



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Arbeit

**Einfluss der Salienz von Bildmerkmalen auf Augenfixationen während einer  
visuellen Suchaufgabe**

Verfasser

**Helmut Perrelli**

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im November 2011

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: V.- Prof. Dr. Ulrich Ansorge



## Danksagung

Ich möchte meiner Freundin Kathrin Rosensprung für ihre emotionale Unterstützung danken! Des Weiteren danke ich allen StudienkollegInnen, mit denen ich mich fachlich ausgetauscht habe.



# 1 Zusammenfassung

Mittels der vorliegenden Diplomarbeit soll untersucht werden, in welcher Weise die visuelle Aufmerksamkeit beeinflusst werden kann. Aus früheren Studien ist bekannt, dass es zwei Wege der Aufmerksamkeitssteuerung gibt, nämlich Bottom-up (die Aufmerksamkeit ist reizgesteuert und automatisch) und Top-down (die Aufmerksamkeit wird absichtsabhängig gelenkt). Den Testpersonen wurden abstrakte Bilder auf einem Bildschirm dargeboten. Sie hatten die Aufgabe, eine verschwommene Scheibe im Bild ausfindig zu machen, die auf der Hälfte der Bilder entweder auf einem hoch- oder niedrig salienten Ort zu finden war. Salienz bedeutet in dem Zusammenhang Auffälligkeit. Die Anforderung an die Teilnehmer kann somit als Top-down-Aufgabe bezeichnet werden. Abhängig von der Farbe, der Helligkeit und der Ausrichtung wurden die Orte im Bild als hoch, oder niedrig salient definiert. Die Augenbewegungen beziehungsweise Fixationen der Untersuchungsteilnehmer wurden mittels Eye Tracking erfasst. Es wurden Salienzeffekte erwartet, das heißt, dass hoch saliente Orte signifikant öfters aufgesucht werden, selbst wenn sich der Zielreiz auf einem niedrig salienten Ort befindet. Dies würde für einen starken Einfluss der Auffälligkeit eines Reizes auf die visuelle Aufmerksamkeit sprechen. Mit den Ergebnissen der Arbeit konnten Salienzeffekte bestätigt werden.

## 2 Abstract

The current thesis tests, in which ways visual attention can be influenced. It is well established, that there are two ways to drive attention: bottom-up (visual attention is stimulus-driven and automatic) and top-down (attention is driven on purpose). Subjects were shown abstract paintings on a computer monitor and their task was to find a blurred disk in the picture, which could be found on a highly or lowly salient position. Therefore they had a top-down search goal. Dependent on color, luminance, and orientation the positions of the target got defined as highly or lowly salient. Eye movement was recorded by Eye Tracking. Saliency effects would be expected, this means that highly salient locations were fixated more often than lowly salient locations, even when the target position is on a lowly salient position. This would speak for a strong influence of the stimulus-saliency on visual attention. The results confirmed saliency effects.

# INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	5
2	ABSTRACT .....	6
3	EINLEITUNG.....	10
4	THEORETISCHER HINTERGRUND .....	13
4.1	AUGENBEWEGUNGEN UND AUFMERKSAMKEIT .....	13
4.2	SERIELLE UND PARALLELE VERARBEITUNG.....	13
4.3	VISUELLE SALIENZ .....	14
4.4	DAUER UND AUFTRETEN SALIENZGESTEUERTER KONTROLLE DER AUFMERKSAMKEIT .....	19
4.5	VISUELLE SALIENZ ZUR VORHERSAGE VON FIXATIONEN .....	23
4.6	ERKENNTNISSE ZU ABSTRAKTEN BILDERN UND VISUELLER AUFMERKSAMKEIT .....	24
5	METHODE .....	25
5.1	UNTERSUCHUNGSBESCHREIBUNG.....	25
5.2	TEILNEHMER.....	26
5.3	REIZMATERIAL .....	26
5.4	MESSGERÄTE .....	28
5.5	UNTERSUCHUNGSDURCHFÜHRUNG.....	29
5.6	FRAGESTELLUNGEN .....	29
5.7	HYPOTHESEN .....	29
5.8	ANALYSE UND ERGEBNISSE.....	30
5.8.1	Zielreizerkennung: Empfindlichkeitsmessung.....	31
5.8.2	Fixationsdaten .....	31
5.8.3	Hoch saliente versus niedrig saliente „Areas of Interest“ (AOIs).....	31

6	DISKUSSION .....	35
7	AUSBLICK .....	38
8	LITERATUR .....	39
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	44
10	CURRICULUM VITAE.....	45



### 3 Einleitung

Das menschliche Gehirn verarbeitet visuelle Reize selektiv (siehe Desimone & Duncan, 1995). Ein bekanntes Alltagsphänomen ist, dass wenn man sich zum Beispiel einen Film ansieht, bestimmte Reize wahrgenommen werden, andere wiederum übertreten nicht die Wahrnehmungsschwelle. Die Außenwelt wird – wenn überhaupt – auch nicht genau wahrgenommen. Aber warum nehmen wir bestimmte Dinge wahr und andere nicht? Es gibt in der (psychologischen) Forschung eine Vielzahl von Theorien und Studien zu diesem Thema. Desimone und Duncan (1995) beschreiben zwei grundlegende Phänomene mittels eines Experiments, bei dem die Testpersonen Buchstaben, welche ihnen in einer Farbe kurz dargeboten wurden, wiedergeben sollten, während Buchstaben in anderen Farben ignoriert werden sollten. Das erste Phänomen besagt, dass die Testpersonen eine begrenzte Aufnahmefähigkeit für zu verarbeitende Informationen besitzen. Je mehr Zielreize dargeboten wurden, desto ungenauer war die Reproduktionsleistung der Testpersonen. Das zweite Phänomen stellt die Selektivität der visuellen Wahrnehmung dar. Die Ablenkreize (in diesem Fall Buchstaben einer anderen Farbe) hatten einen geringen Einfluss auf die Reproduktionsleistung der Zielreize. Das heißt, dass selbst das Vorhandensein von mehreren Ablenkreizen die Genauigkeit der Reproduktion der Zielreize nicht signifikant beeinflusste.

Welche Prozesse entscheiden darüber, welche Reize wir wahrnehmen? Zusammenfassend lassen sich drei Kategorien bilden: Die erste Kategorie von Theorien und Hypothesen liegen dem Bottom-up-Ansatz zugrunde. Dieser besagt, dass die Steuerung der Wahrnehmung reizgetrieben ist. Viele Forscher sind der Meinung, dass visuelle Selektion vorwiegend reizgesteuert ist (zum Beispiel Itti & Koch, 2000). Dieser Bottom-up-Sichtweise nach ziehen auffällige Reize die Aufmerksamkeit unabhängig von den Zielen und Absichten einer Person an. Ist dies der Fall, spricht man auch von „attentional-capture“ (siehe Egeth & Yantis, 1997). Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird diese Sichtweise als zentrale Hypothese geprüft.

Im Gegensatz dazu sind einige Forscher der Auffassung, dass visuelle Selektion zielgesteuert sein kann (siehe Bacon & Egeth, 1994; Leber & Egeth, 2006). Mithilfe einer dafür geeigneten Suchstrategie, zum Beispiel wenn man den Testpersonen anweist, nach den Eigenschaften des Zielreizes zu suchen, kann der Einfluss eines auffälligen „Distraktors“ (Ablenkreizes) aufgehoben werden (siehe

Bacon & Egeth, 1994). Hier wird von einer bewussten Zuteilung der Aufmerksamkeit zu Objekten, die zielrelevant sind, ausgegangen (zum Beispiel innerhalb einer Suchaufgabe). Die Top-down-Steuerung geht bei der Aktivierung von Eigenschaften, die sich mit den Eigenschaften des Zielreizes gleichen, vorstatten (Wolfe, 1994), oder bei der Hemmung von Eigenschaften, die sich nicht mit Eigenschaften des Zielreizes gleichen (Treisman & Sato, 1990).

Eine dritte Kategorie könnte jene Theorien zusammenfassen, wonach zielgesteuerte Kontrolle erst dann eine Rolle spielt, nachdem die Aufmerksamkeit von einem auffälligen Element eingefangen worden ist (siehe Nothdurft, 2002; van Zoest, Donk & Theeuwes, 2004).

Laut Treisman und Sato (1990) bestimmt die Interaktion von zielgerichteten und reizgesteuerten Faktoren die visuelle Selektion. Demnach kann eine zielgesteuerte Kontrolle der Aufmerksamkeit erst dann beginnen „zu greifen“, nachdem ein Objekt auf eine reizgesteuerte Art und Weise ausgewählt worden ist. Theeuwes (2010) postuliert, dass zielgesteuerte Kontrolle über die visuelle Aufmerksamkeit erst nach einer Zeitspanne von 150 ms möglich ist. Davor wird die visuelle Selektion von Reizen vollständig von Bottom-up-Prozessen kontrolliert. Innerhalb der ersten 150 ms bestimmt nur die visuelle Auffälligkeit eines Reizes, ob dieser von den Augen des Betrachters anvisiert wird, wobei „bottom-up priming“ die Auffälligkeit von Reizen modulieren kann. „Priming“ beschreibt die Veränderung der Reaktionszeit eines Reizes durch die Darbietung eines vorherigen Reizes (siehe Tulving & Schacter, 1990). Bottom-up priming kommt zum Beispiel dadurch zustande, dass ein auffälliger Zielreiz in einem Durchgang gleich dem Zielreiz des vorigen Durchgangs ist. Dies wäre der Spezialfall eines „Intertrial - Bottom-up priming“-Effekts, weil der vorige Durchgang den aktuellen Durchgang beeinflusst. Durch häufig wiederkehrende Feedback-Prozesse kommt danach die willentliche, zielgesteuerte Kontrolle zum Tragen (Theeuwes, 2010).

Priming an sich beschreibt einen unbewussten Effekt, welcher als eine Art von implizitem Gedächtnis aufgefasst werden kann. Priming profitiert, wie andere Gedächtnisformen, von Wiederholungen (siehe Tulving & Schacter, 1990). Stadler und Hogan (1996) sprechen von positivem und negativem Priming. Beim negativen Priming verlangsamt sich die Reaktionszeit der Testpersonen, falls sie einen Reiz betrachten sollen, den sie in einem vorigen Durchgang zu ignorieren hatten. Die Wiederholung eines angesehenen oder ignorierten Reizes, während

beziehungsweise solange der Reiz dieselbe Funktion ausübt, beschleunigt die Verarbeitung. Ein Reiz kann zum Beispiel die Rolle eines Ablenkreizes einnehmen und somit die Aufmerksamkeit auf einen in der Suchaufgabe zu identifizierenden Zielreiz behindern. Wenn beide Reize ihre Rolle beibehalten, beschleunigt sich die Verarbeitung noch stärker. Im Gegensatz dazu verlangsamt sich die Verarbeitung, falls angesehene oder ignorierte Reize in einer anderen Funktion als zuvor auftreten. Die Verlangsamung der Verarbeitung wird noch deutlicher, falls beide Reize ihre Rollen wechseln. Wenn beispielsweise einer Testperson drei Reize simultan und nebeneinander dargeboten werden, wobei sie auf den mittleren Reiz reagieren und die anderen Reize ignorieren soll, so wird sie, falls einer der ignorierten Reize später die Funktion des mittleren Reizes ausübt, eine längere Reaktionszeit für den Reiz aufweisen, als wenn dieser noch nie gezeigt worden wäre (Stadler & Hogan, 1996).

## 4 Theoretischer Hintergrund

Im Folgenden werden Ansätze und Theorien beschrieben, die zum Verständnis für die vorliegende Diplomarbeit essentiell sind. Sie dienen als Grundlage für die durchgeführte Untersuchung.

### 4.1 AUGENBEWEGUNGEN UND AUFMERKSAMKEIT

Die visuelle Aufmerksamkeit ist für verschiedene Aufgaben bestimmt. Mit ihrer Hilfe ist der Mensch besser dazu in der Lage, seine Wahrnehmung auf beobachtete statt auf nicht beobachtete Reize zu lenken (siehe Bashinski & Bacharach, 1980). Selektive Aufmerksamkeit beeinflusst der Studie nach frühe visuelle Wahrnehmungsprozesse.

Sie hilft auch bei unmittelbaren Handlungen, was bei den „Selection-for-action“-Ansätzen der Aufmerksamkeit betont wird (siehe Allport, 1987). Demnach dient die Aufmerksamkeit dazu, eine gewollte Handlung auszuführen, ohne dass Reize von Handlungsalternativen den Prozess der intendierten Handlung stören, welche ohnehin nicht gleichzeitig mit der Handlung ausgeführt werden können.

Aus Augenbewegungen (Sakkaden) können wir keine nützlichen visuellen Informationen sammeln, dies gelingt uns nur mit den Fixationen dazwischen. Mithilfe der Fixationen ist es dem Menschen möglich, besser zu verstehen, welche Eigenschaften eines Bildes die Aufmerksamkeit einfängt (siehe Henderson, 2007). In der Studie von Hoffmann (1995) wird festgehalten, dass es bei einer Augenbewegung in Richtung eines peripher gelegenen Zieles einer Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf die Stelle des Zieles vor der Sakkade bedarf. Er sieht in der durch die Studie festgestellte Unfähigkeit, die Aufmerksamkeit gleichzeitig in eine Richtung zu lenken und eine Augenbewegung in eine andere Richtung auszuführen, ein Indiz dafür, dass das Ausrichten der Aufmerksamkeit eine wichtige Komponente für das Vorbereiten und Ausführen der Sakkade ist.

### 4.2 SERIELLE UND PARALLELE VERARBEITUNG

Es bestehen zwei Wege der Verarbeitung visueller Reize: die serielle und die parallele Verarbeitung (Treisman & Gelade, 1980). Während bei einer Suchaufgabe ein Zielreiz zu orten ist, der sich nur durch ein Merkmal von den anderen Reizen abhebt, ist eine parallele Suche möglich (zum Beispiel ist das der Fall, wenn man ein

blaues Viereck unter roten Vierecken entdecken soll). Bei der parallelen Suche hat die „Displaygröße“ auf die durchschnittliche Reaktionszeit der Testpersonen nur minimalen Einfluss (Zelinsky & Sheinberg, 1997). Unter Displaygröße versteht man in diesem Zusammenhang die Anzahl an Reizen, die innerhalb einer Suchmaske dargeboten werden.

Die serielle Suche innerhalb einer Suchaufgabe wird dann angewendet, wenn die Testpersonen einen Zielreiz suchen müssen, der sich aus mehreren Eigenschaften der Distraktoren bildet. Dies ist der Fall, wenn zum Beispiel die Farbe und die Form des Zielreizes eine Kombination aus Eigenschaften der Distraktoren ist. Während der seriellen Suche beeinflusst die Displaygröße die durchschnittliche Reaktionszeit der Testpersonen.

Die Studie von Zelinsky und Sheinberg (1997) bestätigt die Annahme, dass parallele und serielle Suche sogar ohne Augenbewegungen auftreten kann. Die Versuchspersonen ihrer Studie zeigten Augenbewegungen aufgrund dessen, da sie diese auch bei ihrem natürlichen Suchverhalten anwenden. Selbst wenn die Strategie für die zeitgerechte Erledigung der Suchaufgabe kontraproduktiv war, wurde sie dennoch verwendet. Außerdem konnte belegt werden, dass bei seriellen Suchaufgaben die Fixationen länger und die Sakkaden kürzer ausfallen als bei parallelen Suchaufgaben. Des Weiteren werden während serieller Suchaufgaben mehr Augenbewegungen registriert.

#### 4.3 VISUELLE SALIENZ

Ausgehend von der Studie von Folk, Remington und Johnston (1992) gibt es in der Forschung eine große Debatte darüber, inwiefern die Aufmerksamkeit von einem auffälligen Reiz angezogen wird oder auch durch absichtsgesteuerte Kontrolle willentlich gesteuert werden kann. Folk, Remington und Johnston (1992) postulierten erstmals die „contingent involuntary orienting“-Hypothese. Dieser Hypothese nach kommt es zu einer unfreiwilligen Verschiebung der Aufmerksamkeit hin zu einem Reiz, unter der Bedingung, dass der Reiz ein Merkmal aufweist, das für die bevorstehende Aufgabe an die Testpersonen ausschlaggebend ist. Im ersten von vier Experimenten sahen die Testpersonen einen peripheren Hinweisreiz bei einem der vier möglichen Zielreizeorte. Es wurde während der Durchgänge variiert, inwiefern der „abrupt-onset precue“ (plötzlich einsetzende Hinweisreiz) richtig (100% valide), oder falsch (100% invalide) war und die Testpersonen sind zuvor über die Validität

der Voraussage des Hinweisreizes in Kenntnis gesetzt worden. Der Zielreiz ist für eine Gruppe von Testpersonen als ein „=“, oder ein „x“ als plötzlich einsetzendes Symbol erschienen. Eine zweite Gruppe von Testpersonen erhielt an allen möglichen Orten eingefügte Symbole, eines an einem von vier möglichen Zielreizorten. Der Zielreiz war demnach jener Reiz, der sich von den anderen Reizen in seiner Farbe unterschieden hat (Farben-Zielreiz). Das Ergebnis des Experiments bestätigte die „contingent involuntary orienting“-Hypothese. Verlängerte Reaktionszeiten bei invaliden Durchgängen beschrieben unfreiwillige Aufmerksamkeitsverschiebungen. Diese Verlängerung war nur dann vorhanden, wenn der Ablenkreiz die Eigenschaften des Zielreizes aufwies, das heißt, dass der plötzlich einsetzende Hinweisreiz nur bei plötzlich einsetzenden Zielreizen verlängerte Reaktionszeiten verursachte. Er verursachte keine verlängerte Reaktionszeit beim Farben-Zielreiz.

Gibson und Kelsey (1998) erweiterten die Hypothese von Folk, Remington und Johnston (1992). Sie untersuchten, ob „attentional-capture“ auch durch visuelle Merkmale, die das insgesamt Aussehen des aufgabenrelevanten Zieldisplays anzeigen bedingt werden. Die Autoren fanden heraus, dass dies zumindest für die Dimension „Farbe“ zutrifft. Die Testpersonen hatten die Aufgabe, die Zielreize „H“ und „U“ unter anderen Buchstaben zu entdecken. Alle Reize erschienen gleichzeitig und in der Farbe Rot, in gleicher Größe und Ausrichtung. Dadurch waren die Zielreize nicht deutlich von den anderen Reizen hervorgehoben. Als Hinweisreiz diente ein roter Farben-Singleton (einzigartige Farbe), oder ein Onset-Singleton (einzigartige Form). Der „contingent involuntary orienting“-Hypothese nach dürfte keiner der beiden Hinweisreize Aufmerksamkeit anziehen, da zielrelevante Merkmale fehlten. Gibson und Kelsey (1998) entdeckten jedoch Capture-Effekte durch beide Hinweisreize. Sie merkten in der Folge im Gegensatz zu Folk und Kollegen (1992) an, dass visuelle Merkmale den Zielreiz nicht eindeutig definieren müssen, um die Ausrichtung der Aufmerksamkeit zu beeinflussen.

Von „feature-singletons“ oder „Singletons“ ist in der psychologischen Forschung die Rede, sofern ein Item innerhalb seines Umfeldes (zum Beispiel in einer Suchmaske) in einer Dimension einzigartig im Vergleich zu den anderen Reizen ist (siehe Theeuwes, Atchley & Kramer, 2000). Dies wäre zum Beispiel ein roter Kreis unter vielen grünen Kreisen. Ein Singleton erzeugt meist Bottom-up-Aktivierung, gleichbedeutend damit, dass es die Aufmerksamkeit des Betrachters an sich zieht (siehe Theeuwes, Atchley & Kramer, 2000).

Es wird angenommen, dass die visuelle Salienz die Augen(-bewegungen) und die Aufmerksamkeit steuert, (siehe Theeuwes, 1992). In diesem Kontext werden unter visueller Salienz örtliche Merkmalskontraste verstanden (siehe Bergen & Julesz, 1983). Oftmals wird davon ausgegangen, dass Salienz die Aufmerksamkeit in einem Bottom-up, beziehungsweise reizgesteuerten Weg einfängt (siehe Theeuwes, 1992). Starke örtliche Merkmalskontraste, wie Farbunterschiede, oder eine Helligkeitsspitze leiten die Aufmerksamkeit einer Person ungeachtet ihrer Suchziele und Absichten auf sich. Gegensätzliche Befunde konnten in der Studie von Jonides und Yantis (1988), in der Farb- und Helligkeits-Singletons die Aufmerksamkeit des Betrachters nicht auf sich ziehen konnten, beobachtet werden.

In der Studie von Theeuwes (1992) wurde untersucht, ob es möglich ist, in der präattentiven, parallelen Stufe der Wahrnehmung die Eigenschaft eines Zielreizes zu erkennen und sie in der attentiven Stufe korrekt zu diskriminieren, selbst wenn zusätzlich Ablenkreize dargeboten werden. Selbst nach einer Vielzahl an Wiederholungen der Aufgabe waren die Testpersonen nicht dazu in der Lage, den Ablenkreiz zu ignorieren. Wies der Ablenkreiz etwa eine andere Farbe als die anderen Reize auf, verzögerte das Vorhandensein dieses Singletons die Reaktionszeiten der Testpersonen.

Die Befunde von Theeuwes (1992) sprechen dafür, dass es innerhalb der präattentiven Stufe nicht möglich ist, das Top-down-Ziel beizubehalten. In dieser frühen Phase wäre die Wahrnehmung somit reizgesteuert. Viele Hinweise zu dieser Sichtweise sind zweifelhaft, zum Beispiel haben Bacon und Egeth (1994) diesem Ergebnis widersprochen. Sie postulierten, dass die visuelle Salienz eines Ablenkreizes aufgehoben werden kann, sobald die Testpersonen dazu angewiesen werden, nach der Eigenschaft des Zielreizes zu suchen. In ihrem Experiment stellte sich heraus, dass ein Farben-Singleton keinen ablenkenden Einfluss haben muss und eine Top-down-Auswahl möglich ist (siehe Bacon & Egeth, 1994). Die Autoren konnten somit Belege anführen, dass lokale Merkmalskontraste die Aufmerksamkeit einfangen, wenn die Teilnehmer aktiv lokale Merkmalskontraste suchen. Wenn Teilnehmer einer Studie hingegen spezifische Merkmale suchten, wurde keine salienzgesteuerte Erfassung (Bottom-up) gefunden (siehe Eimer & Kiss, 2008). Die Autoren bestätigten damit die Ansicht, dass „attentional capture“ durch visuell auffällige Objekte von Top-down-Steuerung abhängt und nicht in einer Bottom-up-Weise, ungeachtet von gegenwärtigen Aufgabenanforderungen, ausgelöst wird

(siehe Eimer & Kiss, 2008). Somit wurden neue Hinweise zugunsten der „contingent involuntary orienting“-Hypothese gefunden.

Es kommt im Prinzip auf die Suchstrategie der Testpersonen an: Wenn die Versuchsteilnehmer nicht nach einer spezifischen Form eines Zielreizes suchen, sondern nach der „seltsamen Form“, im Sinne einer Form die anders aussieht als die restlichen Figuren, sprechen Bacon und Egeth (1994) vom „singleton detection mode“ (Singleton-Erkennungsmodus). Durch diese Form der Suchstrategie können Singletons einer irrelevanten Dimension die Suche nach dem Zielreiz beeinträchtigen. Durch die Versuchsanordnungen in zwei weiteren Experimenten wurde der „singleton detection mode“ als geeignet erscheinende Suchstrategie ausgeschlossen. Dies wurde bewerkstelligt, indem zusätzliche Zielformen in die Suchmasken, beziehungsweise verschiedenartige Distraktoren eingefügt wurden. Somit konnten die Teilnehmer der Studie nicht nur bloß nach einer außergewöhnlichen Form Ausschau halten. Die Testpersonen suchten nur nach der spezifischen Form und somit wiesen Farben-Singletons auf die Zielreizsuche keinen störenden Einfluss mehr auf. Diesen Suchmodus bezeichneten die Autoren mit „feature search mode“ (Eigenschafts-Erkennungsmodus).

Theeuwes (2004) widerspricht den Ergebnissen von Bacon und Egeth (1994) und postuliert seinerseits, dass Top-down-Suchstrategien den „Attentional-capture“-Effekt (auffällige Reize werden trotz Top-down-Suchziel zuerst verarbeitet, Theeuwes, 1992) nicht aufheben können. Theeuwes (2004) vergrößerte das Suchdisplay (Anzahl der Objekte im Suchfeld), wodurch irrelevante Farben-Singletons die Suche nach einem Form-Singleton beeinträchtigen. Es könnte somit sein, dass jene zwei verschiedenen Suchstrategien, die Bacon und Egeth (1994) postulierten, nicht existieren. Theeuwes (2004) meinte, dass Ziel- und Ablenkreiz in deren Display nicht auffällig genug waren, um den ablenkenden Effekt des irrelevanten Farb-Singletons aufzuzeigen. In seiner Studie wiederum waren durch die Vergrößerung des Suchdisplays Zielreiz- und Distraktor-Singletons salient genug.

Leber und Egeth (2006) widersprachen den Ergebnissen der Studie von Theeuwes (2004) und bestätigten die früheren Befunde von Bacon und Egeth (1994). Sie postulierten, dass ein unfreiwilliges Einfangen der Aufmerksamkeit durch ein Singleton aufgehoben werden kann.

Mehrere Studien sprechen für einen begrenzten Einfluss von visueller Salienz auf die Aufmerksamkeit (siehe Folk & Remington, 1998; van Zoest, Donk &

Theeuwes, 2004). Folk und Remington (1998) postulieren zwei Wege von contingent capture. Bei früheren Studien kam es meistens zu einem störenden Einfluss eines Singleton-Störreizes, sobald die Testpersonen nach einem Singleton-Zielreiz suchen sollten, selbst dann, wenn der Singleton-Störreiz eine andere Eigenschaftsdimension als der Zielreiz aufwies. In der Studie von Folk und Remington (1998) kam es nur dann zu einem räumlichen Capture-Effekt, sobald Zielreiz und Ablenkreiz dieselbe Farbe aufwiesen. Dies spricht gegen die vollkommene Bottom-up-Steuerung der Verteilung räumlicher Aufmerksamkeit, die in früheren Studien postuliert wurde (siehe Theeuwes, 1992). Die Studie zeigt auf, dass Top-down-Kontrolle bei „attentional capture“ möglich ist, selbst wenn Zielreiz und Distraktor Singletons sind. Diese Störreize in Form von nicht relevanten Singletons können trotzdem einen störenden Einfluss auf die durchzuführende Suchaufgabe der Testpersonen aufweisen, jedoch nicht auf die räumliche Aufmerksamkeit, sondern einen davon unabhängigen Einfluss. Dieser stellt laut den Autoren die zweite Form der Ablenkung bei einer Suche nach einem Singleton-Zielreiz dar. Diese Form der Ablenkung könnte im Sinne der Autoren „filtering costs“ darstellen, welche erstmals von Kahnemann, Treisman und Burkell (1983) aufgezeigt wurden. Diese Beeinträchtigungen entstehen, wenn man einen Zielreiz (zum Beispiel ein Wort) benennen oder aussprechen soll, während gleichzeitig ein anderer visueller Reiz dargeboten wird. Selbst wenn dieser irrelevante Ablenkreiz nicht die örtliche Aufmerksamkeit auf sich zieht, könnte er - falls er ausreichende Salienz aufweist - die Zuweisung der Aufmerksamkeit auf den Zielreiz beeinträchtigen (Folk & Remington, 1998).

Eine Vielzahl an Studien gehen von einem begrenzten Einfluss der visuellen Salienz auf die Selektion visueller Merkmale aus, siehe van Zoest, Donk und Theeuwes (2004), oder Folk, Remington und Johnston (1992). Van Zoest, Donk und Theeuwes (2004) erhärten die Vermutung, dass die Salienz nicht als alleiniger Faktor der visuellen Aufmerksamkeitshinwendung fungiert. In vier Experimenten zeigten sie, dass zielgerichtete und reizgesteuerte Vorgänge zwei voneinander unabhängige Prozesse sind, die die visuelle Selektion, zum Beispiel von Bildinhalten, bestimmen. Diese treten in unterschiedlichen Zeitfenstern auf. Schnelle Augenbewegungen waren in der Untersuchung reizgesteuert, langsame Sakkaden hingegen zielgesteuert. Zunächst bestimmten Bottom-up-Prozesse die visuelle Aufmerksamkeit und danach kamen Top-down-Einflüsse zum Tragen.

Kim und Cave (1999) kamen zu dem Erkenntnis, dass die visuelle Wahrnehmung eines Singleton-Ablenkreizes durch einen in der Nähe befindlichen Zielreiz verhindert werden kann, jedoch nicht von einem weit entfernten Zielreiz. Des Weiteren ergaben ihre Untersuchungen, dass eine Top-down-gesteuerte Auswahl schon in der präattentiven Stufe möglich sei. Dies wurde durch 25 vorgegebene Übungsdurchgänge von den Testpersonen bewerkstelligt.

Theeuwes und Van der Burg (in press) beschrieben in ihrer Studie die Grenzen der Top-down-Kontrolle der Aufmerksamkeit. Die Testpersonen hatten die Aufgabe, Farben-Singletons zu erkennen und auszuwählen. Dies geschah vor jedem Durchgang mit einem Wort- oder symbolischen Hinweisreiz. Entgegen der Annahme anderer Studien zur visuellen Aufmerksamkeit waren die Testpersonen nicht dazu in der Lage, den Zielreiz anzusteuern, ohne von einem im Experiment vorhandenen Ablenkreiz in Form eines irrelevanten Farb-Singletons gestört zu werden. Der irrelevante Farb-Singleton - so schlossen die Autoren - hat die Aufmerksamkeit der Testpersonen auf sich gelenkt. Ablenk- und Zielreiz waren gleich salient. Nur unter der Voraussetzung, dass die Farbe des Zielreizes zwischen den Durchgängen gleich blieb, konnten die Testpersonen die Suchaufgabe korrekt lösen. Theeuwes und Van der Burg (in press) vermuteten hinter dem Effekt das Ergebnis eines passiven, automatischen „intertrial-priming“-Effekts. Das bedeutet, dass sich die Testpersonen nicht flexibel vor jedem Durchgang auf einen Zielreiz einstellen können, wie es in anderen Studien behauptet wird (siehe Folk, Remington & Johnston, 1992) und somit vom Ablenkreiz beeinträchtigt waren.

Das Ergebnis der Studie in Hinblick auf selektive Aufmerksamkeit kann wahrscheinlich nicht auf eine Top-down-Suchstrategie zurückgeführt werden, da die durchgängig korrekte Selektion des Zielreizes nur dann erfolgen konnte, wenn die Zielfarbe zwischen den Durchgängen gleich blieb.

#### 4.4 DAUER UND AUFTRETEN SALIENZGESTEUERTER KONTROLLE DER AUFMERKSAMKEIT

Salienzgesteuerte „attentional-capture“-Effekte scheinen schnell einzusetzen und von kurzer Dauer zu sein (siehe Donk & van Zoest, 2008). Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Salienz im visuellen System nur kurzzeitig nachdem ein visuelles Bild erfasst wird, vertreten ist. In dieser Studie ist die Salienz aufgabenrelevant. Die Testpersonen mussten im zweiten Experiment

der Studie den salientesten Reiz in der Suchmaske finden. Geht man davon aus, dass Salienzeffekte länger andauern, müsste die Aufgabe bei einer längeren Darbietungszeit der Suchmaske zumindest nicht schwerer zu bewerkstelligen sein, wodurch die Testleistung nicht abnimmt. Das Gegenteil war der Fall: die Testpersonen konnten bei steigender Darbietungszeit der Suchmaske den salientesten Reiz schlechter anzeigen. Dies weist darauf hin, dass die Information über die Salienz von Reizen nur vorübergehend verfügbar war und bei längerer Darbietungszeit der Suchmaske größtenteils verschwand. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Information darüber, wie salient die Objekte im visuellen Feld sind, nach einer Zeitspanne von wenigen hundert Millisekunden nach der Darbietung eines visuellen Displays verschwinden.

Ergebnisse anderer Studien zeigten, dass die Augenbewegungen durchaus von der Salienz von Objekten, selbst Sekunden nach der Darbietung eines Displays, beeinflusst werden kann (siehe Parkhurst, Law & Niebur, 2002). In ihrer Studie zeigte sich, dass die Aufmerksamkeit durchgehend während eines ganzen Durchgangs reizgesteuert ist, selbst wenn vermutlich auch Top-down-Mechanismen wirken. Die reizgesteuerte Kontrolle war am Anfang, direkt nach dem Auftreten des Reizes (Reizmaterial waren Bilder), am stärksten, weil die Top-down-Kontrolle in dieser Phase laut den Autoren wahrscheinlich am schwächsten ist.

Laut Donk und van Zoest (2008) stehen die Ergebnisse der Studie nicht im Widerspruch zu ihren Erkenntnissen über die Kurzlebigkeit von Salienz-Effekten. Sie gehen davon aus, dass der Unterschied lediglich in der Versuchsanordnung besteht: Die Aussagen ihres Experiments betreffen nur den Zeitraum einer Fixation, in der Studie von Parkhurst et al. (2002) hingegen, hatten die Testpersonen eine Bedingung, in der sie das Reizmaterial ohne Suchaufgabe frei betrachten konnten, und es wäre möglich, dass nach jeder Augenbewegung die Salienz wieder neu einsetzt. Je nachdem, ob die Sakkade nach einer längeren, oder kürzeren Fixation einsetzt, ist sie entweder zielgerichtet, oder reizgesteuert (Donk & van Zoest, 2008).

Nach Donk und Soesman (2011) ist die Salienz von Objekten nur vorübergehend im visuellen System dargestellt, hingegen ist die Präsenz des Objektes an sich anhaltend vorhanden. Den Testpersonen der Studie wurden mittels zweier Experimente Displays dargeboten, welche ein oder zwei „Ausrichtungs-Singletons“ innerhalb eines Hintergrundes mit homogen orientierten Linien beinhalteten. Ausrichtungs-Singletons sind den Autoren zufolge Singletons, die sich

in ihrer räumlichen Ausrichtung von den anderen dargebotenen Reizen unterscheiden. Die Aufgabe der Testpersonen bestand darin, die zeitliche Reihenfolge zweier Farbwechsel anzuzeigen.

Diese Farbwechsel traten in Experiment 1 an zwei Singleton-Orten auf. Ein salienter Singleton hob sich in seinem Winkel stärker von den restlichen vertikalen Linien (Hintergrundlinien) ab, als ein nicht-salienter Singleton. Nach einer kurzen (58 ms), oder langen (800 ms) Darbietungsdauer wurde die Farbe des salienten Singleton in Rot geändert (für 100 ms). Vor, mit, oder nach dem Farbwechsel des salienten Singletons veränderte auch der nicht-saliente Singleton seine Farbe in Rot. Die Testpersonen sollten nun angeben, welcher der beiden Farbwechsel zuletzt auftrat. Nach einer kurzen Darbietungsdauer haben die Testpersonen eher angegeben, dass der saliente Singleton die Farbe vor dem nicht-salienten Singleton wechselte, als nach einer langen Darbietungsdauer.

Im zweiten Experiment, traten sie an zwei Orten auf, die sich in der Anwesenheit von Singletons unterschieden. Das bedeutet, dass der nicht-saliente Singleton aus dem ersten Experiment gegen eine Hintergrundlinie ausgetauscht wurde, ansonsten verlief das Experiment wie das Vorangegangene.

Den Ergebnissen nach zeigte sich im ersten Experiment, dass die Salienz die wahrgenommene zeitliche Reihenfolge zweier Farbwechsel stärker beeinflusst, wenn die Darbietungsdauer kurz (58 ms) ausfiel, im Vergleich zu einer langen Darbietungsdauer (800 ms). Das Vorhandensein von nur einem Singleton (Experiment 2) beeinflusst die wahrgenommene vorübergehende Reihenfolge zweier Farbwechsel nach einer kurzen, sowie langen Darbietungsdauer gleichermaßen. Insgesamt folgerten die Autoren, dass die Salienz von Objekten und deren Präsenz unterschiedlich im visuellen System repräsentiert sind.

Die Top-down-Kontrolle der Aufmerksamkeit kann auch schnell entwickelt werden (Wolfe, Horowitz, Kenner, Hyle & Vasan, 2004). Die Autoren wollten die visuelle Suche dahingehend realitätsnäher als in vielen anderen Suchbedingungen bei Studien zur visuellen Aufmerksamkeit gestalten, dass sie die Testpersonen jeweils andere Zielreize suchen ließen. Sie argumentierten, dies sei in der Realität auch der Fall, wenn man zum Beispiel die Kaffeetasse sucht und danach den Zucker, etc.). Ihren Ergebnissen zufolge wirken Informationen über die Identität eines Zielreizes schnell, um das visuelle System dahingehend zu konfigurieren, den Zielreiz zu finden. Durch einen validen, genauen Bilder-Hinweisreiz der weniger als

200 ms vor dem Suchreiz dargeboten wird, kann man den Zielreizes genauso schnell finden und die Suche ist genauso effizient, wie die „geblockte Suche“. In der Kontrollbedingung „geblockt“ wurde nämlich der Zielreiz im Gegensatz zu den anderen Bedingungen innerhalb des ganzen Blocks an Durchgängen nicht verändert. Andere Hinweisreize waren hinsichtlich Verkürzung der Reaktionszeit nicht so hilfreich. Zum Beispiel waren Wort-Hinweisreize weniger schnell und nicht so effektiv (siehe Wolfe et al., 2004).

Bestimmte Sachverhalte in der visuellen Wahrnehmung lassen sich nicht leicht auf eine Ursache zurückführen. Zum Beispiel wurde in der Studie von Pinto, Olivers und Theeuwes (2005) untersucht, warum ein Singleton-Distraktor einen störenderen Effekt bei der visuellen Suche hat, wenn die Identität des Zielreizes unklar ist, im Vergleich zu einer Versuchsanordnung mit gleich bleibenden Zielreiz (siehe Theeuwes, 1992). Es sollte erkundet werden, ob dieser Effekt aufgrund einer gesamten Änderung der Suchstrategie, „intertrial priming“, oder durch beides begründet ist.

Es wurde den Testpersonen angewiesen, nach einer speziellen Form zu suchen. Ein Farben-Singleton-Distraktor hatte einen größeren Effekt im Sinne einer Verlangsamung der Reaktionszeit auf den Zielreiz ausgeübt, wenn es sich um einen gemischten Block handelte, als wenn sie einen reinen Block zu bearbeiten hatten. Bei einem gemischten Block konnte sich die Form des Zielreizes von Durchgang zu Durchgang verändern (Zielreiz unklar, entweder ein Kreis, oder ein Diamant), im reinen Block nicht.

Der größere Effekt des Singleton-Distraktors in einem gemischten Block wurde von den Autoren auf „intertrial priming“ zurückgeführt. Sie argumentierten diese Überlegung damit, dass die erhöhte Verlangsamung der Reaktionszeit nur in den Durchgängen, in denen der Singleton-Zielreiz und der Singleton-Distraktor ihre Identität tauschten und - wenngleich in abgeschwächter Form - in Durchgängen, in denen einzig der Zielreiz seine Identität wechselte und der Distraktor gleich bleib auftrat. Ungeachtet von Singleton-Distraktor-Effekten kam es in der gemischten Bedingung insgesamt zu langsameren Reaktionszeiten, als in der reinen Bedingung. Somit schlossen die Autoren, dass die Unsicherheit darüber, ob ein Zielreiz im Display vorhanden ist höchstwahrscheinlich nicht zu strategischen Änderungen in der Auswahl der Singletons führte. Die Auswahl wird durch automatische Bottom-up-priming-Vorgänge gesteuert (Pinto et al., 2005).

Mittels einer Abwandlung der Versuchsanordnung von Folk et al. (1992) wurde das Phänomen der „contingent capture“ von Belopolsky, Schreij und Theeuwes (2010) untersucht. Der Zielreiz innerhalb eines Blockes an Durchgängen war nicht stets derselbe. Die Testpersonen wurden in einer Versuchsbedingung dazu angehalten, vor jedem Durchgang ein Top-down-Suchziel für eine bestimmte Eigenschaft des Zielreizes anzunehmen. Sie wurden über die Vorteile darüber informiert. In dieser Versuchsbedingung hatten die Hinweisreize nämlich eine Validität von 100 Prozent. Wenn - wie in der „contingent involuntary orienting“-Hypothese postuliert - ein Top-down-Suchziel bestimmt, welche Eigenschaft die Aufmerksamkeit anzieht, müsste man erwarten, dass nur jene Eigenschaften, die mit dem Top-down-Suchziel übereinstimmen, die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Trotzdem kam es bei Reizen, die nicht Teil des Top-down-Suchziels waren, zu „attentional capture“. Somit postulierten die Autoren eine Einschränkung der „contingent involuntary orienting“-Hypothese von Folk et al. (1992). Mithilfe einer „intertrial“-Analyse kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass viele frühere Ergebnisse bezüglich „contingent capture“ größtenteils auf „intertrial priming“ zurückzuführen sind.

#### 4.5 VISUELLE SALIENZ ZUR VORHERSAGE VON FIXATIONEN

Von Koch und Ullman (1985) kamen erste Bestrebungen, das Blickverhalten beziehungsweise die Augenfixationen des Menschen mittels einer Salienzkarte vorhersagen zu wollen. Die Salienz eines Ortes ist demnach daran gebunden, wie unterschiedlich jener Ort im Vergleich zu seiner Umgebung ist. Der Unterschied wird durch die Farbe, Ausrichtung, Bewegung, Tiefe, etc. determiniert. Der salienteste Ort wird somit zuerst betrachtet, danach vom Gehirn ausgeblendet und der am nächsten auffälligste Ort kommt in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit, und so weiter.

Mit Begrenzung auf die Bottom-up-Steuerung der Aufmerksamkeit entwickelten Itti und Koch (2000) ein Modell zur Vorhersage des Fixationsverhaltens der Augen. Ohne Top-down-Prozesse einzuschließen, geht es in dem Modell um die bloße Auffälligkeit von Reizen, genauer gesagt darum, welche Eigenschaften die Auffälligkeit eines Reizes bestimmen. Die Orientierung, Intensität und Farbe der Reize sind die Variablen, die in diesem Modell die Salienz bestimmen. Jede dieser Variablen erhält eine eigene Eigenschaftskarte, diese werden zusammen in einer insgesamten Salienzkarte verrechnet, die die Salienz der Bildmerkmale ausweist.

#### 4.6 ERKENNTNISSE ZU ABSTRAKTEN BILDERN UND VISUELLER AUFMERKSAMKEIT

Die im Folgenden angeführten Studien sind dahingehend für die vorliegende Untersuchung von Interesse, da es sich bei dem Reizmaterial der gegenwärtigen Untersuchung auch um abstrakte Kunstwerke handelt und Effekte der visuellen Aufmerksamkeit untersucht werden.

Latto, Brain und Kelly (2000) untersuchten die Ästhetik von Bildern des Malers Mondrian, je nach ihrer räumlichen Ausrichtung. In den Werken dieses Malers befinden sich viele horizontale und vertikale Linien. Dadurch wurde der „oblique effect“, welcher besagt, dass man schiefe oder diagonale Linien etwas schlechter wahrnimmt, als horizontale oder vertikale Linien, erweitert: Die Testpersonen beurteilten das Reizmaterial in seiner ursprünglichen Ausrichtung hinsichtlich ästhetischer Attraktivität besser, als wenn es rotiert dargeboten wurde.

Plumhoff und Schirillo (2009) wollten mit ihrer Studie herausfinden, welche weiteren Einblicke auf diesen Effekt, welcher einen „ästhetischen Bias“ darstellt, mithilfe von Daten der Augenbewegungen von Testpersonen ermittelt werden könnten. Ein Bias stellt einen systematischen Fehler dar, in dem Fall handelt es sich um einen ästhetischen Bias, weil die Testpersonen Bilder je nach ihrer Ausrichtung systematisch anders hinsichtlich der Attraktivität bewerteten. Bei der 20 Sekunden dauernden Betrachtungszeit der Testpersonen auf die abstrakten Gemälde von Mondrian stieg die Fixationsdauer linear an. Es erhöhte sich die Dauer der Fixationen bei Gemälden, die den Betrachtern besser gefielen stärker im Vergleich zu Bildern die ihnen nicht gefielen.

## 5 Methode

Ausgehend von der Theorie, wurde eine visuelle Suchaufgabe entwickelt, bei der den Testpersonen vorneweg kein Grund gegeben wird, nur saliente Orte des Reizmaterials zu betrachten. Es wurde untersucht, ob dennoch Salienzeffekte auftreten. Ein Großteil der Daten der Untersuchung, sowie deren Schlussfolgerungen sind in der Studie von Fuchs, Ansorge, Redies und Leder (2011) enthalten.

### 5.1 UNTERSUCHUNGSBESCHREIBUNG

Es sollte untersucht werden, ob die Salienz von Bildmerkmalen die Aufmerksamkeit trotz Top-down-Suchziel anzieht. Ein Top-down-Suchziel wurde bewerkstelligt, indem die Testpersonen eine entsprechende Aufgabe in Form des Auffindens einer verschwommenen Scheibe im Bildinhalt beim Betrachten des Reizmaterials gestellt bekamen. Hätten die Testpersonen vor Betrachten des Reizmaterials keine Aufgabe erhalten, könnte es sein, dass sie selbstständig nach Kontrasten beziehungsweise Salienz suchen. Mit dieser Instruktion an die Testpersonen wurde ein solches Top-down-Suchziel, welches veranlasst, nach Kontrasten beziehungsweise Salienz zu suchen, unterbunden.

Schwer erkennbare Zielreize wurden bei der Hälfte des Reizmaterials eingefügt. Es bestand aus abstrakten Bildern. Durch die Zielreize, welche aus in das Reizmaterial eingefügte verschwommenen Scheiben bestanden, wurde die Salienzkarte der Bilder nicht verändert. Das bedeutet, dass sich die Salienz der Bereiche der Bilder nicht veränderte. Bei Bildern, in denen Zielreize eingefügt worden waren, wurde darauf geachtet, dass sie gleich wahrscheinlich an Positionen liegen, die hoch beziehungsweise niedrig salient sind. Darüber wurden die Testpersonen mittels Instruktion vorab in Kenntnis gesetzt. Durch diese Versuchsanordnung hatten die Teilnehmer der Studie keinen Grund, nur saliente Regionen abzusuchen.

Es sollte damit erreicht werden, dass Zielreize mit einer überzufällig hohen Wahrscheinlichkeit entdeckt werden, selbst wenn sich diese an niedrig salienten Orten befinden. Zusätzlich waren für die Untersuchung das Verhalten, beziehungsweise die Fixationen der Testpersonen in der Bedingung „nicht anwesend“ relevant. In dieser Bedingung wurden keine Zielreize in die Bilder eingefügt.

## 5.2 TEILNEHMER

Es nahmen 12 Studenten an der Studie teil, wobei sieben davon weiblich und fünf männlich waren. Das durchschnittliche Alter dieser studentischen Stichprobe lag zum Erhebungszeitpunkt bei 22.7 Jahren. Alle Versuchsteilnehmer wurden mithilfe des Versuchs-Personen-Management-Systems (VPMS) des Instituts für psychologische Grundlagenforschung der Hauptuniversität Wien angeworben. Im Gegenzug für ihre Mithilfe bekamen sie Bonusstunden gutgeschrieben, die sie im Rahmen ihres Studiums benötigen. Alle Teilnehmer der Studie waren normalsichtig, oder benutzten eine Sehhilfe (Kontaktlinsen beziehungsweise Brille), um ihre Fehlsichtigkeit auszugleichen. Außerdem nahm keine farbenblinde Person teil. Es wurde darauf geachtet, dass sich unter den Teilnehmern keine Kunststudenten befanden. Des Weiteren wussten sie über den eigentlichen Zweck der Untersuchung nicht Bescheid.

## 5.3 REIZMATERIAL

Das Reizmaterial bestand aus 25 abstrakten Gemälden des Malers Willem de Kooning (geboren 24. April 1904, gestorben 19. März 1997), welcher ein wichtiger Repräsentant des abstrakten Expressionismus war. Die Gemälde wiesen somit keine Objekte oder andere erkennbare Gegenstände auf. Der Zielreiz hatte die Gestalt einer verschwommenen Scheibe und einen Durchmesser von einem Grad des Blickwinkels. Er wurde in die Hälfte der Bilder eingefügt und mit dem Programm „Photoshop“ erstellt, indem ein „Gaussian blurring filter“ mit einem Radius von 1.5 Pixel benutzt wurde. Mithilfe dieses Filters entsteht ein verschwommener Effekt, indem niederfrequente Details eingefügt werden.



Abbildung 1. Darstellung des Reizmaterials ohne Zielreiz (links) und mit Zielreiz (rechts). Ausschnitt der Instruktion für die Testpersonen aus Fuchs, Ansorge, Redies und Leder (2011).

Die Salienz der Regionen innerhalb eines Bildes wurden im Zuge einer Voruntersuchung ermittelt. Die Salienzkarten der Bilder, anhand welcher die Salienz der Bildregionen ersichtlich ist, wurden mittels der „saliency-toolbox“ von Walther und Koch (2006) errechnet. Die salienteste Stelle in einem Bild nach Analyse der Voruntersuchung wurde als hoch saliente Zielposition verwendet. Im selben Bild wurde die salienteste Stelle eines anderen zufällig gewählten Bildes herangezogen, um als niedrig salienter Ort zu fungieren. Die geringste Distanz des niedrig salienten Ortes zu den fünf salientesten Orten betrug bei jedem Bild vier Grad des Blickwinkels. Die fünf salientesten Orte wurden für jedes veränderte Bild erneut bestimmt.

Die Salienz wurde von der Anwesenheit von Zielreizen auf der niedrig salienten Stelle nicht verändert. Zielreize auf einem hoch salienten Ort beeinflussten die gesamte Salienzkarte nur kaum, und wenn überhaupt, wurde die Salienz nur verringert (dies bedeutet, die salienteste Stelle wurde zur zweitsalientesten Stelle bei zwei von 25 Bildern).

Eine Wirksamkeitsüberprüfung dieser Manipulation („manipulation check“) bestätigte, dass die Salienz, die an einer hoch salienten Stelle registriert wurde, signifikant höher war, als an einer niedrig salienten Stelle:  $t(24) = 5.85, p < .001$ .

Um einen Bias (systematischer Fehler) hinsichtlich Fixationen zu bestimmten Regionen zu verhindern, welcher die Ergebnisse beeinflussen könnte, wurde das

vollständige Reizmaterial in der Originalrichtung und um 180 Grad gedreht dargeboten. Die Testpersonen sahen die Hälfte der Originalbilder und die Hälfte der gedrehten Bilder. Durch diese Versuchsanordnungen wurde erreicht, dass die Positionen der hoch und niedrig salienten Orte optimal ausgeglichen waren. Zusätzlich wurde dadurch ein räumlicher Bias als alternative mögliche Erklärung für die Ergebnisse des Experiments vorweg ausgeschlossen.

#### 5.4 MESSGERÄTE

Die Augenbewegungen und Fixationen wurden mit einem EyeLink 1000 (SR Research, Mississauga, Ontario, Kanada) mit einer Abtastfrequenz von 1.000 Hz aufgenommen. Die Kopfposition wurde mit einer Kinnstütze und einem Stirnstreifen stabilisiert. Das korrekte Signal wurde vor jedem Durchgang kontrolliert und bei Bedarf neu eingestellt. Das Reizmaterial wurde auf einem 19“ CRT-Monitor mit einer Auflösung von 800 x 640 Pixel bei einer Entfernung von 64 cm dargeboten.

Die Reizdarbietung wurde mit Experiment Builder (SR Research) gesteuert. Vor jedem Durchgang wurde ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms eingeblendet. Der Durchgang wurde erst dann gestartet, sobald die Testperson innerhalb von einem Grad des visuellem Blickwinkels das Fixationskreuz anvisierte ( $M = 0.34^\circ$ ,  $SD = 0.15^\circ$ , gemittelt über alle Testpersonen und Versuchsdurchgänge).

Die Testpersonen wurden angewiesen, die Bilder sorgsam für 15 Sekunden anzusehen. Jede Testperson sah die 12 (oder 13) originalen und 13 (oder 12) gedrehten Bilder zwei Mal. Dies geschah ohne dem Zielreiz (Bedingung „nicht anwesend“) und mit dem Zielreiz (Bedingung „anwesend“). In der Bedingung „anwesend“ war die verschwommene Scheibe entweder an einem hoch salienten oder einem niedrig salienten Ort positioniert.

Die Bilder beziehungsweise Durchgänge mit und ohne Zielreiz wurden pseudorandomisiert dargeboten. Die Testpersonen mussten nach jedem Durchgang angeben, ob sie eine verschwommene Scheibe ausmachen konnten. Falls sie bestätigten, einen Zielreiz gesehen zu haben, mussten sie die Position, an der sie die Scheibe entdeckt hatten, markieren (Nun wurde das Originalbild dargeboten, das heißt, es wurde die Scheibe aus dem Bild entfernt, wenn sie die Positionsangabe machten). Die Markierung zur Ortsangabe musste mittels Computermaus und der linken Maustaste erfolgen.

## 5.5 UNTERSUCHUNGSDURCHFÜHRUNG

Die Testungen fanden in der Fakultät für Psychologie der Universität Wien statt. Der Testraum wurde vor Beginn der Testungen vor Sonnenlicht geschützt. Hinter dem Monitor befand sich eine eingeschaltete Lampe. Nach Eintreten einer Testperson wurde diese begrüßt und erhielt eine Einverständniserklärung, welche sie vor der Testung unterzeichnen sollte. Die Testpersonen nahmen einzeln an der Erhebung teil und der Testleiter war während des Untersuchungsablaufs zugegen. Eine Testung dauerte circa 25 Minuten. Zunächst ermittelte man das dominante Auge der Testpersonen und danach deren Sehstärken. Danach wurde geprüft, ob bei den Teilnehmern Hinweise auf Farbenblindheit bestehen. Daraufhin wurde der Eyetracker auf das dominante Auge eingestellt und die Testung konnte beginnen. Nach Beendigung der Testung händigte der Testleiter den Teilnehmern die Bestätigung aus, dass sie den Untersuchungsablauf absolviert hatten. Außerdem erhielten sie die Emailadresse einer Mitarbeiterin der Fakultät (isabella.fuchs(at)univie.ac.at), die sie bei Bedarf über den Zweck der Untersuchung aufklären würde.

## 5.6 FRAGESTELLUNGEN

In der Untersuchung sollen mehrere Hypothesen zum Thema Sakkaden überprüft werden. Erstens ist die Fragestellung von Bedeutung, ob die Salienz von Bildmerkmalen einen Einfluss auf die Fixationen, beziehungsweise Augenbewegungen hat. Zweitens, ob mehr Fixationen auf hoch saliente als auf niedrig saliente Orte gemacht werden. Drittens, ob die Zielreize auch auf niedrig salienten Orten gefunden werden. Schließlich und viertens ist von Interesse, ob die Salienz von Bildmerkmalen die Aufmerksamkeit ungeachtet von einem Top-down-Suchziel einfängt. Aus diesen interessierenden Fragestellungen werden im Folgenden die entsprechenden Hypothesen abgeleitet und formuliert.

## 5.7 HYPOTHESEN

Die ersten drei Hypothesen ( $H1^1$ ,  $H1^2$ ,  $H1^3$ ) beziehen sich auf die aus der Literatur bekannte Bottom-up- beziehungsweise reizgesteuerten Kontrolle der Aufmerksamkeitshinwendung:

H0<sup>1</sup>: Es werden nicht signifikant mehr Fixationen auf hoch als auf niedrig saliente Orte ausgeführt.

H1<sup>1</sup>: Es werden signifikant mehr Fixationen auf hoch als auf niedrig saliente Orte ausgeführt.

H0<sup>2</sup>: Die Ziele werden an hoch salienten Orten nicht überzufällig häufig gefunden.

H1<sup>2</sup>: Die Ziele werden an hoch salienten Orten überzufällig häufig gefunden.

H0<sup>3</sup>: Es werden bei Abwesenheit des Zielreizes nicht mehr Fixationen auf saliente Orte ausgeführt.

H1<sup>3</sup>: Es werden bei Abwesenheit des Zielreizes mehr Fixationen auf saliente Orte ausgeführt.

Die beiden Hypothesen (H1<sup>4</sup>, H1<sup>5</sup>) beziehen sich auf die aus der Literatur bekannte Top-down-Steuerung der Aufmerksamkeitshinwendung:

H0<sup>4</sup>: Die Ziele werden an niedrig salienten Orten nicht überzufällig häufig gefunden.

H1<sup>4</sup>: Die Ziele werden an niedrig salienten Orten überzufällig häufig gefunden.

H0<sup>5</sup>: Es werden nicht hoch/niedrig saliente Orte fixiert, sofern sich das Ziel auf hoch/niedrig salienten Positionen befindet.

H1<sup>5</sup>: Es werden hoch/niedrig saliente Orte fixiert, sofern sich das Ziel auf hoch/niedrig salienten Positionen befindet.

## 5.8 ANALYSE UND ERGEBNISSE

Im Folgenden werden Begriffsdefinitionen und die Hypothesenprüfungen beschrieben.

### 5.8.1 Zielreizerkennung: Empfindlichkeitsmessung

Treffer (das sind Zielreize, die von den Testpersonen richtig lokalisiert wurden) wurden vorab so definiert, dass der Mausklick maximal  $2^\circ$  vom Blickwinkel vom Zentrum der verschwommenen Scheibe abweichen durfte.

### 5.8.2 Fixationsdaten

Die erste Fixation eines jeden Durchgangs wurde von weiteren Analysen ausgeschlossen, weil die Instruktion die Testpersonen dazu anleitete, zuerst ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms anzuvisieren.

### 5.8.3 Hoch saliente versus niedrig saliente „Areas of Interest“ (AOIs)

Es wurden AOIs mit einem Radius von  $2^\circ$  Blickwinkel für die hoch salienten und die niedrig salienten Zielreize für jedes Bild bei beiden Bedingungen gebildet (mit und ohne Zielreiz). Zunächst wurde die durchschnittliche Fixationsdauer auf die AOIs untersucht. Sie unterschied sich zwischen hoch salienten ( $M = 379$  ms,  $SD = 85.56$ ) und niedrig salienten AOIs ( $M = 388$  ms,  $SD = 104.91$ ) nicht, die Prüfung mittels  $t$ -Test für verbundene Stichproben ergab mit  $t(11) = 0.48$ ,  $p = .64$  ein nicht signifikantes Ergebnis.

Die Anzahl von Fixationen wurde über die Zielreize - getrennt für jede Testperson und jede AOI - aggregiert. Ein  $t$ -Test für verbundene Stichproben ergibt mit der Prüfgröße  $t(11) = 4.48$ ,  $p = .0001$  ein signifikantes Ergebnis. Hoch saliente AOIs ( $M = 184.9$ ,  $SD = 47.77$ ) erhielten mehr Fixationen als niedrig saliente AOIs ( $M = 136.6$ ,  $SD = 46.02$ ).

Eine  $2 \times 2$  abhängige ANOVA für Messwiederholungen mit den unabhängigen Variablen AOI (hoch salient versus niedrig salient) und Bedingung (hoch salienter versus niedrig salienter Zielreiz) zeigte eine signifikante Interaktion mit  $F(1,11) = 68.8$ ,  $p < .001$  an, der entsprechende Parameter der Effektgröße weist mit  $\eta^2 = .86$  auf einen deutlichen Effekt hin (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 606). Die salienten AOIs wurden in Durchgängen, bei denen sich der Zielreiz auf einem hoch salienten Ort befand, öfters fixiert ( $M = 118.8$ ,  $SD = 44.05$ ) als in Durchgängen, bei denen sich der Zielreiz auf einem niedrig salienten Ort befand ( $M = 9.2$ ,  $SD = 5.22$ ), wohingegen die niedrig salienten AOIs mehr Fixationen erhielten, wenn sich ein Zielreiz auf einer niedrig salienten Position ( $M = 100.3$ ,  $SD = 41.90$ ) als auf einer hoch salienten Position ( $M = 17.7$ ,  $SD = 4.56$ ) befand (siehe Abbildung 2).

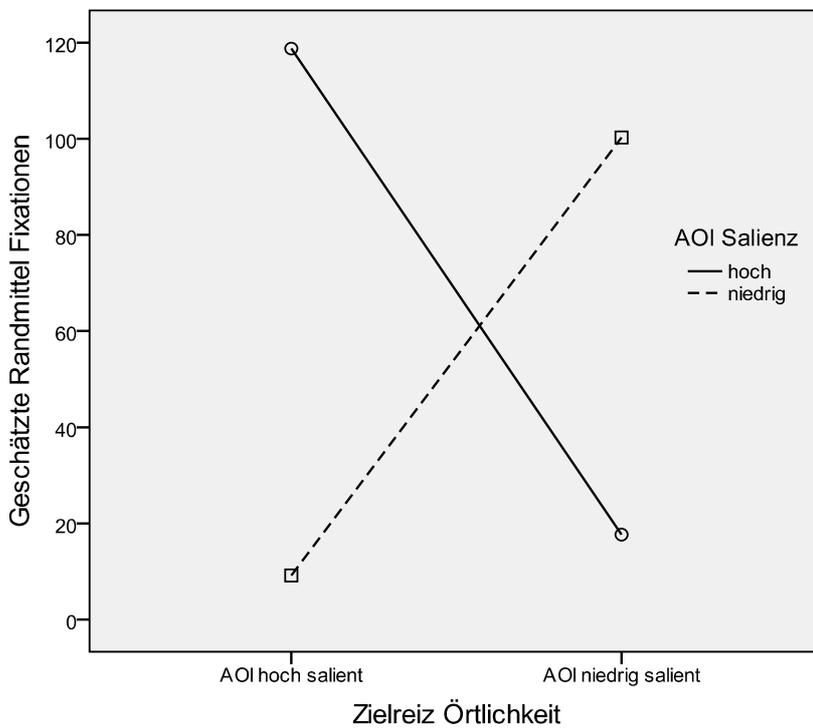


Abbildung 2. Interaktionsdiagramm. Fixationen in Abhängigkeit von Örtlichkeit des Zielreizes und Salienz der AOI.

Das wichtigste Ergebnis - der signifikante Haupteffekt für die Variable AOI mit  $F(1,11) = 7.47, p < .05, \eta^2 = .41$  - zeigt auf, dass hoch saliente AOIs insgesamt eine höhere Anzahl an Fixationen ( $M = 68.2, SD = 22.97$ ) als niedrig saliente ( $M = 54.7, SD = 21.55$ ) erhielten (siehe Abbildung 3).

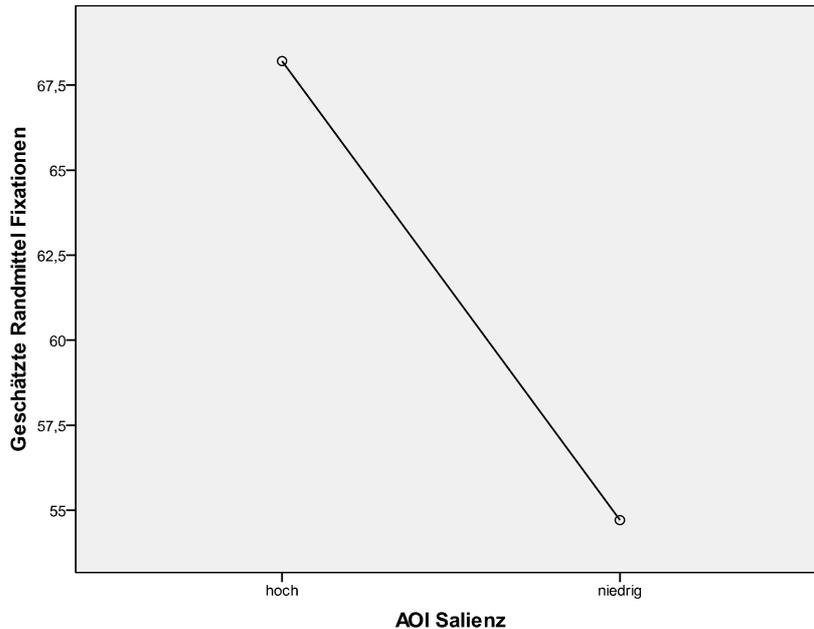


Abbildung 3. Fixationen in Abhängigkeit von Salienz.

Eine mögliche Erklärung für die höhere Anzahl an Fixationen auf hoch saliente AOIs könnte zunächst sein, dass die Testpersonen einen Zielreiz an einer hoch salienten Position öfter als auf einer niedrig salienten Position gefunden haben und somit die Salienz eine Belohnungsfunktion einnimmt. Um diese „Reward-Hypothese“ (Belohnungshypothese) zu prüfen, wurden nur jene Durchgänge eingeschlossen, bei denen es keinen Zielreiz gab („nicht anwesend“), die vor dem selben Bild mit Zielreiz („anwesend“) gezeigt wurden. Die Prüfung mittels  $t$ -Test für verbundene Stichproben bestätigte mit  $t(11) = 6.28$ ,  $p < .001$  die Salienzhypothese. Hoch saliente AOIs erhielten im Durchschnitt beinahe doppelt so viele Fixationen ( $M = 22.3$ ,  $SD = 6.12$ ) wie niedrig saliente AOIs ( $M = 11.8$ ,  $SD = 4.76$ ).

In dieser Studie hat die visuelle Suchaufgabe das Blickverhalten dermaßen beeinflusst, dass mehr Fixationen auf die Zielorte getätigt wurden. Dies war nicht nur unter der Voraussetzung, dass sich der Zielreiz an einem hoch salienten Ort befand der Fall, sondern auch, wenn der Zielreiz an einem niedrig salienten Ort gelegen war. Deshalb wurde zudem untersucht, wie beharrlich die „Zielreiz-Manipulation“ auf das Blickverhalten der Testpersonen gewirkt hat.

Es wurden demnach nur die „nicht anwesend“-Durchgänge, die einem Durchgang folgten, bei denen die Testpersonen dasselbe Bild mit einem Zielreiz auf einem niedrig salienten Ort gesehen hatten, analysiert. Nachdem sie dasselbe Bild

ohne Zielreiz gesehen hatten, hatten die Testpersonen die Fixation auf einen hoch salienten AOI ( $M = 11.5$ ) im Vergleich zu einem niedrig salienten AOI ( $M = 7.0$ ),  $t(10) = 5.67$ ,  $p < .001$  bevorzugt.

## 6 Diskussion

Das Experiment untersuchte den Einfluss der Salienz auf Fixationen während einer visuellen Suchaufgabe. Die Ergebnisse stehen in Einklang mit der Salienzhypothese, die besagt, dass auffällige Bildmerkmale die Aufmerksamkeit anziehen. Die Testpersonen blickten häufiger in saliente als in wenig saliente Regionen, obwohl sie die Aufgabe verstanden haben und den Instruktionen gefolgt sind.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind dahingehend ein Hinweis darauf, dass die Testpersonen der Suchaufgabe gefolgt sind, weil sie die AOIs nicht signifikant unterschiedlich lange betrachtet haben. Das deutet darauf hin, da man dieses Ergebnis dahin interpretieren kann, dass die Testpersonen in nicht saliente Regionen gleich lange wie in saliente Regionen geblickt hatten, weil sie auch an diesen Regionen in Erwartung eines dort möglicherweise befindlichen Zielreizes waren. Zusätzlich waren sie anscheinend nicht an der Auffälligkeit der AOIs derart interessiert, dass sie selbige aufgrund dessen länger betrachtet und somit die Suchaufgabe vernachlässigt hätten.

Die Interaktion bei der Untersuchung mittels der 2 x 2 abhängigen ANOVA für Messwiederholungen mit den unabhängigen Variablen AOI (hoch salient versus niedrig salient) und Bedingung (hoch salienter versus niedrig salienter Zielreiz) der weist darauf hin, dass die Suchaufgabe an die Testpersonen, beziehungsweise die Versuchsanordnung, das Blickverhalten der Testpersonen verändert hat. Die Testpersonen fanden die Zielreize auf hoch und niedrig salienten Positionen mit einer überzufällig hohen Wahrscheinlichkeit. Dieses Ergebnis kann dadurch untermauert werden, dass die Testpersonen signifikant mehr Fixationen auf niedrig saliente Regionen machten, sofern die Zielreize auf einer niedrig salienten Stelle dargeboten wurden. Ebenso wurden mehr Fixationen auf hoch saliente Regionen getätigt, wenn Zielreize auf einer hoch salienten Position dargeboten wurden.

Die salienten AOIs wurden in Durchgängen, bei denen der Zielreiz auf einem hoch salienten Ort zu finden war, öfters fixiert als in Durchgängen, bei denen sich der Zielreiz auf einem niedrig salienten Ort befand, wohingegen die niedrig salienten AOIs mehr Fixationen erhielten, wenn sich ein Zielreiz auf einer niedrig salienten Position befand, als in Durchgängen, bei denen er auf einer hoch salienten Position zu finden war.

Das Ergebnis, dass hoch saliente AOIs insgesamt eine höhere Anzahl an Fixationen als niedrig saliente AOIs erhielten, steht mit den Theorien in Einklang, die postulieren, dass das Blickverhalten reizgesteuert ist (siehe Itti & Koch, 2000). Dennoch wurde auch ein Top-down-Einfluss auf die Aufmerksamkeit erfasst. Diese Untersuchung repliziert Ergebnisse früherer Studien, dass bestimmte Versuchsanordnungen, zum Beispiel innerhalb einer visuellen Suchaufgabe, den Einfluss der Salienz zumindest bis zu einem gewissen Grad aufheben können (siehe Leber & Egeth, 2006). Es wurde demnach durch die Versuchsanordnung das Blickverhalten der Testpersonen dahingehend geändert, dass sie der Aufgabe gefolgt sind und somit auch niedrig saliente Orte des Bildes im Sinne der Instruktion aufgesucht haben. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Bottom-up-Einfluss auf die Testpersonen signifikant war, sie jedoch trotzdem der Zielaufgabe (Top-down-Einfluss) nachgegangen sind.

Da die visuelle Suchaufgabe in dieser Studie das Blickverhalten im Sinne von mehr Fixationen auf die Zielregion beeinflusst hat und dies nicht nur bei Bedingungen mit einem Zielreiz an einem hoch salienten Ort, sondern auch, wenn der Zielreiz an einem niedrig salienten Ort positioniert war, wurde zudem untersucht, wie beharrlich die „Zielreiz - Manipulation“ auf das Blickverhalten der Testpersonen gewirkt hat. Ohne Zielreiz gab es keinen Grund (im Sinne der Aufgabenstellung an die Testpersonen) auf hoch oder niedrig saliente Orte des Bildes zu blicken. Sofern Salienz die Aufmerksamkeit reizgesteuert anzieht, obwohl eine bestimmte Aufgabe gestellt wurde, wurden bei den Bildern ohne Zielreiz mehr Fixationen auf hoch saliente Orte erwartet. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass, obwohl die Testpersonen häufiger auf niedrig saliente AOIs fixierten, sobald ein niedrig salienter Zielreiz dargeboten wurde, sie diese Prägung aber nicht beibehielten. Sie betrachteten hoch saliente AOIs, nachdem sie dasselbe Bild ohne Zielreiz gesehen hatten, häufiger, als niedrig saliente AOIs. Es konnte somit gezeigt werden, dass dieser Versuchsanordnungseffekt nicht über mehrere Durchgänge anhält. Demnach erfüllte sich die Erwartung.

Hoch saliente Regionen wurden auch bevorzugt, wenn kein Zielreiz dargeboten und das Bild vorher noch nicht gesehen wurde. Das bedeutet, dass der Salienzeffekt auf Fixationen, welcher in diesem Experiment gefunden wurde nicht widerspiegelt, dass die Testpersonen gelernt haben, auf eine spezielle, hoch saliente (oder niedrig saliente) Region in einem spezifischen Bild zu blicken, weil sie den

Zielreiz auf dieser Position gefunden haben. Somit kann eine solche „Reward-Hypothese“ in diesem Zusammenhang ausgeschlossen werden: Die Salienz hat demnach keine Belohnungsfunktion eingenommen.

## 7 Ausblick

Interessant wäre es, analoge Untersuchungen anhand von Kunstwerken verschiedener Epochen und Stilrichtungen, bestehend aus abstraktem oder gegenständlichem Reizmaterial durchzuführen. Des Weiteren wären auch realistische Szenarien, beziehungsweise Fotografien als Reizmaterial zukünftiger Studien überlegenswert. Möglicherweise wird die Salienz bei solchen komplexeren Reizmaterialien durch die gegenständlichen Objekte auf eine andere Art und Weise angezogen.

Es stellt sich die Frage, wie sich das Blickverhalten in den Fällen, bei denen der Zielreiz bis zum Ablauf der Suchzeit noch nicht gefunden wurde, bei einer Verlängerung der Betrachtungszeit entwickeln würde. Weitere abhängige Variablen, abgesehen von den Fixationen der Testpersonen, könnten in weiterführenden Studien eingeschlossen werden, wie zum Beispiel physiologische Parameter (aus EKG, EEG, etc.).

Das Erkennen der verschwommenen Scheiben war, Berichten von Testpersonen zufolge, bei einigen Bildern sofort möglich, bei anderen war es offenbar viel schwieriger, den Zielreiz ausfindig zu machen. Dies könnte daran liegen, dass es durch die örtliche Setzung dieser Zielreize zu einem ungleich schwereren Erkennen selbiger führte, selbst bei gleicher Salienz zweier Zielreize. Darüber hinaus ist es denkbar, dass weitere Faktoren jenseits von Farbe, Helligkeit und Kontrast ebenfalls eine Rolle für die Salienz eines Bildmerkmals spielen können.

Untersuchenswert wäre, ob die Salienz als einziger Faktor die Augenbewegungen beeinflusst, oder ob nicht auch andere Eigenschaften von Bildinhalten diese erklären könnten. Möglicherweise könnte die Ästhetik der Bilder eine weitere Rolle spielen.

## 8 Literatur

- Allport, A. (1987). Selection for action: some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer, & A. F. Sander (Hrsg.), *Perspectives on perception and action* (S. 395–419). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, *55*, 485–496.
- Bashinski, H. S., & Bacharach, V. R. (1980). Enhancement of perceptual sensitivity as the result of selectively attending to spatial locations. *Perception & Psychophysics*, *28*, 241–248.
- Belopolsky, A. V., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2010). What is top-down about contingent capture? *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*, 326-341.
- Bergen, J. R., & Julesz, B. (1983). Parallel versus serial processing in rapid pattern discrimination. *Nature*, *303*, 696–698.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, *18*, 193–222.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, *36*, 1827–1837.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: some theoretical considerations. *Psychological Review*, *70*, 80-90.
- Donk, M., & van Zoest, W. (2008). Effects of saliency are short-lived. *Psychological Science*, *19*, 733-739.

- Donk, M., & Soesman, L. (2011). Object salience is transiently represented whereas object presence is not: Evidence from temporal order judgment. *Perception, 40*, 63-73.
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual Attention: Control, Representation, and Time Course. *Annual Review of Psychology, 48*, 269-297.
- Eimer, M., & Kiss, M. (2008). Involuntary attentional capture is determined by task set: evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*, 1423–1433.
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1973). The extent of processing of noise elements during selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics, 14*, 155-160.
- Folk, C. L., & Remington, R. W. (1998). Selectivity in attentional capture by featural singletons: Evidence for two forms of attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 847-858.
- Fuchs, I., Ansorge, U., Redies, C., & Leder, H. (2011). Saliency in paintings: Bottom-up influences on eye fixations. *Cognitive Computation, 3*(1), 25-36.
- 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*, 1030-1044.
- Gibson, B. S., & Kelsey, E. M. (1998). Stimulus-driven attentional capture is contingent on attentional set for displaywide visual features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 24*, 699-706.
- Henderson, J. M. (2007). Regarding scenes. *Current Directions in Psychological Science, 16*, 219–222.

- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, *57*(6), 787-795.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, *40*, 1489–1506.
- Jonides, J., & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset as an attention-capturing property. *Perception & Psychophysics*, *43*, 346-354.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Burkell, J. (1983). The cost of visual filtering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *9*, 510-522.
- Kim, M. S., & Cave, K. R. (1999). Top-down and bottom-up attentional control: On the nature of interference from a salient distractor. *Perception & Psychophysics*, *61*, 1009-1023.
- Koch, C., & Ullman, S. (1985). Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, *4*, 219-227.
- Latto, R., Brian, D., & Kelly, B. (2000). An oblique effect in aesthetics: Homage to Mondrian (1872-1944). *Perception*, *29*, 981-987.
- Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2006). It's under control: top-down strategies can override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13*, 132–238.
- Nothdurft, H. C. (2002). Attention shifts to salient targets. *Vision Research*, *42*, 1287–1306.
- Parkhurst, D., Law, K., & Niebur, E. (2002). Modeling the role of salience in the allocation of overt visual attention. *Vision Research*, *42*, 107–123.
- Pinto, Y., Olivers, C. N. L., & Theeuwes, J. (2005). Target uncertainty does not lead to more distraction by singletons: Intertrial priming does. *Perception & Psychophysics*, *67*, 1354-1361.

- Plumhoff, J. E., & Schirillo, J. A. (2009). Mondrian, eye movements, and the oblique effect. *Perception*, *38*, 719-731.
- Stadler, M. A., & Hogan, M. E. (1996). Varieties of positive and negative priming. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*(1), 87-90.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, *51*, 599-606.
- Theeuwes, J., Atchley, P., & Kramer, A. F. (2000). On the time course of top-down and bottom-up control of visual attention. In S., Monsell, & J., Driver (Hrsg.), *Attention and Performance XVIII: Control of cognitive processes* (S. 105-125). Cambridge, MA: MIT Press.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*(1), 65-70.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, *135*, 77-99.
- Theeuwes, J., & Van der Burg, E. (in press). On the limits of top-down control of visual selection. *Attention, Perception, & Psychophysics*.
- Treisman, A., & Sato, S. (1990). Conjunction Search Revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*, 459-478.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Canadian Journal of Psychology*, *247*, 301-306.
- van Zoest, W., Donk, M., & Theeuwes, J. (2004). The role of stimulus driven and goal-driven control in saccadic visual selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *30*, 746-759.

- Walter, D., & Koch, C. (2006). Modeling attention to salient proto-objects. *Neural Networks, 19*, 1395-1407.
- Williams, D. E., Reingold, E. M., Moscovitch, M., & Behrmann, M. (1997). Patterns of Eye Movements During Parallel and Serial Visual Search Tasks. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 51*, 151-164.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0. A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review, 1*, 202–238.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., Kenner, N., Hyle, M., Vasan, N. (2004). How fast can you change your mind? The speed of top-down guidance in visual search. *Vision Research, 44*, 1411-1426.
- Zelinsky, G. J. & Sheinberg, D. L. (1997). Eye movements during parallel–serial visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 23*, 244–262.

## 9 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Darstellung des Reizmaterials ohne Zielreiz (links) und mit Zielreiz (rechts). Ausschnitt der Instruktion für die Testpersonen aus Fuchs, Ansorge, Redies und Leder (2011). .....	27
<i>Abbildung 2.</i> Interaktionsdiagramm. Fixationen in Abhängigkeit von Örtlichkeit des Zielreizes und Salienz der AOI. ....	32
<i>Abbildung 3.</i> Fixationen in Abhängigkeit von Salienz. ....	33

# 10 Curriculum vitae

## *Persönliche Daten*

Name: Helmut Perrelli  
Adresse: Ferrogasse 50/2 1180 Wien, Austria  
E-Mail: perrelli@gmx.at  
Mobil: +43 0676 794 16 97

Geburtsdatum: 15. 08. 1983  
Geburtsort: Wien, Österreich  
Familienstand: ledig



## *Ausbildung*

### Schule

1989 – 1993 Volksschule Marianum, Wien  
1993 – 1997 Bundesrealgymnasium Haizingergasse, Wien  
1997 – 1998 Technisches Gewerbe Museum TGM, Wien (Elektrotechnik)  
1998 – 2002 Oberstufenrealgymnasium BORG 3, Wien (Bildnerischer Zweig)

03. Juni 2002 Reifeprüfung bestanden

### Universität

10/2002 – 01/2003 Studium der Betriebswirtschaft an der Wirtschaftsuniversität Wien

### Zivildienst

02/2003 - 01/2004 Johanniter Unfallhilfe (Ausbildung zum Rettungssanitäter absolviert)

### Universität

seit 03/2004 Studium der Psychologie an der Universität Wien (Erstes Diplomprüfungszeugnis: Durchschnitt 2,43)

## Zusatzqualifikationen

### *Sprachkenntnisse*

Deutsch (Muttersprache)

Englisch (sehr gut)

Französisch (Grundkenntnisse)

### *EDV-Kenntnisse*

Statistikprogramm SPSS

Informatikunterricht am Gymnasium („Office“, „Powerpoint“, „Photoshop“, „Excel“;)

### *Interessen*

Beschäftigung/ Auseinandersetzung mit Musik und bildender Kunst.

Interesse an gesellschaftlichen Entwicklungen und tagespolitischem Geschehen.

Aktive sportliche Betätigung (Mitglied bei einem Tennisverein, Teilnahme an Meisterschaften).

Führerschein Klasse B