverzeichnis	53
Abbildungsverzeichnis.....	56
Curriculum Vitae	57

*Stets findet Überraschung statt.
Da, wo man's nicht erwartet hat.*

Wilhelm Busch, aus: Hernach (1908)

In dieser Diplomarbeit wird aus Gründen der leichteren Lesbarkeit nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich mit eingeschlossen.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Überraschung-Aufmerksamkeits-Hypothese zu prüfen. Diese besagt, dass Ereignisse, die von Erwartungen abweichen und erwartungsdiskrepanz sind, Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Dies allerdings nur dann, wenn der unerwartete Reiz ohne Vorankündigung zum ersten Mal erscheint. Dass der erwartungsdiskrepanz Reiz Aufmerksamkeit auf sich zieht, zeigt sich bei einer visuellen Suchaufgabe in verlängerten Reaktionszeiten bis der Zielreiz gefunden wird. In dieser Diplomarbeitsstudie sollen die Teilnehmer den Zielreiz unter ablenkenden Reizen ausfindig machen, ihn mit ihren Augen fixieren und dessen Position mittels entsprechenden Antworttasten angeben. Die Überraschung wird durch einen unerwarteten Farbwechsel des Ziel- und Ablenkreizes induziert. Vor dem Farbwechsel wird der Zielreiz als ein Farbsingleton präsentiert, das seine Farbe nicht ändert. Somit wird die Erwartung bezüglich der konstanten Farbe des Zielreizes aufgebaut, die im sogenannten kritischen Überraschungsdurchgang durch die unerwartete Farbänderung des Zielreizes verletzt wird. Als Maß für den induzierten Überraschungseffekt dienen in dieser Diplomarbeitsstudie zusätzlich zu den Reaktionszeiten auch Augenfixationen. Erwartet wurden höhere Reaktionszeiten bis zur Positionsangabe des Zielreizes und längeres Fixieren des Ablenkreizes. Die Reaktionszeiten im kritischen Überraschungsdurchgang sollten im zweiten Farbwechsel kürzer sein als im ersten Farbwechsel. Da durch eine weitere Darbietung des Farbwechsels die Erwartungsdiskrepanz bezüglich der konstanten Farbe des Zielreizes deutlich kleiner wird, wird nicht von einer überraschungsinduzierten Aufmerksamkeitslenkung ausgegangen. Ebenso war von Interesse, ob die Teilnehmer ihre Suchstrategie nach dem Zielreiz bezüglich seiner Form oder Farbe orientieren und die gewählte Suchstrategie auch nach dem ersten Farbwechsel beibehalten oder ändern. Als objektives Maß dafür wurde die Reizanzahl im Display variiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Reaktionszeiten im kritischen Überraschungsdurchgang länger waren als in Durchgängen vor dem Farbwechsel. Bei zweitem Farbwechsel unterschieden sich die Reaktionszeiten nicht signifikant voneinander. Das Fixieren des Ablenkreizes, der im kritischen Durchgang die Farbe des Zielreizes annahm, war länger und häufiger als dies in Durchgängen vor und nach dem Farbwechsel. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in dieser Diplomarbeitsstudie durch den ersten unerwarteten Farbwechsel des Ziel- und Ablenkreizes eine Überraschung induziert wurde. Die Suchstrategie änderte sich nach

dem Farbwechsel, indem sowohl nach der Form als auch Farbe gesucht wurde, was sich in längeren Reaktionszeiten zeigte. In der Diskussion werden genauer die Suchstrategien der Teilnehmer vor und nach dem ersten Farbwechsel erläutert.

Abstract

The goal of this thesis is to examine the surprise-attention-hypothesis. This hypothesis states that events which differ from expectations draw attention to themselves. This, however, only happens when the unexpected stimulus appears for the first time without prior notice. The fact that the stimulus which differs from expectation attracts attention, is reflected in a visual search task in prolonged reaction times to locate the target stimulus. In this thesis the participants should locate the target stimulus under distracting stimuli, fixing it with their eyes and specify its position by means of the corresponding answer keys. The surprise is induced by an unexpected colour change of the target and distracting stimuli. The target stimulus is presented as a colour singleton that does not change its colour. Thus, the expectation is generated with respect to the constant colour of the target stimulus, which is cancelled by the unexpected colour change of the target stimulus in the so-called critical surprise passage. In this thesis there are eye movements used in addition to the response times as a measure of the induced effect of surprise. It was expected that there would be longer reaction times of fixing the distracting stimulus and positioning the target stimulus. The reaction times in the critical surprise passage should be shorter in the second than in the first colour change. Because of the following colour change the expectation discrepancy was smaller concerning the constant colour of the target stimulus and so we could not assume an induced attentional surprise. Another point of interest was whether the participants kept or changed their search strategy after the first colour change and whether they looked for a characteristic shape or colour of the stimulus. As an objective measure was the varying number of the stimuli. The results showed that the reaction times in the critical passage were longer than in passageways before the colour change. During the second colour change the response times did not significantly differ from each other. The fixing of the distracting stimulus which took the colour of the target stimulus in the critical passage was longer and more frequently than before and after colour change. In this thesis, the results indicate that a surprise was induced by the first unexpected colour change of the target and distracting stimuli. The search strategy changed after the colour change, which was sought according to both the form and colour and that, was reflected in longer response times. The search strategies of the participants before and after colour change will be more precisely explained in the discussion.

1 Einleitung

Nach Ekman und Friesen (1971) stellt die Überraschung eine der sieben Basisemotionen dar. Es handelt sich um eine der universellen Emotionen: Angst, Ärger, Ekel, Freude, Trauer, Verachtung und Überraschung. Jede dieser Emotionen hat einen eigenen spezifischen mimischen Gesichtsausdruck, der interkulturell von anderen Menschen erkannt wird (Ekman & Friesen, 1971).

Schon Darwin (1875/1965) beschreibt, wie Überraschung in der Mimik und ferner auch in der Gestik und Vokalisation ausgedrückt wird. Dabei sagt er, je weiter der Mund und die Augen geöffnet sind, desto intensiver wird die Überraschung für die Person erlebt. Diese zwei Anzeichen stellen für Darwin das Ausmaß der erlebten Überraschung dar.

In dieser Diplomarbeitsstudie wird die Überraschung im Sinne einer Aufmerksamkeitslenkung auf ein überraschendes Ereignis, hier durch einen überraschenden Farbwechsel der Reize hervorgerufen, experimentell untersucht. Die sogenannte überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung bekam ihre erste experimentelle Untersuchung bei Meyer, Niepel, Rudolph und Schützwohl (1991). Hier dienten als Hinweis der erlebten Überraschung längere Reaktionszeiten beim Lösen einer einfachen visuellen Suchaufgabe, das Zuwenden der Aufmerksamkeit auf den überraschenden Reiz und schließlich auch das subjektive Erleben auf die Überraschung.

In der vorliegenden Studie wird die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung (engl. *surprise capture*) nach Horstmann (2002, 2005) untersucht. Anhand eines visuellen Suchparadigmas mit Buchstaben als Reizen soll die Position des Zielbuchstabens mittels Tastendruck angegeben werden. Die Überraschung wird durch einen unerwarteten Farbwechsel des Ziel- und Ablenkbuchstabens hervorgerufen. Dieser Zielbuchstabe wird über mehrere Durchgänge konstant in einer Farbe dargeboten, bis er im sogenannten kritischen Durchgang seine Farbe wechselt und die Farbe des Ablenkbuchstabens annimmt. Dadurch wird die aufgebaute Erwartung bezüglich der Farbe des Zielbuchstabens verletzt, was sich in Lenkung der Aufmerksamkeit auf den überraschenden, folglich aber für die Suchaufgabe irrelevanten Reiz (Ablenkreiz) zeigt. Der induzierte Überraschungseffekt wird anhand von Reaktionszeiten bis zur Betätigung der Antworttaste und anhand der Augenfixationen auf den Ziel- und Ablenkbuchstaben erfasst.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Visuelle Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit spielt im alltäglichen Leben eines Menschen eine wichtige Rolle. Während man in einem Supermarket Tomaten in den Einkaufswagen gibt, unterbricht seine Aufmerksamkeit ein fallender Apfel aus dem Obstregal. Oder beim Fernsehen, während man gleichzeitig auch noch bügelt. Oder beim Fußballspielen, wenn man dem Ball folgt und dabei die Gegenspieler im Auge behält. Dies sind einige Beispiele dafür, dass man sich ablenkt, auf etwas konzentriert oder mehrere Objekte gleichzeitig betrachtet. Das alles unterliegt irgendeiner Form der Aufmerksamkeit. Wie kann man jedoch Aufmerksamkeit allgemein definieren? Eine einheitliche Definition von Aufmerksamkeit gibt es zwar nicht, aber bereits im Jahr 1950 postulierte James, dass Objekte unsere Aufmerksamkeit deswegen anziehen, weil sie uns interessant erscheinen. Er definiert Aufmerksamkeit folgendermaßen:

Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others (James, 1950, S. 403 - 404).

In unserer Umgebung werden wir von vielen Reizen überflutet, die nicht alle gleichzeitig verarbeitet werden (Broadbent, 1958). Schon Broadbent (1958) konnte in seinem Filtermodell zeigen, dass die Kapazität unserer Wahrnehmung begrenzt ist. Zuerst kommen alle eintreffenden Informationen in den sensorischen Speicher, wo sie aufgrund ihrer physikalischen Merkmale (z.B. Lautstärke, Stimme) in einem Filter selektiert werden. Informationen, die der Filter nicht durchlässt, bleiben in dem Speicher und werden abgeblockt. Die durchgelassenen Informationen werden weiterverarbeitet und gelangen ins Kurzzeitgedächtnis. Die unbeachteten Informationen werden dann gelöscht, um zu verhindern, dass der Filter überlastet wird.

2.1.1 Top-down- vs. bottom-up-gesteuerte Aufmerksamkeit

Eine große Debatte in der experimentellen Forschung der visuellen Aufmerksamkeit bereitet die Frage, welche Form der Aufmerksamkeitsorientierung die Aufmerksamkeit zu relevanten Reizen steuert: die aktive und willentlich gesteuerte oder

die passive, nicht willentlich und ohne Anstrengung gesteuerte (James, 1950). Wird die Aufmerksamkeit von der Zielsuche geleitet, so ist sie endogen gesteuert. Diese endogene Orientierung ist für sogenannte *Top-down-Prozesse* charakteristisch (Posner, 1980). Wird die Aufmerksamkeit vom Reiz angezogen, so ist sie exogen gesteuert. Diese exogene Orientierung steht für Prozesse, die als *Bottom-up-Prozesse* bezeichnet werden (Posner, 1980).

2.1.1.1 Top-down-Prozesse

Top-down-Prozesse werden auch als absichtsgetriebene Prozesse bezeichnet. Laut der absichtsabhängigen Hypothese der Aufmerksamkeitslenkung (engl. *contingent capture*) wird die Aufmerksamkeit zu dem Zielreiz geführt, der die für den Beobachter relevanten Eigenschaften für die visuelle Suche besitzt (Folk, Remington & Johnston, 1992). Diese Art der Selektion läuft willentlich ab und ermöglicht, relevante Reize schnell zu finden, während die für die Suche irrelevanten Reize unbeachtet bleiben (Folk et al., 1992). Wenn wir beispielsweise in einem Supermarkt nach unserer Lieblingsteesorte suchen, die in grüner Dose verpackt ist, kann unsere Aufmerksamkeit auch eine Kaffeesorte in grüner Dose anziehen, da unsere Suchabsicht ist, nach der Farbe Grün zu suchen.

2.1.1.2 Bottom-up-Prozesse

Eine Art der Bottom-up-Prozesse ist die Aufmerksamkeitslenkung durch ein Singleton. Ein Singleton ist ein Reiz, der sich von anderen homogen dargestellten Reizen in einfachen Dimensionen der visuellen Wahrnehmung wie Farbe, Intensität, Orientierung, Größe usw. deutlich unterscheidet. So kann z.B. ein roter Reiz unter grünen Reizen aufgrund seiner Auffälligkeit effektiv, das heißt unabhängig von der Anzahl der Reize im Display gefunden werden (z.B. Duncan & Humphreys, 1989; Treisman & Gelade, 1980).

Nach der Singleton-Hypothese (engl. *singleton capture hypothesis*) zieht der Reiz die meiste Aufmerksamkeit auf sich, der sich am meisten von anderen Reizen hinsichtlich einer Dimension unterscheidet (Itti & Koch, 2000; Theeuwes, 1992). Wenn wir wieder in einem Supermarkt nach unserer Lieblingsteesorte suchen, die in einer grünen Dose ist, kann unsere Aufmerksamkeit auch von einer roten Dose angezogen werden, wenn diese bei grünen Dosen liegt. Diese Aufmerksamkeitslenkung erfolgt in automatischer, passiver Weise, da sie von Eigenschaften der Reize bestimmt wird und

der Reiz, der die höchste Salienz bzw. Auffälligkeit im Vergleich zu anderen Reizen besitzt, automatisch die Aufmerksamkeit auf sich lenkt (Itti & Koch, 2000; Theeuwes, 1992).

Ein bottom-up-gesteuertes Modell der Aufmerksamkeitslenkung durch sogenannte Salienzkarten stellen Itti, Koch und Niebur (1998) vor. Dieses Modell basiert auf zwei Theorien. Die erste Theorie ist die Merkmalsintegrationstheorie von Treisman und Gelade (1980). Diese beschreibt näher die visuellen Suchstrategien und geht davon aus, dass verschiedene Merkmale eines Reizes zuerst präattentiv, automatisch und parallel erkannt werden und dann in der attentiven Verarbeitung seriell verknüpft und zu einem Objekt zusammengefügt werden (Treisman & Gelade, 1980). Die zweite Theorie ist die Theorie der Aufmerksamkeitsverlagerung von Koch und Ullman (1985). Laut diesen Autoren werden grundlegende lokale Merkmalkontraste wie Farbe, Intensität und Orientierung präattentiv verarbeitet. Die einzelnen Reizmerkmale werden dann zu spezifischen Merkmalskarten gruppiert und diejenigen, die sich durch ihre Salienz bzw. Auffälligkeit auszeichnen, bilden gemeinsam eine sogenannte Salienzkarte. Anhand dieser Karte wird dann die Aufmerksamkeit gesteuert und die Augenfixationen vorhergesagt.

Im Modell von Itti und seinen Kollegen (1998) werden somit drei lokale Merkmalkontraste eines Reizes, nämlich der Farbunterschied, der Intensitätskontrast und die Orientierung der Reize im primären visuellen Cortex (V1) präattentiv verarbeitet. Diese bilden dann 42 verschiedene Merkmalskarten (12 für Farbe, 6 für Intensität und 24 für Orientierung), welche wiederum drei Auffälligkeitskarten bilden. Diese Karten enthalten nun besonders saliente bzw. auffällige Reize der repräsentierten Merkmalskarten. Schließlich werden diese Auffälligkeitskarten zu einer einzigen Salienzkarte zusammengefasst. Der Reiz, der die meiste Salienz in allen drei lokalen Kontrasten aufweist, zieht als erster die Aufmerksamkeit auf sich. Die Salienz eines Reizmerkmals findet durch das Alles-oder-Nichts-Prinzip (engl. *winner takes all*) statt, indem der auffälligste Reiz in den Fokus der Aufmerksamkeit gelangt. Je salienter der Reiz also ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Reiz fixiert wird. Durch die Hemmung der Rückkehr (engl. *inhibition of return*) wird aber verhindert, dass nicht nochmal der gleiche Reiz fixiert wird. Somit wird nach dem Fixieren des salientesten Reizes der nächstsaliente Reiz fixiert und so weiter (Itti et al., 1998).

2.1.2 Offene vs. verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerung

Posner (1980) unterscheidet zwischen zwei Arten der Aufmerksamkeitsverlagerung. Bei verdeckter Aufmerksamkeitsverlagerung können keine Kopf- oder Augenbewegungen in Bezug auf die visuelle Suche untersucht werden und bei offener Aufmerksamkeitsverlagerung können diese Bewegungen beobachtet werden. In dieser Diplomarbeitsstudie werden Augenbewegungen aufgezeichnet und somit wird die offene Verlagerung der Aufmerksamkeit untersucht.

2.2 Theorien der visuellen Suche

In der vorliegenden Diplomarbeitsstudie wird ein visuelles Suchparadigma verwendet. Daher werden in diesem Kapitel relevante Theorien der visuellen Suche vorgestellt. Diese erklären, wie es uns gelingt, einen bestimmten Zielreiz unter anderen Reizen zu finden. Hierbei wird näher auf das parallele und serielle Suchen eingegangen.

Duncan und Humphreys (1989, 1992) beschreiben in ihrer Ähnlichkeitstheorie, dass sich der Zielreiz, um ihn schnell zu erkennen, in irgendeiner Dimension (z.B. Farbe, Orientation, Form) von den ablenkenden Reizen abheben muss, und dass die Ähnlichkeit der Ablenkreize in dieser Dimension hoch sein soll. Hierbei erfolgt die Suche parallel und basiert auf Gruppierungsprozessen. Beispielsweise wird ein roter Kreis unter grünen Kreisen schneller gefunden, da der Zielreiz aufgrund seines salienten Reizmerkmals deutlich herauspringt. Schon Neisser (1963) fand in seiner Studie heraus, dass ein Zielreiz, der sich von anderen Reizen in einer einfachen visuellen Dimension unterscheidet, schneller entdeckt wird, als ein Zielreiz, der den anderen Reizen ähnlich ist. Beispielsweise erfolgt die Suche nach dem Zielbuchstaben Z unter Buchstaben C, D, G, O, R schneller, weil sich das Z von den dargebotenen Buchstaben in seiner Form deutlich unterscheidet. Dies führt zu kurzen Reaktionszeiten, weil das Suchen parallel erfolgt. Wenn unter diesen Buchstaben jedoch der Zielbuchstabe Q ausfindig gemacht werden soll, muss das ganze Display seriell durchsucht werden, da diese Reize einander sehr ähnlich sind.

Treisman und Gelade (1980) unterscheiden in ihrer Merkmalsintegrationstheorie genauer zwischen zwei Suchstrategien: die einfache Merkmalsuchstrategie, wenn sich der Zielreiz von den Ablenkreizen durch ein Merkmal unterscheidet (z.B. durch Farbe)

und die Konjunktionssuchstrategie, wenn sich der Zielreiz von den Ablenkreizen durch eine Kombination von Merkmalen (z.B. Farbe und Form) unterscheidet.

Einzelne Reizmerkmale wie z.B. Farbe oder Form werden laut dieser Theorie präattentiv d.h. ohne Aufmerksamkeit, automatisch und parallel verarbeitet. So wird der Zielreiz bei der Merkmalssuche schnell gefunden, wenn er sich von den Ablenkreizen bezüglich eines Merkmals (z.B. Farbe) deutlich unterscheidet und aus der Umgebung herauspringt. Beispielsweise kann ein grünes H unter roten Hs aufgrund seiner hohen Salienz im Merkmal Farbe unabhängig von der Reizanzahl gefunden werden (Treisman & Gelade, 1980). Wenn sich die Reize hinsichtlich zweier Merkmale unterscheiden (Konjunktionssuche), handelt es sich um attentive und serielle Suchprozesse. Hierbei werden die einzelnen Reize mit fokaler Aufmerksamkeit seriell abgesucht und miteinander in Verbindung gebracht und schließlich können die verschiedenen Merkmale zu einem Objekt zusammengesetzt werden. Dieses serielle Suchen, wenn beispielsweise ein rotes H unter grünen und roten Buchstaben U, G, R, S gefunden werden soll, ist von der Reizanzahl abhängig (Treisman & Gelade, 1980).

Wolfe (1994) entwickelte folgend der Merkmalsintegrationstheorie nach Treisman und Gelade (1980) seine Theorie der gesteuerten Suche, wonach zuerst parallele und dann serielle Prozesse ablaufen. Wolfe geht in seiner Theorie von einer Hauptkarte der Aktivationen aus. Hierbei wird die Aufmerksamkeit zum Ort mit höchster Hauptkartenaktivierung gelenkt. Wie Reizen Aktivierung gegeben wird, erfolgt durch Bottom-up- und Top-down-Prozesse. Der Bottom-up-Prozess verarbeitet parallel die Salienz für jede Merkmalsdimension. Dabei hat der Reiz die höchste Salienz, wenn er sich hinsichtlich einer gegebenen Merkmalsdimension z.B. Farbe von den restlichen Reizen in dem Display unterscheidet. Dieser Reiz erreicht beim visuellen Suchen die höchste Aktivität und kann schnell gefunden werden. Bei Top-down-Prozessen erfolgt die Aktivierung wissensbezogen, was wiederum für das serielle Konjunktionssuchen wichtig ist. Die beiden Merkmale (z.B. Farbe und Form) des Zielreizes werden aktiviert und im Display wird dann nach dem Reiz, der die höchste Aktivierung in beiden Merkmalsdimensionen aufweist, gesucht. So wird z.B. nach Reizen nur mit Farbe Grün und nur mit Form H gesucht und der Zielreiz besitzt die höchste Aktivierung, weil er sowohl grün ist als auch die Form H hat.

2.3 Überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung

Die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung (engl. *surprise capture*) stellt den Hauptbestandteil der vorliegenden Arbeit dar. Im folgenden Abschnitt werden relevante Begriffe dieser Art der Aufmerksamkeitslenkung erklärt und mit der behandelten Thematik in Beziehung gesetzt.

2.3.1 Überraschung

Die Tatsache, dass Ereignisse, die uns überraschen, unsere Aufmerksamkeit anziehen, ist längst bekannt. Dies wurde bereits bei Darwin (1872/1965) in seinem Werk „The expression of the emotions in man and animals“ beschrieben. Darwin beschreibt den Ausdruck der Emotion Überraschung, wenn eine fortführende Tätigkeit unerwartet durch ein Ereignis unterbrochen und die Aufmerksamkeit auf dieses überraschende Ereignis gelenkt wird.

Itti und Baldi (2009) unterscheiden zwei Elemente für ihre Definition von Überraschung. Laut diesen Autoren kann es dann zu einer Überraschung kommen, wenn das Auftreten eines Reizes oder Ereignisses für den Beobachter bezüglich seiner Auftrittswahrscheinlichkeit unklar und unsicher ist und wenn dieses Auftreten die subjektiven Erwartungen, die dieser Beobachter aufbaut, verletzt.

Das Auftreten eines Reizes kann mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Berechnungen wie der Bayes'schen Wahrscheinlichkeitstheorie mathematisch berechnet werden (Koch, 2000). Somit kann für alle Ereignisse, die vor und nach der Überraschung auftreten, eine Verteilung ihrer Auftrittswahrscheinlichkeit ausgerechnet werden. Einfach dargestellt, ergibt sich das Ausmaß der Überraschung aus der Differenz der Erwartungsschätzung, die vor und nach Erscheinen eines Ereignisses gebildet wird. Wenn diese Differenz groß ist, wird die Überraschung auch hoch und somit auch die Wahrscheinlichkeit, dass Aufmerksamkeit auf das plötzlich auftretende Ereignis gelenkt wird (Itti & Baldi, 2005).

2.3.2 Erkenntnisse aus Studien

Laut der überraschungsinduzierten Aufmerksamkeitslenkung ziehen Ereignisse, die von gebildeten Erwartungen abweichen und infolgedessen erwartungsdiskrepanz sind, Aufmerksamkeit auf sich. (Darwin, 1872; Horstmann, 2002, 2005; Meyer et al., 1991; Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 1997; Reisenzein, Meyer & Schützwohl, 1996;

Schützwohl, 1998). Diese Hypothese wurde am meisten bei Horstmann (2002, 2005) experimentell überprüft, der seine Suchaufgabe an das Experiment von Gibson und Jiang (1998) anlehnte. Gibson und Jiang präsentierten in ihrer Studie acht Buchstaben von einer Dauer von 86 ms. Von diesen Buchstaben sollte der Zielbuchstabe H oder U unter anderen, nicht relevanten (ablenkenden) Buchstaben gefunden werden. Die Aufgabe bestand darin, anzugeben, welcher von diesen zwei Zielbuchstaben im jeweiligen Durchgang dargeboten wurde. Nach Durchgängen, in denen alle Buchstaben in gleicher Farbe dargeboten wurden, präsentierten Gibson und Jiang ohne vorherige Ankündigung den Zielbuchstaben als Farbsingleton. In den Durchgängen, die nach diesem überraschenden Durchgang folgten, erschien der Zielbuchstabe immer als ein Farbsingleton.

Gibson und Jiang (1998) hatten angenommen, dass sich die Leistung durch die Darbietung des Zielreizes als Farbsingleton verbesserte (mehr korrekte Antworten). Dies bestätigte sich jedoch nicht im kritischen Durchgang und es wurde angenommen, dass das Farbsingleton nicht die Aufmerksamkeit auf sich zog. Dieser kritische Durchgang unterschied sich nicht wesentlich von den präkritischen Durchgängen, in denen alle Buchstaben in der gleichen Farbe präsentiert wurden. Nur in den postkritischen Durchgängen konnte eine verbesserte Leistung festgestellt werden. Meyer und seine Kollegen (1991) erklärten dies damit, dass der Überraschungseffekt eine längere Zeit benötigt, bis er bemerkt wird und bis man sich entscheidet, welche Antwort man gibt, was sich schließlich auf die Antwortzeit auswirkt.

Später analysierte Horstmann (2006, siehe auch Horstmann & Becker, 2008) in seinen Experimenten den Einfluss von unterschiedlicher Dauer der SOA auf die Leistung, den Zielreiz zu finden. SOA (engl. *stimulus onset asynchrony*) beschreibt in seinen Experimenten die Darbietungsverzögerung zwischen dem Farbsingleton, das die Position des Zielbuchstabens ankündigt und dem später erscheinenden Zielbuchstaben. Wenn dieses Farbsingleton im kritischen Durchgang an der Zielreizposition war, konnte herausgefunden werden, dass die Leistung, den Zielbuchstaben zu identifizieren, stark von der SOA beeinflusst wurde (Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008). Die Leistung, den Zielbuchstaben zu identifizieren, war im kritischen Durchgang besser als in den früheren präkritischen Durchgängen, allerdings nur dann, wenn die SOA bei 400 ms (Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008) oder bei 500 ms lag (Horstmann,

2002, 2006), aber nicht bei einer SOA von 300 ms und kürzer (Gibson & Jiang, 1998; Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008).

Horstmann und Ansorge (2006) konnten wiederum zeigen, dass bei seltenen aber dafür erwarteten und folglich nicht überraschenden Singletons, die entweder auf der Position des Zielreizes oder auf einer der Ablenkreize präsentiert wurden, die Leistung (korrekte Antworten) von der SOA nicht beeinflusst wurde.

Nach dem Experiment von Gibson und Jiang (1998) wollte Horstmann in seinen Studien (2002, 2005) seine Hypothese bestätigen, dass der Aufbau einer Erwartung während einer visuellen Suchaufgabe und deren Verletzung zur Überraschung führt und infolgedessen der überraschende Reiz Aufmerksamkeit auf sich zieht. Die Suchaufgabe in seinen Experimenten (2002; siehe auch Horstmann, 2005, 2006; Horstmann & Becker, 2008) bestand darin, die Zielreize, die als Buchstaben U und H definiert wurden, unter einer Reihe von ablenkenden Buchstaben ausfindig zu machen. Alle Buchstaben waren in grünen Quadraten dargeboten und in Uhrzeigerposition angeordnet. In den ersten 12 Durchgängen, den sogenannten Probedurchgängen und auch in den darauffolgenden Durchgängen wurde ihre Farbe nicht geändert. Somit konnte die Erwartung aufgebaut werden, dass alle Buchstaben immer in den gleichfarbigen (grünen) Quadraten erscheinen. Um den Zielbuchstaben zu finden, mussten also alle Buchstaben durchsucht werden. Es handelt sich dabei um eine Merkmalsuchstrategie, wo nach der Form gesucht wird, d.h. ein Buchstabe wird nach dem anderen und somit das ganze Display durchsucht (siehe Treisman & Gelade, 1980). Im kritischen Durchgang, den man als Überraschungs-Singleton-Durchgang bezeichnet, kam es zu einer Farbänderung des Zielbuchstabens und dieser erschien als rotes Singleton unter grünen Buchstaben. Damit wurde die während des visuellen Suchens gebildete Erwartung der grünen Buchstaben verletzt. In den darauffolgenden postkritischen Durchgängen wurde der Zielbuchstabe immer in der neuen Farbe (in Rot) präsentiert.

Wenn die Anzahl der Ablenkreize variiert wurde (Horstmann, 2002, 2005), konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der Ablenkreize in den präkritischen Durchgängen einen Einfluss auf die Reaktionszeiten hat. Dieser Displaygröße-Effekt wurde im kritischen Durchgang deutlich kleiner, was darauf hinweist, dass der überraschende Reiz Aufmerksamkeit auf sich zog. In den nachfolgenden postkritischen Durchgängen wurde der Displaygröße-Effekt ebenfalls deutlich kleiner. Die

Reaktionszeiten waren aber länger im kritischen Durchgang als in den darauffolgenden postkritischen Durchgängen. Die Antwortzeit der absichtsabhängigen Aufmerksamkeitslenkung (Folk et al., 1992) ist kürzer und es fehlte die Verarbeitung der überraschenden Farbänderung, wie dies der Fall im kritischen Durchgang war. Die Reaktionszeiten im kritischen Durchgang setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen: die Zeit, bis die Überraschung auftritt, die Zeit des Entscheidens bedingt durch die Veränderung der Farbe und schließlich die Zeit, bis eine Antwort auf die visuelle Suchaufgabe gegeben wird (Horstmann, 2005).

Bei farblich heterogenen Displays, in denen in präkritischen Durchgängen ein weißes Singleton unter grünen Quadraten erschien, konnte keine Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes aufgebaut werden (Horstmann, 2005). Im Überraschungsdurchgang, in dem nur der Zielreiz eine andere Farbe (rot) zeigt, konnte keine Aufmerksamkeitslenkung zu diesem Farbsingleton beobachtet werden, da ein Farbsingleton in jedem Durchgang erwartet wurde. Farbsingletons in den präkritischen Durchgängen, die die Zielreizposition nicht voraussagten und folglich unbeachtet werden konnten, führte dazu, dass eine unerwartete Farbänderung des Singletons im kritischen Durchgang an der Zielreizposition keine deutliche Aufmerksamkeit auf sich zog (Horstmann, 2005). Hier stellt Horstmann die Frage, warum es im kritischen Durchgang zu keiner Aufmerksamkeitslenkung kam. Er wollte herausfinden, ob es an dem Singleton oder an der Farbvariation liegt. Aus diesem Grund fügte er ein Singleton ein, das in eine andere Richtung zeigte und die Zielreizposition nicht ankündigte. So blieben alle Reize in den präkritischen Durchgängen farblich gleich aber bezüglich der Orientierungsrichtung unterschiedlich. Im kritischen Durchgang wurde dann ein Farbsingleton an der Zielreizposition dargeboten. Es zeigte sich, dass das Erscheinen des Singletons in einer neuen Farbe die Aufmerksamkeit auf sich zog, weil davor Durchgänge ohne Farbvariationen präsentiert wurden (Horstmann, 2005).

Weiters zeigt Horstmann (2005), dass die erste Präsentation eines Farbsingletons dann die Aufmerksamkeit auf sich nicht zieht, wenn davor heterogene Displays dargeboten wurden. So ist eine Abweichung der Erwartung bezüglich der Farbe des Singletons nicht gegeben. Dies ist auch der Fall, wenn davor homogene Displays in zwei Farbvariationen (einmal alle rot, dann alle grün) ohne Singletons dargeboten wurden. Dadurch wird der Überraschungseffekt minimiert (Horstmann, 2005).

Aus Studien von Horstmann (2002, 2005; siehe auch Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008) wird deutlich, dass Überraschung aufgrund der Verletzung der aufgebauten Erwartung während der visuellen Suchaufgabe auftritt. Dies allerdings nur dann, wenn das unerwartete Farbsingleton ohne Vorankündigung zum ersten Mal erscheint. Nach Schützwohl (1998) kann die Überraschung nur einmal pro eine Dimension (z.B. Farbe) hervorgerufen werden.

In Studien von Horstmann (2002, 2005; siehe auch Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008) wird die Erwartung bezüglich der Homogenität des Displays verletzt, in dem in präkritischen Durchgängen Reize in gleicher Farbe präsentiert wurden und im kritischen Überraschungsdurchgang der Zielreiz als Farbsingleton erschien. In der vorliegenden Diplomarbeitsstudie wird bereits in präkritischen Durchgängen der Zielreiz als Farbsingleton präsentiert, der im kritischen Durchgang unerwartet seine Farbe mit der Farbe des Ablenkreizes wechselt. Durch diesen unerwarteten Farbwechsel soll es zur Verletzung der aufgebauten Erwartung bezüglich der konstanten Farbe des Zielreizes und folglich zum Überraschungseffekt kommen.

2.3.3 Alternative Erklärungen der überraschungsinduzierten Aufmerksamkeit

Dieses Kapitel stellt eine Abgrenzung zur überraschungsinduzierten Aufmerksamkeitslenkung dar. Es wird näher auf die singleton- und absichtsgesteuerte Aufmerksamkeitslenkung eingegangen. Diese könnten auch einen Einfluss darauf haben, warum bei Horstmann (z.B. 2002, 2005) im kritischen Durchgang ein plötzlich auftretendes Farbsingleton, das zugleich ein Zielreiz ist, Aufmerksamkeit auf sich zieht. Schließlich wird der sogenannte Priming-Effekt, der über die einzelnen Durchgänge gebildet wird, erklärt. Dieser bietet wiederum eine Erklärung, warum es im kritischen Durchgang, wenn der Zielreiz seine Farbe ändert, zu Reaktionszeitverzögerungen kommt.

2.3.3.1 Singleton-gesteuerte Aufmerksamkeitslenkung

Laut der Singleton-Hypothese (engl. *singleton capture*) wird die Aufmerksamkeit zu auffälligen Reizen, die sich von ihrer Umgebung aufgrund ihrer Salienz deutlich abheben, gelenkt (Itti & Koch, 2000; Theeuwes 1992).

Horstmann (2005) überprüfte in seinen Experimenten auch die Annahme, dass die erste unangekündigte Präsentation eines Farbsingletons, wenn davor homogene Displays präsentiert wurden, deswegen zu einer Aufmerksamkeitslenkung zu diesem Singleton führt, weil ein Singleton automatisch Aufmerksamkeit anzieht (Theeuwes, 1992). Der Zielreiz, der als Farbsingleton in dem kritischen Durchgang erscheint, ist auffällig beziehungsweise salient und lenkt somit reizgesteuert die Aufmerksamkeit auf sich (Theeuwes, 1992; Theeuwes & Godijn, 2001).

Horstmann (2005, Experiment 4) überprüfte noch genauer die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung, indem er in seinem Experiment farblich heterogene präkritische (rote und grüne) Displays mit keinem Farbsingleton präsentierte. Er wollte herausfinden, ob im kritischen Durchgang, in dem ein Singleton in einer der Farbe der vorher präsentierten heterogenen Displays erscheint, Aufmerksamkeit auf sich zieht. Ergebnisse zeigen, dass die erste Präsentation des Singletons keine Aufmerksamkeit auf dieses Singleton zog. Dies bedeutet, dass die Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes nicht verletzt wurde, weil vor dem kritischen Durchgang beide Farben zu sehen waren. Eine Erwartungsdiskrepanz, die für die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung wichtig ist, wurde nicht gegeben. Somit kann die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung im kritischen Durchgang allein durch das Erscheinen des Singletons nicht erklärt werden.

Weiters kann die Singleton- Hypothese auch nicht längere Reaktionszeiten für unerwartet auftretende Farbsingletons im kritischen Durchgang, wenn davor homogene Displays folgten, erklären. Wenn ein unerwartet auftretendes Singleton im kritischen Durchgang von der Erwartung bezüglich eines Merkmals (in diesem Fall Farbe) abweicht, kommt es zu einer Überraschung, welche eine Zeit braucht, bis sie sich entwickelt und auch Zeit braucht, bis die Antwort kommt (Meyer et al., 1991).

Theeuwes und Godijn (2001) verwendeten in ihrer Studie ein Hinweisparadigma und fanden heraus, dass ein Singleton bereits in einer SOA von 100 ms bemerkt wird. Wenn aber dieses Singleton die (während der dargebotenen Durchgänge) aufgebaute Erwartung verletzt, kann dieses Singleton erst bei einer SOA von 400 ms aufgrund des Überraschungseffekts wahrgenommen werden (Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008).

2.3.3.2 Absichtsabhängige Aufmerksamkeitslenkung

Laut der absichtsabhängigen Aufmerksamkeitslenkung (engl. *contingent capture*) nach Folk und seinen Kollegen (1992) hängt die Hinwendung der Aufmerksamkeit auf einen Reiz nicht von seiner Salienz ab, sondern von der Suchabsicht des Betrachters. Wenn nämlich ein Hinweisreiz die Position des Zielreizes ankündigt, sind die Reaktionszeiten, bis der Zielreiz gefunden wird, unabhängig von der Anzahl der dargebotenen Reize. Wenn aber der Betrachter weiß, dass der Hinweisreiz die Zielreizposition nicht ankündigt, bleibt dieser Hinweisreiz vom Betrachter unbeachtet (Yantis & Egeth, 1999; siehe auch Theeuwes, 1992; Theeuwes & Godijn, 2001). Diese Überlegungen führen dazu, dass die Aufmerksamkeitslenkung zu einem Reiz vom Setting der visuellen Suchaufgabe bedingt ist. Es konnte gefunden werden, dass ein irrelevantes Singleton kleine Reaktionsverzögerungen bewirkt (Theeuwes 1992; Theeuwes & Godijn, 2001), was aber der Annahme der absichtsabhängigen Aufmerksamkeitslenkung (Folk et al., 1992) widerspricht.

Die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung im Gegensatz zu absichtsabhängiger Aufmerksamkeitslenkung bewirkt deutliche Reaktionsverzögerungen (Horstmann, 2005; Meyer et al., 1991). Ein wesentlicher Unterschied zur überraschungsinduzierten Aufmerksamkeitslenkung besteht auch in ihren zeitlichen Bedingungen. Die absichtsbezogene Aufmerksamkeitslenkung ist von der SOA unabhängig (Horstmann & Ansorge, 2006), während ein unerwarteter Reizmerkmalwechsel erst bei einer SOA von 400 ms bemerkt werden kann (Horstmann, 2006; Horstmann & Becker, 2008).

2.3.3.3 Intertrial-Priming

In der vorliegenden Diplomarbeitsstudie wurden mehrere Farbwechsel, in denen der Zielbuchstabe seine Farbe wechselt und die Farbe des Ablenkreizes annimmt, eingebaut. Es stellt sich somit die Frage, ob die längeren Reaktionszeiten im kritischen Durchgang, vor allem beim zweiten Farbwechsel, der Priming-Effekt, der über die einzelnen Durchgänge gebildet wurde (engl. *intertrial-priming*), erklären kann.

Maljkovic und Nakayama (1994) konnten in ihrer Studie herausfinden, dass wenn der Zielreiz seine Reizmerkmale beim nächsten Durchgang beibehält, d.h. wiederholt, das Suchen schneller erfolgt. Diese Autoren behaupten, dass für die bessere Leistung in der Bedingung, in der der Zielreiz sein Merkmal nicht wechselt bzw. nicht

ändert, nicht die Bekanntheit des Reizmerkmals des Zielreizes dafür verantwortlich war, sondern das Priming, das über die einzelnen Durchgänge gebildet wurde.

Das visuelle Intertrial-Priming ist ein unbewusster Effekt der Verarbeitung der Reize, der solche Reize schneller und leichter findet, die ihre Reizmerkmale wie Farbe, Form usw. über Durchgänge wiederholen (z.B. Maljkovic & Nakayama, 1994).

Maljkovic und Nakayama (1994) waren die ersten, die sich mit diesem Phänomen befassten und laut ihrer Priming-Hypothese erfolgt die Suche nach dem Zielreiz schneller, wenn seine Eigenschaft (z.B. die Farbe) aktiviert und diese Eigenschaft beim nächsten Durchgang übertragen wird. Dieser Reiz sticht laut diesen Autoren deswegen im visuellen Display heraus, weil sich sein Merkmal wiederholt. Dieser Priming-Effekt, gebildet über die Durchgänge, ist nicht nur auf den nachfolgenden Durchgang beschränkt, sondern hat einen Einfluss auf die Suchleistung auch bei nächsten bis zu sieben Durchgängen. Dieser Effekt ist umso größer, je mehr Durchgänge mit demselben Reizmerkmal (z.B. Farbe) eines bestimmten Reizes folgten. Vorherige Durchgänge haben einen automatischen Einfluss auf die darauffolgenden Durchgänge, in denen die Reizmerkmale des Zielreizes leichter zu finden sind und die Reizmerkmale des Ablenkreizes gehemmt bleiben (Maljkovic & Nakayama, 1994).

Auch nach Kristjánsson und Campana (2010) wird die Aufmerksamkeit von früheren Erfahrungen geleitet, wenn sich diese wiederholen. Ebenso zeigten Maljkovic und Nakayama (1994), dass ein über die Durchgänge gebildetes Priming aus implizitem Kurzzeitgedächtnis und nicht aufgrund der Erwartung einer bestimmten Reizeigenschaft entsteht.

Meeter und Olivers (2006) vertreten die Ansicht, dass die Vielfältigkeit bzw. Uneindeutigkeit der Suchaufgabe das Priming hervorruft. Wenn nicht eindeutig ist, was der Zielreiz ist, wird sich das visuelle Suchen mehr daran anlehnen, was im vorherigen Durchgang ausgewählt wurde. Dasselbe gilt auch für das Antworten auf die Suchaufgabe. Ebenso war die Leistung in der visuellen Suche besser, wenn es sich um ein Display mit höherer Anzahl der Reize handelte, sowie auch, wenn das visuelle Display ein irrelevantes Singleton enthielt.

Becker (2010) untersuchte in ihrer Studie, ob der Farbwechsel des Ablenkreizes und anderer unauffälliger Reize zu mehr Aufmerksamkeit zum auffälligen Ablenkreiz führt. Dabei verwendete sie visuelle Suchparadigmen, wo ein Zielreiz gefunden werden

sollte. Es gab vier Bedingungen: Im Irrelevanten-Singleton-Paradigma (ISP) wurde der Ablenkreiz auf der Position des Zielreizes mit vorher festgelegter Wahrscheinlichkeit dargeboten. Dabei konnte der Ablenkreiz als Farbsingleton seine Farbe konstant halten oder wechseln. Im Additionalen-Singleton-Paradigma (ASP) wurde der Ablenkreiz nie auf der Position des Zielreizes dargeboten. Dabei konnte der Ablenkreiz wiederum seine Farbe konstant halten oder wechseln. Bei der Bedingung ISP konnte der Ablenkreiz noch entweder gleichzeitig der Zielreiz sein und es handelte sich dabei um einen validen Durchgang oder der Ablenkreiz befand sich randomisiert an irgendeiner anderen Position und es handelte sich dann um einen invaliden Durchgang. Weiters konnten der Ablenkreiz und der Zielreiz ihre Farben im darauffolgenden Durchgang wiederholen oder wechseln. Die abhängige Variable war die Reaktionszeit und es wurden auch Augenbewegungen aufgezeichnet.

Die Ergebnisse der Studie von Becker (2010) zeigen, dass der Ablenkreiz in der Bedingung ASP mit gemischten Farben, in der die Farbe des Ablenkreizes variiert wurde und in beiden ISP-Bedingungen, in der sowohl die Farbe des Ablenkreizes variiert als auch gleich blieb, öfter fixiert wurde als in der ASP-Bedingung, in der der Ablenkreiz seine Farbe gleich hatte. Die Aufmerksamkeitslenkung bei irrelevanten Ablenkreizen war signifikant stärker bei Durchgängen, in denen die Reize ihre Merkmale änderten als bei denen, in denen die Reize ihre Merkmale behielten.

Laut der Ergebnisse wurden die Augenfixationen vom Priming-Effekt, der über die Durchgänge gebildet wurde, beeinflusst und dies, wenn der Ablenkreiz im Vergleich zum vorherigen Durchgang seine Farbe wechselte. Der Farbwechsel führte zu mehreren Augenfixationen zum Ablenkreiz, ohne dass dabei auch die Anzahl an Fixationen zu anderen Reizen anstieg. Somit kann geschlussfolgert werden, dass, wenn die Farbe des Ablenkreizes einen Zusammenhang mit dem Zielreiz hat, diese Information zum nächsten Durchgang weitergegeben wird. Diese Information, dass der Zielreiz eine bestimmte Farbe hat, wird in jedem Durchgang übertragen und beeinflusst die Aufmerksamkeitslenkung der Augen im nächsten darauffolgenden Durchgang (Becker, 2010).

In der vorliegenden Diplomarbeitsstudie wird somit beim kritischen Farbwechsel erwartet, dass der Ablenkreiz häufiger fixiert wird, da er mit der Farbe des Zielreizes assoziiert wird. Dies führt dazu, dass im kritischen Durchgang der Ablenkreiz

fixiert wird, weil er die Farbe des Zielreizes annimmt, was schließlich zu Reaktionsverzögerung, bis der Zielreiz gefunden wird, führt.

3 Ziel der vorliegenden Studie

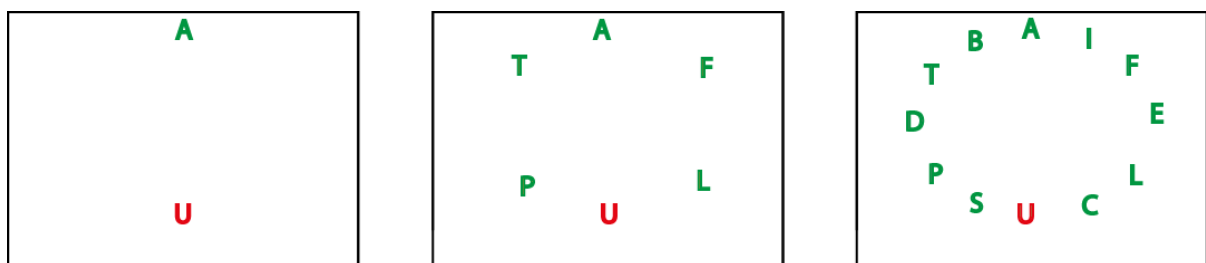
Im Zuge dieser Diplomarbeitsstudie wird die Überraschungs-Aufmerksamkeits-Hypothese nach Horstmann (2002, 2005) geprüft und die Studie an Horstmanns Experiment 1A (2005) angelehnt. In einer visuellen Suchaufgabe soll der Zielbuchstabe (H und U) unter ablenkenden Buchstaben gefunden werden. Der Unterschied zu Studien von Horstmann (2002, 2005) besteht darin, dass die Erwartung in seinen Experimenten anders als in dieser vorliegenden Diplomarbeitsstudie aufgebaut wurde. Horstmann ließ die Erwartung bezüglich der Homogenität der Farben im Display aufbauen, in dem im kritischen Durchgang der Zielreiz als ein Farbsingleton präsentiert wurde. In dieser Diplomarbeitsstudie wird die Erwartung bezüglich der konstanten Farbe des Zielreizes in den ersten Probedurchgängen sowie den darauffolgenden präkritischen Durchgängen aufgebaut. Diese Erwartung wird dann im sogenannten kritischen Durchgang durch einen plötzlichen und unerwarteten Farbwechsel des Ziel- und Ablenkbuchstabens gebrochen. Der Zielbuchstabe erscheint nämlich in den anfänglichen Durchgängen immer als ein Farbsingleton (z.B. nur in Rot) und dies bis zum kritischen Durchgang, in dem er seine Farbe wechselt und die Farbe annimmt, die die ablenkenden Buchstaben in den anfänglichen Durchgängen hatten (in diesem Fall dann die Farbe Grün). Es wird angenommen, dass die Teilnehmer in den anfänglichen Durchgängen die Erwartung entwickeln, dass der Zielbuchstabe immer eine konstante Farbe hat, die sich während der Durchgänge nicht ändert. Die aufgebaute Erwartung wird durch einen unerwarteten Farbwechsel verletzt, was zu einem Überraschungseffekt seitens der Teilnehmer führen soll.

Beim Erstellen des Experiments wurde die Anzahl der dargebotenen Buchstaben in einem Display mit 2, 6 oder 12 Buchstaben variiert (siehe Abbildung 1). Dabei beinhalteten die kritischen Durchgänge jeweils nur einen Ablenkreiz und einen Zielreiz. Dies erfolgte aus dem Grund, weil in einer vorherigen Diplomarbeitsstudie (Reischauer, 2011) gezeigt werden konnte, dass Teilnehmer den Zielreiz, der konstant in einer Farbe erschien, nach dessen Farbe suchten. Durch das Variieren der Reizanzahl kann genauer die Suchstrategie nach dem Reizmerkmal Farbe untersucht werden. Ebenfalls wurde geschaut, ob sich generell die Reaktionszeiten von der Anzahl der Reize unterscheiden. Im kritischen Durchgang wurden nur zwei Reize (ein Zielreiz und ein Ablenkreiz) dargeboten, was auch bei der Diplomarbeitsstudie von Reischauer (2011) der Fall war. Der Grund dafür war, dass wenn der Zielreiz unter mehreren (5 oder 11) ablenkenden

Buchstaben seine Farbe ändert, er deutlicher unter diesen Reizen hervorsteht, als wenn er nur mit einem Ablenkreiz präsentiert würde. Wenn nur ein Ablenkreiz gemeinsam mit einem Zielreiz dargeboten wird, sind beide Reize ein Farbsingleton und heben sich bezüglich ihrer Farben vom Display nicht deutlich hervor. Dadurch wird im kritischen Überraschungsdurchgang die möglich auftretende singleton-gesteuerte Aufmerksamkeitslenkung verhindert. So kann auch genauer überprüft werden, ob die Teilnehmer tatsächlich eine Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes aufbauten und bei ihnen eine Überraschung im Sinne einer Erwartungsdiskrepanz stattfand.

Weiters wurden innerhalb des Experiments zwei bzw. drei Farbwechsel eingebaut, in denen der Ziel- und Ablenkreiz ihre Farben wechselten. Um zu überprüfen, wie sich die Reaktionszeiten in einzelnen Durchgängen unterscheiden, wurde ein sogenanntes Intervall gebildet. Dieses besteht aus folgenden Durchgängen: drei präkritische Durchgänge, die gleich hintereinander vor dem kritischen Durchgang folgen (entweder mit 2, 6 oder 12 Reizen, ausbalanciert über alle Durchgänge), drei Durchgänge innerhalb des kritischen Durchgangs mit jeweils 2 Reizen und drei postkritische Durchgänge nach den kritischen Durchgängen, wieder mit jeweils 2, 6 oder 12 Reizen (Reizanzahl ausbalanciert über alle Durchgänge). Dies ergibt neun Durchgänge pro einen Farbwechsel (siehe Abbildung 2).

Die Teilnehmer wurden noch randomisiert in zwei Gruppen zugeteilt. In der sogenannten Gruppe 50 wechselte im Durchgang 51, 76 und 101 der Zielbuchstabe seine Farbe. In der Gruppe 75 folgte der Farbwechsel im 76. und 101. Durchgang. Dies erfolgte aus dem Grund, um zu überprüfen, ob die Erwartungsverletzung im kritischen Durchgang zu unterschiedlich langen Reaktionszeitverzögerungen in diesen beiden Gruppen führt.



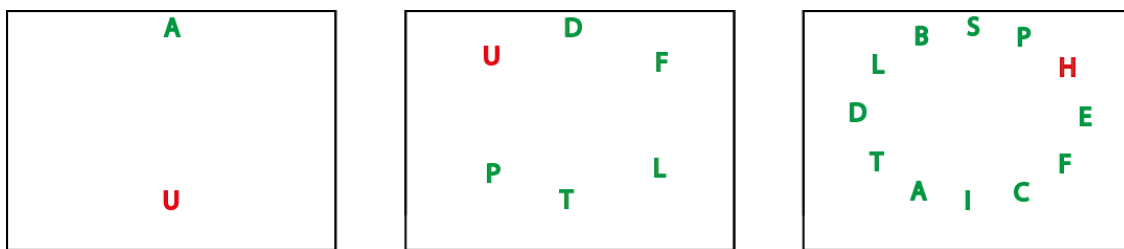
Zielreiz mit 1 Ablenkreiz

mit 5 Ablenkreizen

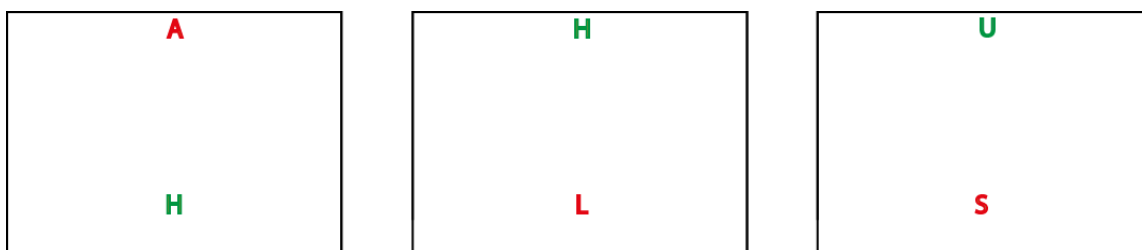
mit 11 Ablenkreizen

Abbildung 1: Darstellung der Displaygrößen: Ein Zielreiz (entweder der Buchstabe H oder U) wird entweder mit 1, 5 oder 11 Ablenkreizen präsentiert.

Präkritische Durchgänge



Kritische Durchgänge



Postkritische Durchgänge

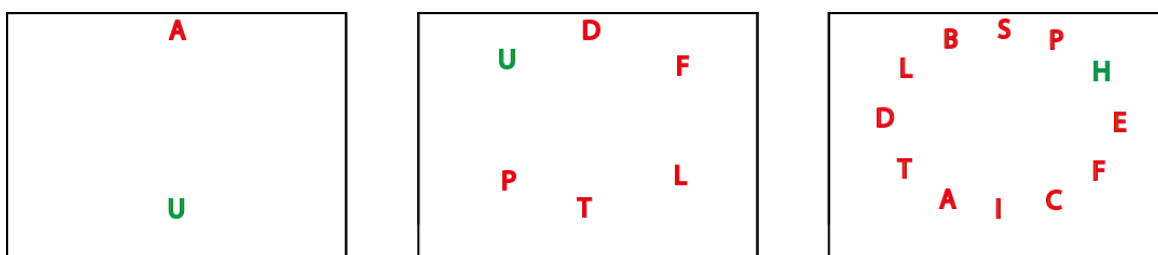


Abbildung 2: Darstellung der Durchgänge innerhalb eines Intervalls: In präkritischen Durchgängen erscheint der Zielreiz als Farbsingleton (in diesem Fall in Farbe Rot) unter 1, 5 oder 11 Ablenkreizen. Im kritischen Durchgang wechselt der Zielreiz seine Farbe und der eine Ablenkreiz nimmt die Farbe des Zielreizes an. In zwei darauffolgenden kritischen Durchgängen wird der Zielreiz auch nur mit einem Ablenkreiz präsentiert. In postkritischen Durchgängen behält der Zielreiz die Farbe, die er im kritischen Durchgang annahm (in diesem Fall die Farbe Grün) und wird wieder mit 1, 5 oder 11 Ablenkreizen präsentiert.

3.1 Hypothesen

Im folgenden Abschnitt werden Hypothesen und die daraus abgeleiteten Überlegungen vorgestellt.

1. Reaktionszeiten in kritischen Durchgängen innerhalb eines Intervalls sind im ersten Farbwechsel signifikant länger im Vergleich zu präkritischen und postkritischen Reaktionszeiten.

Der unerwartete Farbwechsel des Ziel- und Ablenkreizes bewirkt, dass der Ablenkreiz länger und häufiger fixiert wird (siehe Hypothese 3). Aufgrund dessen sollen signifikant längere Reaktionszeiten bis zur Positionsangabe des Zielreizes beobachtet werden als in Durchgängen vor und nach dem Farbwechsel.

2. Die Reaktionszeitkosten verursacht durch den ersten Farbwechsel sind im zweiten Farbwechsel signifikant kleiner.

Durch eine weitere Präsentation des Zielreizes nach dem ersten Farbwechsel sollte wieder eine Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes aufgebaut werden, die wieder durch einen zweiten Farbwechsel verletzt wird. Die Zeitkosten bedingt durch den Überraschungseffekt, der beim ersten Farbwechsel ausgelöst wurde, sollten beim zweiten Farbwechsel kleiner sein, da die Erwartungsdiskrepanz durch einen weiteren Farbwechsel minimiert wird (siehe Horstmann, 2002, 2005).

3. Der Ablenkreiz wird in kritischen Durchgängen innerhalb eines Intervalls beim ersten Farbwechsel signifikant länger und häufiger fixiert als in präkritischen und postkritischen Durchgängen.

Die Teilnehmer wurden aufgefordert, den Zielbuchstaben zu fixieren. Es wird jedoch erwartet, dass im ersten Farbwechsel während der kritischen Durchgänge der Ablenkbuchstabe länger und häufiger fixiert wird, weil er die Farbe des Zielbuchstabens annimmt.

4. Die Strategie, wie in den anfänglichen Durchgängen der Zielreiz gesucht wird, ändert sich nach dem ersten Farbwechsel.

Vor dem ersten Farbwechsel wird eine sogenannte flache Suchfunktion erwartet. Diese zeichnet sich durch gleiche Reaktionszeiten auch bei unterschiedlicher Reizanzahl aus (siehe Treisman & Gelade, 1980). Da der Zielreiz immer als ein Farbsingleton erscheint, wird angenommen, dass Teilnehmer ihre Suchstrategie schnell

daran anpassen und nach dessen Farbe suchen (siehe Reischauer, 2011). Diese Art der Suche ist von der Anzahl der Reize unabhängig, da das Suchen nach dem Farbsingleton parallel erfolgt. Nach dem ersten Farbwechsel wird die Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes verletzt und es wird erwartet, dass mehr nach der Form des Zielreizes gesucht wird. Es wird eine sogenannte steile Suchfunktion erwartet. Diese Suche zeichnet sich durch steigende Reaktionszeiten, die von der Reizanzahl abhängig sind, aus. Dabei wird das ganze Display seriell durchsucht (siehe Treisman & Gelade, 1980).

4 Untersuchungsmethode

4.1 Stichprobe

An dieser Studie nahmen 25 (16 weiblich und 9 männlich) Psychologie-Studierende der Universität Wien teil. Sie wurden über das Rekrutierungssystem des Instituts für Allgemeine Psychologie (RSAP) gewonnen. Für ihre Teilnahme bekamen sie eine Versuchspersonenstunde für ihr Studium angerechnet. Diese konnten sie für Vorlesungen oder Proseminare einlösen. Das Durchschnittsalter betrug 24,92 Jahre bei einer Alterspanne von 19 bis 64 Jahre. Davon waren bis auf einen Teilnehmer alle rechtshändig. Die Sehschärfe wurde in Form einer Nahleseprobe und mittels des Ishihara Kurztests wurde das Rot/Grün-Farbsehen der Teilnehmer überprüft. Alle Teilnehmer hatten normale bzw. korrigierte Sehkraft und ein normales Farbsehen. Mittels eines einfachen Äugigkeitstest wurde noch das dominante Auge festgestellt.

4.2 Reizmaterial

Beim Experiment handelte es sich um eine einfache visuelle Suchaufgabe mit Buchstaben als Reizen. Die Suchaufgabe bestand darin, den Zielbuchstaben unter einer Reihe von jeweils 2, 6 oder 12 Buchstaben zu finden und mit entsprechenden Antworttasten anzugeben, in welcher Position sich der Zielbuchstabe befindet. Der Zielbuchstabe war H oder U und als ablenkende Buchstaben wurden die Buchstaben A, B, C, D, E, F, I, L, P, S und T verwendet. Die Größe der Buchstaben betrug 1° und die Exzentrizität 2° .

In jedem Durchgang wurde auf dem Bildschirm je ein Zielbuchstabe und randomisiert 1, 5 oder 11 ablenkende Buchstaben in Uhrzeigerposition dargeboten. In dem Überraschungsdurchgang (3 kritische Durchgänge) wurden je ein Zielreiz und ein Ablenkreiz präsentiert. Die Buchstaben erschienen in Grün und Rot gleicher Luminanz

(65 c/m²) auf grauem Hintergrund (80 c/m²) der Bildschirmoberfläche. Die in jedem Durchgang dargebotenen Buchstaben wurden randomisiert ausgewählt, die Anzahl der Reize erfolgte in jedem prä- und postkritischen Durchgang zufällig und wurde über alle Durchgänge ausbalanciert. Dies ergab insgesamt 120 experimentelle Durchgänge.

4.3 Instrumente und Messgeräte

Die Buchstaben wurden auf einem 19 Zoll Monitor eines PCs (Sony Multiscan G400) mit der Auflösung von 1024x768 Pixel präsentiert. Die Display-Wiederholungsfrequenz betrug 120 Hz. Für die Blickerfassung wurde der Blickverfolger EyeLink 1000 Desktop Mount (SR Research, Mississauga, Ontario, Canada) mit einer Abtastfrequenz von 1000 Hz eingesetzt. Dieser zeichnete die Blickbewegungen des dominanten Auges auf und wurde für jeden Teilnehmer individuell anhand einer 9-Punkt Kalibrierung, die gegebenenfalls während des Experiments wiederholt wurde, eingestellt.

Der Blickverfolger befand sich unterhalb des Bildschirms. Um die Distanz zum Monitor konstant zu halten und gleichzeitig Kopfbewegungen zu meiden, befand sich eine Kinn- und Stirnstütze 64 cm vom Monitor entfernt. Die Sitzhöhe konnte individuell angepasst werden. Die Tastatur befand sich vor den Teilnehmern und mittels zweier Antworttasten („x“ - links bzw. „ „ - rechts) sollte die Zielbuchstabenposition angegeben werden.

4.4 Ablauf

Die Testungen wurden in einem abgedunkelten Eye-tracking-Labor der Fakultät für Psychologie in Wien durchgeführt. Beim Durchführen des Experiments wurde dieses Labor indirekt beleuchtet, um Bildschirmreflexionen zu vermeiden. Vor Beginn der Testung wurde von den Teilnehmern eine Einverständniserklärung unterschrieben und alle für die Studie relevanten demographischen Daten erhoben. Dann wurde der Blickverfolger individuell für jeden Teilnehmer kalibriert.

Die experimentelle Phase der Testung begann dann mit einer schriftlichen Instruktion auf der Bildschirmoberfläche, in der Teilnehmer aufgefordert wurden, aus einer Reihe von jeweils 2, 6 oder 12 Buchstaben den Zielbuchstaben H oder U zu suchen. Nachdem dieser Zielbuchstabe gefunden wurde, sollten sie diesen mit ihren Augen fixieren und mittels Tasten (rechts vs. links) dessen Position (oben/oberhalb vs. unten/unterhalb) angeben. Die Tastenzuordnung sowie die Anfangsfarbe des

Zielbuchstabens wurden über alle Teilnehmer ausbalanciert. Vor Beginn des Experiments gab es noch zehn Probedurchgänge, wo die Teilnehmer nach jedem Durchgang eine Rückmeldung erhielten, ob sie die Position des Zielbuchstabens richtig oder falsch angaben. Während der experimentellen Durchgänge gab es keine Rückmeldung.

Jeder experimentelle Durchgang startete mit der Darbietung eines leeren Bildschirms mit dem Fixationskreuz, das sich im Zentrum des Bildschirms befand. Erst nachdem dieses Fixationskreuz mit den Augen fixiert wurde, erfolgte eine Darbietung von jeweils 2, 6 oder 12 Buchstaben, die in Uhrzeigerposition angeordnet wurden. Nachdem die Position des Zielbuchstabens mittels Tastendruck angegeben wurde, folgte ein leerer Bildschirm in einer Dauer von 1000 ms. In den präkritischen Durchgängen hatte der Zielreiz dieselbe Farbe wie in Probedurchgängen. Diese Farbe wechselte er im kritischen Durchgang und behielt sie in darauffolgenden postkritischen Durchgängen, bis es zum zweiten Farbwechsel kam. Wenn der Zielbuchstabe in den präkritischen Durchgängen z.B. als ein rotes Farbsingleton erscheint, wechselt er seine Farbe im kritischen Durchgang und wird dann in Grün und der Ablenkreiz in Rot präsentiert. Diese Farben sind dann in postkritischen Durchgängen konstant bis es zum zweiten Farbwechsel kommt, in dem im kritischen Durchgang der Ziel- und Ablenkreiz wieder ihre Farben wechseln (siehe Abbildung 2).

5 Ergebnisse

Für die Analyse der Reaktionszeiten innerhalb des Intervalls und zwischen den Farbwechseln wurden 11 Teilnehmer von der Auswertung ausgeschlossen. Wenn in allen drei kritischen Durchgängen innerhalb des ersten Farbwechsels Fehler gemacht wurden d.h. die Zielreizposition falsch angegeben wurde, wurde angenommen, dass die Teilnehmer den Farbwechsel entweder nicht bemerkten und nur nach der Farbe suchten oder die Instruktion nicht befolgten. Aus diesem Grund konnte nicht von einem Überraschungseffekt ausgegangen werden bzw. wurde bei ihnen keine Überraschung hervorgerufen. Somit wurden für die Analyse der Reaktionszeiten innerhalb des Intervalls und zwischen den Farbwechseln die Daten von 14 Teilnehmern ausgewertet. Für Analysen der Augenfixationen (Fixationsdauer und Anzahl der Fixationen) wurden ebenfalls Daten von diesen 14 Teilnehmern zur Auswertung herangezogen. Schließlich wurden auch für die Analyse des Displaygröße-Effekts Daten von 14 Teilnehmern zur Auswertung genommen.

Es wurden drei Analysen durchgeführt. Eine Analyse der Reaktionszeiten mit den unabhängigen Variablen Intervall unterteilt in präkritische vs. kritische vs. postkritische Durchgänge (siehe Abbildung 2) und Reihenfolge der stattgefundenen Farbwechsel mit Wechsel 1 vs. Wechsel 2. Als abhängige Variable dienten Reaktionszeiten bis zur Betätigung der Antworttaste.

Bei der Analyse der Augenfixationen wurde zusätzlich noch die Variable Interessensbereich eingefügt, der den Bereich um den Zielreiz vs. Ablenkreiz erfasst. Die abhängigen Variablen waren dabei die Dauer und Anzahl der Augenfixationen auf den Ziel- und Ablenkreiz.

Bei der Analyse des Displaygröße-Effekts dienten als die unabhängigen Variablen Phase mit den Ausprägungen vor dem 1. vs. nach dem 1. Farbwechsel und die Anzahl der Reize mit 2 vs. 6 vs. 12 Reizen (siehe Abbildung 1). Erfasst wurden Reaktionszeiten als abhängige Variable.

Zusätzlich wurde bei allen Analysen der Faktor Gruppe eingefügt. Die Teilnehmer wurden in zwei Gruppen unterteilt. In einer Gruppe folgte nach dem 50. Durchgang, in der anderen nach dem 75. Durchgang der erste Farbwechsel.

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels Varianzanalysen (ANOVA) mit Messwiederholung für die *Innersubjektfaktoren*: Intervall (präkritisch vs. kritisch vs.

postkritisch), Reihenfolge der Farbwechsel (Wechsel 1 vs. Wechsel 2), Interessensbereich (Zielreiz vs. Ablenkreiz), Phase (vor dem 1. Farbwechsel vs. nach dem 1. Farbwechsel), Reizanzahl (2 vs. 6 vs. 12) und den *Zwischensubjektfaktor*: Gruppe (Gruppe 50 vs. Gruppe 75).

Alle Berechnungen erfolgten unter $\alpha = 5\%$. Die Daten wurden durch den Mauchly-Test auf eine Verletzung der Sphärizität geprüft. Falls die Voraussetzung der Sphärizität verletzt war, wurde aufgrund der kleinen Stichprobe eine Anpassung der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser vorgenommen und die Freiheitsgrade und p-Werte mit korrigierten Werten angegeben. Vergleiche innerhalb der Faktoren wurden mittels post-hoc *t*-Tests, nach Bonferroni-korrigiert und unter $\alpha = 5\%$ berechnet und mit Mittelwerten (MW) angegeben.

5.1 Reaktionszeiten

Für die Analyse der Reaktionszeiten innerhalb eines Intervalls und zwischen den Wechseln wurden pro jeden Farbwechsel nur jene Durchgänge, die das Intervall bilden, genommen. Die Daten wurden mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung ausgewertet. Als abhängige Variable dienten Reaktionszeiten bis zur Positionsangabe des Zielreizes. Die unabhängigen Variablen waren die definierten Innersubjektfaktoren Intervall, Reihenfolge und der Zwischensubjektfaktor Gruppe.

Die Auswertung der Daten zeigt keinen signifikanten Effekt des Faktors Gruppe und die Interaktionen sind ebenso nicht signifikant, alle $p_s \geq 0,495$. Das heißt, dass der Faktor Gruppe keinen signifikanten Einfluss auf die Reaktionszeiten hat.

Der Faktor Intervall zeigt einen signifikanten Haupteffekt, $F(1,307, 15,690) = 9,028, p = 0,006$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,429$. Das bedeutet, dass es einen signifikanten Unterschied der Reaktionszeiten zwischen präkritischen, kritischen und postkritischen Durchgängen innerhalb eines Intervalls gibt. Post-hoc *t*-Tests nach Bonferroni zeigen, dass die kritischen Reaktionszeiten (MW = 1283 ms) signifikant länger sind als Reaktionszeiten in präkritischen Durchgängen (MW = 838 ms), $p = 0,019$. Diese kritischen Reaktionszeiten weisen jedoch zu den postkritischen Reaktionszeiten (MW = 1160 ms) keinen signifikanten Unterschied auf, $p = 0,920$. In postkritischen Durchgängen sind Reaktionszeiten aber signifikant länger als die präkritischen Reaktionszeiten, $p = 0,001$.

Der Faktor Reihenfolge zeigt keinen signifikanten Haupteffekt $F(1, 12) = 3,143$, $p = 0,102$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,208$. Die Reaktionszeiten im ersten Farbwechsel unterscheiden sich nicht signifikant von den Reaktionszeiten im zweiten Farbwechsel.

Eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Intervall und Reihenfolge zeigt eine signifikante Interaktion, $F(1,513, 18,160) = 4,823$, $p = 0,029$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,287$. Das bedeutet, dass sich die Reaktionszeiten innerhalb des Intervalls signifikant von der Reihenfolge der Wechsel unterscheiden. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass beim ersten Wechsel die kritischen Reaktionszeiten (MW = 1471 ms, SD = 291 ms), knapp nicht signifikant, $p = 0,051$ länger sind als die präkritischen Reaktionszeiten (MW = 715 ms, SD = 46 ms). Diese kritischen Reaktionszeiten weisen aber zu den postkritischen Reaktionszeiten (MW = 1365 ms) keinen signifikanten Unterschied auf, $p = 1,000$ und in postkritischen Durchgängen sind die Reaktionszeiten signifikant länger als in präkritischen Durchgängen, $p = 0,002$. Im zweiten Wechsel weisen die Reaktionszeiten innerhalb des Intervalls keinen signifikanten Unterschied auf, alle $ps \geq 0,193$ (siehe Abbildung 3).

Es wurde dieselbe zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung noch bei Durchgängen mit nur zwei Reizen durchgeführt. Dies erfolgte aus dem Grund, um die Ergebnisse der Reaktionszeiten mit der Diplomarbeitstudie von Reischauer (2011) zu vergleichen und zu schauen, ob generell die Reaktionszeiten von der Displaygröße abhängen. Für die Analyse wurden wieder diejenigen Durchgänge genommen, die für das Intervall pro jeden Farbwechsel relevant sind. In diesem Fall jedoch nur die Durchgänge mit zwei Reizen. Da die Reizanzahl über alle Durchgänge ausbalanciert wurde, handelte es sich nicht genau um die ersten drei Durchgänge, die hintereinander folgten (z.B. Durchgang 48, 49 und 50 bei Gruppe „50“). Dies erklärt auch den entstandenen Knick (siehe Abbildung 4), der nach dem kritischen Durchgang im ersten Wechsel deutlicher ist als in der Abbildung 3. Die Analyse zeigt jedoch dasselbe Ergebnismuster wie oben beschrieben.

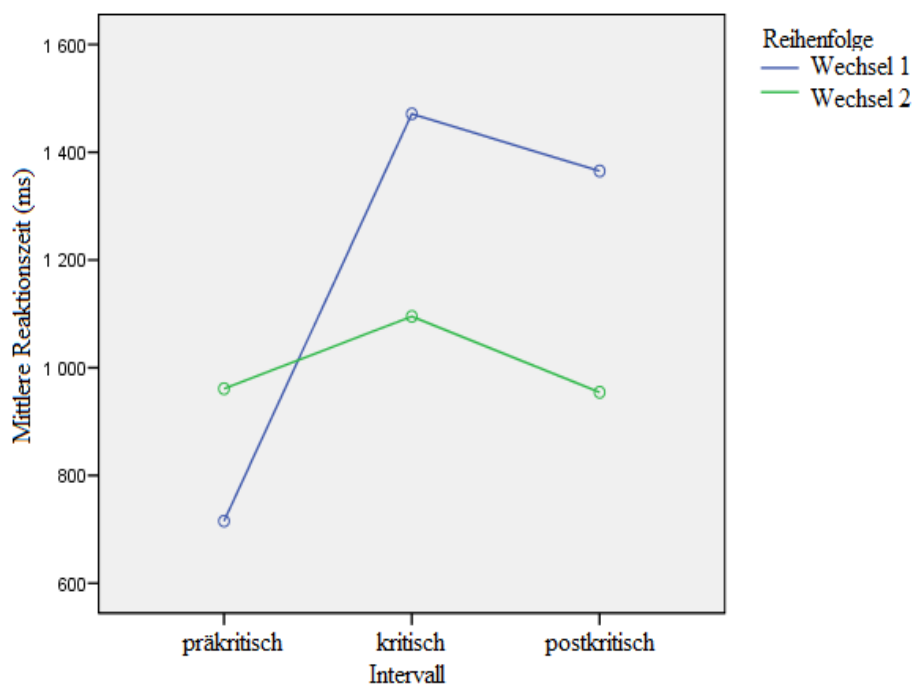


Abbildung 3: Mittlere Reaktionszeiten bei Durchgängen mit allen Reizen: Kritische Reaktionszeiten in Wechsel 1 sind im Vergleich zu präkritischen Reaktionszeiten deutlich länger. Reaktionszeiten in Wechsel 2 innerhalb des Intervalls weisen keine signifikanten Unterschiede auf.

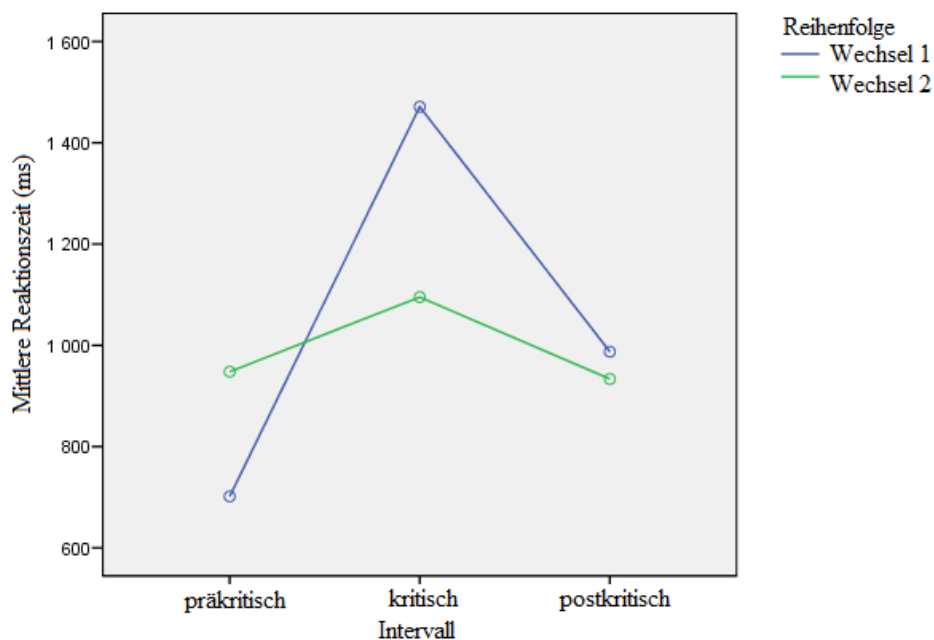


Abbildung 4: Mittlere Reaktionszeiten bei Durchgängen mit zwei Reizen: Verlängerte kritische Reaktionszeiten in Wechsel 1 im Vergleich zu präkritischen Reaktionszeiten. In Wechsel 2 weisen Reaktionszeiten innerhalb des Intervalls keine signifikanten Unterschiede auf.

5.2 Augenfixationen

Bei der Analyse von Augenfixationen wurde zusätzlich noch der Faktor Interessensbereich (engl. *Area of Interest*) in die Auswertung herangezogen. Es handelt sich dabei um den Bereich von Interesse, zu dem die Teilnehmer ihren Blick fokussieren. Für diese Diplomarbeitsstudie ist der Bereich um den Zielreiz und um den Ablenkreiz relevant. Zur Auswertung wurden Fixationen, die sich in der Fixationszone von 1° um den jeweiligen Interessensbereich befinden, genommen. Alle anderen Fixationen der Augen waren für die Analyse irrelevant.

Die Daten wurden mittels einer dreifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung ausgewertet. Als abhängige Variable dienten Fixationsdauer und Anzahl der Fixationen d.h. wie lange und wie oft der Ziel- und Ablenkreiz fixiert wurde. Die unabhängigen Variablen waren die definierten Innersubjektfaktoren Intervall, Reihenfolge, Interessensbereich und der Zwischensubjektfaktor Gruppe.

5.2.1 Fixationsdauer

Die Auswertung der Daten zeigt keinen signifikanten Effekt des Faktors Gruppe und die berechneten Interaktionen zeigen auch keine signifikanten Ergebnisse, alle $p_s \geq 0,067$. Das bedeutet, dass der Faktor Gruppe keinen Einfluss auf die Fixationsdauer hat.

Der Haupteffekt des Faktors Reihenfolge zeigt kein signifikantes Ergebnis, $F(1, 12) = 0,056$, $p = 0,816$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,005$. Das heißt, dass es keinen signifikanten Unterschied der Fixationsdauer in den beiden Wechseln gibt.

Der zweite Haupteffekt des Faktors Intervall ist auch nicht signifikant, $F(1,398, 16,771) = 2,087$, $p = 0,164$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,148$. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass nur in präkritischen Durchgängen die Fixationsdauer (MW = 412 ms) signifikant länger ist als in postkritischen Durchgängen (MW = 325 ms), $p = 0,024$. Der Vergleich der Fixationsdauer der kritischen Durchgänge (MW = 350 ms) zu präkritischen Durchgängen ist nicht signifikant, $p = 0,817$, wie auch zu postkritischen Durchgängen $p = 1,000$.

Der Haupteffekt des Faktors Interessensbereich ist signifikant $F(1, 12) = 91,858$, $p = 0,000$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,884$. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni

zeigen, dass der Zielreiz (MW = 602 ms) signifikant länger als der Ablenkreiz (MW = 123 ms), $p = 0,000$ fixiert wird.

Eine Interaktion zwischen den Faktoren Reihenfolge und Interessensbereich ist signifikant $F(1, 12) = 6,726$, $p = 0,024$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,359$. Das bedeutet, dass sich die Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz zwischen den beiden Wechseln signifikant unterscheidet. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass im ersten Wechsel der Zielreiz (MW = 576 ms) wie auch im zweiten Wechsel der Zielreiz (MW = 623 ms) signifikant länger als der Ablenkreiz (Wechsel 1: MW = 142 ms; Wechsel 2: 103 ms), beide $ps = 0,000$ fixiert wird.

Eine Analyse der Interaktion zwischen den Faktoren Intervall und Interessensbereich zeigt ein signifikantes Ergebnis $F(1,257, 15,089) = 11,899$, $p = 0,002$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,498$. Das weist darauf hin, dass es signifikant unterschiedliche Fixationsdauer auf den Zielreiz und Ablenkreiz innerhalb eines Intervalls gibt. Post- hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass der Ablenkreiz in kritischen Durchgängen (MW = 233 ms) signifikant länger als in präkritischen (MW = 64 ms), $p = 0,003$ und postkritischen Durchgängen (MW = 71 ms), $p = 0,002$, fixiert wird. Die Fixationsdauer auf den Ablenkreiz in präkritischen Durchgängen unterscheidet sich nicht signifikant von der Fixationsdauer in postkritischen Durchgängen, $p = 1,000$. Die Fixationsdauer auf den Zielreiz unterscheidet sich in kritischen Durchgängen (MW = 467 ms) nicht signifikant von den präkritischen (MW = 760 ms) $p = 0,064$ und postkritischen Durchgängen (MW = 579 ms) $p = 0,453$. Die Fixationsdauer auf den Zielreiz in postkritischen Durchgängen ist jedoch signifikant kürzer als in präkritischen Durchgängen, $p = 0,045$.

Eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Reihenfolge und Intervall zeigt keine signifikante Interaktion, $F(1,927, 23,127) = 1,394$, $p = 0,268$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,104$. Das bedeutet, dass sich die Fixationsdauer innerhalb des Intervalls nicht vom ersten und zweiten Wechsel unterscheidet.

Eine dreifache Analyse der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Reihenfolge, Intervall und Interessensbereich zeigt ein knapp nicht signifikantes Ergebnis $F(1,816, 21,797) = 3,511$, $p = 0,052$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,226$. Dieses Ergebnis fällt unter Huynh-Feldt-Korrektur signifikant aus, mit $F(2, 24) = 3,511$, $p = 0,046$, $\eta_p^2 = 0,226$.

Post-hoc *t*-Tests nach Bonferroni zeigen, dass beim ersten Wechsel der Zielreiz nur in den präkritischen (MW = 744 ms) und postkritischen Durchgängen (MW = 559 ms) länger als der Ablenkreiz fixiert wird (präkritisch: MW = 44 ms; postkritisch: MW = 61 ms), beide $ps = 0,000$. In kritischen Durchgängen ist die Fixationsdauer des Zielreizes (MW = 425 ms) und des Ablenkreizes (MW = 322 ms), nicht signifikant voneinander unterschiedlich, $p = 0,289$. Der Ablenkreiz wird in kritischen Durchgängen (MW = 322 ms) signifikant länger fixiert als dies der Fall in präkritischen (MW = 44 ms), $p = 0,012$ und postkritischen Durchgängen (MW = 61 ms), $p = 0,016$ ist. Die Fixationsdauer auf den Zielreiz unterscheidet sich nicht innerhalb des Intervalls, alle $ps \geq 0,072$ (siehe Abbildung 5). Beim zweiten Wechsel wird der Zielreiz sowohl in präkritischen (MW = 776 ms), in kritischen (MW = 509 ms) als auch in postkritischen Durchgängen (MW = 599 ms) signifikant länger als der Ablenkreiz fixiert (präkritisch: MW = 85 ms; kritisch: MW = 144 ms; postkritisch: MW = 81 ms), alle $ps = 0,000$. Die Fixationsdauer auf den Ablenkreiz unterscheidet sich nicht innerhalb des Intervalls, alle $ps \geq 0,311$. Die Fixationsdauer auf den Zielreiz unterscheidet sich auch nicht innerhalb des Intervalls, alle $ps \geq 0,068$ (siehe Abbildung 6).

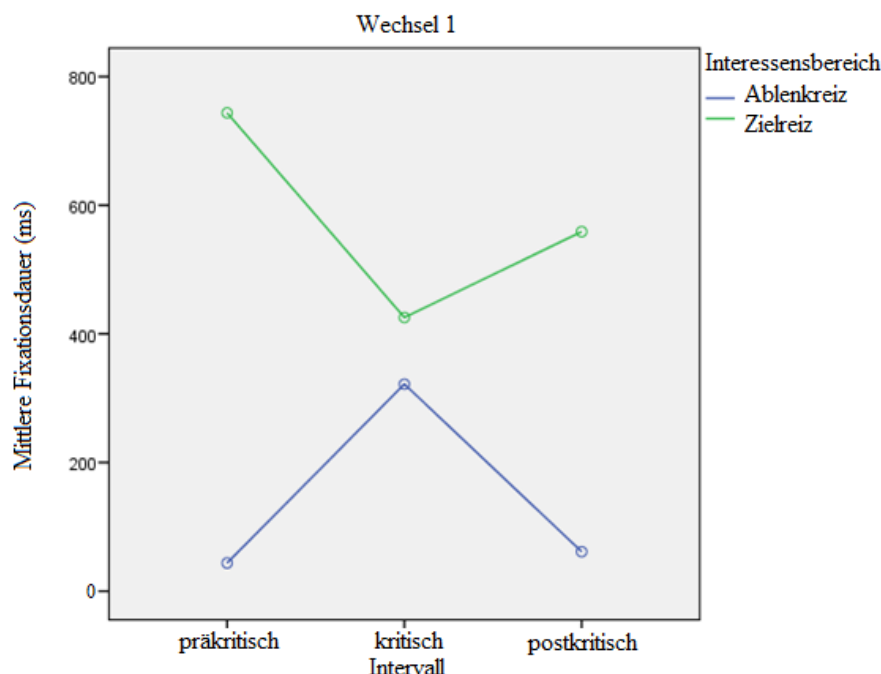


Abbildung 5: Mittlere Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 1: Der Ablenkreiz wird in kritischen Durchgängen signifikant länger fixiert als in präkritischen und postkritischen Durchgängen. Die Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz unterscheidet sich in kritischen Durchgängen nicht signifikant voneinander.



Abbildung 6: Mittlere Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 2: Die Fixationsdauer auf den Ablenkreiz unterscheidet sich innerhalb des Intervalls nicht signifikant voneinander. Die Fixationsdauer auf den Zielreiz innerhalb des Intervalls ist auch nicht signifikant unterschiedlich.

5.2.2 Fixationsanzahl

Die Auswertung der Daten mittels ANOVA zeigt keinen signifikanten Effekt des Faktors Gruppe und die Interaktionen sind auch nicht signifikant, alle $ps \geq 0,060$. Das zeigt, dass der Faktor Gruppe keinen Einfluss auf die Anzahl der Fixationen hat.

Es gibt einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Reihenfolge, $F(1, 12) = 5,236, p = 0,041$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,304$. Dies zeigt, dass es einen signifikanten Unterschied der Anzahl der Fixationen im ersten und zweiten Wechsel gibt. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass die Reize im ersten Wechsel (MW = 3,4) signifikant häufiger als Reize im zweiten Wechsel (MW = 2,6), $p = 0,041$ fixiert werden.

Der Faktor Intervall zeigt einen signifikanten Haupteffekt, $F(1,717, 20,603) = 5,081, p = 0,020$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,297$. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Fixationen innerhalb des Intervalls unterscheidet. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass es signifikant mehr Fixationen während

der kritischen Durchgänge ($MW = 3,6$) als während der präkritischen Durchgänge ($MW = 2,4$), $p = 0,40$ gibt. Die Anzahl der Fixationen in kritischen Durchgängen unterscheidet sich nicht von den postkritischen Durchgängen ($MW = 3,0$), $p = 0,443$ und die Anzahl der Fixationen in postkritischen Durchgängen unterscheidet sich auch nicht signifikant von den präkritischen Durchgängen, $p = 0,232$.

Der Haupteffekt des Faktors Interessensbereich ist signifikant $F(1, 12) = 54,523$, $p = 0,000$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,820$. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass der Zielreiz ($MW = 4,4$) signifikant häufiger als der Ablenkreiz ($MW = 1,6$), $p = 0,000$ fixiert wird.

Eine Interaktion zwischen den Faktoren Reihenfolge und Interessensbereich ist nicht signifikant $F(1, 12) = 0,022$, $p = 0,883$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,002$. Das zeigt, dass sich die Fixationsanzahl auf den Ziel- und Ablenkreiz zwischen den beiden Wechseln nicht signifikant voneinander unterscheidet.

Eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Intervall und Interessensbereich ist signifikant, $F(1,772, 21,259) = 12,833$, $p = 0,000$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,517$. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass der Ablenkreiz in kritischen Durchgängen ($MW = 3,1$) signifikant häufiger als in präkritischen ($MW = 0,7$), $p = 0,000$ und postkritischen Durchgängen ($MW = 1,1$), $p = 0,002$ fixiert wird. Die Anzahl der Fixationen auf den Ablenkreiz in präkritischen Durchgängen unterscheidet sich nicht signifikant von der Anzahl der Fixationen in postkritischen Durchgängen, $p = 0,661$. Die Anzahl der Fixationen auf den Zielreiz unterscheidet sich innerhalb des Intervalls nicht signifikant, alle $ps \geq 0,337$.

Eine Interaktion zwischen den Faktoren Reihenfolge und Intervall zeigt keine signifikante Interaktion, $F(1,853, 22,240) = 1,514$, $p = 0,242$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,112$. Das bedeutet, dass sich im ersten und zweiten Wechsel die Fixationsanzahl innerhalb des Intervalls nicht signifikant voneinander unterscheidet.

Eine dreifache Wechselwirkung zwischen den Faktoren Reihenfolge, Intervall und Interessensbereich zeigt ein signifikantes Ergebnis $F(1,580, 18,956) = 5,195$, $p = 0,021$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,302$. Die Häufigkeit der Fixationen auf den Zielreiz und Ablenkreiz ist innerhalb des Intervalls im ersten und auch im zweiten Wechsel signifikant unterschiedlich.

Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass der Zielreiz beim ersten Wechsel in den präkritischen (MW = 4,6) und postkritischen Durchgängen (MW = 5,2) häufiger als der Ablenkreiz (präkritisch: MW = 0,5; postkritisch: MW = 1,4) fixiert wird, beide $ps = 0,000$. Die Fixationsanzahl bei kritischen Durchgängen auf den Zielreiz (MW = 4,5) und Ablenkreiz (MW = 4,3) ist nicht signifikant voneinander unterschiedlich, $p = 0,863$. In kritischen Durchgängen wird der Ablenkreiz (MW = 4,3) signifikant häufiger fixiert als in präkritischen (MW = 0,5), $p = 0,000$ und postkritischen Durchgängen (MW = 1,4), $p = 0,005$. Die Fixationsanzahl auf den Zielreiz innerhalb des Intervalls ist nicht signifikant unterschiedlich, alle $ps = 1,000$ (siehe Abbildung 7). Der Zielreiz beim zweiten Wechsel wird sowohl in präkritischen (MW = 3,6), in kritischen (MW = 3,9) als auch in postkritischen Durchgängen (MW = 4,4) signifikant häufiger als der Ablenkreiz fixiert (präkritisch: MW = 1,0; kritisch: MW = 1,8; postkritisch: MW = 0,9), alle $ps \leq 0,004$. Die Fixationsanzahl auf den Ablenkreiz unterscheidet sich nicht innerhalb des Intervalls, alle $ps \geq 0,214$. Die Fixationsanzahl auf den Zielreiz unterscheidet sich ebenfalls nicht innerhalb des Intervalls, alle $ps \geq 0,530$ (siehe Abbildung 8).

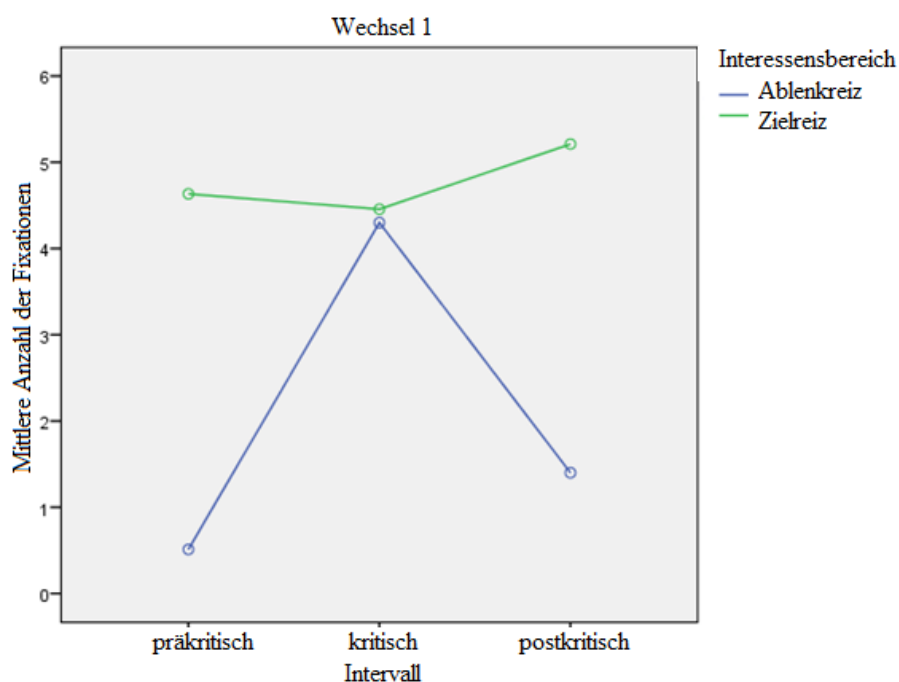


Abbildung 7: Mittlere Fixationsanzahl auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 1: In kritischen Durchgängen wird der Ablenkreiz signifikant häufiger fixiert als in präkritischen und postkritischen Durchgängen. Dabei ist die Anzahl der Fixationen auf den Ziel- und Ablenkreiz in kritischen Durchgängen signifikant nicht unterschiedlich.

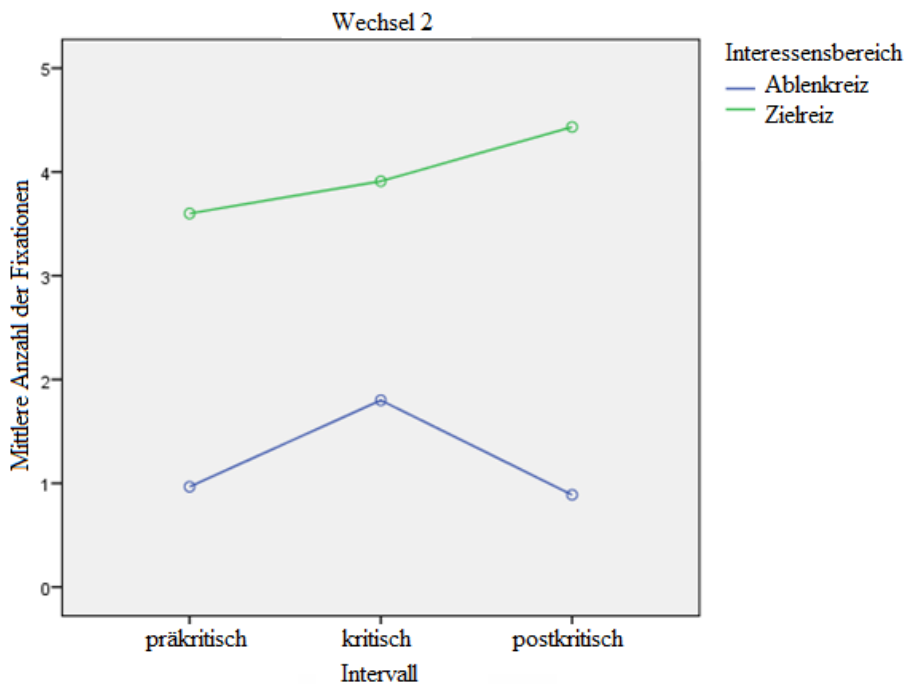


Abbildung 8: Mittlere Fixationsanzahl auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 2: Der Ablenkreiz wird innerhalb des Intervalls nicht signifikant unterschiedlich häufig fixiert. Die Anzahl der Fixationen auf den Zielreiz zeigt innerhalb des Intervalls auch keine signifikanten Unterschiede.

5.3 Displaygröße-Effekt

Zur Auswertung des Displaygröße-Effekts wurden alle Durchgänge, ausgenommen drei präkritische Durchgänge gleich vor dem kritischen Durchgang, drei Durchgänge des kritischen Durchgangs und drei postkritische Durchgänge gleich nach dem kritischen Durchgang und dies nur beim ersten Farbwechsel, genommen.

Die Daten wurden mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung ausgewertet. Als abhängige Variable dienten Reaktionszeiten bis zur Angabe der Zielreizposition. Die unabhängigen Variablen waren die definierten Innersubjektfaktoren Phase und Reizanzahl und der Zwischensubjektfaktor Gruppe.

Die Auswertung der Daten zeigt keinen signifikanten Effekt des Faktors Gruppe und die Interaktionen sind ebenfalls nicht signifikant, alle $ps \geq 0,168$. Das zeigt, dass die Gruppe keinen Einfluss auf die Reaktionszeiten hat.

Der Faktor Phase zeigt ein signifikantes Ergebnis, $F(1, 12) = 13,740$, $p = 0,003$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,534$. Post-hoc t -Tests nach Bonferroni zeigen, dass

die Reaktionszeiten vor dem ersten Farbwechsel (MW = 769 ms) signifikant kürzer sind als diejenigen nach diesem ersten Farbwechsel (MW = 931), $p = 0,003$.

Der Haupteffekt des Faktors Anzahl der Reize ist nicht signifikant, $F(1,467, 17,604) = 1,480$, $p = 0,251$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,110$. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen Reaktionszeiten bei 2, 6 oder 12 Reizen vor, alle $ps \geq 0,239$.

Eine Interaktion zwischen den Faktoren Phase und Anzahl der Reize zeigt sich nicht signifikant $F(1,756, 21,071) = 1,018$, $p = 0,369$ bei einer Effektgröße von $\eta_p^2 = 0,078$. Das bedeutet, dass sich die Reaktionszeiten vor dem ersten Farbwechsel und nach diesem Farbwechsel bei unterschiedlicher Anzahl der Reize (2, 6 und 12) nicht voneinander unterscheiden. Trotz fehlender Signifikanz bei dieser Interaktion zeigen post-hoc t -Tests nach Bonferroni, dass vor dem ersten Farbwechsel die Reaktionszeiten bei 2 Reizen (MW = 736 ms) signifikant kürzer sind als Reaktionszeiten bei 6 Reizen (MW = 786 ms), $p = 0,004$ und auch signifikant kürzer als bei 12 Reizen (MW = 786 ms), $p = 0,001$. Reaktionszeiten nach dem ersten Farbwechsel unterscheiden sich nicht signifikant voneinander, alle $ps = 1,000$ (siehe Abbildung 9).

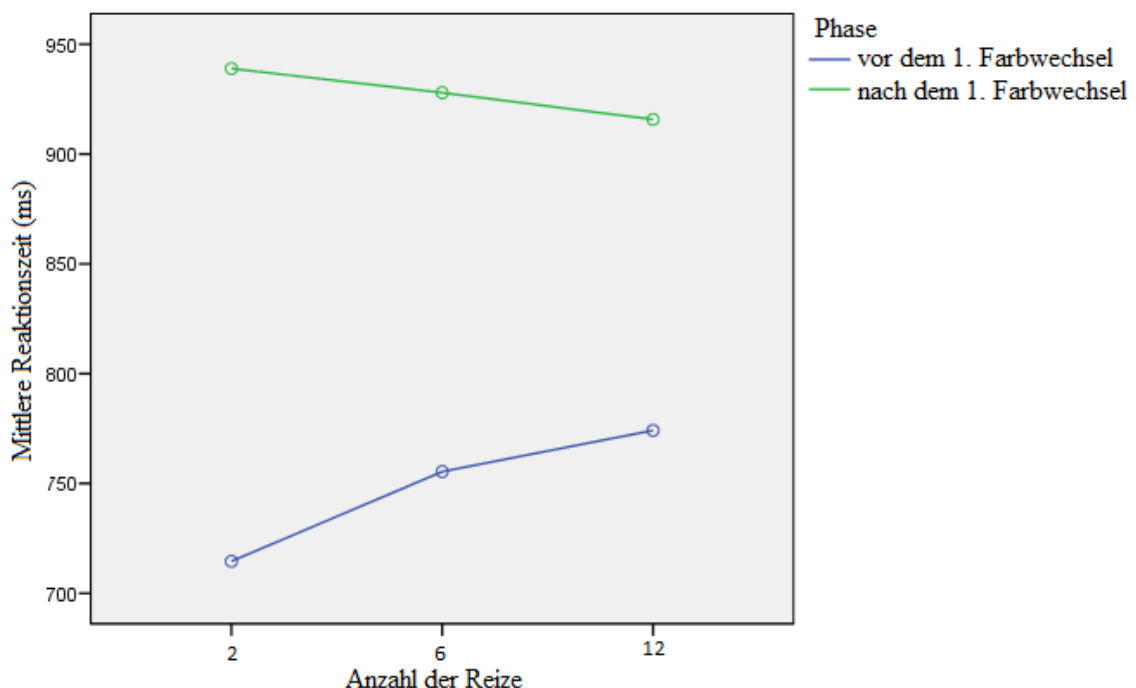


Abbildung 9: Mittlere Reaktionszeiten vor dem 1. und nach dem 1. Farbwechsel: Deutlich verlängerte Reaktionszeiten nach dem 1. Farbwechsel, die sich von der Reizanzahl nicht signifikant voneinander unterscheiden.

6 Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Überraschungs-Aufmerksamkeits-Hypothese nach Horstmann (2002, 2005) zu prüfen. In diesem Kapitel werden Ergebnisse der Studie in drei Punkten: Reaktionszeiten, Augenfixationen und Displaygröße-Effekt kurz zusammengefasst, interpretiert und mit theoretischen Erkenntnissen in Verbindung gebracht.

1. Reaktionszeiten

Durch den induzierten Überraschungseffekt in Form eines unerwarteten Farbwechsels wurde untersucht, ob die kritischen Reaktionszeiten bis zu der Positionsangabe des Zielbuchstabens länger sind als die präkritischen und postkritischen Reaktionszeiten.

Die Ergebnisse zeigten, dass die kritischen Reaktionszeiten länger waren als die präkritischen Reaktionszeiten. Dies weist darauf hin, dass die aufgebaute Erwartung bezüglich der konstanten Farbe des Zielbuchstabens durch den unerwarteten Farbwechsel verletzt wurde, was sich in verlängerten Reaktionszeiten zeigte. In Studien von Horstmann (2002, 2005; siehe auch Horstmann 2006; Horstmann & Becker, 2008) wurden in präkritischen Durchgängen homogene Displays präsentiert und im kritischen Durchgang erschien der Zielreiz als ein Farbsingleton. In dieser vorliegenden Studie wurde der Zielreiz als ein Farbsingleton bereits in präkritischen Durchgängen dargeboten. Die Erwartung wurde in diesem Fall durch den unerwarteten Farbwechsel des Ziel- und Ablenkreizes verletzt, indem der Zielreiz die Farbe des Ablenkreizes annahm.

Der erwartungsdiskrepante Reiz (in diesem Fall der Ablenkreiz in der Farbe des Zielreizes) zog Aufmerksamkeit auf sich, was sich in längeren Reaktionszeiten bis zur Positionsangabe des Zielreizes auswirkte. In diesem kritischen Überraschungsdurchgang brauchte es Zeit bis die Überraschung von den Teilnehmern wahrgenommen wurde und es brauchte auch Zeit, um eine Entscheidung bezüglich der korrekten Antwort, wo sich der Zielreiz befindet, zu geben (Horstmann, 2005). Dies alles hat einen Einfluss darauf, dass die kritischen Reaktionszeiten deutlich länger waren als die präkritischen Reaktionszeiten. Da der Zielreiz in den präkritischen Durchgängen in konstanter Farbe erschien, entwickelten die Teilnehmer ihre Suchabsicht, den Zielreiz entweder nach dessen Form oder Farbe zu suchen. Laut dieser

absichtsabhängigen Aufmerksamkeitslenkung brauchte es weniger Zeit, bis die Zielreizposition angegeben wurde, weil in diesen präkritischen Durchgängen die Verarbeitung der später im kritischen Durchgang ausgelösten Überraschung fehlte.

Die kritischen Reaktionszeiten unterschieden sich nicht signifikant von den postkritischen Reaktionszeiten. Dies bedeutet, dass die Teilnehmer auf ihre Ausgangsbasis nicht zurückkehrten und womöglich eine andere Suchstrategie anwendeten als vor dem Farbwechsel. Diese Überlegung wird im Punkt 3 diskutiert.

Weiters wurde untersucht, ob die kritischen Reaktionszeiten beim zweiten Farbwechsel kürzer sind als beim ersten Farbwechsel. Im zweiten Farbwechsel wurden keine signifikanten Unterschiede in Reaktionszeiten zwischen den Durchgängen innerhalb des Intervalls beobachtet. Dies weist darauf hin, dass im zweiten Farbwechsel keine Überraschung stattfand. Die dennoch kleinen, aber nicht signifikanten Reaktionszeitverzögerungen innerhalb des kritischen Durchgangs sind als Reaktionszeitkosten bedingt durch den stattgefundenen Farbwechsel zu deuten. Eine Erklärung dafür bietet das über die Durchgänge gebildete Priming. Dieses geht nicht von der Erwartung der Reizmerkmale des Zielreizes aus, sondern erklärt, dass Reizmerkmale des Zielreizes auf weitere Durchgänge übertragen werden, während Reizmerkmale des Ablenkreizes gehemmt bleiben (siehe z.B. Maljkovic & Nakayama, 1994). Durch den Farbwechsel nimmt der Ablenkreiz das Reizmerkmal (in diesem Fall die Farbe) des Zielreizes an, was automatisch zu Reaktionszeitverzögerungen führt.

Schützwohl (1998; siehe auch Meyer et al., 1997) sagt, dass überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung im Gegensatz zur absichtsabhängigen Aufmerksamkeitslenkung (Folk, et al. 1992) nur einmal pro eine Dimension hervorgerufen werden kann. Durch Wiederholungen eines Ereignisses (in diesem Fall des Farbwechsels) wird die Erwartungsdiskrepanz deutlich kleiner und es kann nicht von verlängerten Reaktionszeiten bedingt durch eine überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung ausgegangen werden.

Ebenfalls wie in der Diplomarbeitsstudie von Reischauer (2011) bereits gezeigt wurde, gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe 50 und 75. Es konnte eine Erwartung bei 50 Durchgängen aufgebaut werden und diese unterschied sich bezüglich der Reaktionszeiten nicht von der Erwartung, die bei 75 Durchgängen

aufgebaut wurde. Horstmann (2002, 2005, 2006; Horstmann & Becker, 2008) präsentierte in seinen Studien 48 Durchgänge bevor es zur Erwartungsverletzung kam.

In Zukunft wäre es somit interessant zu untersuchen, wie viele Durchgänge bzw. wie viel Zeit notwendig ist, um eine bestimmte Erwartung aufzubauen. Gegebenfalls auch wie viele Durchgänge nötig wären, damit ein Gruppenunterschied (in Bezug auf unterschiedliche Anzahl der präkritischen Durchgänge) vorliegt.

2. Augenfixationen

Die Ergebnisse der Analyse der Augenfixationen sprechen auch für die Überraschungs-Aufmerksamkeits-Hypothese nach Horstmann (2002, 2005). Der überraschende Reiz (der Ablenkreiz) zog Aufmerksamkeit auf sich und wurde mit den Augen fixiert. Der Ablenkreiz wurde beim ersten Farbwechsel in kritischen Durchgängen signifikant häufiger und länger fixiert als dies in präkritischen und postkritischen Durchgängen der Fall war. Beim zweiten Farbwechsel war die Fixationsdauer und Fixationshäufigkeit des Ablenkreizes innerhalb des Intervalls nicht signifikant unterschiedlich.

Die Teilnehmer wurden instruiert, den Zielbuchstaben zu fixieren. Somit bestand kein Grund dafür, den Ablenkreiz zu fixieren. Beim unerwarteten Farbwechsel wurde erwartet, dass der Ablenkreiz auch fixiert wird. Wenn die Erwartung bezüglich der Farbe des Zielreizes aufgebaut wird, sollte dann der Ablenkreiz im kritischen Durchgang deshalb fixiert werden, weil er die Farbe des Zielreizes annimmt. In der Abbildung 7 und 5 ist zu sehen, dass im kritischen Durchgang der Ablenkreiz signifikant häufiger und auch länger fixiert wurde als in Durchgängen davor und danach. Beim zweiten Farbwechsel wurde der Ablenkreiz im kritischen Durchgang nicht signifikant länger und häufiger fixiert als in präkritischen und postkritischen Durchgängen, weil ein zweiter Farbwechsel des Zielreizes nicht mehr erwartungsdiskrepant ist.

3. Displaygröße-Effekt

Durch das Variieren der Reizanzahl konnte genauer die von den Teilnehmern verwendete Suchstrategie untersucht werden. Die anfängliche Instruktion, nach den Zielbuchstaben H und U zu suchen, sollte die Teilnehmer dazu auffordern, nach der typischen Form dieser Buchstaben (vertikale und horizontale Linien) zu suchen. Da aber dieser Zielbuchstabe immer als ein Farbsingleton erschien, konnte die

Suchstrategie auch nach der Farbe angewendet werden. Die Annahme der Diplomarbeitstudie von Reischauer (2011), dass sich die Teilnehmer beim Suchen des Zielreizes auf dessen Farbe verließen, wurde in dieser Studie genauer durch das Variieren der Reizanzahl untersucht. Die Ergebnisse konnten diese Annahme teilweise widerlegen. Es wurde nämlich nicht nur nach der Farbe des Zielbuchstabens, sondern auch nach seiner Form gesucht.

In beiden Fällen (Suche nach der Form und Suche nach der Farbe) handelt es sich um das Suchen nach einem bestimmten Reizmerkmal. Treisman und Gelade (1980) machen diese Strategien anhand der Reaktionszeiten, die sich bei unterschiedlicher Reizanzahl zeigen, deutlich. Wenn die Reaktionszeiten mit der Anzahl der Reize nicht ansteigen, handelt es sich um eine flache Suchfunktion und es wurde nach dem Reizmerkmal Farbe gesucht. Da der Zielbuchstabe immer als ein Farbsingleton erscheint, kann er aufgrund seiner hohen Salienz unabhängig von der Reizanzahl schnell gefunden werden (Duncan & Humphreys, 1989; Treisman & Gelade, 1980). Wenn die Reaktionszeiten mit der Reizanzahl ansteigen, handelt es sich um eine steile Suchfunktion und es wurde nach dem Reizmerkmal Form gesucht. Um so einen Zielreiz zu finden, müssen alle im Display präsentierten Buchstaben durchsucht werden, was sich schließlich auf die Reaktionszeit auswirkt (Treisman & Gelade, 1980).

In dieser Diplomarbeitstudie konnte gezeigt werden, dass die postkritischen Reaktionszeiten signifikant länger als diejenigen vor dem Farbwechsel waren. Die Annahme ist, dass die Teilnehmer nach dem ersten Farbwechsel gedanklich vorbereitet waren, dass ein möglicher weiterer Farbwechsel wieder stattfinden könnte. Anhand der Analyse des Displaygröße-Effekts wurde auch deutlich, dass die Reaktionszeiten nach dem Farbwechsel allgemein länger waren.

Wenn die Abbildung 9 angesehen wird, können keine klaren Schlussfolgerungen bezüglich der verwendeten Suchstrategien gezogen werden. Vor dem ersten Farbwechsel waren die Reaktionszeiten bei 2 Reizen signifikant kürzer als die Reaktionszeiten bei 6 und 12 Reizen. Dies deutet darauf hin, dass die Teilnehmer anfänglich der Instruktion folgten und nach der Form des Zielbuchstabens suchten (nach H und U). Die Reaktionszeiten bei 6 Reizen unterschieden sich nicht signifikant von den Reaktionszeiten bei 12 Reizen. Dies weist wiederum darauf hin, dass die anfängliche Suche nach der Form des Zielreizes auf die Suche nach der Farbe des Zielreizes umgeändert wurde. Nach dem Farbwechsel unterschieden sich die

Reaktionszeiten von der Reizanzahl nicht signifikant voneinander, waren aber deutlich länger als die Reaktionszeiten vor dem Farbwechsel. Wenn hier die Suchstrategie interpretiert wird, kann angenommen werden, dass sich die signifikant längeren Reaktionszeiten additiv aus mehreren Komponenten zusammensetzen. Die an der Abbildung 9 beobachtete flache Suchstrategie deutet zwar darauf hin, dass nach der Farbe des Zielbuchstabens gesucht werden könnte, dies aber die deutlich längeren Reaktionszeiten nicht ausreichend erklärt. Daher wird angenommen, dass die Teilnehmer auch die Suchstrategie nach dem Reizmerkmal Form zusätzlich verwendeten. In der Abbildung 3 (siehe auch Abbildung 4) wird gezeigt, dass die postkritischen Reaktionszeiten beim ersten Wechsel signifikant länger waren als die präkritischen Reaktionszeiten. Dies bedeutet, dass die Teilnehmer auf ihre anfängliche Basis nicht zurückkehrten. Dies kann auch durch die verwendeten Suchstrategien der Teilnehmer erklärt werden. Da ein weiterer möglicher Farbwechsel seitens der Teilnehmer erwartet werden könnte, wendeten die Teilnehmer beide Suchstrategien als eine Sicherheit bezüglich ihres Antwortens an.

In Zukunft können nach dem Experiment die Teilnehmer gefragt werden, welche Suchstrategie sie beim Suchen des Zielreizes verwendeten und was sie dazu veranlasste. Bevorzugt werden jedoch objektive Maße.

7 Schlussfolgerung

Allgemein lässt sich sagen, dass in dieser Diplomarbeitsstudie durch den ersten unerwarteten Farbwechsel eine Überraschung induziert wurde und die Ergebnisse auf die überraschungsinduzierte Aufmerksamkeitslenkung nach Horstmann (2002, 2005) hindeuten. Diese zeigt sich durch verlängerte Reaktionszeiten und durch häufiges und längeres Fixieren des Ablenkreizes in kritischen Durchgängen als in Durchgängen, in denen der Zielreiz seine Farbe konstant hielt. Durch einen weiteren Farbwechsel konnten keine signifikant erhöhten Reaktionszeiten in kritischen Durchgängen beobachtet werden, da die Erwartungsdiskrepanz als wesentliches Hauptmerkmal der überraschungsinduzierten Aufmerksamkeitslenkung minimiert wurde. Bezüglich der Suchstrategien lässt sich sagen, dass nach dem ersten Farbwechsel mehr Zeit investiert wurde, bevor eine Antwort gegeben wurde. Das bedeutet, dass die Teilnehmer einen möglichen weiteren Farbwechsel erwarteten und den Zielreiz sicherheitshalber sowohl nach dessen Farbe als auch Form suchten.

Literaturverzeichnis

- Becker, S. (2010). Oculomotor capture by colour singletons depends on intertrial priming. *Visual Research*, 50, 2116– 2126.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. New York: Pergamon.
- Darwin, C. R. (1872/1965). *The expression of the emotions of man and animals*. London: John Murray.
- Duncan, J., & Humphreys, G.W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433– 458.
- Duncan, J., & Humphreys, G. (1992). Beyond the search surface: Visual search and attentional engagement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(2), 578– 588.
- Ekman, P., & Friesen, W. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124– 129.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 18(4), 1030– 1044.
- Gibson, B. S., & Jiang, Y. (1998). Surprise! An unexpected color singleton does not capture attention in visual search. *Psychological Science*, 9(3), 176– 182.
- Horstmann, G. (2002). Evidence for attentional capture by a surprising color singleton in visual search. *Psychological Science*, 13(6), 499– 505.
- Horstmann, G. (2005). Attentional capture by an unannounced color singleton depends on expectation discrepancy. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 31(5), 1039– 1060.
- Horstmann, G. (2006). The time course of intended and unintended allocation of attention. *Psychological Research*, 70(1), 13– 25.
- Horstmann, G., & Ansorge, U. (2006). Attentional shifts to rare singletons. *Visual Cognition*, 14(3), 295– 325.
- Horstmann, G., & Becker, S. I. (2008). Effects of stimulus–onset asynchrony and display duration on implicit and explicit measures of attentional capture by a surprising singleton. *Visual Cognition*, 16(2-3), 290– 306.

- Itti, L., & Baldi, P. (2005). A principled approach to detecting surprising events in video. *Proceedings in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 631– 637.
- Itti, L., & Baldi, P. (2009). Bayesian surprise attracts human attention. *Vision research*, 49(10), 1295– 1306.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40, 1489– 1506.
- Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transaction on pattern analysis and machine intelligence*, 20(11), 1254– 1259.
- James, W. (1950). *The principles of psychology (Vol. I)*. Reprinted Bristol: Thoemmes Press. (Original erschienen 1890, bei Henry Holt, New York, NY).
- Koch, K. R. (2000). *Einführung in die Bayes-Statistik*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Koch, C., & Ullman, S. (1985). Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, 4, 219–227.
- Kristjánsson, Á., & Campana, G. (2010). Where perception meets memory: A review of repetition priming in visual search tasks. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 5– 18.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out: I. Role of features. *Memory & cognition*, 22(6), 657– 672.
- Meeter, M., & Olivers, C. N. L. (2006). Intertrial priming stemming from ambiguity: A new account of priming in visual search. *Visual Cognition*, 13, 202– 222.
- Meyer, W.-U., Niepel, M., Rudolph, U., & Schützwohl, A. (1991). An experimental analysis of surprise. *Cognition & Emotion*, 5(4), 295– 311.
- Meyer, W.-U., Reisenzein, R., & Schützwohl, A. (1997). Toward a process analysis of emotions: The case of surprise. *Motivation and Emotion*, 21(3), 251– 274.
- Neisser, U. (1963). Decision-time without reaction-time: Experiments in visual scanning. *The American Journal of Psychology*, 76(3), 376– 385.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3– 25.

- Reisenzein, R., Meyer, W.-U., & Schützwohl, A. (1996). Reactions to surprising events: A paradigm for emotion research. In N. Frijda (Ed.), *Proceedings of the 9th conference of the International Society for Research on Emotions*. (pp. 292-296). Toronto: ISRE.
- Reischauer, M. (2011). Überraschung! – Moment mal...Unerwartete Reizmerkmalswechsel und ihr Einfluss auf Reaktionszeit und Blickverhalten (Diplomarbeit). Retrieved from <http://othes.univie.ac.at/>
- Schützwohl, A. (1998). Surprise and schema strength. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(5), 1182– 1199.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599– 606.
- Theeuwes, J., & Godijn, R. (2001). Attentional and oculomotor capture. In C. Folk, B. Gibson (Eds.), *Attraction, distraction, and action: Multiple perspectives on attentional capture*. (pp. 121-149). Amsterdam: Elsevier Science.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97– 136.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0. A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202– 238.
- Yantis, S., & Egeth, H. E. (1999). On the distinction between visual salience and stimulus-driven attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 661– 676.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Displaygrößen.....	29
Abbildung 2: Darstellung der Durchgänge innerhalb eines Intervalls.....	30
Abbildung 3: Mittlere Reaktionszeiten bei Durchgängen mit allen Reizen.....	38
Abbildung 4: Mittlere Reaktionszeiten bei Durchgängen mit 2 Reizen	38
Abbildung 5: Mittlere Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 1.....	41
Abbildung 6: Mittlere Fixationsdauer auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 2.....	42
Abbildung 7: Mittlere Fixationsanzahl auf den Ziel- und Ablenkreiz .in Wechsel 1.....	44
Abbildung 8: Mittlere Fixationsanzahl auf den Ziel- und Ablenkreiz in Wechsel 2.....	45
Abbildung 9: Mittlere Reaktionszeiten vor dem 1. und nach dem 1. Farbwechsel.....	46

Curriculum Vitae

Persönliche Daten:

Name: Martina Gasparova

E-mail: martina.gasparova1@gmail.com

Geburtsdaten: 30. 10. 1986 in Bratislava, Slowakei

Bildungsgang:

1993 - 1997	Volksschule sv. Ursule, Bratislava, Slowakei
1997 - 2001	Gymnasium sv. Ursule (Unterstufe), Bratislava, Slowakei
2001 - 2002	Fachschule für wirtschaftliche Berufe, Langenlois
2002 - 2006	Bundesrealgymnasium Bruck an der Leitha (Oberstufe)
03/2007- dato	Studium der Psychologie an der Universität Wien

Studium:

verpflichtende Wahlfächer im Bereich der Klinischen Psychologie

freie Wahlfächer im Bereich der Psychiatrie an der Medizinischen Universität Wien

Berufserfahrungen im Bereich Psychologie:

30. 05. - 05. 06. 2011	Mithilfe bei der Vorbereitung und Abwicklung der 12th European Conference on Traumatic Stress in Wien
07/2012 - 10/2012	Praktikum an der Lehr- und Forschungspraxis der Universität Wien (Arbeitsgruppe für Klinische und Gesundheitspsychologie)

EDV- Kenntnisse: Microsoft Office (Word, Excel, Power-Point, Internet Explorer),
SPSS

Sprachkenntnisse: Slowakisch (Muttersprache)
Deutsch (fließend in Wort und Schrift)
Englisch (aktiv in Wort und Schrift)
Latein (Maturaniveau)

Sonstiges: 10-Finger Schreibsystem