



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

**Ist die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen unbewussten
Reiz von unseren Suchabsichten abhängig?**

Verfasserin

Marieluis Holzschuster

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Juli 2010

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Dr. Ulrich Ansorge

Danksagung

Da diese Diplomarbeit den Abschluss meiner universitären Laufbahn darstellt, möchte ich an dieser Stelle jenen Menschen danken, die mich auf meinem Weg begleitet haben und somit das Schreiben dieser Diplomarbeit ermöglichten.

Als erstes möchte ich meinem Betreuer Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ansorge danken. Danke für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung über den gesamten Verlauf bis zur Erstellung dieser Diplomarbeit.

Weiters möchte ich meinen Kolleginnen Eva Nurscher und Petra Wimmer danken, die mir halfen, so manchen „Knoten im Kopf“ zu lösen. Danke Eva für die unzähligen Stunden, in denen du mir eine verständnisvolle Zuhörerin warst. Danke Petra für die gute Zusammenarbeit und für deine Daten, die du mir zur Verfügung gestellt hast.

Ich danke meiner Familie! Danke Johann und Brigitte Holzschuster (aka Papa und Mama). Diesen Weg hätte ich ohne euch nicht gehen können. Danke Maximilian und Isabella.

Nicht zuletzt möchte ich meinem Freund Manuel danken. Du hast mir in anstrengenden Zeiten und nervenaufreibenden Situationen den Rücken gestärkt und mir die Kraft gegeben, die ich in diesen Momenten brauchte. Du warst immer für mich da, danke!

Widmung

Ich möchte diese Diplomarbeit meiner über alles geliebten Großmutter Gisela Holzschuster widmen. Ich habe niemals einen Menschen mit einem größeren Herzen kennengelernt. Dein ganzes Leben hast du deiner Familie gewidmet. Dein Wesen hat meine Persönlichkeit zutiefst geprägt und ohne dich wäre ich heute nicht die, die ich bin. Danke Oma!

1 EINLEITUNG	9
1.1 UNTERSUCHUNGSABSICHTEN	9
2 THEORETISCHER HINTERGRUND	12
2.1 SELEKTIVE VISUELLE AUFMERKSAMKEIT	13
2.1.1 Die Filtertheorie der Aufmerksamkeit von Broadbent	13
2.1.2 Die Attentionstheorie der Aufmerksamkeit von Treisman	14
2.1.3 Theorie der „späten“ Selektion (Deutsch und Deutsch)	14
2.1.4 „Frühe vs. späte Selektion“	15
2.2 VISUELL-RÄUMLICHE AUFMERKSAMKEIT	15
2.2.1 Spot-Light-Metapher und Zoom-Lens-Modell der Aufmerksamkeit	16
2.2.2 Aufmerksamkeitsverlagerung mit und ohne einhergehende Blickbewegung	17
2.2.3 Hemmung der Reorientierung – Inhibition of Return	17
2.3 EXPERIMENTALPSYCHOLOGISCHE MESSUNG DER AUFMERKSAMKEIT	18
2.3.1 Hinweisreize in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung	19
2.3.2 Das Spartial-Cueing-Paradigma von Posner	19
2.3.3 Wirkung peripherer und zentraler Hinweisreize	20
2.3.4 Der Capture-Effekt	21
2.3.5 Die Contingent-Capture-Hypothese	22
2.3.6 Singleton Status von Reizen	23
2.4 REIZGESTEUERTE VS. ABSICHTLICHE VERARBEITUNG VON REIZEN	25
2.4.1 Studie 1	26
2.4.2 Studie 2	28
2.4.3 Konklusion der Ergebnisse	29
2.5 DIE ROLLE DER SICHTBARKEIT VON REIZEN	30
2.6 INTEGRATION DER BEFUNDE	33

3 METHODE	34
3.1 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	34
3.2 DARSTELLUNG DER METHODE	36
3.2.1 Reizmaterial	36
3.2.2 Gliederung der Testung	39
3.2.3 Reaktionsteil	40
3.2.4 Urteilsteil	41
3.3 STICHPROBE	41
3.4 ABLAUF DER DATENERHEBUNG	42
4 ERGEBNISSE	43
5 DISKUSSION	53
6 ZUSAMMENFASSUNG	59
7 LITERATUR	61
8 ANHANG	69

1 EINLEITUNG

Stellen sie sich vor, sie sind in der Stadt unterwegs um Einkäufe zu erledigen. Viele Auslagen reihen sich aneinander, sie werden überflutet von einer ungeheuren Vielfalt an Reizen. Wie kann es sein, dass manche Auslagen ihre ganze Aufmerksamkeit einnehmen und andere Auslagen von ihnen gänzlich unbemerkt bleiben?

In der psychologischen Forschung geht man davon aus, dass bei der Steuerung der Aufmerksamkeit zwei Faktoren eine relevante Rolle spielen. Zum einen prägen unsere Absichten die Ausrichtung unserer Aufmerksamkeit. Am Beispiel des Einkaufsbummels in der Stadt erklärt wären es die Kaufabsichten, die unsere Aufmerksamkeit beeinflussen. Wenn sie sich beispielsweise schon zu Hause überlegt haben einen neuen Pullover zu kaufen, werden ihnen Modehäuser eher „ins Auge fallen“ als Elektrofachmärkte. Neben unseren Absichten beeinflusst auch die Salienz von Objekten eine Aufmerksamkeitsverlagerung in deren Richtung. Unter Salienz versteht man, dass sich ein Reiz aufgrund seiner optischen Eigenschaften vom Kontext abhebt. Um beim Beispiel des Schaufensters zu bleiben, möchte ich Salienz von Objekten am folgendem Fallbeispiel erklären: Inmitten farblos dekorierte Schaufenster reiht sich ein weiteres, welches ausschließlich Artikel in grellen, auffälligen Farben anpreist. Unabhängig von ihren Kaufabsichten wird ihnen höchstwahrscheinlich auch dieses Schaufenster auffallen.

1.1 UNTERSUCHUNGSABSICHTEN

Diese Diplomarbeit soll sich mit der Fragestellung beschäftigen, wie visuell-räumliche Reizinformation verarbeitet wird. Im speziellen wird die Verarbeitung salienter Reize untersucht. Ziel der Studie ist die Klärung der Fragestellung, ob ein salienter Reiz die Aufmerksamkeit automatisch einnimmt oder ob die Aufmerksamkeitsverlagerung abhängig von den Suchabsichten stattfindet. Weiters soll dargelegt werden, dass die

Sichtbarkeit und somit die bewusste Verarbeitung von Reizen, keine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung in dessen Richtung ist. Untersucht wurden die Effekte von Hinweisreizen bei der Bearbeitung von Farb- und Formsuchaufgaben. Da es sich bei der experimentellen Erhebung um zwei unabhängige und zeitlich sehr aufwendige Testungen handelt, wurde die Testung Farbsuche und die Testung Formsuche von zwei Versuchsleitern durchgeführt. Von der Autorin wurde die Testung Formsuche vorgegeben, weshalb der Schwerpunkt dieser Diplomarbeit auf der Auswertung und Interpretation jenes Experiments liegt. Da manche Fragestellungen jedoch nur über die Kombination der Ergebnisse beider Experimente interpretiert werden können, sind in dieser Diplomarbeit auch Ergebnisse aus dem Experiment Farbsuche angeführt.

Um die Untersuchungsabsichten verständlich darlegen zu können, möchte ich einleitend das zur Anwendung gekommene Untersuchungsdesign vorstellen. *„Das Verfahren welches hierfür herangezogen wurde, wird als Hinweisreizprozedur bezeichnet und ist ein gängiges Verfahren bei der Untersuchung visuell-räumlicher Aufmerksamkeit. Bei der Hinweisreizprozedur werden Hinweisreiz und Zielreiz nacheinander dargeboten“* (Ansorge, 2000). Im aktuellen Experiment konnte der Zielreiz vier mögliche Positionen besetzen. Die Versuchspersonen wussten nicht, an welcher dieser vier Positionen der Zielreiz erscheinen wird. Der Hinweisreiz, welcher in zwei der drei Versuchsbedingungen unterhalb der Bewusstseinsschwelle lag, wurde eingesetzt, um den Versuchspersonen vor der Zielreizdarbietung Information über die Zielreizposition zu liefern (Ansorge, 2000). Aufgabe der Versuchspersonen war es, so schnell wie möglich auf den Zielreiz zu reagieren.

Sowohl Hinweisreiz als auch Zielreiz waren sogenannte Singletons. Singletons sind Reize, die sich in einem oder mehreren Merkmalen, von den gleichzeitig dargebotenen und homogenen Reizen unterscheiden. Im Experiment *Formsingletonsuche* wurden

Hinweisreize verwendet, welche sich in Bezug auf die Farbe und Zielreize die sich in Bezug auf die Form, von den gleichzeitig dargebotenen Reizen unterscheiden. Im Experiment *Farbsingletonsuche* handelt es sich sowohl bei den Hinweisreizen als auch bei den Zielreizen um Farbsingletons.

Der vorliegenden Arbeit liegen drei Untersuchungsabsichten zugrunde:

Erstens soll ermittelt werden, ob ein maskierter Hinweisreiz die Aufmerksamkeit auf sich lenken kann.

Ist das der Fall, ergibt sich daraus die zweite Fragestellung dieser Untersuchung. Es soll untersucht werden ob der Singleton die Aufmerksamkeit automatisch einnimmt, oder ob er nur berücksichtigt wird, wenn eine Passung zwischen der Hinweisreizmodalität und den aktuellen Suchabsichten besteht? In zahlreichen Studien wurde nachgewiesen, dass Singletons die Aufmerksamkeit automatisch einnehmen (Theeuwes, 1992, 2004). Andere Untersuchungsergebnisse sprechen hingegen von einer Reizverarbeitung, die an bestimmte Suchabsichten einer Person gebunden ist (Bacon & Egeth, 1994). In der Literatur spricht man von Bottom-Up (reizgesteuert, automatisch) beziehungsweise Top-Down-Verarbeitung (wissensbasiert, absichtsabhängig) der Reize (Müller & Krummenacher, 2008). Die Beantwortung der Fragestellung, ob eine reizgesteuerte oder absichtsabhängige Verarbeitung des Singletonhinweisreizes stattfindet, resultiert aus der Gegenüberstellung des Experiments *Farbsingletonsuche* und des Experiments *Formsingletonsuche*. Im Experiment *Farbsingletonsuche* wurden die Hinweisreize so gestaltet, dass sie zu den Suchabsichten einer Person passen. Ein Effekt des Hinweisreizes kann jedoch nur dann als absichtsabhängige Verarbeitung interpretiert werden, wenn im Experiment *Formsingletonsuche* keine Effekte des Hinweisreizes gefunden werden. Zeigen sich Effekte des Hinweisreizes unabhängig von einer Passung zu den Suchabsichten, ist von einer automatischen Verarbeitung der Reize auszugehen.

Drittens sollte der Nachweis erbracht werden, dass die bewusste Verarbeitung der Hinweisreize, keine notwendige Voraussetzung für die erwarteten Effekte ist. Aus diesem Grund wurden die Hinweisreize in zwei von drei Versuchsbedingungen über Metakontrast maskiert. Um den Nachweis zu erbringen, dass die Hinweisreize in zwei der drei Versuchsbedingungen nicht bewusstseinsfähig sind, wurde dem Experiment ein Urteilsteil hinzugefügt. In diesem mussten die Probanden angeben, ob sie einen Hinweisreiz einer vorab definierten Farbe erkennen konnten, oder nicht.

2 THEORETISCHER HINTERGRUND

Der theoretische Teil dieser Arbeit dient der Integration der aktuellen Forschungsergebnisse des behandelten Themas. Außerdem soll er die in den Untersuchungsabsichten dargestellten Fragestellungen herleiten. Mit dieser Arbeit sollte einerseits der Nachweis erbracht werden, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen visuellen Reiz, keine bewusste Verarbeitung voraussetzt. Weiters sollte die Richtung der Aufmerksamkeitssteuerung untersucht werden. Diese Studie ist dem Forschungsbereich der selektiven visuellen Aufmerksamkeit zuzuordnen. Einleiten möchte ich diese Arbeit deshalb mit einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der verschiedenen Modelle selektiver Aufmerksamkeit (siehe 2.1). Handelt es sich wie in der vorliegenden Studie um die Selektion von Positionsinformation in der visuellen Modalität, spricht man von visuell-räumlicher Aufmerksamkeit (Ansorge, 2000). Definition und Modelle der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit sind in Abschnitt 2.2 zu finden. Weiters werden die Themen Experimentalpsychologische Messung der Aufmerksamkeit (siehe 2.3), Reizgesteuerte Verarbeitung vs. Absichtliche Verarbeitung von Reizen (siehe 2.4) und Die Rolle der Sichtbarkeit von Reizen (siehe 2.5) behandelt.

2.1 SELEKTIVE VISUELLE AUFMERKSAMKEIT

Schon William James stellte 1890 fest: „*Everyone knows what attention is. It is the taking possession of the mind, in clear and vivid form, of one out of several possible objects or trains of thought. Focalisation, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others*“ (S. 403f.). In diesem Definitionsversuch wird eine wesentliche Funktion von Aufmerksamkeit angesprochen: die der Auswahl oder »Selektion« von bestimmten Inhalten oder Informationen (die notwendig mit einer Deselektion von anderen Informationen einhergeht) mit dem Ziel, bestimmte Informationen (möglichst ohne Interferenz von anderen Informationen) dem Bewusstsein bzw. der Steuerung von Denken und Handeln zugänglich zu machen (Müller & Krummenacher, 2006)

Die verschiedenen Modelle der selektiven Aufmerksamkeit versuchen die Mechanismen zu erklären, welche dafür verantwortlich sind, dass bestimmte Information verarbeitet werden, andere hingegen nicht. Die klassischen Ansätze der selektiven Aufmerksamkeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

2.1.1 Die Filtertheorie der Aufmerksamkeit von Broadbent

Broadbent (1958) postuliert in seiner Filtertheorie der Aufmerksamkeit eine frühe Selektion der zu verarbeitenden Information. Er geht davon aus, dass sensorische Information der Sinnesorgane in parallel arbeitenden sensorischen Kanälen verarbeitet wird. Diese Informationen werden aufgrund einfacher physikalischer Reize im Kurzzeitspeicher abgelegt. Anschließend bestimmt ein selektiver Filter welcher dieser Kanäle verarbeitet wird. Die Selektion erfolgt aufgrund der physikalischen Eigenschaften der eingehenden Reize, wobei der Filter ähnlich einem Flaschenhals funktioniert. Nur der selektierte Reiz wird verarbeitet und so dem Bewusstsein zugänglich gemacht. Als Begründung nennt Broadbent die begrenzte Kapazität des seriellen Verarbeitungssystems. Andere Reize werden am Passieren des Flaschenhalses

gehindert, verbleiben jedoch vorübergehend im Speicher für eine eventuell spätere Bearbeitung. Nur jene Informationen die dieses System durchlaufen haben, können im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden.

2.1.2 Die Attentionstheorie der Aufmerksamkeit von Treisman

Das Modell von Treisman (1964) entstand aufgrund der aufkommenden Kritik an Broadbents Filtertheorie. Es konnte gezeigt werden, dass auch Reize und Informationen aus einem nicht beachteten Kanal plötzlich die Aufmerksamkeit einnehmen können. Ein Drittel aller Versuchspersonen konnten beispielsweise ihren eigenen Namen wahrnehmen, obwohl dieser im nicht beachteten Kanal dargeboten wurde (z.B.: Moray, 1959). Von Wright, Anderson und Stenmann (1975) zeigten, dass auch Information aus dem nichtbeachteten Kanal semantisch, also tief, bis zu einer bestimmten Stufe verarbeitet wird und die Interpretation von Information im beachteten Kanal beeinflussen kann.

In ihrer Attentionstheorie der Aufmerksamkeit geht Treisman (1964) davon aus, dass die Reizinformation aus allen Kanälen analysiert wird. Aufgrund der begrenzten Verarbeitungskapazität des Speichers wird diese Information jedoch abgeschwächt. Die Informationen werden demnach nicht komplett von der Weiterverarbeitung abgehalten. Wenn jedoch nicht genügend Speicherkapazität zur Verfügung steht, besteht die Gefahr, dass ein Teil der Information verloren geht.

2.1.3 Theorie der „späten“ Selektion (Deutsch und Deutsch)

Während Broadbent und Treisman davon ausgehen, dass die Selektion von Information schon relativ früh im Verlauf des Verarbeitungsprozesses erfolgt, postulieren Deutsch und Deutsch (1963) eine späte Selektion von Information. Deutsch und Deutsch zufolge, findet eine vollständige Analyse aller eingehenden Reize statt, „*a message will reach the same perceptual and discriminatory mechanisms whether attention is paid to*

it or not; and such information is then grounded or segregated by these mechanisms.“

Eine Weiterverarbeitung, wie zum Beispiel Speicherung im Gedächtnis bzw. Determination der motorischen Reaktion, erfolgt dann nur für Reize, die für die momentane Aufgabe relevant sind (Müller & Krummenacher, 2008).

2.1.4 „Frühe vs. späte Selektion“

Ob die Selektion der Information nun zu einem frühen oder späten Zeitpunkt der Informationsverarbeitung stattfindet führte zu zahlreichen Kontroversen zwischen verschiedenen Autoren (vgl. Treisman & Geffen, 1967; Treisman & Riley, 1969). Erwähnenswert scheint der Ansatz von Johnston und Heinz (1978), welcher einen neuen Erklärungsansatz liefern sollte. Je mehr Verarbeitungsstufen vor der Selektion absolviert werden, desto mehr Kapazität zur Verarbeitung der Information wird benötigt. Abhängig von der Anforderung durch die Aufgabe findet die Selektion so früh wie möglich statt. Dies ermöglicht einen sparsamen Umgang mit vorhandenen Kapazitäten. Lavie (1995) hingegen vertritt die Annahme, dass der Zeitpunkt der Selektion von der perzeptuellen Auslastung des Systems abhängig ist. Sie geht davon aus, dass bei starker perzeptueller Belastung, die Selektion der relevanten Information früher stattfinden muss, um das Aufmerksamkeitssystem zu entlasten.

2.2 VISUELL-RÄUMLICHE AUFMERKSAMKEIT

Da diese Studie die visuelle Selektion von Reizen an definierten Positionen des Raums untersucht, soll im folgenden Abschnitt das Konzept der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit charakterisiert werden. Einleiten möchte ich diesen Abschnitt mit einer Beschreibung der allgemeinen Bedeutung visuell-räumlicher Aufmerksamkeit von Ansorge (2000): *„In ihrer allgemeinen Bedeutung soll visuell-räumliche Aufmerksamkeit die Selektion von Positionen (Reizorten) zur Wahrnehmung oder zur Handlungssteuerung bezeichnen“*. Die Ausrichtung und Orientierung visuell-räumlicher Aufmerksamkeit soll nun in diesem Kapitel veranschaulicht werden.

2.2.1 Spot-Light-Metapher und Zoom-Lens-Modell der Aufmerksamkeit

Wie kann man sich die Ausrichtung visuell-räumlicher Aufmerksamkeit nun vorstellen? Liegt nur ein bestimmter Punkt, den wir mit unseren Augen fixieren, im Zentrum unserer Aufmerksamkeit oder handelt es sich hierbei um ein größeres Areal? Posner, Snyder und Davidson (1980) kamen aufgrund ihrer Untersuchungen zu der Annahme, dass die visuell-räumliche Aufmerksamkeit ähnlich wie ein Lichtkegel (englisch *spot-light*) arbeitet, der eine definierte Fläche beleuchtet. Dieser „Lichtkegel“ der Aufmerksamkeit kann über das visuelle Feld gleiten, um so bestimmte Ausschnitte zu fokussieren. Posner, Snyder und Davidson postulieren in ihrer Spot-Light-Theorie, dass dieses Gleiten der Aufmerksamkeit auch ohne begleitende Augenbewegungen stattfinden kann. Jenen Reizen, welche innerhalb des Spotlights liegen, werden die größtmöglichen Verarbeitungsressourcen zugewiesen. Die Spot-Light-Metapher besagt somit, dass Reize, die an einem attentional illuminierten Ort erscheinen, rascher und gründlicher verarbeitet werden als Stimuli an einem anderen Ort (Müller & Krummenacher, 2008). Andere Untersuchungen die mittels des Flankierreizparadigmas vorgenommen wurden (vgl. Eriksen & Eriksen, 1974) führten hingegen zu anderen Ergebnissen. Diese Ergebnisse legen ein Zoom-Lens-Modell der Aufmerksamkeit nahe, welches, anders als das Spot-Light-Modell, von einer variablen Größe des Aufmerksamkeitsfokus ausgeht. Man kann sich vorstellen, dass die Aufmerksamkeitsverteilung über eine Art „Gummilinse“ reguliert werden kann. Fokussiert diese Gummilinse nur eine kleine Fläche (minimal 1° Schwinkel im Durchmesser), so ist eine hohe Auflösung gegeben. Bei größeren Flächen existiert entsprechend eine schwächere Auflösung. Ein neuerer Ansatz stammt von LaBerge und Brown (1989). Sie gehen in ihrem Gradientenmodell der Aufmerksamkeit davon aus, dass visuelle Aufmerksamkeit im Zentrum ein Maximum erreicht, während sie in der Peripherie kontinuierlich abnimmt. Eine neuere theoretische Entwicklung ist das

Gradienten-Filter-Modell von Cheal, Lyon und Gottlob (1994, vgl. Müller & Krummenacher, 2008).

2.2.2 Aufmerksamkeitsverlagerung mit und ohne einhergehende Blickbewegung

Aufmerksamkeit wird meistens gleichgesetzt mit dem gezielten Betrachten eines Objekts, also der Fixation des Objekts mittels unserer Augen. Es ist jedoch möglich die Aufmerksamkeit auf ein Objekt auszurichten, ohne dass eine offene Augenbewegung stattfindet. Man beschreibt diese Form der Aufmerksamkeitsverlagerung als verdeckte Orientierung der Aufmerksamkeit. Es besteht allerdings ein Zusammenhang zwischen verdeckter Orientierung der Aufmerksamkeit und den sakkadischen Augenbewegungen (Müller & Krummenacher, 2008). Schon Posner (1980) konnte in seinen Untersuchungen mit peripheren Hinweisreizen eindrucksvoll zeigen, dass der Augenbewegung an die Position des Hinweisreizes eine Aufmerksamkeitsbewegung vorangeht. Auch Hoffman und Subramaniam (1995) kamen zu folgendem Resultat „...*attention and saccades are not independent...*“: weiters schreiben sie „...*orienting of attention may be an essential component of preparing and/or executing saccades...*“. Die Richtung der Aufmerksamkeit scheint somit an die Richtung der Augenbewegung gekoppelt zu sein. Außerdem zeigen die Untersuchungsergebnisse von Deubel und Schneider (1996), dass im Zeitfenster 50 – 100 ms vor einer Sakkade nur das Objekt am Sakkadenziel diskriminiert werden kann (vgl. Müller & Krummenacher, 2008).

2.2.3 Hemmung der Reorientierung – Inhibition of Return

Unter „Inhibition of Return (IOR)“ versteht man eine Hemmung der Aufmerksamkeitszuwendung zu einer Position von der gerade die Aufmerksamkeit abgezogen wurde. Erste Ergebnisse zur IOR sind bei Posner und Cohen (1984) zu finden. Die Untersuchung wurde mithilfe des Posner'schen Cueing-Paradigmas durchgeführt (siehe Abschnitt 2.3.2), welches in der Einleitung bereits als Hinweisreizprozedur vorgestellt wurde. Die Untersuchung zeigt, dass auf Zielreize, die

mehr als 300 ms nach Darbietung eines informativen Hinweisreizes präsentiert werden, langsamere Reaktionszeiten erfolgen, als auf Zielreize, denen ein nichtinformativer Hinweisreiz vorausgeht. Das heißt, der frühe Erleichterungseffekt für die indizierte Position ($SOA^1 < 300$ ms) verkehrt sich in einen späten Inhibitionseffekt ($SOA > 300$ ms) (Müller & Krummenacher, 2008). In ihrem Artikel schreiben Posner und Cohen „... following a shift of attention away from the cued area, targets are handled less efficiently than at other places...“. Die Autoren führen die längere Reaktionszeit auf Zielreize, die mehr als 300 ms nach einem informativen Hinweisreiz dargeboten werden, auf eine IOR zurück. Die Vorstellung dabei ist, dass das (unmittelbare) Ausbleiben des Zielreizes an der indizierten Position zunächst zu einer Verlagerung der Aufmerksamkeit von der indizierten auf eine andere Position führt (z.B. den Fixationsort), sodass, wenn der Zielreiz schließlich an der indizierten Position erscheint, eine Reorientierung der Aufmerksamkeit auf diese Position erforderlich ist (Müller & Krummenacher, 2008). Über die Funktion der IOR schreiben Posner, Rafal, Chate und Vaughan (1985) „... inhibition of return may function to favour foveation of information at new locations...“. Die IOR unterstützt somit eine Umorientierung der Aufmerksamkeit auf neue Reize. Die Intervalllängen wurden in dieser Studie so festgelegt, um eine IOR zu vermeiden.

2.3 EXPERIMENTALPSYCHOLOGISCHE MESSUNG DER AUFMERKSAMKEIT

In der psychologischen Forschung existieren unterschiedliche Zugänge um die Steuerung der Aufmerksamkeit zu untersuchen. Grundsätzlich unterscheidet man die experimentelle Psychologie, welche sich mit der Erfassung von Daten auf der Verhaltensebene beschäftigt, vom neuropsychologischen Ansatz, welcher sich der

¹ Stimulus onset asynchrony (SOA): Gibt das zeitliche Intervall zwischen dem Beginn der Darbietung von Hinweisreiz und Zielreiz an.

Messung diverser Vorgänge des Zentralnervensystems widmet. In dieser Studie wurden behaviorale Daten zur Untersuchung der Aufmerksamkeit herangezogen. In der experimentellen Psychologie gibt es verschiedene Untersuchungsmethoden, um die Steuerung und Verteilung der Aufmerksamkeit zu messen. Generell besteht ein experimentelles Design aus zumindest zwei unterschiedlichen Bedingungen. *„Die Bedingungen dürfen sich einzig hinsichtlich der Aufmerksamkeitsverteilung der Probanden unterscheiden, sonst dürfen keine weiteren Unterschiede bestehen“* (Ebeling, 2005). Ein klassisches experimentelles Design der Aufmerksamkeitsforschung kam unter anderem in Posners Paradigma der räumlichen Hinweisreize zur Anwendung (siehe Abschnitt 2.3.2).

2.3.1 Hinweisreize in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung

Wie schon in der Einleitung beschrieben wurde in dieser Studie die visuell-räumliche Aufmerksamkeit mittels der Hinweisreizprozedur untersucht. Hinweisreize werden seit 1960 in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung genutzt, um Probanden bei Zielreizsuchaufgaben mit ungewisser Zielreizposition, Informationen über dessen Erscheinungsort zu liefern (vgl. Colgate, Hoffmann & Eriksen, 1973; Engel, 1971; Eriksen & Hoffman, 1972; Jonides, 1980; Posner, 1980; Sperling, 1960).

2.3.2 Das Spartial-Cueing-Paradigma von Posner

Einleiten möchte ich diesen Abschnitt über Posners Cueing-Paradigma mit einer Beschreibung des vom Autor verwendeten Reizmaterials, sowie des zur Anwendung gekommenen Untersuchungsdesigns. Im Cueing-Paradigma von Posner kommen zwei verschiedene Formen von Hinweisreizen zur Anwendung. Es handelt sich hierbei um zentrale Hinweisreize beziehungsweise um periphere Hinweisreize. Periphere Hinweisreize erscheinen am selben Ort wie der Zielreiz. *„Sie enthalten die visuell-räumliche Ortsinformation über den Zielreizort direkt, das heißt, der Ort muss nicht aus anderen Merkmalen (etwa der Hinweisreizform) erschlossen werden“* (Ansorge, 2006).

Mit der Hinweisreizform sind die zentralen Hinweisreize gemeint. Zentrale Hinweisreize werden meist in der Mitte des Bildschirms dargeboten, beziehungsweise an einem anderen neutralen Ort des Suchraums. Sie enthalten die Information über den Hinweisreiz nicht direkt, sondern geben Auskunft durch ihre Beschaffenheit (z.B: Form = ein richtungsweisender Pfeil) (Ansorge, 2006). In Posners Cueing-Paradigma wird der Versuchsperson nun einer der beiden ortsbezogenen Hinweisreize dargeboten, wobei der Hinweisreiz die Position des nachfolgenden Zielreizes mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (Validität) indiziert (Müller & Krummenacher, 2008). Sobald der Zielreiz erscheint, muss die Versuchsperson dessen Erscheinen so schnell wie möglich rückmelden. Der Hinweisreiz veranlasst die Versuchsperson, ihre ortsbezogene Aufmerksamkeit auf die angezeigte Position zu richten und nicht-indizierte Positionen zu ignorieren (Müller & Krummenacher, 2008). Posner (1980) konnte eindrucksvoll nachweisen, dass die Reaktionszeit abhängig von den Hinweisreizbedingungen ist. Valide Hinweisreize führen zu schnelleren Reaktionszeiten als nicht-valide Hinweisreize. Unter validen Hinweisreizen versteht man jene, welche eine Übereinstimmung von peripherem Hinweisreizort und Zielort aufweisen. Bei nicht-validen Hinweisreizen besteht demzufolge keine Übereinstimmung von peripherem Hinweisreizort und Zielort. Diese und weitere Untersuchungsergebnisse von beispielsweise Posner, Snyder und Davidson (1980) führten damals zu der Annahme, dass die visuelle Aufmerksamkeit ähnlich einem Lichtkegel funktioniert. Diese Annahme ist in der Literatur als Spot-Light-Metapher bekannt, welche bereits in Abschnitt 2.2.1 erläutert wurde.

2.3.3 Wirkung peripherer und zentraler Hinweisreize

Nachdem Posner (1980) Effekte ortsbezogener Hinweisreize nachweisen konnte, beschäftigte sich Jonides (1981) eingehend mit der unterschiedlichen Wirkung peripherer und zentraler Hinweisreize auf die Aufmerksamkeitsverlagerung. Er konnte

zeigen, dass periphere Hinweisreize im Vergleich zu zentralen Hinweisreizen, schnellere Reaktionszeiten erzeugen. Weiters können zentrale Hinweisreize ohne Vorhersagekraft im Vergleich zu peripheren Hinweisreizen erfolgreich ignoriert werden. *Ein peripherer Hinweisreiz ohne Vorhersagekraft zeigt den Ort des Zielreizes und die verlangte Reaktion nicht überzufällig richtig an* (Ansorge, 2006). Sie liefern somit keine dem Beobachter hilfreiche Information, für das Lösen der Aufgabe. Trotzdem konnte Jonides (1981) in seiner Untersuchung zeigen, dass auch periphere Hinweisreize ohne Vorhersagekraft verarbeitet werden. Jonides schloss daraus, dass die Verarbeitung peripherer Hinweisreize automatisch erfolgt, zentrale Hinweisreize hingegen bedingen keine obligatorische Verlagerung der Aufmerksamkeit. Darüber hinaus konnte er feststellen, dass Effekte zentraler Hinweisreize durch das Bearbeiten einer Zweitaufgabe zunehmend gemindert werden.

2.3.4 Der Capture-Effekt

Die Forschung hat somit gezeigt, dass ein peripherer Hinweisreiz beim Betrachter eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung dessen Position auslösen kann. Wenn eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung des Hinweisreizes stattfindet, spricht man von einem Capture-Effekt (Englisch: capture – hat die Bedeutung: einnehmen, einfangen, erfassen). Anhand des Experiments *Formsingletonsuche* dieser Studie sollte überprüft werden, ob auch unbewusste Farb-Singletons die Aufmerksamkeit einnehmen, obwohl sie nicht zum Suchset nach einem Form-Singleton passen. Ein Suchset beinhaltet alle spezifischen Merkmalskategorien die der Zielreiz aufweisen muss.

Ermittelt wird der Capture-Effekt der Farb-Singletons über den Validitätseffekt. Dazu wurden die Reaktionszeiten nach Präsentation eines validen Hinweisreizes (Ort des Hinweisreizes entspricht Zielreizort), mit den Reaktionszeiten nach der Präsentation eines nicht-validen Hinweisreizes verglichen. Der Capture-Effekt besagt, dass in

validen Bedingungen schneller auf den Zielreiz reagiert wird als in nicht-validen Bedingungen (Folk, Remington & Johnston, 1992; Theeuwes, 2004). Valide periphere Hinweisreize verkürzen demnach die Reaktionszeit im Vergleich zu nicht-validen Hinweisreizen (Posner & Cohen, 1984). Die Begründung ist simpel. Man geht davon aus, dass der Capture-Effekt auf der Aufmerksamkeitsverlagerung zu einem Hinweisreiz basiert. *„In weiterer Folge entfällt die zur Zielreizwahrnehmung notwendige Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf den Zielreiz, wenn schon der periphere Hinweisreiz die Aufmerksamkeit zum Zielreizort lenkt, was in validen, nicht aber in nicht-validen Bedingungen der Fall wäre“* (Posner, 1980, zitiert nach Ansorge, 2006).

2.3.5 Die Contingent-Capture-Hypothese

Wie in Abschnitt 2.3.3 beschrieben geht Jonides (1981) davon aus, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung an die Position eines peripheren Hinweisreizes automatisch erfolgt. In der Contingent-Capture-Hypothese, die erstmalig von Folk, Remington und Johnston (1992) etabliert wurde, wird hingegen die Annahme vertreten, dass auch die Aufmerksamkeitsverlagerung auf periphere Hinweisreize durch unsere Absichten gesteuert ist. Der Überlegung der Autoren zufolge, müssen Probanden bei der Suche nach einem Zielreiz, Absichten bezüglich eines bestimmten Erscheinungsmerkmals des Zielreizes generieren. Ein Stimulus der häufig in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung zur Anwendung kommt ist der sogenannte „onset stimulus“. Er ist gekennzeichnet durch sein plötzliches Erscheinen beziehungsweise durch seinen plötzlichen Beginn. Wenn Probanden somit nach einem Zielreiz mit dem Erscheinungsmerkmal „plötzlicher Beginn“ Ausschau halten, passen auch plötzlich erscheinende Hinweisreize zum Suchset der Probanden und erzeugen somit einen Validitätseffekt. Entsprechend der Contingent-Capture-Hypothese verursachen nur jene Hinweisreize einen Validitätseffekt, die mit dem Suchset übereinstimmen.

Um die Absichtsabhängigkeit der Verarbeitung eines peripheren Hinweisreizes zu überprüfen, verwendeten Folk et al. zwei unterschiedliche Zielreiztypen. Hierbei handelt es sich um den Reiztypus „plötzlicher Beginn“, der bereits erwähnt wurde, und den Reiztypus „Farbwechsel“, welcher sich über den Farbwechsel von weiß auf rot definiert. Als Hinweisreiz wurden beide Reiztypen gleichermaßen eingesetzt. Als Zielreiz wurde jedoch innerhalb eines Blocks nur einer der möglichen Reiztypen verwendet, wobei die Probanden im Vorhinein darüber informiert wurden, nach welchem Merkmal sie zu suchen haben. Dies ermöglichte es ihnen, konkrete Suchabsichten bezüglich des Zielreizes zu generieren. Die Ergebnisse der Studie bestätigen die Annahme der Contingent-Capture-Hypothese. Validitätseffekte zeigten sich ausschließlich bei einer Passung von Hinweisreiz und Zielreiztypus. Plötzlich erscheinende Hinweisreize führten zu Validitätseffekten in Bedingungen, in denen nach plötzlich erscheinenden Zielreizen gesucht werden musste. Hinweisreize, die durch einen Farbwechsel gekennzeichnet waren, führten hingegen zu keinem Validitätseffekt. In Bedingungen, in denen nach einem Zielreiz gesucht werden musste, der durch eine Farbänderung gekennzeichnet war, verhielt es sich in Bezug auf die Effekte der Hinweisreiztypen genau umgekehrt.

Die Contingent-Capture-Hypothese postuliert somit eine Absichtsabhängigkeit bei der Zuwendung der Aufmerksamkeit auf Reize.

2.3.6 Singleton Status von Reizen

In der Einleitung wurde bereits erwähnt, dass in dieser Studie Reize verwendet wurden, die sich in Bezug auf ein Merkmal von den gleichzeitig dargebotenen Reizen unterscheiden. In der Literatur werden Reize, die sich von der Umgebung aufgrund von einem Merkmal oder mehreren Merkmalen unterscheiden, als Singleton bezeichnet. In Rosendahl (2001) findet man dazu passend, die folgende Definition: *„Die Auffälligkeit eines bestimmtem Reizes ist das Ausmaß, in dem er aus seiner Umgebung hervorsticht,*

auch wenn man dessen räumliche Position nicht kennt“. Man kann sich vorstellen, dass ein sogenannter Singleton die Aufmerksamkeit leichter einnimmt, als ein Reiz der sich von der Umgebung weniger abhebt. In diesem Zusammenhang spricht man häufig vom Popout-Phänomen. Dieses Phänomen beschreibt die offensichtlich völlig automatische Entdeckung eines Elements, das förmlich aus seiner Umgebung herausspringt, einen sogenannten „Pop-Out“ darstellt (Rosendahl, 2001).

Schon Neisser konnte 1963 zeigen, dass gewisse Eigenschaften der dargebotenen Reize die Reaktionszeit beeinflussen. Bei großen Merkmalsunterschieden zwischen Zielreiz und Distraktoren (z.B.: Z unter D, O, C), wobei die Distraktoren die gleichzeitig mit dem Zielreiz dargebotenen falschen Antwortalternativen sind, kommt es zu schnelleren Reaktionszeiten als bei der Suche nach einem Zielreiz, der sich kaum von den Distraktoren abhebt (z.B.: T unter I, Z, L). Neisser begründet die unterschiedlichen Reaktionszeiten mit der Möglichkeit einer globalen Suche und parallelen Verarbeitung bei großen Unterschieden zwischen Zielreiz und Distraktoren, beziehungsweise der Notwendigkeit einer seriellen Verarbeitung der Reize bei einem ähnlichen Erscheinungsbild der Reize. Diese Merkmalsunterschiede sind auch bei einem Singleton–Zielreiz und den Distraktoren gegeben.

In dieser Studie soll untersucht werden, ob die Zuwendung der Aufmerksamkeit auf einen Singleton reizgesteuert oder abhängig von unseren Absichten ist. Die Forschung konnte bereits in zahlreichen Studien nachweisen, dass irrelevante Elemente mehr oder weniger ignoriert werden können und dass Aufmerksamkeit gezielt auf relevante Objekte gelenkt wird (Rosendahl, 2001). Ob sich das jedoch auch bei einem Singleton so verhält, ist bis heute nicht geklärt. Aufgrund der Salienz eines Singletons, weist dieser eine relativ flache Suchfunktion auf. Das bedeutet, dass die Zeit die man benötigt um die Aufmerksamkeit auf einen Singleton zu verlagern, unabhängig von der Anzahl gleichzeitig dargebotener Distraktoren ist. Rosendahl (2001) formulierte es

folgendermaßen „Die Frage lautet, ob Top-Down Kontrolle starke Bottom-Up Aktivität eines irrelevanten Elements überbieten kann, sodass dieses nicht unwillkürlich selektiert wird.“ Vieles spricht für eine automatische Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung eines salienten Zielreizes. Eine Vielzahl an Autoren stellen eine automatische Verarbeitung salienter Reize jedoch in Frage (Folk, Remington & Johnston, 1992; Yantis & Egeth, 1999).

2.4 REIZGESTEUERTE VS. ABSICHTLICHE VERARBEITUNG VON REIZEN

Diese Fragestellung, wie ein salienter Reiz verarbeitet wird, soll auch die vorliegende Studie behandeln. Wie schon einige Male erwähnt werden beim Erfassen von visuellen Zielreizen zwei Prozesse voneinander unterschieden: „Der kontrollierten, seriellen Aufmerksamkeitsausrichtung auf die zu überprüfenden Reize wird ein automatischer, paralleler präattentiver Prozess gegenübergestellt, der häufig mit dem Begriff des visuellen Pop-Out bezeichnet wird“ (Wentura & Rothermund, 2009). Wie in Abschnitt 2.3.1 beschrieben, ging die Forschung anfänglich davon aus, dass periphere visuelle Reize die Aufmerksamkeit automatisch einnehmen (Jonides, 1981). Der Beleg für eine reizgesteuerte Aufmerksamkeitsverlagerung schien über Untersuchungsergebnisse erbracht worden zu sein, in welchen auch nicht-valide periphere Hinweisreize die Aufmerksamkeit unwillkürlich einnahmen (Jonides, 1981; Remington, Johnston & Yantis, 1992). Nicht-valide Hinweisreize bieten keine Information über den Zielreizort. Zumindest in Versuchsbedingungen in denen mehr nicht-valide als valide Hinweisreize dargeboten werden, wäre bei absichtsgesteuerter Verarbeitung kein Grund mehr gegeben, diese zu beachten. Jonides (1981) postuliert, dass plötzlich erscheinende periphere Hinweisreize nicht einmal absichtlich ignoriert werden können. Jonides zufolge erweckt es den Anschein, dass die Aufmerksamkeit auch dann auf periphere Hinweisreize verlagert wird, wenn diese für die Zielbearbeitung nicht von Bedeutung sind. Inwieweit wir nun tatsächlich die Kontrolle über die Ausrichtung unserer

Aufmerksamkeit haben, ist jedoch bis heute umstritten (Van der Stigchel et. at, 2009). Die psychologische Forschung teilt sich in zwei Lager. Einige Theorien postulieren eine dominante Rolle von Absichten bei der Aufmerksamkeitssteuerung (Bacon & Egeth, 1994; Folk, Remington & Johnston, 1992), andere hingegen vertreten die Meinung, dass Aufmerksamkeit reizgesteuert ist (Itti & Koch, 2000, 2001; Nothdurft, 2000; Sagi & Julesz, 1985; Theeuwes, 1992, 1994, 1996, 2004).

Da diese Studie Singleton-Capture untersucht, möchte ich zwei Studien anführen, welche die unterschiedlichen Standpunkte der Forschung repräsentieren:

2.4.1 Studie 1

Jan Theeuwes (1992): Perceptual selectivity for color and form

Diese Studie von Theeuwes (1992) beschäftigt sich mit der automatischen Aufmerksamkeitsverlagerung auf irrelevante Distraktoren (Pop-Outs) und postuliert somit eine reizgesteuerte Ausrichtung der Aufmerksamkeit. Das Reizmaterial welches in dieser Studie vorgegeben wurde, besteht aus farbigen Kreisen und Rauten. Die Symbole waren kreisförmig angeordnet, innerhalb der Symbole befanden sich Linien unterschiedlicher Ausrichtung. Diese Linien dienten als Antwortkriterium: Die Versuchspersonen (Vpn) musste angeben, ob diese vertikal oder horizontal verlaufen. Das Experiment bestand aus vier verschiedenen Versuchsbedingungen, der Farb- und der Formbedingung, die sich ihrerseits in Bedingungen mit und ohne ablenkenden Reiz (distractor / no distractor condition) untergliederten. Die Aufgabe der Vpn war es, nach einem Zielreiz zu suchen, der sich in der Farbbedingung aufgrund seiner Farbe von den Distraktoren unterscheidet, in der Formbedingung entsprechend aufgrund seiner Form. In den Distraktorbedingungen erschien neben dem Zielreiz noch ein weiterer Pop-Out. Zielreiz und irrelevanter Pop-Out wurden somit gleichzeitig dargeboten. Die Vpn reagierten langsamer in jenen Durchgängen, in denen ein farbabweichender Distraktor dargeboten wurde. Warum diese Untersuchungsergebnisse

von Theeuwes als eine Bottom-Up-Steuerung der Aufmerksamkeit interpretiert werden, ist in Rosendahl (2001) folgendermaßen erklärt: *„Falls Top-down Kontrolle auf der frühen Stufe der Informationsverarbeitung verantwortlich ist, sollten sich die Reaktionszeiten der Durchgänge mit dem irrelevanten Pop-Out nicht von Durchgängen ohne irrelevanten Pop-Out unterscheiden, da die Aufmerksamkeit ausschließlich auf den Zielreiz gelenkt würde“*.

Theeuwes geht davon aus, dass in der präattentiven Phase der Aufmerksamkeit Unterschiede der betrachteten Reize kalkuliert werden. Aufgrund dieser Kalkulation ,in den frühen visuellen Arealen des Gehirns, resultiert ein spezifisches Aktivierungsmuster der jeweiligen Region. Dieses Aktivierungsmuster führt zu einer automatischen Aufmerksamkeitsverlagerung zu jenem Reiz, der sich am stärksten von den restlichen Reizen unterscheidet. Weiters schreibt Theeuwes in seinem Artikel *„... such a pop-out occurs irrespective of whether the popping-out feature is a target or a distractor...“*.

In der Formbedingungen führte ein farbabweichender Distraktor zu längeren Reaktionszeiten der Vpn. In den Farbbedingungen konnte dieser Effekt hingegen nicht beobachtet werden. Ein formabweichender Distraktor führte nicht zu signifikant längeren Reaktionszeiten. Die Asymmetrie der Ergebnisse in den verschiedenen Bedingungen führt Theeuwes auf die unterschiedliche Salienz von Farb- und Formreizen zurück.

Kritisch ist anzumerken, dass Probanden bezüglich des Selektionskriteriums keine Suchabsicht hinsichtlich Farbe oder Form ausbilden mussten. Die Suche nach einem Singleton galt als hinreichend. Warum das die Interpretation einer automatischen Verarbeitung in Frage stellt, ist Abschnitt 2.4.2 und 2.4.3 nachzulesen.

2.4.2 Studie 2

William Bacon & Howard Egeth (1994): Overriding stimulus-driven attention capture

Diese Kritik ist auch bei Bacon und Egeth (1994) nachzulesen. Auch sie postulieren, dass die gegenwärtigen Suchabsichten der Probanden einen Einfluss darauf haben, ob die Aufmerksamkeit von einem irrelevanten Pop-Out eingenommen wird oder nicht. Die Autoren leiten ihren Artikel mit den folgenden Worten ein „*We argue that in the task used by Theeuwes, subjects may have adopted the strategy of searching for an odd form even though the specific target form was known*“. Bacon und Egeth gehen somit davon aus, dass bei den Probanden anstelle der Suche nach einem definierten Reizmerkmal (z.B.: grüner Kreis), ein sogenannter *singleton detection mode* als Suchstrategie zur Anwendung kam.

Die Studie von Bacon und Egeth setzt sich aus 3 verschiedenen Experimenten zusammen. Experiment 1 war identisch aufgebaut wie die Studie von Theeuwes und hatte die Funktion, die gefundenen Ergebnisse nochmals zu überprüfen. Die Ergebnisse konnten repliziert werden. Auch Bacon und Egeth kamen zu dem Ergebnis, dass im Rahmen dieser Versuchsbedingung, irrelevante Pop-Outs die Aufmerksamkeit unwillkürlich einnehmen. Um der von den Autoren unterstellten Suche nach einem Singleton entgegenzuwirken, wurde die Aufgabe in Experiment 2 so gestaltet, dass die Suchstrategie *singleton detection* für die Probanden ineffizient wurde. Statt nur einem Zielreiz wurden bis zu drei Zielreize in einem Durchgang dargeboten. In manchen Durchgängen wurden sogar mehr Zielreize als Distraktoren dargeboten. Um die Aufgabe zu lösen, mussten Probanden somit eine Merkmalssuche, beziehungsweise *feature search* wie es die Autoren formulieren, vornehmen. In Experiment 2 wurde keine automatische Aufmerksamkeitsverlagerung auf irrelevante Pop-Outs gefunden. Bacon und Egeth schreiben „*That no distraction effect was obtained in the present experiment suggests that eliminating the singleton detection strategy allowed for*

complete top-down selectivity.“ Auch Experiment 3 sollte so gestaltet werden, dass sich der *singleton detection mode* zum Lösen der Aufgabe als ineffizient erweist. Im Gegensatz zu Experiment 2, welches über die Darbietung mehrerer Zielreize eine Merkmalssuche zur Folge hatte, wurde die Suche nach einem definierten Merkmal in Experiment 3 über das Hinzufügen von zusätzlichen Formen (Quadrate bzw. Dreiecke) herbeigeführt. So war nicht nur der Zielreiz ein Singleton, sondern auch mehrere gleichzeitig dargebotene Distraktoren. Wie schon in Experiment 2, konnte auch bei dieser Versuchsanordnung keine ablenkende Wirkung durch irrelevante Singletons festgestellt werden. Die eben umschriebene „ablenkende Wirkung“ wird in der Psychologie als Interferenz bezeichnet. Bacon und Egeth konnten somit zeigen, dass es nur zu einer Interferenz durch den irrelevanten Singleton kommt, wenn auch der Zielreiz ein Singleton ist. Die Interferenz, welche durch den irrelevanten Singleton hervorgerufen wird, ist somit ausschließlich auf die Suchabsichten einer Person zurückzuführen. Bacon und Egeth postulieren somit eine dominante Rolle von Absichten bei der Steuerung unserer Aufmerksamkeit. Den Autoren zufolge dominieren Absichten über die reizgesteuerte Aufmerksamkeitsverlagerung, welche aufgrund der Salienz eines bestimmten Reizes stattfindet.

2.4.3 Konklusion der Ergebnisse

Studien, die zeigen, dass irrelevante Singletons nicht ignoriert werden können, verwenden Suchaufgaben, in denen der Zielreiz selbst einen Singleton darstellt (Rosendahl, 2001). Wenn ein Singleton jedoch nicht den Suchabsichten einer Person entspricht, dieser Reiz somit irrelevant für das Lösen der Aufgabe ist, kann er auch erfolgreich ignoriert werden.

In der aktuellen Studie wird die Hypothese vertreten, dass Singletonsuche dimensionsspezifisch ist (Müller, Geyer, Zehetleitner, & Krummenacher, 2009; Töllner, Zehetleitner, Gramann & Müller, (2010). Das verwendete Reizmaterial im

Experiment *Formsingletonsuche* besteht aus Singleton Hinweisreizen der Dimension Farbe sowie Singleton Zielreizen der Dimension Form. Ansorge (2000) vertritt die Meinung, dass auch die Selektion von Hinweisreizen, mit beispielsweise statischen Merkmalen wie der Farbe, von den Absichten der Versuchspersonen abhängt und nicht automatisch erfolgt. Als Fazit muss für diese Untersuchung gelten, dass bei der Suche nach einem Singleton der Dimension Form, ein Singleton Hinweisreiz der Dimension Farbe erfolgreich ignoriert werden kann. Anders verhält es sich hingegen beim Experiment *Farbsingletonsuche*, da hier eine Passung zwischen den Suchabsichten und der Singletonmerkmalsdimension besteht. Es wird daher erwartet, dass im Experiment *Farbsingletonsuche* eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung des Hinweisreizes stattfindet.

2.5 DIE ROLLE DER SICHTBARKEIT VON REIZEN

Letztlich wurde überprüft, inwieweit die Bewusstheit über die Wahrnehmung eines Singletons, einen Einfluss auf den Capture-Effekt hat. Posner und Snyder (1975) postulierten in ihrer Arbeit „Attention and the detection of signals“, dass automatische Prozesse absichtsfrei erfolgen, nicht mit anderen mentalen Prozessen interferieren und keine bewusste Verarbeitung verlangen. Kontrollierte Prozesse beschreiben sie hingegen als störungsanfällig, sowie abhängig von Absichten und bewusster Verarbeitung. Horstmann (2001) formulierte es folgendermaßen: *„Nach dem Kriterium des Bewußtseins ist für eine bewußt kontrollierte Verlagerung der Aufmerksamkeit eine bewußte Repräsentation des Reizes notwendig. Im Gegensatz dazu soll eine solche bewußte Repräsentation des Reizes für eine automatische Verlagerung der Aufmerksamkeit nicht notwendig sein.“* Dass bewusste Wahrnehmung bei automatischer Verlagerung der Aufmerksamkeit keine notwendige Voraussetzung ist, wurde bereits in einigen Studien nachgewiesen (vgl. Lambert, Naikar, McLachlan & Aitken, 1999; McCormick, 1997). Im Rahmen dieser Studie soll jedoch der Nachweis

erbracht werden, dass auch bei einer absichtsgebundenen Verarbeitung, die Sichtbarkeit von Reizen keine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung dessen Position ist. McCormick überprüfte den Einfluss von Bewusstheit, indem er Hinweisreize gegenüberstellte, die über oder unter der subjektiven Wahrnehmungsschwelle der Probanden lagen. Die Unterscheidung zwischen subjektiver und objektiver Wahrnehmungsschwelle wurde aus der Studie von Cheesman und Merikle (1986) entnommen. Horstmann (2001) definiert die objektive Wahrnehmungsschwelle wie folgt: *„Die objektive Wahrnehmungsschwelle ist definiert als diejenige Reizbedingung (in diesem Falle die Zeitdauer), unter der die Erkennungsleistung im Zwangswahlverfahren gerade auf Zufallsniveau abgesunken ist.“* Das Zufallsniveau ist im Rahmen dieser Untersuchung dann erreicht, wenn die Versuchsperson in 50 % der Fälle (aufgrund der zwei Antwortalternativen) einen Reiz richtig rückmelden kann. Die subjektive Wahrnehmungsschwelle ist hingegen als die Reizbedingung definiert, unter der die Versuchsperson den Punkt maximaler subjektiver Unsicherheit über die Richtigkeit ihres Urteils erreicht (Horstmann, 2001). Im Bereich zwischen objektiver und subjektiver Wahrnehmungsschwelle kann es laut Cheesman und Merikle (1986) zu einer subliminalen Wahrnehmung kommen. Unter subliminaler Wahrnehmung versteht man, dass die Wahrnehmung unterhalb der Bewusstseinschwelle stattfindet. McCormick (1997) postuliert, dass ein peripherer Hinweisreiz, der unterhalb der subjektiven Wahrnehmungsschwelle dargeboten wird, zu einer reizgesteuerten nicht jedoch zu einer absichtsabhängigen Verlagerung der Aufmerksamkeit führt. Diese Ergebnisse resultieren aus Experimenten, in denen er automatische und absichtliche Aufmerksamkeitsverlagerung einander gegenüberstellte. Die Vorgehensweise von McCormick soll im Folgendem veranschaulicht werden: Aufgabe der Versuchspersonen war es, auf einen aufleuchtenden Punkt zu antworten, der entweder zu der Linken oder der Rechten des Fixationskreuzes erschien. Als

Hinweisreiz diene ein aufleuchtendes Rechteck. Das Besondere des Hinweisreizes war seine Genauigkeit, mit der er einen Zielreiz voraussagte. Mit einer Validität von .15 sagte er nur in 15% der Fälle die richtige Zielreizposition voraus. Über diesen Sachverhalt wurden auch die Probanden informiert, mit der daraus resultierenden Anforderung, dass sie die Aufmerksamkeit in Antwort auf den Hinweisreiz an jenen Ort verlagern sollen, der den Zielreiz am ehesten enthalten wird. Da diese Position in 85% der Fälle auf der nicht durch den Hinweisreiz angezeigten Stelle war, mussten die Probanden nachdem sie den Hinweisreiz wahrgenommen hatten die Aufmerksamkeit auf die gegenüberliegende Seite verlagern. Das Intervall zwischen Hinweisreiz und Zielreiz wurde mit einer Länge von 0.5 s so festgelegt, dass sowohl eine automatische Aufmerksamkeitsverlagerung zur Position des Hinweisreizes, als auch die darauf folgende und durch Absichten gesteuerte Verlagerung der Aufmerksamkeit an die gegenüberliegende Position, stattfinden kann. Wobei die zweite Aufmerksamkeitsverlagerung noch vor dem Erscheinen des Zielreizes durchgeführt werden kann. McCormick (1997) nimmt diese Reihung der Aufmerksamkeitsverlagerung jedoch nur bei der bewussten Verarbeitung des peripheren Hinweisreizes an. Bei einer Darbietung des Hinweisreizes unterhalb der subjektiven Wahrnehmungsschwelle wird nur mehr die automatische Aufmerksamkeitsverlagerung angenommen. Diese Annahme führt zu der Erwartung, dass es bei einer Darbietung des Hinweisreizes unterhalb der subjektiven Wahrnehmungsschwelle, zu kürzeren Reaktionszeiten in validen Durchgängen kommt. Der Annahme entsprechend führte die Untersuchung bei einer Darbietung des Hinweisreizes unterhalb der subjektiven Wahrnehmungsschwelle in validen Bedingungen zu kürzeren Reaktionszeiten als in nicht-validen Bedingungen. McCormick interpretiert dieses Ergebnis folgendermaßen: Die Bewusstheit über einen

Reiz ist eine notwendige Voraussetzung für eine willkürliche, nicht jedoch für eine automatische Verlagerung der Aufmerksamkeit.

In der aktuellen Studie soll hingegen, wie bereits erwähnt, der Nachweis erbracht werden, dass auch bei absichtsabhängiger Steuerung der Aufmerksamkeit, keine bewusste Wahrnehmung des Reizes stattfinden muss. Passend dazu formuliert Ansorge (2000) eine Kritik an der Interpretation von McCormicks Untersuchungsergebnissen: *„Die Vorhersagbarkeit führte nur bei sichtbaren, nicht aber bei nicht-sichtbaren Hinweisreizen zu einer Umkehr des üblichen Hinweisreizeffektes, mit schnelleren Reaktionszeiten in nicht-validen als in validen Fällen.“* Weiters schreibt Ansorge, dass die Absichtsunabhängigkeit bei der Verarbeitung nicht bewusster Reize damit nicht belegt werden konnte, sondern nur, dass sich bei nicht bewusster Information *„die Absicht im Fortgang der Untersuchung nicht mehr ändert“*. Eine mögliche Interpretation wäre laut Ansorge, dass neue Kontingenzen im Rahmen der Untersuchung nicht gelernt wurden oder nicht zur Veränderung der Strategie verwendet wurden (vgl. Ivanoff & Klein, 2003).

2.6 INTEGRATION DER BEFUNDE

Mit dieser Arbeit sollte einerseits der Nachweis erbracht werden, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen visuellen Reiz keine bewusste Verarbeitung voraussetzt, weiters sollte auch die Richtung der Aufmerksamkeitssteuerung untersucht werden.

McCormick (1997) postuliert, dass Bewusstheit über einen Reiz eine notwendige Voraussetzung für eine willkürliche, nicht jedoch für eine automatische Verlagerung der Aufmerksamkeit ist. In der aktuellen Studie soll hingegen, wie bereits erwähnt, der Nachweis erbracht werden, dass auch bei absichtsabhängiger Steuerung der Aufmerksamkeit keine bewusste Wahrnehmung des Reizes stattfinden muss (vgl. Ansorge, Horstmann & Worschech, in press).

Die Richtung der Aufmerksamkeitssteuerung konnte im Rahmen der psychologischen Forschung noch nicht abschließend geklärt werden. Einige Theorien postulieren eine dominante Rolle von Absichten bei der Aufmerksamkeitssteuerung (Bacon & Egeth, 1994; Folk, Remington & Johnston, 1992), andere hingegen vertreten die Meinung, dass Aufmerksamkeit reizgesteuert ist (Itti & Koch, 2000, 2001; Nothdurft, 2000; Sagi & Julesz, 1985; Theeuwes, 1992, 1994, 1996, 2004). Aus diesem Grund wurden in dieser Studie zwei Experimente miteinander verglichen, welche sich in Bezug auf das Merkmalskriterium des Zielreizes unterscheiden. In Abhängigkeit davon, ob ein Effekt valider Hinweisreize in einem oder in beiden Experimenten zu finden ist, kann man Rückschlüsse auf die Art der Aufmerksamkeitssteuerung ziehen. Ein dimensionsspezifischer Capture-Effekt wäre in diesem Zusammenhang ein weiterer Hinweis für eine Top-Down-Steuerung der Aufmerksamkeit.

3 Methode

3.1 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

Die erste Fragestellung, die im Rahmen dieser Studie überprüft werden sollte, ist, ob eine Aufmerksamkeitsverlagerung an die Position des Hinweisreizes stattfindet. Weiters sollte überprüft werden, ob Singleton-Capture dimensionsspezifisch ist. Ein dimensionsspezifischer Capture-Effekt würde die Annahme einer top-down gesteuerten Aufmerksamkeitsverlagerung unterstützen.

Die Hypothesen, die im Folgenden vorgestellt werden, gelten sowohl für das Experiment *Form-* als auch für das Experiment *Farbsingletonsuche*:

HO¹: Es gibt keinen Unterschied bezüglich der Reaktionsgeschwindigkeit in validen und nicht validen Bedingungen.

H1¹: Es gibt einen Unterschied bezüglich der Reaktionsgeschwindigkeit in validen und nicht validen Bedingungen.

Aus diesen allgemeinen Hypothesen lassen sich konkretere Hypothesen ableiten, welche eine Interpretation der Effekte bezüglich der Richtung der Aufmerksamkeitssteuerung zulassen. Im Folgenden sind Top-Down als auch Bottom-Up-Hypothese dieser Studie angeführt:

Top-Down-Hypothese: Im Experiment *Farbsingletonsuche* gibt es einen Validitätseffekt, nicht jedoch im Experiment *Formsingletonsuche*.

Bottom-Up-Hypothese: Sowohl im Experiment *Farbsingletonsuche*, als auch im Experiment *Formsingletonsuche* gibt es einen Validitätseffekt.

Die zweite Fragestellung die im Rahmen dieser Studie untersucht werden sollte, lautet: Ist für die Aufmerksamkeitsverlagerung an die Position eines Hinweisreizes die bewusste Verarbeitung dieses Reizes eine notwendige Voraussetzung? Die Hypothesen müssen somit lauten:

H0²: Die bewusste Verarbeitung eines Reizes ist keine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung an dessen Position.

H1²: Die bewusste Verarbeitung eines Reizes ist eine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung an dessen Position.

Bezüglich der Passung von Hinweisreiz und Zielreizfarbe lassen sich folgende Hypothesen anführen:

H0³: Es gibt keinen Effekt der Passung (von Hinweisreizfarbe und Zielreizfarbe) auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei Bearbeitung einer Suchaufgabe.

H1³: Es gibt einen Effekt der Passung (von Hinweisreizfarbe und Zielreizfarbe) auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei Bearbeitung einer Suchaufgabe.

Letztlich sollte überprüft werden, inwieweit sich die verschiedenen Intervalllängen auf die Reaktionszeit auswirken. Ein möglicher Validitätseffekt wurde zumindest für ein

Intervall mit einem SOA von weniger als 150 ms erwartet (vgl. Kim & Cave, 1999; Theeuwes, Atchley, & Kramer, 2000).

H0⁴: Die Validitätseffekte unterscheiden sich nicht signifikant in den verschiedenen Intervallbedingungen.

H1⁴: Die Validitätseffekte unterscheiden sich signifikant in den verschiedenen Intervallbedingungen.

3.2 DARSTELLUNG DER METHODE

Das Experiment wurde am PC durchgeführt, die Reize wurden auf einem Bildschirm mit einer Bildwiederholfrequenz von 17 ms dargeboten. Die Antworten wurden über die Tasten 4 und 6 des Nummernblocks einer handelsüblichen Tastatur erfasst. Die Reaktionszeiten wurden ab der Darbietung der Zielreize in Millisekunden gemessen. Um einen konstanten Betrachtungsabstand von 57 cm zwischen Auge und Bildschirm zu gewährleisten, wurde eine Kinnstütze mit entsprechendem Abstand am Tisch befestigt. Jeder Proband bearbeitete das Experiment innerhalb einer Einzelsitzung.

3.2.1 Reizmaterial

Vor Beginn eines Durchgangs wurde ein kleiner rechteckiger Fixationspunkt in der Bildschirmmitte präsentiert. Dieser Fixationspunkt sollte gewährleisten, dass die Versuchspersonen für die Dauer eines jeden Durchgangs die Bildschirmmitte fixieren. Eingeleitet wurde jeder Durchgang mit der Darbietung von vier kreisförmigen Reizen mit einem Durchmesser von 1.3° . Die Darbietung der Reize erfolgte über die Dauer von 17 ms, wobei sich die Reize an den Eckpunkten eines imaginären Quadrats rund um den Fixationspunkt befanden. Die Exzentrizität der Reize betrug 4.3° . Einer der dargebotenen Kreise war der Hinweisreiz, welcher sich aufgrund seiner Farbe von den drei gleichzeitig dargebotenen farbhomogenen Kreisen unterschied. Nach Darbietung des Hinweisreizes wurden die Zielreize in den folgenden drei Intervallbedingungen dargeboten: kurz maskiert, lang maskiert und lang unmaskiert. Der Zielreiz im

Experiment *Formsingletonsuche* war entweder ein Quadrat oder eine Raute, wobei die Wahrscheinlichkeit der Darbietung für beide bei $P=.50$ lag. Die Distraktoren waren sternförmig, welches sich aus einer gleichzeitigen Darbietung von Quadrat und Raute am selben Ort ergab. Der Zielreiz im Experiment *Farbsingletonsuche* war, wie auch schon der Hinweisreiz, ein Farbsingleton. Die Masken bestanden in diesem Experiment aus jeweils zwei Quadraten und zwei Rauten.

Die maskierten Intervalle

Die Intervalllängen zwischen Hinweisreiz und Zielreiz betrugen 51 ms im kurzen und 200 ms im langen Intervall. Die Maskierung im langen Intervall erschien 51 ms nach Darbietung des Hinweisreizes für 150 ms und bestand aus vier sternförmigen Masken. Auch die Form der Masken ergab sich aus der Überlappung der zwei Zielreizformen. Die Masken erschienen am selben Ort wie die Hinweisreize, wobei die äußere Umrandung der Hinweisreize an die innere Aussparung der Maske angrenzte. So entsteht Metakontrastmaskierung, welche zu einer verminderten Sichtbarkeit (der Farbe) des Hinweisreizes führt (Ansorge, Becker & Breitmeyer, 2009; Breitmeyer, Ro & Singhal, 2004; Schmidt, 2002). Nach 150 ms wechselte eine der Masken die Form zu entweder einem Quadrat oder einer Raute. Dieses Quadrat beziehungsweise diese Raute stellten nun den Zielreiz dar, welcher den Probanden für 200 ms dargeboten wurde. Die zeitliche Abfolge der drei Intervallbedingungen ist der Abbildung 1a | b zu entnehmen.

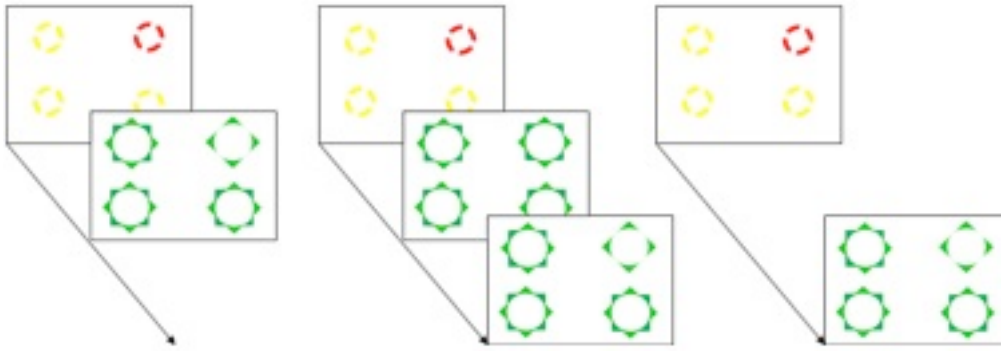


Abbildung 1a: Zeitliche Abfolge der drei Intervallbedingungen (kurz maskiert, lang maskiert, lang unmaskiert) im Experiment *Formsingletonsuche*

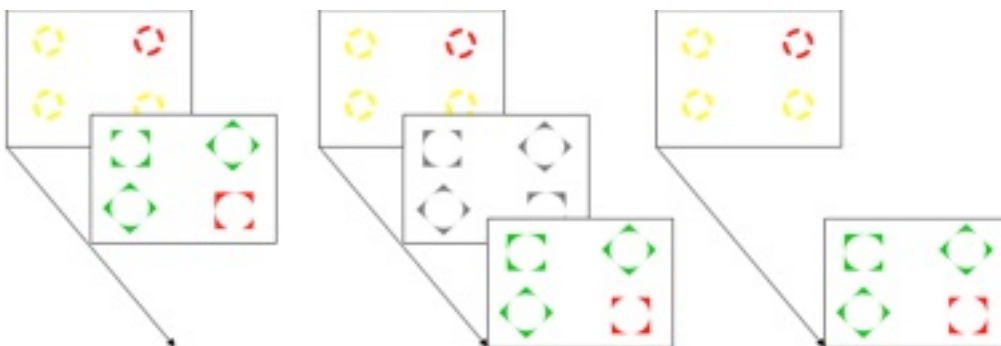


Abbildung 1b: Zeitliche Abfolge der drei Intervallbedingungen (kurz maskiert, lang maskiert, lang unmaskiert) im Experiment *Farbsingletonsuche*

Das unmaskierte Intervall

Auch im unmaskierten Intervall betrug der zeitliche Abstand zwischen Hinweisreiz und Zielreiz 200 ms. Dieses Intervall ist jedoch zu lang für eine Rückwärtsmaskierung der Hinweisreize (Alpern, 1953), weshalb Zielreiz und Distraktoren die Hinweisreize nicht maskieren und somit eine Sichtbarkeit des Hinweisreizes gegeben ist.

Die Farben

In dieser Studie wurden insgesamt sieben verschiedene Farben realisiert. Davon wurden drei als Hinweisreiz genutzt. Es handelt sich hierbei um die Farben rot, grün und blau. Die Koordinaten der Farben liegen im CIE-Normvalenzsystem bei: .619 / .333, .295 / .579 und .151 / .107. Jeder Versuchsperson wurden zwei der drei Hinweisreizfarben zugewiesen, wobei die Zuweisung der Farben über die Versuchspersonen balanciert wurde. Eine der Hinweisreizfarben wurde ausschließlich als diese, und nicht für andere Reize verwendet. Die gleichzeitig dargebotenen Kreise, welche keine Hinweisreize waren, konnten fünf der sieben Farben annehmen. Dazu zählt eine der drei Farben, welche nicht als Hinweisreiz genutzt wurde und die Farben braun (.439) / .470), violett (.276 / .138), türkis (.201 / .310) sowie die Farbe grau (.281 / .303). Diese Farben wurden über die verschiedenen Durchgänge hinweg randomisiert dargeboten. Der Zielreiz und die gleichzeitig dargebotenen Distraktoren konnten sechs verschiedene Farben annehmen, nämlich alle, bis auf jene Farbe die ausschließlich für den Hinweisreiz verwendet wurde. Zielreiz und Distraktoren wurden im Experiment *Formsingletonsuche* farbhomogen dargeboten. Im Experiment *Farbsingletonsuche* wurden zwei der sechs Farben (alle bis auf jene, die ausschließlich für den Hinweisreiz verwendet wurde) für den Zielreiz und die farbhomogenen Distraktoren verwendet. Die Farben der Zielreize und Masken wurden unabhängig von der Hinweisreizfarbe gewählt. Die Farben und Formen der verwendeten Reize sind Abbildung 2 zu entnehmen.

3.2.2 Gliederung der Testung

Das Experiment bestand aus zwei Teilen: einem Reaktions- und einem Urteilsteil. Der Reaktionsteil wurde immer vor dem Urteilsteil absolviert. Jeder Teil war in 3 Blöcke unterteilt und jeder Block bestand aus 96 Durchgängen. Die Anzahl der Durchgänge ergab sich aus folgendem Untersuchungsdesign: Dargeboten wurden 3 Wiederholungen

× 2 verschiedene Hinweisreizfarben × 4 Hinweisreizpositionen × 4 Zielreizpositionen.

Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit nach jedem Block eine Pause einzulegen.

Hinweisreiz



Zielreiz

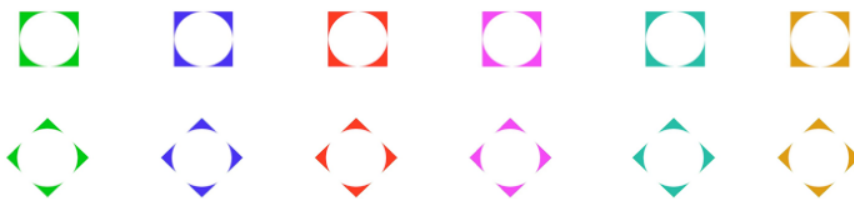


Abbildung 2: Farben und Formen des verwendeten Reizmaterials

3.2.3 Reaktionsteil

Im Reaktionsteil mussten die Versuchspersonen die Form des Singletons rückmelden (beziehungsweise die Farbe des Singletons im Experiment *Farbsingletonsuche*). Die Hälfte der Versuchspersonen musste mit der Taste 4 rückmelden, dass es sich beim Singleton um ein Quadrat handelt. Die Taste 6 musste gedrückt werden, wenn der Singleton eine Raute war. Die andere Hälfte der Versuchspersonen musste die Antworten genau gegensätzlich geben. Alle Antworten wurden mit dem Zeigefinger der dominanten Hand gegeben. Jeder Durchgang wurde von den Versuchspersonen über das Drücken der Taste 5 des Nummernblocks aktiviert, welches eine neutrale Ausgangsposition des Zeigefingers vor jedem Durchgang gewährleistete. Wenn die Reaktionszeit einer Versuchsperson mehr als 1,250 ms betrug, erschien am Bildschirm für 750 ms die Aufforderung, schneller zu reagieren. Auch inkorrekte Antworten wurden über eine Mitteilung am Bildschirm rückgemeldet.

3.2.4 Urteilsteil

Im Urteilsteil wurde das gleiche Reizmaterial dargeboten wie im Reaktionsteil, jedoch mussten die Versuchspersonen in diesem Fall auf die Hinweisreize reagieren. Die Probanden mussten rückmelden, ob sie einen Hinweisreiz einer bestimmten Farbe erkennen konnten. Die Tasten 4 und 6 wurden für die Antwortalternativen „ja“ und „nein“ vergeben. Im Urteilsteilsteil wurde weder ein zeitliches Limit für die Bearbeitung der Aufgaben vorgegeben, noch wurde Rückmeldung bezüglich der Richtigkeit der Antwort gegeben. Vor Beginn der Testung wurde den Versuchspersonen eine Abbildung jenes Hinweisreizes dargeboten, welcher von ihnen zu ermitteln war. Ebenso wurden die Versuchspersonen darüber informiert, dass nur in der Hälfte aller Fälle ein Hinweisreiz in der entsprechenden Farbe vorkommen würde. Die Probanden wurden ersucht, dieses bei der Beantwortung der Fragen mit einzubeziehen.

3.3 STICHPROBE

An der Testung nahmen 24 StudentInnen (darunter 18 Frauen) der Universität Wien teil. Das mittlere Alter der Studierenden lag bei 24 Jahren. Ein männlicher Proband gab an, an einer Rot-Grün-Sehschwäche zu leiden. Alle anderen Probanden berichteten über eine normale oder vollständig korrigierte Sehschärfe. Insgesamt waren 4 der 24 Probanden linkshändig. Gezogen wurde die Stichprobe mittels des Versuchspersonenmanagementsystem (VPMS). Es handelt sich hierbei um ein Online-System, zur Verwaltung von Versuchspersonen, des Institutes für Psychologische Grundlagenforschung an der Universität Wien. Teilnehmer der Studie bekamen auf diesem Weg einen Bonus für ihre Abschlussprüfung der Vorlesung Allgemeine Psychologie, beziehungsweise konnten sie über die Teilnahme die Zugangsberechtigung zu Proseminaren im Bereich der Allgemeinen Psychologie erlangen.

3.4 ABLAUF DER DATENERHEBUNG

Vor Beginn der Testung wurden die Probanden über den Zweck der Studie aufgeklärt und über den Ablauf der Datenerhebung instruiert. Anschließend wurde den Versuchsteilnehmern die Möglichkeit geboten Fragen zu stellen. Die Versuchspersonen wurden entsprechend der Konvention von Helsinki über die Freiwilligkeit der Teilnahme, die Risikofreiheit der Datenerhebung und die Tatsache informiert, dass sie das Experiment jederzeit beenden durften.

Um sicherzustellen, dass der Betrachtungsabstand zwischen Auge und Bildschirm konstant gehalten wird, wurde mit einer Kinnstütze gearbeitet. Die Probanden hatten über die Justierung der Sitzhöhe die Möglichkeit, eine für sie angenehme Arbeitsposition einzunehmen. Um Reflektionen des Deckenlichtes am Bildschirm zu vermeiden, wurde statt direkter Beleuchtung über das Deckenlicht, eine indirekte Beleuchtung des Raumes über ein Hinterlicht gewählt.

Vor der eigentlichen Testung durfte jeder Teilnehmer einen Übungsdurchlauf absolvieren. Dieser Übungsdurchlauf gewährleistete, dass die Aufgaben und die motorische Komponente bei der Beantwortung nochmals geübt werden konnten. Weiters ermöglichte der Übungsdurchlauf dem Testleiter die Kontrolle, ob die Aufgaben auch sinngemäß bearbeitet werden. Danach wurden jedem Probanden zwei Aufgabenblöcke vorgegeben. Zuerst musste der Reaktionsteil bearbeitet werden und im Anschluss der Urteilsteil.

Probleme zeigten sich ausschließlich im Urteilsteil. Einige der Versuchsteilnehmer irritierte es (trotz Instruktion), auf einen nicht sichtbaren Reiz reagieren zu müssen. Diese Verunsicherung ließ sich jedoch über eine wiederholte Anweisung der Versuchsleiterin nehmen.

4 Ergebnisse

Im Reaktionsteil wurden die Reaktionszeiten (RZ) der Probanden erhoben. Die Reaktionszeit dient im Rahmen dieser Untersuchung als abhängige Variable, mittels welcher die Effekte der zu untersuchenden Faktoren berechnet wurden. In die Berechnung des Reaktionsteils flossen nur jene Reaktionszeiten ein, welche im Zusammenhang mit einer korrekten Antwort erzielt wurden und welche die Dauer der mittleren korrekten Reaktionszeit $\pm$ zwei Standardabweichungen nicht überschritten haben. Die Daten des Reaktionsteils *einer* Versuchsperson wurden aufgrund einer erhöhten Fehlerrate ($> 25\%$) von der Berechnung ausgenommen. Die gemittelten Reaktionszeiten der 12 Faktorstufenkombinationen (siehe Tabelle 1) wurden hinsichtlich ihrer Normalverteilung, mittels eines Kolmogorov-Smirnov Anpassungstests, überprüft. Die Ergebnisse dieser Berechnung bestätigen eine Normalverteilung der Daten (siehe Tabelle 2).

Tabelle 1: Die 12 Faktorstufenkombinationen der gemittelten Reaktionszeiten

	PASSUNG	INTERVALL	VALIDITÄT
RZ 1	keine Passung	kurz maskiert	valide
RZ 2	keine Passung	kurz maskiert	nicht-valide
RZ 3	keine Passung	lang maskiert	valide
RZ 4	keine Passung	lang maskiert	nicht-valide
RZ 5	keine Passung	lang unmaskiert	valide
RZ 6	keine Passung	lang unmaskiert	nicht-valide
RZ 7	Passung	kurz maskiert	valide
RZ 8	Passung	kurz maskiert	nicht-valide
RZ 9	Passung	lang maskiert	valide
RZ 10	Passung	lang maskiert	nicht-valide
RZ 11	Passung	lang unmaskiert	valide
RZ 12	Passung	lang unmaskiert	nicht-valide

Tabelle 2: Deskriptivstatistische Kennwerte der Reaktionszeiten (ms) in den 12 Faktorstufenkombinationen (N =23)

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>K-S z</i>	<i>P</i>
RZ 1	698	111	494	884	.61	.849
RZ 2	686	109	518	874	.55	.925
RZ 3	746	106	522	971	.74	.640
RZ 4	751	105	533	967	.43	.992
RZ 5	731	139	501	1074	.56	.909
RZ 6	738	126	520	1014	.63	.827
RZ 7	695	107	460	869	.46	.985
RZ 8	691	108	520	886	.51	.954
RZ 9	745	110	547	929	.52	.948
RZ 10	751	101	525	945	.68	.745
RZ 11	723	129	513	977	.65	.796
RZ 12	726	118	524	1011	.45	.986

Tabelle 3: Deskriptivstatistik der drei Intervallbedingungen (RZ in ms), N =23

	<i>M</i>	<i>SD</i>
kurz maskiert	693	106
lang maskiert	748	102
lang unmaskiert	729	126

Um die Intervallbedingungen gegeneinander vergleichen zu können, wurden drei gepaarte *t* – Tests berechnet. Um das unkontrollierte Anwachsen des α - Fehlers zu vermeiden, wurden diese Berechnungen unter Berücksichtigung einer Bonferroni-

Korrektur durchgeführt: Das korrigierte Signifikanzniveau ergibt sich mit $\alpha^* = 1 - (1 - .05)^{1/m}$, wobei m die Anzahl der drei möglichen Paarvergleiche ist:

$$\alpha^* = 1 - (1 - .05)^{1/3} = .017.$$

Nur der Vergleich zwischen den Intervallbedingungen kurz maskiert vs. lang maskiert zeigte ein signifikantes Ergebnis: $t(22) = -4.13$; $p < .001$. Die Reaktionszeit war in der kurz maskierten Bedingung kürzer (693 ms) als in der lang maskierten (748 ms).

Es konnte kein Effekt der Validität gefunden werden. In validen Bedingungen wurde eine mittlere Reaktionszeit von 723 ms beobachtet, in nicht-validen Bedingungen erzielten die Versuchspersonen eine mittlere Reaktionszeit von 724 ms, $F(1,22) = 0.06$; $p = .813$. Auch die Interaktionen erreichten keine Signifikanz, $F(2,44) = 1.35$; $p = .271$.

Tabelle 4: Deskriptivstatistik der beiden Validitätsbedingungen (RZ in ms), N =23

	<i>M</i>	<i>SD</i>
valide	723	107
nicht-valide	724	103

Zusammenfassend sind die Reaktionszeiten in Abhängigkeit von den Faktoren Validität, Maskierung, Intervalllänge und Passung in Abbildung 3 wiedergegeben.

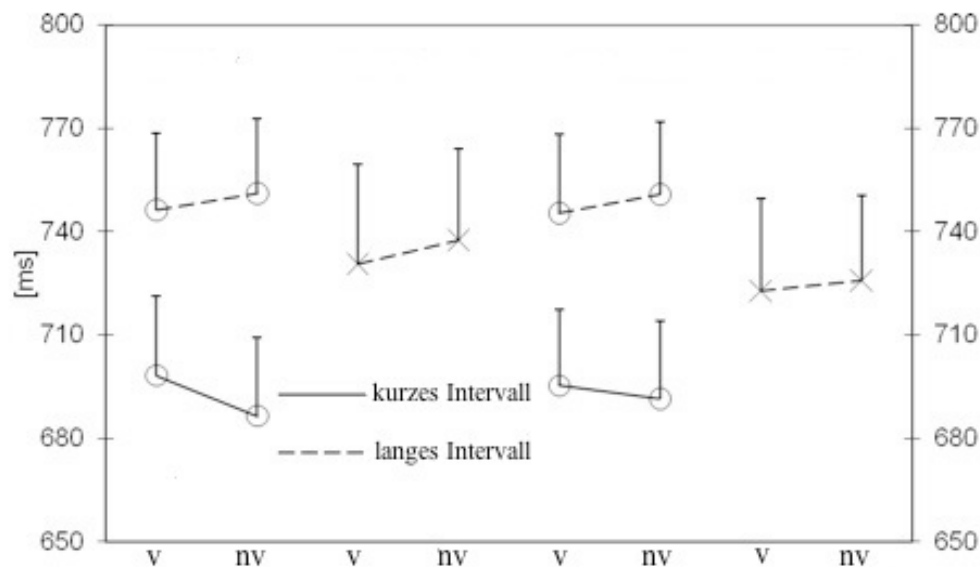


Abbildung 3: Reaktionszeiten in ms in Abhängigkeit von Validität (v: valide, nv: nicht-valide), Maskierung (maskierte Intervalle: Graphik links außen und zweite von rechts; unmaskierte Intervalle: Graphik zweite von links und rechts außen), Intervalllänge (durchgezogene Linie: 51 ms; unterbrochene Linie: 200 ms) und Passung (Passung: rechts; keine Passung: links). Die Balken zeigen die Standardabweichung an.

Da eine wichtige Voraussetzung dieser Untersuchung die Nichtsichtbarkeit der maskierten Hinweisreize war, wurden die Berechnungen nochmals für jene Versuchspersonen durchgeführt, deren Leistung im Urteilsteil nicht besser als der Zufall war (Auswertung des Urteilsteils siehe unten):

Bei 12 Versuchspersonen zeigte sich im Reaktionsteil in keiner der Bedingungen ein Validitätseffekt. Die Reaktionszeiten in validen Bedingungen waren weder in den kurz maskierten Bedingungen signifikant höher als in nicht-validen Bedingungen (709 vs.

704 ms, $t[11] = 0.96$; $p = .357$) in den lang maskierten Bedingungen (751 vs. 749 ms, $t[11] = 0.18$; $p = .860$) und lang unmaskierten Bedingungen (719 vs. 728 ms; $t[11] = 1.14$, $p = .280$).

Eine Repeated-Measurement (RMM)-Varianzanalyse der Fehlerprozentwerte (diese setzen sich aus dem Verhältnis der Falschantworten zu allen möglichen Antworten in den jeweiligen Faktorstufenkombinationen zusammen) weist darauf hin, dass die Verarbeitung aufgabenirrelevanter Farbsingletons aktiv unterdrückt wurde (Held, Ansorge & Müller, in press).

Der einzige signifikante Haupteffekt zeigte sich im Faktor Validität, $F(1,22) = 44.85$, $p < .001$, mit einer besseren Leistung in nicht-validen Bedingungen als in validen Bedingungen (4,21% vs. 6,45%). Dieses Ergebnis spricht dafür, dass ein Zielreiz, welcher auf der Position eines irrelevanten Hinweisreizes (Farbsingleton) erscheint, mit erhöhten Verarbeitungskosten einhergeht. Vermutlich spiegelt das die aktive Hemmung des vorangestellten Singletons wieder (Held, Ansorge & Müller, in press).

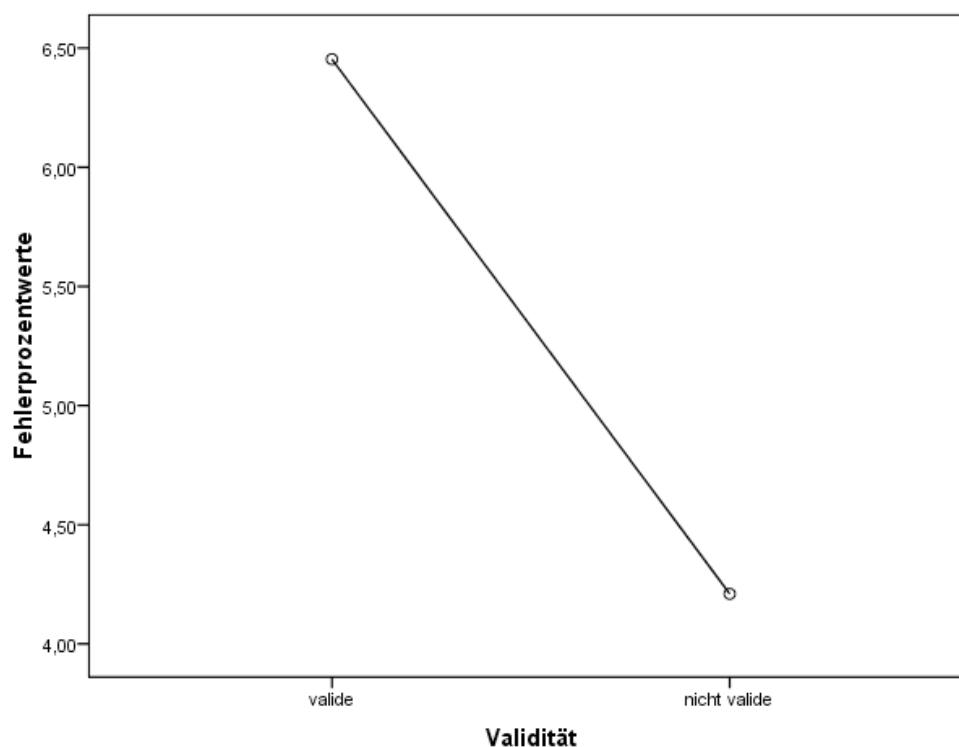


Abbildung 4: Fehlerprozentwerte in Abhängigkeit von der Validitätsbedingung

Der Urteilsteil sollte die Nichtsichtbarkeit des Hinweisreizes in maskierten Bedingungen nachweisen. Aufgabe der Versuchsperson war, einen Hinweisreiz einer vorab definierten Farbe zu finden. Die Antwortalternativen waren somit „ja“, der Hinweisreiz der definierten Farbe war anwesend und „nein“. Die Versuchspersonen mussten somit Darbietungen „mit Reiz“ von Darbietungen „ohne Reiz“ unterscheiden. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, die verschiedenen subjektiven Entscheidungstendenzen der Versuchspersonen auszuschließen. Bei Unsicherheiten bezüglich der Antwort entscheiden sich Personen tendenziell unterschiedlich. Manche bevorzugen eine konservative Antwort: Bei Unsicherheit wird mit „nein“ geantwortet, andere hingegen bevorzugen die riskantere Variante und antworten bei Unsicherheit bezüglich der Anwesenheit eines bestimmten Hinweisreizes mit „ja“. In der Signalentdeckungstheorie (signal detection theory, SDT; vgl. Swets, Tanner & Birdsall, 1961) spricht man in diesem Zusammenhang von Signal und Rauschen. Im Rahmen dieser Untersuchung ist das Signal der zu identifizierende Hinweisreiz. Unter dem Rauschen versteht man alle inneren und äußeren Einflüsse, die dazu beitragen, dass es zu einer Falschantwort seitens der Versuchsperson kommt. Zu den Falschantworten zählen die „nein“ Antworten bei anwesendem Reiz, auch *Misses* genannt und „ja“ Antworten bei abwesendem Reiz, die sogenannten *False Alarms*. Zu den richtigen Antworten zählen die *Hits* (Ja-Antworten bei anwesendem Reiz) und *Correct Rejections* (Nein-Antworten bei abwesendem Reiz). Die Signalentdeckungstheorie beschäftigt sich somit mit der Analyse schwer zu ermittelnder Reize und liefert einen Maßstab für die Qualität der Leistung der Probanden. Dieses Qualitätsmaß ist der Sensitivitätsparameter d' . Um den Parameter d' zu berechnen, wurden zuerst die relativen Häufigkeiten der richtigen Antworten (Prozente der „hits“ / Prozente der Möglichen) und der falschen Antworten (Prozente der „false alarms“ / Prozente der Möglichen) ermittelt. Danach

wurden die relativen Häufigkeiten von den richtigen und den falschen Antworten einer z -Transformation unterzogen. Gebildet wurde d' letztendlich über die Differenz dieser z -transformierten Werte: $d' = z(P \text{ Treffer/Hits}) - z(P \text{ Falsche Alarme})$. Je größer d' , desto weiter liegen Signal plus Rauschen und Rauschen auseinander und umso genauer kann die Versuchsperson Signal und Rauschen voneinander differenzieren.

Die durchschnittliche Leistung der Versuchspersonen im Urteilsteil war besser als der Zufall. Für 12 der Versuchspersonen war das nicht der Fall. Ihre Leistung bei der Identifikation des Hinweisreizes war bei einem Wert von $d' = 0.089$ ($SD = 0.17$) im kurz maskierten Intervall und $d' = 0.049$ ($SD = 0.32$) im lang maskierten Intervall auf Zufallsniveau. Der Vergleich der d' -Parameter mit Null (also Zufallsleistung) ergibt $t[11] = 1.80, p = .10$.

Sichtbarkeit von Reizen:

Eine paarweiser Vergleich mittels t -Tests bestätigte, dass Hinweisreize in den unmaskierten Bedingungen mit $d' = 2.24$ ($SD = 1.56$) besser sichtbar waren, als in lang maskierten, $d' = 0.54$ ($SD = 0.87$), und in kurz maskierten Bedingungen, $d' = 0.62$ ($SD = 0.67$). d' war in der unmaskierten Bedingung signifikant höher als in der lang maskierten Bedingung ($t[22] = 6.82; p < .001$) und der kurz maskierten Bedingung ($t[22] = 6.35; p < .001$). Der Vergleich aller d' aus den unterschiedlichen Bedingungen mittels one-sample t -Test gegen Null, zeigte eine Leistung besser als der Zufall (alle t -Werte $[22] > 2.96; p < .01$.)

Da es sich bei dieser Studie um eine Gemeinschaftsarbeit zweier Autorinnen handelt und die Interpretation der Ergebnisse nur über die Kombination beider Experimente erfolgen kann, werden im Folgenden die Ergebnisse des Experiments *Farbsingletonsuche* dargestellt:

Von zwei Versuchspersonen wurden die Daten des Reaktionsteils aufgrund einer

erhöhten Fehlerrate ($> 25\%$) von der Berechnung ausgenommen. Im Urteilsteil gingen die Daten einer Versuchsperson aufgrund eines technischen Fehlers verloren.

Die korrigierten mittleren Reaktionszeiten wurden einer Varianzanalyse, mit den Innersubjektfaktoren Validität (valide vs. nicht-valide Hinweisreize), Intervall (kurz maskiert, lang maskiert, lang unmaskiert) und Passung der Hinweisreizfarbe zur Zielreizfarbe (Passung vs. keine Passung) unterzogen. Die Varianzanalyse zeigte signifikante Haupteffekte der Faktoren Validität, $F(1,20) = 4.92, p < .05$, und Intervall, $F(2,40) = 3.51, p < .05$.

Übereinstimmend mit dem erwarteten Capture-Effekt des Farbsingleton Hinweisreizes im Experiment *Farbsingletonsuche*, zeigten sich im Reaktionsteil schnellere Reaktionszeiten in validen als in nicht-validen Bedingungen (752 vs. 764 ms). In Bezug auf die Intervalllängen zeigen sich folgende Ergebnisse: Die mittlere Reaktionszeit in kurz maskierten Bedingungen war kürzer (731 ms) als in lang maskierten (772 ms) und lang unmaskierten Bedingungen (771 ms), alle $p < .05$ (Bonferroni korrigiert). Bei der Berechnung der Interaktion der Faktoren Validität x Intervall zeigten sich in maskierten validen Bedingungen signifikant schnellere Reaktionszeiten als in maskierten nicht-validen Bedingungen. Das gilt sowohl für das kurz maskierte Intervall (719 vs. 743 ms; $t[20] = 3.49, p < .01$), als auch für das lang maskierte Intervall (765 vs. 779 ms, $t[20] < 2.04, p < .05$, einseitig), nicht jedoch für das lang unmaskierte Intervall (773 vs. 770 ms, $t[20] < 1.00$). Sowohl Haupteffekt der Passung als auch alle Interaktionen der Passung wurden nicht signifikant.

Auch im Experiment *Farbsingletonsuche* wurden die Versuchspersonen im Urteilsteil, entsprechend ihrer Ergebnisse, in zwei Gruppen geteilt. 11 Versuchspersonen erzielten bei der Identifikation des Hinweisreizes ein Ergebnis, dass der Zufallswahrscheinlichkeit entsprach. Sie erreichten ein d' von 0.006 im kurz maskierten Intervall, in den langen Intervallen wurde ein d' von 0.008 erzielt. Auch hier wurde ein

one-sample t -Test gegen Null gerechnet, wobei t jeweils < 1.00 war.

Übereinstimmend mit der Annahme, dass maskierte Singletons, die nicht bewusst verarbeitet werden, einen Capture-Effekt auslösen können, zeigte sich bei jenen Versuchspersonen deren Leistung im Urteilsteil nicht besser als der Zufall war, im kurz maskierten und lang maskierten Intervall ein Validitätseffekt. Die mittlere Reaktionszeit im kurz maskierten Intervall betrug 775 ms in validen und 801 ms in nicht-validen Bedingungen ($t[10] = 2.38$, $p < .05$), im lang maskierten Intervall betrug die Reaktionszeit der Versuchspersonen 805 ms in validen und 821 ms in nicht-validen Bedingungen ($t[10] = 2.10$, $p < .05$, einseitig). Im lang unmaskierten Intervall gab es hingegen keinen Effekt der Validität. Die mittlere Reaktionszeit der Versuchspersonen lag hier bei 841 ms in validen und 842 ms in nicht-validen Bedingungen ($t < 1.00$).

Eine Varianzanalyse der Fehlerprozentwerte zeigte ausschließlich einen signifikanten Effekt im Faktor Passung ($F [1,20] = 4.76$, $p < .05$). Es zeigte sich eine schlechtere Leistung bei einer Nicht-Passung von Hinweisreizfarbe und Zielreizfarbe ($F\% = 6.3$) als bei einer Passung der Reizfarben ($F\% = 4.8$). Alle anderen Haupteffekte ($F < 1.00$) und Interaktionen ($F < 3.20$, $p > .09$) sind nicht signifikant.

Ergebnisdarstellung Urteilsteil:

Der paarweise Vergleich mittels t -Test bestätigte, dass die Hinweisreize im unmaskierten Intervall ($d' = 0.56$) besser sichtbar waren als im lang maskierten ($d' = 0.10$) und im kurz maskierten Intervall ($d' = 0.17$, jeweils $t(20) > 6.60$, jeweils $p < .01$).

Der Vergleich aller d' aus den unterschiedlichen Bedingungen mittels one-sample t -Test gegen Null, zeigte eine Leistung besser als der Zufall (alle $t > 2.00$, alle $p < .05$).

5 Diskussion

Sowohl im Experiment *Formsingletonsuche* als auch im Experiment *Farbsingletonsuche* wurden maskierte Hinweisreize auf einen Capture-Effekt untersucht. Entsprechend der Top-Down-Hypothese zeigte sich ein Effekt des Faktors Validität im Experiment *Farbsingletonsuche*, nicht jedoch im Experiment *Formsingletonsuche*. Im Folgenden sollen deshalb die Ergebnisse des Experiments *Farbsingletonsuche* diskutiert werden, die Diskussion der Ergebnisse des Experiments *Formsingletonsuche* folgt im Anschluss. Der Validitätseffekt im Experiment *Farbsingletonsuche* zeigt sich in schnelleren Reaktionszeiten in validen als in nicht-validen Bedingungen. Der Faktor Passung wies keine Effekte auf, was bedeutet, dass der Validitätseffekt unabhängig von der Passung von Hinweisreizfarbe und Zielreizfarbe auftritt. Ein „Priming Of Attentional Capture“, wie es bei Maljkovic und Nakayama (1994) zu finden ist, ist aus diesem Grund für die Erklärung des Validitätseffekts auszuschließen. Unter „Priming Of Attentional Capture“ ist zu verstehen, dass die Wiederholung eines bestimmten Reizmerkmals, wie in diesem Fall Farbe, zu einem Priming² des Singletons führen kann. Dieses führt zu schnelleren Reaktionszeiten in jenen Durchgängen, in welchen der Zielreiz in der gleichen Farbe wie im vorhergehenden Durchgang dargeboten wurde. Unter Nichtberücksichtigung des Faktors Passung hätte ein „Priming Of Attentional Capture“ somit fälschlicherweise einen Top-Down-Effekt vorspiegeln können.

Die gefundenen Ergebnisse sprechen vielmehr für eine Aufmerksamkeitsverlagerung auf die Position des Hinweisreizes, welche aufgrund entsprechender Suchabsichten

² Priming: Die Verarbeitung eines Reizes wird dahingehend beeinflusst, dass ein vorangegangener Reiz implizite Gedächtnisinhalte aktiviert.

hervorgerufen wurde. Liegt die Aufmerksamkeit erst auf der entsprechenden Position, führt dies zu einer schnelleren Reaktionszeit in validen Bedingungen.

Weiters belegen die Ergebnisse der Studie, dass die Sichtbarkeit von Reizen keine notwendige Voraussetzung für den gefundenen Capture-Effekt ist, da dieser in den maskierten Bedingungen des Experiments *Farbsingletonsuche* nachgewiesen wurde. In der unmaskierten Bedingung konnte hingegen kein Capture-Effekt des Hinweisreizes gefunden werden. Eine mögliche Erklärung ist in der Länge des Intervalls zu finden. Das lange unmaskierte Intervall hatte ein SOA von 200 ms. Laut Kim und Cave (1999) reichen in sichtbaren Bedingungen jedoch schon 150 ms um die Aufmerksamkeit wieder vom Reiz zu lösen. In maskierten Bedingungen sind 150 ms hingegen zu kurz um die Aufmerksamkeit wieder freizugeben. Diese Ergebnisse sind auch bei Ivanoff und Klein (2003) nachzulesen. Die Autoren bemerkten, dass nach einer anfänglichen Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen nicht sichtbaren Stimulus, die Aufmerksamkeit innerhalb der folgenden 300 ms nicht vom Reiz gelöst werden kann. Es gibt somit einen qualitativen Unterschied bei der Verarbeitung maskierter und sichtbarer Reize. Dennoch bestätigen die Ergebnisse der Studie die erwarteten Effekte maskierter Reize im Experiment *Farbsingletonsuche*. Versuchspersonen die den Hinweisreiz im Urteilsteil nicht erkennen konnten, zeigten im Reaktionsteil schnellere Reaktionszeiten in validen als in nicht-validen Bedingungen. Diese Ergebnisse sprechen für einen Capture-Effekt der maskierten Hinweisreize im Reaktionsteil. Somit ist gezeigt worden, dass die Sichtbarkeit von Reizen keine notwendige Voraussetzung für einen Capture-Effekt von Reizen ist.

Weiters konnte im Rahmen dieser Studie gezeigt werden, dass der Capture-Effekt in Experiment *Farbsingletonsuche*, durch Suchabsichten geleitet, also top-down gesteuert ist. Diese Schlussfolgerung kann man aus der Kombination der Ergebnisse der Experimente *Farb- und Formsingletonsuche* ziehen. Im Experiment

Farbsingletonsuche besteht auf dimensionsspezifischer Ebene eine Passung von Hinweisreiz und Zielreiz. Bei beiden Reizen handelt es sich um einen Singleton der Dimension Farbe. Im Experiment *Formsingletonsuche* hingegen besteht keine Passung der Dimensionen Farbe und Form. Dies führte dazu, dass bei der top-down gesteuerten Suche nach einem Formsingleton, ein Hinweisreiz der Dimension Farbe nicht verarbeitet wurde. Dies äußert sich in den fehlenden Effekten der Validität.

Die Vorgabe zweier Experimente war für die Interpretation der Aufmerksamkeitssteuerung aus folgendem Grund erforderlich: Bezüglich der Ergebnisse wurden für das Experiment *Farbsingletonsuche* Effekte der Validität aufgrund eines Capture-Effekts erwartet. Die Interpretation des erwarteten Effekts wäre jedoch ohne Vergleichsexperiment nicht möglich gewesen. Der Validitätseffekt könnte sowohl für eine reizgesteuerte Verarbeitung des Hinweisreizes, als auch für eine durch Absichten gesteuerte Verarbeitung des Reizes sprechen. Aus diesem Grund wurde das Experiment *Formsingletonsuche* hinzugezogen. Ein Validitätseffekt im Experiment *Formsingletonsuche* hätte, aufgrund der Nichtpassung von Suchabsichten und Hinweisreiz, auf eine reizgesteuerte Verarbeitung des Hinweisreizes schließen lassen. Somit wäre auch der Effekt im Experiment *Farbsingletonsuche* auf eine Bottom-Up-Steuerung der Aufmerksamkeit zurückzuführen. Nur wenn im Experiment *Formsingletonsuche* keine Effekte zu beobachten sind, wie das hier der Fall war, spricht das für eine Top-Down-Steuerung der Aufmerksamkeit im Experiment *Farbsingletonsuche*.

Auch die Ergebnisse des Experiments *Formsingletonsuche* wären ohne Vergleichsexperiment nur unzureichend zu interpretieren. Vor der Testung bestanden keine Erwartungen bezüglich möglicher Ergebnisse des Experiments. Ein Effekt der Validität hätte, wie oben schon angeführt, für eine Bottom-Up-Steuerung der Aufmerksamkeit gesprochen, da keine Passung zwischen den Suchabsichten

(Singletonform) und dem Hinweisreiz (Singletonfarbe) besteht. Kein Effekt im Experiment *Formsingletonsuche* wäre schlussfolgernd jedoch nicht automatisch als Top-Down-Steuerung der Aufmerksamkeit zu interpretieren gewesen. Der Effekt hätte auch fehlen können, weil maskierte Hinweisreize überhaupt keine Aufmerksamkeit anziehen (vgl. Ansorge, Kiss & Eimer, 2009). Nur über die Kombination mit den gefundenen Effekten im Experiment *Farbsingletonsuche* können Rückschlüsse auf eine Top-Down-Steuerung der Aufmerksamkeit gezogen werden.

Wie schon beschrieben, zeigten sich im Experiment *Farbsingletonsuche*, in den unterschiedlichen Intervallbedingungen, qualitative Unterschiede bei der Verarbeitung der Hinweisreize. Begründet wurden diese qualitativen Unterschiede durch die unterschiedlichen Zeitintervalle, die eine Person in maskierten und unmaskierten Bedingungen benötigt, um die Aufmerksamkeit wieder von einem Reiz zu lösen. Um die Aufmerksamkeit von einem unsichtbaren Stimulus zu lösen benötigt man mit 300 ms länger (Ivanoff & Klein, 2003) als in sichtbaren Bedingungen. In sichtbaren Bedingungen benötigt man laut Kim und Cave (1999) nur 150 ms.

Im Experiment *Formsingletonsuche* ließen sich diese qualitativen Unterschiede von maskierten und nicht maskierten Bedingungen nicht nachweisen. Eine mögliche Begründung dafür ist, dass unabhängig von Sichtbarkeit und Intervalllänge der Hinweisreiz in allen Bedingungen gleich gut ignoriert werden konnte (Held, Ansorge & Müller, in press).

Weitere inkonsistente Untersuchungsergebnisse zeigten sich im Urteilsteil der beiden Experimente. Die Identifikation des Hinweisreizes war bei Probanden des Experiments *Formsingletonsuche* höher, als im Experiment *Farbsingletonsuche*. Diese Ergebnisse könnten die Konsequenz der erhöhten Farbhomogenität von Maskierreizen und Zielreiz im Experiment *Formsingletonsuche* sein (Held, Ansorge & Müller, 2010). Im Experiment *Farbsingletonsuche* kommt es sowohl im kurz maskierten, als auch im lang

maskierten Intervall, zum jeweiligen Farbwechsel auf den Zielreiz. Um diese Ergebnisse jedoch eindeutig interpretieren zu können, werden weitere Untersuchungen erforderlich sein.

Weiters sollen die Ergebnisse dieser Studie in Bezug auf ihre Bedeutung für die direkte Parameterspezifikation diskutiert werden. Die Theorie der direkten Parameterspezifikation wurde von Neumann (1989, 1990) formuliert. Diese besagt, dass auch jene Information verarbeitet werden kann, die nicht bewusst wahrgenommen wird. Ein Beleg dieser Annahme ist im Experiment *Farbsingletonsuche* zu finden. Hier zeigte sich ein Effekt der Validität auch bei jenen Versuchspersonen, welche in maskierten Bedingungen nur mit einer dem Zufall entsprechenden Wahrscheinlichkeit den Hinweisreiz identifizieren konnten, was dafür spricht, dass sie den Hinweisreiz nicht bewusst wahrnehmen konnten.

Zweitens soll laut Theorie der direkten Parameterspezifikation die Verarbeitung von Information auf unseren Handlungsabsichten beruhen, also top-down gesteuert sein. Auch für die zweite Annahme finden sich Belege in der aktuellen Studie. Im Experiment *Farbsingletonsuche*, in dem die Suchabsicht nach dem Zielreiz mit der Modalität des Hinweisreizes übereinstimmte, war ein Validitätseffekt zu beobachten. Im Gegensatz dazu wurden die Hinweisreize im Experiment *Formsingletonsuche* nicht verarbeitet. Die Verarbeitung des Hinweisreizes scheint somit an die Suchabsichten einer Person gebunden zu sein.

Letztlich postuliert Neumann, dass die von unseren Absichten abhängige Verarbeitung nicht bewusster Information sensomotorischer Natur ist. Die Verarbeitung der Information soll somit der Handlungssteuerung dienen. In der aktuellen Studie wurde hingegen die verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit untersucht. Nun stellt sich die Frage, ob die Verlagerung der Aufmerksamkeit eine sensomotorische Handlung ist und

die Studie somit als Beleg für das Modell der direkten Parameterspezifikation herangezogen werden kann?

In der Premotor Theory of Attention (Rizzolatti, Riggio, Dascola & Umiltà, 1987) versteht man eine verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit als Spezifikation des nächsten Sakkadenzieles. Einer offenen Sakkade geht somit eine visuell-räumliche Aufmerksamkeitsverlagerung an die Position des Zielreizes voraus (Deubel & Schneider, 1996, 2004). Versteht man die Sakkade als offene Handlung, so ist die Spezifikation ihres Zielortes auch die Spezifikation eines Handlungsparameters. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde diese Handlung jedoch nicht ausgeführt, sondern lediglich die initiale Phase der Handlungsplanung, in Form der Aufmerksamkeitsverlagerung, erfasst (Ansorge, Neumann, Becker, Kälberer & Cruse, 2007; Scharlau & Ansorge, 2003).

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass nur die initiale Phase der Handlungsplanung erfasst wurde, können die Ergebnisse der aktuellen Studie als Beleg für die Theorie der direkten Parameterspezifikation gewertet werden.

Abschließend soll diese Studie noch hinsichtlich ihrer Relevanz für die Contingent-Capture-Hypothese von Folk, Remington und Johnston (1994) diskutiert werden. Folk et al. waren die Ersten, die den Validitätseffekt peripherer Hinweisreize auf die Suchabsichten der Probanden zurückführten. In ihrer Studie verwendeten die Autoren zwei Hinweisreiztypen und zwei Zielreiztypen. Pro Block kam jedoch nur einer der zwei Zielreiztypen zur Anwendung. Über diese Versuchsanordnung konnten die Autoren eindrucksvoll nachweisen, dass ein Validitätseffekt nur bei einer Passung von Hinweisreiztyp und den Suchabsichten auftritt.

Auch in der vorliegenden Studie trat ein Validitätseffekt nur in jenem Experiment auf, in welchem eine Passung der Hinweisreizmodalität und der Zielreizmodalität bestand. Damit konnte auch in dieser Studie, wie schon bei Folk et al., ein Nachweis für eine

Top-Down-Steuerung der Aufmerksamkeit gefunden werden und unterstützt somit die Contingent-Capture-Hypothese von Folk et. al.

6 Zusammenfassung

Ziel der Studie war der Nachweis absichtsabhängiger Verarbeitung nicht bewusster Reize. Um diesen Nachweis erbringen zu können, war es notwendig die Ergebnisse zweier Versuchsanordnungen einander gegenüberzustellen. Verglichen wurden die Ergebnisse von Experimenten mit und ohne Übereinstimmung der Dimension des Hinweisreizes und des Zielreizes. Bei reizgesteuerter Verarbeitung des Hinweisreizes hätte in beiden Versuchsbedingungen ein Validitätseffekt zu beobachten sein müssen. Entsprechend der Top-Down-Hypothese zeigte sich der Validitätseffekt jedoch ausschließlich im Experiment *Farbsingletonsuche*. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme einer top-down gesteuerten Ausrichtung der Aufmerksamkeit, da eine Aufmerksamkeitsverlagerung an die Position des Hinweisreizes nur in jenem Experiment stattgefunden hat, in welchem eine Übereinstimmung von Suchabsichten und der Dimension des Hinweisreizes bestand.

Weiters konnte gezeigt werden, dass die bewusste Wahrnehmung von Reizen keine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung deren Position ist. Den Beleg für diese Annahme lieferten jene Versuchspersonen, welche trotz der nachgewiesenen schlechten Leistung im Urteilsteil, einen Validitätseffekt im Reaktionsteil erzielten.

Letztlich konnte die Studie dazu beitragen, einen weiteren Beleg für die Theorie der direkten Parameterspezifikation zu liefern.

7 Literatur

- Alpern, M. (1953). Metacontrast. *Journal of the Optical Society of America*, 43(8), 648-657.
- Ansorge, U. (2000). *Direkte Parameterspezifikation durch Positionsinformation: Sensorimotorische Effekte maskierter peripherer Hinweisreize*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Bielefeld.
- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, 57, 2 - 12.
- Ansorge, U., Becker, S. I., & Breitmeyer, B. (2009). Revisiting the metacontrast dissociation: Comparing sensitivity across different measures and tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(2), 286-309.
- Ansorge, U., Horstmann, G., Worschech, F. (in press). *Attentional capture by masked color singletons*. *Vision Research*.
- Ansorge, U., Neumann, O., Becker, S. I., Kalberer, H., & Cruse, H. (2007). Sensorimotor supremacy: Investigating conscious and unconscious vision by masked priming. *Advances in Cognitive Psychology*, 3(1-2), 257-274.
- Ansorge, U., Kiss, M., & Eimer, M. (2009). Goal-driven capture by invisible colours: Evidence from event-related potentials. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 648-653.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, 55(5), 485-496.
- Breitmeyer, B. G., Ro, T., & Singhal, N. S. (2004). Unconscious color priming occurs at stimulus- not percept-dependent levels of processing. *Psychological Science*, 15(3), 198-202.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.

- Cheal, M. L., Lyon, D. R., & Gottlob, L. R. (1994). A framework for understanding the allocation of attention in local precued discrimination. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section a-Human Experimental Psychology*, 47(3), 699-739.
- Cheesman, J., & Merikle, P. M. (1986). Distinguishing conscious from unconscious perceptual process. *Canadian Journal of Psychology-Revue Canadienne De Psychologie*, 40(4), 343-367.
- Colegate, R. L., Hoffman, J. E., & Eriksen, C. W. (1973). Selective encoding from multielement visual-displays. *Perception & Psychophysics*, 14(2), 217-224.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827-1837.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (2004). Attentional selection in sequential manual movements, movements around an obstacle and in grasping. *Attention in Action: Advances from Cognitive Neuroscience*, 69-91.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention - some theoretical consideration. *Psychological Review*, 70, 80 - 90.
- Deutsch, J. A., Deutsch, D., Lindsay, P. H., & Treisman, A. M. (1967). Comments on selective attention perception or response. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 362-367.
- Ebeling, D. (2005). *Experimentelle Betrachtung visuell räumlicher Aufmerksamkeit jenseits des Spotlight Modells mittels funktioneller Magnetresonanztomographie*. Unveröffentlichte Dissertation, TU Darmstadt.
- Engel, F. L. (1971). Visual conspicuity, directed attention and retinal locus. *Vision Research*, 11(6), 563-575.

- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1972). Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics*, 12(2B), 201-204.
- 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.
- Held, B., Ansorge, U., & Müller, H. J. (in press). *Masked Singleton Effects*. *Attention, Perception & Psychophysics*.
- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual-attention in saccadic eye-movements. *Perception & Psychophysics*, 57(6), 787-795.
- Horstmann, G. (2001). *Die Unterbrechungsfunktion der Überraschung: Ein neues experimentelles Paradigma und eine Überprüfung der Automatizitätshypothese*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Bielefeld.
- 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. (2001). Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 194-203.
- Ivanoff, J., & Klein, R. M. (2003). Orienting of attention without awareness is affected by measurement-induced attentional control settings. *Journal of Vision*, 3(1), 32-40.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology* (Vol. 1). New York: Henry Holt.
- Johnston, W. A., & Heinz, S. P. (1978). Flexibility and capacity demands of attention. *Journal of Experimental Psychology-General*, 107(4), 420-435.

- Jonides, J. (1980). Towards a model of the mind's eye movement. *Canadian Journal of Psychology-Revue Canadienne De Psychologie*, 34(2), 103-112.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. B. Long & A. D. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX* (S. 187–203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 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(6), 1009-1023.
- LaBerge, D., & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96(1), 101-124.
- Lambert, A., Naikar, N., McLachlan, K., & Aitken, V. (1999). A new component of visual orienting: Implicit effects of peripheral information and subthreshold cues on covert attention. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 25(2), 321-340.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 21(3), 451-468.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out. 1. role of features. *Memory & Cognition*, 22(6), 657-672.
- McCormick, P. A. (1997). Orienting attention without awareness. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 23(1), 168-180.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic-listening – affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56-60.
- Müller, H. J. & Krummenacher, J. (2006). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrg.), *Neuropsychologie* (S. 239 – 253). Berlin, Heidelberg: Springer.

- Müller, H. J. & Krummenacher, J. (2008). Aufmerksamkeit. In J. Müsseler (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 103-143.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Müller, H.J., Geyer, T., Zehetleitner, M., & Krummenacher, J. (2009). Attentional capture by salient color singleton distractors is modulated by top-down dimensional set. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 1-16.
- Neisser, U. (1963). Decision-time without reaction-time – experiments in visual scanning. *American Journal of Psychology*, 76(3), 376–385
- Neumann, O. (1998). Kognitive Vermittlung und direkte Parameterspezifikation. Zum Problem mentaler Repräsentationen in der Wahrnehmung. *Sprache und Kognition*, 8, 32-49
- Neumann, O. (1990). Direct parameter specification and the concept of perception. *Psychological Research-Psychologische Forschung*, 52(2-3), 207-215.
- Nothdurft, H.C. (2000). Saliency from feature contrast: Temporal properties of saliency mechanisms. *Vision Research*, 40(18), 2421-2435
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(2), 3-25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and Performance*(10), 531-556.
- Posner, M. I., Rafal, R. D., Choate, L. S., & Vaughan, J. (1985). Inhibition of return – neural basis and . *Cognitive Neuropsychology*, 2(3), 211-228.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium* (S. 55-82). Hillsdale: NJ: Erlbaum.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology-General*, 109(2), 160-174.

- Remington, R. W., Johnston, J. C., & Yantis, S. (1992). Involuntary attentional capture by abrupt onsets. *Perception & Psychophysics*, 51(3), 279-290.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I., & Umiltà, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians – evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, 25(1A), 31-40.
- Rosendahl, I. (2001). *Der Einfluss auffälliger Reize auf die Aufmerksamkeit*. München: Herbert Utz Verlag . Wissenschaft.
- Sagi, D., & Julesz, B. (1985). “Where” and “What” in vision. *Science*, 228, 1217-1219
- Scharlau, I., & Ansorge, U. (2003). Direct parameter specification of an attention shift: evidence from perceptual latency priming. *Vision Research*, 43(12), 1351-1363.
- Schmidt, T. (2002). The finger in flight: Real-time motor control by visually masked color stimuli. *Psychological Science*, 13(2), 112-118.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74(11), 1-29.
- Swets, J.A., Tanner, W.P., & Birdsall, T.G. (1961). Decision process in perception. *Psychological Review*, 68 (5), 301-340.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51(6), 599-606.
- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-driven capture and attentional set: Selective search for color and visual abrupt onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 799–806.
- Theeuwes, J. (1996). Parallel search for a conjunction of color and orientation: The effect of spatial proximity. *Acta Psychologica*, 94, 291–307.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(1), 65-70.

- 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 (Eds.), *Attention and performance XVIII* (pp. 105-125). Cambridge, MA: MIT Press.
- Töllner, T., Zehetleitner, M., Gramann, K., & Müller, H. J. (2010). Top-down weighting of visual dimensions: Behavioral and electrophysiological evidence. *Vision Research*, 50, 1372–1381.
- Treisman, A. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16.
- Treisman, A., & Geffen, G. (1967). Selective attention – perception or response. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 1-17.
- Treisman, A. M., & Riley, J. G. A. (1969). Is selective attention selective perception or selective response – a further test. *Journal of Experimental Psychology*, 79(1P1), 27-34.
- Van der Stigchel, S., Belopolsky, A. V., Peters, J. C., Wijnen, J. G., Meeter, M., & Theeuwes, J. (2009). The limits of top-down control of visual attention. *Acta Psychologica*, 132(3), 201-212.
- Von Wright, J. M., Anderson, K. & Stenman, U. (1975). Generalisation of conditioned GSR's in dichotic listening. In P.M.A. Rabbitt and S. Dornic (Eds), *Attention and Performance V* (pp. 194-204). London: Academic Press.
- Wentura, D., & Rothermund, K. (2009). Aufmerksamkeit und Gedächtnis. In G. Stemmler (Hrsg.), *Psychologie der Emotion*. (Enzyklopädie der Psychologie, Band C/IV/3; S. 205-245). Göttingen: Hogrefe.
- 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(3), 661-676.

8 Anhang

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, alle verwendeten Hilfsmittel angeführt und keine anderen als diese angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Unterschrift

Abstract

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollte einerseits die Richtung der Aufmerksamkeitssteuerung untersucht werden. Weiters sollte der Nachweis erbracht werden, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen visuellen Reiz, keine bewusste Verarbeitung voraussetzt. Ziel der Studie war der Nachweis absichtsabhängiger Verarbeitung nicht bewusster Reize. Ermittelt wurden die Daten mittels der Hinweisreizprozedur, wobei die Ergebnisse zweier Experimente einander gegenübergestellt wurden. Die Ergebnisse unterstützten die Annahme einer top-down gesteuerten Ausrichtung der Aufmerksamkeit. Bezüglich der Bewusstheit über einen Reiz konnte gezeigt werden, dass die bewusste Wahrnehmung von Reizen keine notwendige Voraussetzung für eine Aufmerksamkeitsverlagerung in Richtung deren Position ist.

LEBENS LAUF

ANGABEN ZUR PERSON

Name	MARIELUIS HOLZSCHUSTER
Wohnsitz	SCHÖNBRUNNERSTRASSE 293/8/8, 1120 WIEN, ÖSTERREICH
Geburtsdatum	12.11.1981
Familienstand	Lebensgemeinschaft mit Manuel Thallmaier

SCHULBILDUNG

1988 - 1992	Volksschule Wien
1992 - 2000	AHS Goethegymnasium Matura Juni 2000

STUDIUM

2001 - 2010	Universität Wien, Psychologie
-------------	-------------------------------

STUDIENBEGLEITENDE

TÄTIGKEITEN

2001 - 2003	Domus Facility Management GmbH, Materialservice der Bank Austria Creditanstalt
2003	Stargate Group GmbH, Promotionarbeit
2003 - 2005	DO & CO Restaurants & Catering AG Academy, Service
2006	Austrian Airlines AG, Passenger Service
2006 - 2007	Nespresso Österreich GmbH & Co OHG, Verkauf
2008 - 2009	Fit Inn Sportstudio GmbH, Kundenbetreuung
2009	Praktikum im Psychosozialen Gesundheitszentrum in Mödling
seit 2009	Verein Wiener Sozialprojekte, Sozialarbeit in den Projekten SAM und Help U

