



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

**Untersuchung zur IOR mit subliminalen peripheren
Hinweisreizen verschiedener Kontrastpolaritäten**

verfasst von

Käthe Siuda

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Begutachter: Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei Prof. Dr. Ulrich Ansorge bedanken, für seine konstruktive und bereichernde Unterstützung während des Schreibprozesses dieser Arbeit.

Weiterer Dank gilt Dr. Isabella Fuchs-Leitner für ihr stets offenes Ohr und ihre Bemühungen.

Herzlichen Dank für die Geduld und die konstruktive Betreuung.

Ein großer Dank gilt auch meinen Freunden und meiner Familie.

Zusammenfassung

Die Unterdrückung der Rückkehr der Aufmerksamkeit (engl.: „inhibition of return“ oder „IOR“) beschreibt einen Effekt bei welchem Personen langsamer auf Zielreize reagieren, die an derselben Position wie ein uninformativer Hinweisreiz dargeboten werden, als auf Zielreize, bei denen vorangegangene Hinweisreize an anderer Position dargeboten werden (Fuchs & Ansorge, 2012). Dies geschieht nach einem zeitlichen Intervall zwischen den Reizdarbietungen von ca. 300 ms (Klein, 2000). Dieser Effekt wurde von Mulckhuyse, Talsma und Theeuwes (2007) nach subliminalen (d.h. unter der Schwelle bewusster Wahrnehmung präsentierten) Hinweisreizen beobachtet und fortan als Kennzeichen automatischer Aufmerksamkeitseffekte gehandhabt. In dieser Diplomarbeit sollte der fehlende Nachweis einer IOR in einer Replikation der Studie von Mulckhuyse et al. (2007) seitens Fuchs und Ansorge (2012) mithilfe verschiedener zeitlicher Intervalle zwischen Hinweisreiz und Zielreiz weiter kontrolliert und untersucht werden. Es konnte jedoch auch in der Untersuchung zu dieser Diplomarbeit keine IOR nachgewiesen werden. Die Ergebnisse werden hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen exogener Positionsselektionen und der IOR, als auch der Rolle von IOR bei subliminalen Stimuli diskutiert.

Abstract

Inhibition of return (IOR), an effect observed when subject's responses to targets are slower in cued positions than uncued positions after a delay between onset of a cue and onset of a target exceeds 300 ms, is considered a hallmark of automatic exogenous capture of unconscious visual attention by Mulckhuyse, Talsma and Theeuwes (2007).

In a replication of the study of Mulckhuyse et al. (2007) by Fuchs and Ansorge (2012) there was no evidence of IOR, but of exogenous capture by subliminal peripheral onsets. This thesis aims at exploring the role of IOR in unconscious visual orienting by showing that subliminal onsets, which led to automatic exogenous capture in former experiments with a design similar to that of Mulckhuyse et al. (2007) did not lead to IOR at various stimulus onset asynchronies (SOAs), namely of 66, 116, 216, 316 and 716 ms. Probable reasons for the lacking evidence of IOR are discussed and implications for further research are listed. A dissociation between IOR and subliminal exogenous capture seems reasonable.

Inhaltsverzeichnis

I. Theoretischer Grundlagen	1
1. Einleitung	1
2. Endogene und exogene Aufmerksamkeitskontrolle	2
3. Visuell-räumliche Aufmerksamkeit	3
3.1 Verdeckte und offene Aufmerksamkeitsverlagerungen	4
4. Die Hinweisreizprozedur	5
4.1 Der Hinweisreizeffekt	7
5. Die Effekte peripherer Hinweisreize	8
6. Zeitliche Aspekte der Verarbeitung und die IOR	9
7. Das Konzept der reizgesteuerten Aufmerksamkeit	11
8. Die Kontingenzhypothese und die Suchabsicht	13
9. Die IOR und die Absichtsabhängigkeit	15
10. Die Ursachen der IOR und alternative Vorstellungen	16
11. Bewusstheit:	19
Zum Einfluss der Sichtbarkeit auf den Validitätseffekt und die IOR	
11.1 Experimente mit subliminal dargebotenen Stimuli	20
II. Fragestellung	23
2.1 Herleitung der Fragestellung	23
2.2 Anlass der Studie von Fuchs und Ansorge (2012) und Vorexperimente	25
III. Methode	27
3.1 Untersuchungsteilnehmer	27
3.2 Instrumente und Messgeräte	27
3.3 Versuchsmaterial und Versuchsablauf	27
3.4 Untersuchungsdurchführung	30
IV. Ergebnisse	31
4.1.1 Analyse der Zielreiz-Detektionsleistung	31
4.1.2 Analyse der korrekten mittleren Reaktionszeiten	31
4.2 Zur Hinweisreiz-Detektionsaufgabe	34
V. Diskussion	36
5.1 IOR als Kennzeichen eines exogenen Aufmerksamkeitseinfangs?	38
5.2 Zum Einfluss der Sichtbarkeit von Stimuli auf die IOR	39
5.3 Zu möglichen Erklärungen für das Zustandekommen einer IOR	41

5.4 Kritik und weitere Anmerkungen	42
5.5 Schlussfolgerungen	43
VI. Literaturverzeichnis	44
VII. Abbildungsverzeichnis	53
VIII. Curriculum Vitae	54
IX. Erklärung	56

I. Theoretischer Grundlagen

1. Einleitung

Der Mensch sieht sich bei jedem Betrachtungszeitpunkt seiner Umgebung mit einer Vielzahl von visuellen Reizen konfrontiert. Im Zuge einer limitierten Kapazität diese Reize zu verarbeiten (z.B. Desimone & Duncan, 1995; Johnston & Dark, 1986; Shiffrin & Schneider, 1977a,b) und um seine Bewegungen auf die ihn umgebende visuell-räumliche Umwelt abzustimmen (Allport, 1987; Neumann, 1987, 1992) bedarf es für eine fehlerfreie Wahrnehmung (Broadbent, 1958; Duncan & Humphreys, 1989; Treisman & Gelade, 1980) einer Selektion dieser visuellen Informationen.

Das dieser Selektion zugrunde liegende psychologische Konstrukt ist die selektive visuelle Aufmerksamkeit. Selektive visuelle Aufmerksamkeit beinhaltet hierbei die Auswahl relevanter visueller Informationen zur Verarbeitung, auf Kosten der Selektion und Verarbeitung anderer (Carrasco, 2011; James, 1890). Sie umfasst eine Vielzahl verschiedener Formen der Selektivität. Diese können nach räumlicher Ausbreitung (fokal vs. global), nach Analyseebene (Merkmal vs. Objekt), aber auch nach zeitlichen Aspekten (frühe vs. späte; präattentiv vs. attentiv) unterteilt werden (Anderson, 2011; Carrasco, 2011; Neumann, 1992).

Eine Unterscheidung ist im Zusammenhang mit dieser Arbeit von besonderer Bedeutung. Die Unterscheidung zwischen welchen Einfluss der visuelle Reiz als solches auf die Aufmerksamkeit nimmt (exogene oder bottom-up Aufmerksamkeitskontrolle) und inwieweit die Selektion und Verarbeitung visueller Reizinformationen abhängig von den Absichten und Zielen oder Faktoren ist, die dem Betrachter eigen sind (endogene oder top-down Aufmerksamkeitskontrolle).

Gegenstand dieser Arbeit ist es den Zusammenhang von dem exogenen Einfang der Aufmerksamkeit (engl.: „exogenous capture“) und der „Unterdrückung der Rückkehr“ (engl.: „inhibition of return“ oder IOR) zu prüfen. Der exogene Einfang bezeichnet hierbei die unwillkürliche Selektion einer Position durch einen aufgabenirrelevanten visuellen Stimulus. IOR, ein Unterdrückungsmechanismus, bezieht sich auf die verlangsamte Reaktion von Versuchspersonen auf eine zuvor beachtete Position, als auf eine nicht beachtete Position (Fuchs, Theeuwes, & Ansorge, in press).

Es werden in diesem Kapitel deshalb diejenigen Begriffe und Theorien erläutert, die zum Verständnis des Forschungsinteresses der durchgeführten Studie beitragen. Zu Anfang werden die Begriffe endogene und exogene Aufmerksamkeitskontrolle näher dargestellt. In der Folge soll auf das Konzept der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit eingegangen werden. Anschließend wird eine gängige Prozedur zu ihrer Untersuchung, als auch der Operationalisierung der exogenen und endogenen Aufmerksamkeitskontrolle im Rahmen dieser vorgestellt. Abschließend wird auf die Selektion und Verarbeitung subliminaler, d.h. unter der Schwelle bewusster Wahrnehmung dargebotener Stimuli eingegangen werden.

2. Endogene und exogene Aufmerksamkeitskontrolle

Im Bereich der selektiven visuellen Aufmerksamkeit werden zwei Arten von vorausgehenden Bedingungen der Verarbeitung von Informationen im Allgemeinen, und der Selektion von Positionen und Reizen im Speziellen unterschieden (Ansorge, 2000; Egeth & Yantis, 1997). Bis heute stellt sich hierbei die Frage in welchem Ausmaß die Selektion und Verarbeitung von visuellen Reizinformationen von den Absichten, Erwartungen und Zielen einer Person abhängig ist und ob es Stimuli gibt, die die Aufmerksamkeit unwillkürlich, das heißt unabhängig von einer Absicht zur Selektion, steuern und beeinflussen, sowie automatisch verarbeitet werden können.

Wenn wir beispielsweise eine wissenschaftliche Arbeit verfassen und unsere Aufmerksamkeit willentlich auf den Bildschirm richten um das Erscheinen von Buchstaben, welche wir zu diesem Zeitpunkt eintippen, zu verfolgen, wie leicht lenken uns auffällige Reize, wie ein lautloser, roter, blinkender Akkuladestand von unserer Arbeit ab und erregen unsere Aufmerksamkeit?

Für diese Unterscheidung wurde und wird in der Forschung der Modus der endogenen oder top-down Aufmerksamkeitskontrolle dem Modus der exogenen oder bottom-up Aufmerksamkeitskontrolle gegenübergestellt. Bei der endogenen Aufmerksamkeitskontrolle erfolgt die Selektion und Verarbeitung willentlich, kontrolliert, aktiv, zielgerichtet und in Abhängigkeit der Absichten und Intentionen des Menschen. Bei der exogenen Aufmerksamkeitskontrolle hingegen erfolgt die Selektion und Verarbeitung reflexiv, automatisch, passiv, absichtsfrei und reizgesteuert (z.B. James, 1980; Jonides, 1981; Müller & Rabbitt, 1989; Posner, 1980; Posner & Snyder, 1975; Shiffrin & Schneider, 1977 b; Theeuwes, 2010). Ab wann ein Prozess als

endogen oder exogen bezeichnet wird, variiert hierbei von Konzeption zu Konzeption der Theoretiker. Nach Posner und Snyder (1975) und Jonides (1981) verlaufen exogene Prozesse unabhängig von einer Absicht und Intention, sind resistent gegenüber Versuchen den Prozess zu unterdrücken, interferieren nicht mit anderen mentalen Prozessen und sind dem bewussten Erleben nicht zugänglich. Endogene Prozesse hingegen sind zielgesteuert, ressourcenlimitiert, interferieren mit anderen Prozessen und sind bewusstseinspflichtig.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Ausmaß der exogenen und endogenen Kontrolle über die Aufmerksamkeit, spezifischer formuliert der Selektion von Positionen. Für die Selektion von Positionen soll im Folgenden das Konzept der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit näher dargestellt werden.

3. Visuell-räumliche Aufmerksamkeit

Die Selektion von Reizorten und Positionen wurde im Rahmen der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit konzeptualisiert, bei der das räumliche Operieren und die visuell-räumliche Verlagerung der Aufmerksamkeit im Vordergrund stehen (engl.: „orienting“; Posner, 1980). Die räumliche Verlagerung beinhaltet hierbei, dass die Aufmerksamkeit von einer selektierten Position auf eine andere Position ausgerichtet wird, und dadurch der Reiz an der nun ausgewählten Position, gegenüber Reizen an anderen Positionen bevorzugt verarbeitet wird.

Die „Lichtkegel-Metapher“ der Aufmerksamkeit (engl.: „spotlight of attention“) prägte die Vorstellungen zur selektiven visuellen Aufmerksamkeit maßgeblich. Mit ihr war die Annahme verbunden, dass die visuelle Aufmerksamkeit, wie ein Lichtkegel fixen Durchmessers, gewisse Regionen im visuellen Feld beleuchtet, welcher die beachtete Information beinhaltet, während die Umgebung „im Dunkeln“ bleibt (Posner, 1980; Posner, Snyder, & Davidson, 1980; Tsal, 1983).

Diese Metapher wurde im Laufe der Zeit um ein „Gummilinsen-Modell“ (engl.: „zoomlens model“) von Eriksen und Kollegen (Eriksen & James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985) erweitert, bei welchem der Aufmerksamkeitsfokus räumlich adjustierbar ist und sich den gegebenen Anforderungen anpasst. Bei kleinem Fokus ist die Aufmerksamkeit auf einen kleineren visuell-räumlichen Bereich mit hoher Auflösung und Schärfe verteilt. Bei großem Fokus wird ein größerer visuell-räumlicher Bereich erfasst, mit geringerer Auflösung und Schärfe der visuellen Szene.

Diese Metaphern wurden im weiteren Verlauf der Zeit um ein vielfaches ergänzt und modifiziert, denn visuell-räumliche Information ist nicht die einzige Ursache für Aufmerksamkeitszuwendungen (LaBerge, Carlson, Williams & Bunney, 1997). Awh und Pashler (2000) beispielsweise fanden einen Hinweis auf einen Aufmerksamkeitsfokus der sich nicht auf benachbarte Regionen im Raum begrenzte, sondern geteilt werden konnte. In der Theorie der „geteilten Foki“ (engl.: „split-foci“) oder „multiplen Lichtkegel“ (engl.: „multiple-spotlight“) kann die Aufmerksamkeit auf zwei (oder mehrere) nicht benachbarte Regionen aufgeteilt werden, womit ein multipler Aufmerksamkeitsfokus angenommen werden kann.

Bei der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit kann zwischen verdeckten und offenen Aufmerksamkeitsverlagerungen unterschieden werden, welche in der Folge erläutert werden.

3.1 Verdeckte und offene Aufmerksamkeitsverlagerungen

Von offenen Aufmerksamkeitsverlagerungen (engl.: „overt orienting“; Posner, 1980) spricht man, wenn die visuell-räumliche Aufmerksamkeit offen beobachtbar ist und der Blick, sowie die Augen auf den beachteten Ort ausgerichtet sind und die Ausrichtung der Aufmerksamkeit begleiten (Kowler, 2011). Die Fovea centralis, der Punkt auf der Netzhaut, der das schärfste Sehen vermittelt, wird hierbei auf die zu beachtende Position ausgerichtet. Die schnellen, ruckartigen Bewegungen des Auges beim Wechsel eines Fixationspunktes bezeichnet man als Sakkaden (Ibbotson & Kregelberg, 2011). Die Aufzeichnung von Fixationspunkten und Sakkadenlatenzen wird dazu genutzt Rückschlüsse über das visuell-räumliche Operieren der Aufmerksamkeit zu ziehen.

Im Gegensatz zur offenen Aufmerksamkeitsverlagerung findet die verdeckte jedoch ohne sichtbare Veränderungen von Augenbewegungen statt (z.B. Eriksen & Hoffman, 1972; Helmholtz, 1895, 1896; Posner et al., 1980). Das heißt, dass die Ausrichtung der Aufmerksamkeit nicht an offene Reaktionen gebunden ist. Dieser Umstand erschwert die Untersuchung der Aufmerksamkeit. Die verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerungen äußern sich jedoch in Wahrnehmungsleistungsveränderungen und zwar in Form einer verbesserten Detektions-, Diskriminations-, oder Identifikationsleistung eines visuellen Stimulus an

einer bestimmten Position im Raum (Ansorge, Horstmann, & Scharlau, 2011; Carasco, 2011).

Während verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerungen auf mehr als eine Position im Raum ausgerichtet werden können, sind offene Aufmerksamkeitsverlagerungen an eine Reihenfolge gebunden und somit seriell. Das Auge kann mehrere Positionen nur nacheinander betrachten (Carasco, 2011).

Zahlreiche Wissenschaftler haben den Zusammenhang zwischen offenen und verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerungen untersucht und untersuchen ihn immer noch (Hunt, & Kingstone, 2003; Moore, Armstrong & Fallah, 2003). Ein Konsens besteht weitgehend dahingehend, dass die verdeckten Verlagerungen der Aufmerksamkeit den Sakkaden vorausgehen oder diese zumindest begleiten (Ansorge, 2000; Awh & Pashler, 2000; Born, Ansorge & Kerzel, 2012; Mazer, 2011).

Um die verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit experimentell zu manipulieren und die ihr zugrunde liegenden Prozesse zu untersuchen wird gängigerweise die Hinweisreizprozedur eingesetzt (vgl. Posner, 1980; Jonides, 1981; Müller & Rabbitt, 1989; Klein, 2000). Sie liefert einerseits Belege für eine bessere Detektions-, Diskriminations- und Identifikationsleistung, als auch den Nachweis der IOR. Sie soll im Folgenden nun illustriert werden.

4. Die Hinweisreizprozedur

In der Hinweisreizprozedur werden Versuchspersonen angehalten während der Untersuchung einen Fixationspunkt zu fixieren. Der Fixationspunkt ist ein zentral in der visuellen Vorlage ausgerichteter visueller Stimulus, z.B. ein Kreuz (Posner, 1980), ein Punkt (Jonides, 1981, Müller & Rabbitt, 1989), oder ein Fixierungsrahmen (Klein, 2000). Im Weiteren werden sukzessiv ein Hinweisreiz (engl.: „cue“) und ein Zielreiz (engl.: „target“) präsentiert. Diese werden in einem Durchgang zusammengefasst. Es erfolgen mehrere Durchgänge in einem Experiment. Eine vereinfachte Darstellung zum besseren Verständnis der Prozedur erfolgt in Abbildung 1.

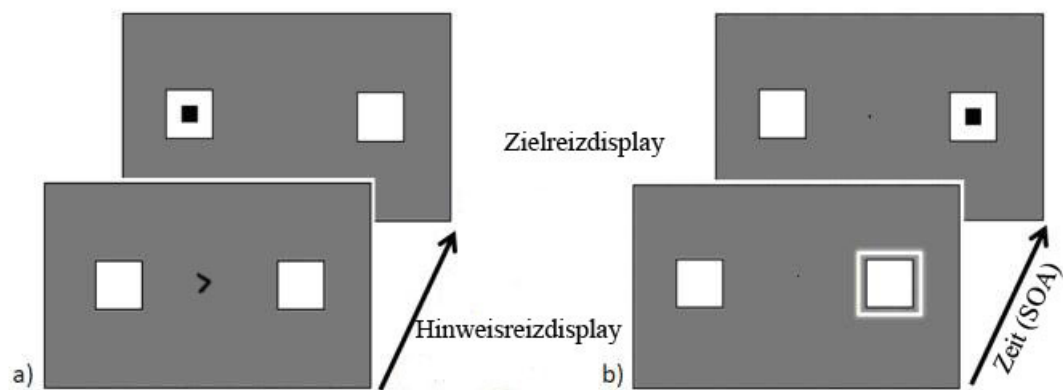


Abbildung 1: Bildliche Darstellung einer typischen Hinweisreizprozedur einer a) nicht-validen Bedingung mit zentralem Hinweisreiz und b) validen Bedingung mit peripherem Hinweisreiz.

Die Aufgabe der Versuchspersonen besteht typischerweise darin, so schnell wie möglich auf einen zuvor definierten visuellen Zielreiz zu reagieren, welcher in der Peripherie der Vorlage dargeboten wird. Die Zielreizposition variiert hierbei von Durchgang zu Durchgang zwischen mindestens zwei bis maximal unendlich vielen Positionen. Üblich sind jedoch zwei (Mulckhuyse et al., 2007), vier (Folk, Remington, & Johnston, 1992) oder acht (Jonides, 1981) Positionen.

Das Charakteristische an der Hinweisreizprozedur ist, dass vor der Präsentation des Zielreizes ein visueller Reiz dargeboten wird, der einen Hinweis über die räumliche Position des Zielreizes liefern kann (i.e. Hinweisreiz). Man unterscheidet zwei Arten von Hinweisreizen, den zentralen und den peripheren Hinweisreiz. Ein plötzlich in der Peripherie aufscheinender einzelner visueller Stimulus (engl.: „abrupt onset singleton“) wird peripherer Hinweisreiz genannt. Er kann einen Hinweis auf die Zielreizposition mittels seiner eigenen Position liefern, wenn er an derselben oder an einer nahe liegenden Position wie der darauf folgende Zielreiz präsentiert wird. Solch eine Bedingung nennt man valide Bedingung. Wird der periphere Hinweisreiz an einer anderen Position als der des darauf folgenden Zielreizes dargeboten, spricht man von einer nicht-validen Bedingung. Der zentrale Hinweisreiz wird zentral in der Vorlage dargeboten. Er kann über seinen symbolischen und/ oder instruierten Gehalt einen Hinweis auf die Position des Zielreizes liefern. So kann beispielsweise ein zentral ausgerichteter Pfeil, der durch seine Spitze auf eine mögliche Zielreizposition hinweist, einen zentralen Hinweisreiz darstellen (vgl. Jonides, 1981). Aber auch die vereinbarte Bedeutung einer Farbe (rot = rechts; blau = links) oder Ziffer („1“ heißt „oben“,

„2“ heißt „rechts“, „3“ heißt „unten“ etc.) kann als Beispiel dienen. Der zentrale Hinweisreiz muss interpretiert werden, um eine Information über die mögliche Zielreizposition zu liefern (Ansorge, 2006). Zeigt der zentrale Hinweisreiz die Position des Zielreizes in einem Durchgang an, spricht man von einer validen Bedingung. Wenn der zentrale Hinweisreiz eine andere Position als die des Zielreizes anzeigt, spricht man von einer nicht-validen Bedingung.

Eine weitere wichtige moderierende Variable in der Hinweisreizprozedur stellt das zeitliche Intervall zwischen dem Beginn des Hinweisreizes und dem Beginn des Zielreizes dar. Dieses Intervall wird als Hinweisreiz-Zielreiz-Beginnzeit-Asynchronismus (engl.: „cue–target onset asynchrony“) bezeichnet, welcher auch mit CTOA abgekürzt wird. Handelt es sich im Allgemeinen um das zeitliche Intervall zwischen dem Präsentationsbeginn von einem visuellen Stimulus und dem eines darauf folgenden Stimulus bezeichnet man dieses als Stimulus-Beginnzeit-Asynchronismus (engl.: „stimulus onset assynchrony“ oder SOA).

4.1 Der Hinweisreizeffekt

Mittels der Hinweisprozedur konnte nachgewiesen werden, dass Versuchspersonen schneller (Jonides, 1981, Posner & Cohen, 1984) und fehlerfreier (Müller & Rabbitt, 1989) auf einen Zielreiz in valider Bedingung reagieren im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen. Es konnten demnach Leistungsverbesserungen festgehalten werden, welche sich aus der Darbietung des Hinweisreizes ergaben. Der Hinweisreiz führt dazu, dass die Aufmerksamkeit vor der Darbietung des Zielreizes auf den Zielreizort ausgerichtet ist und erleichtert somit die Zielreizwahrnehmung im Vergleich zu einer nicht-validen Bedingung, in der der Zielreiz an anderer Position erscheint. Dieser Effekt, der sich durch die Präsentation des Hinweisreizes ergibt wird auch als Hinweisreizeffekt bezeichnet. Er wird der verdeckten Aufmerksamkeit zugeschrieben, weil das Intervall von Hinweisreizpräsentation bis Zielreizpräsentation (CTOA) für Blickbewegungen oft zu kurz ist (Ansorge, 2006; siehe aber Posner & Cohen, 1984).

Die Effekte peripherer plötzlich beginnender Hinweisreize unterscheiden sich hierbei von denen zentraler Hinweisreize. Zentrale Hinweisreize sollten eine willkürliche Positionselektion und absichtliche Verarbeitung bewirken (endogene Aufmerksamkeitskontrolle; siehe aber Ristic, Friesen, & Kingstone, 2002; Tipples,

2002), wohingegen periphere Hinweisreize eine unwillkürliche Aufmerksamkeitsverlagerung und automatische Verarbeitung (exogene Aufmerksamkeitskontrolle) hervorrufen sollen (Posner, 1980). Gerade letztere Annahme, die automatische Verarbeitung von peripheren Hinweisreizen, wird jedoch bis heute debattiert. Denn nicht immer können die Effekte der peripheren Hinweisreize den Kriterien einer automatischen Verarbeitung zugeordnet werden. Es lassen sich hierbei oftmals auch Modulationen durch Absichten nachweisen (Ansorge, 2006; Ruz & Lupiáñez, 2002). Im Folgenden sollen jedoch Belege angeführt werden, die für eine unwillkürliche Selektion und automatische Verarbeitung peripherer Hinweisreize sprechen.

5. Die Effekte peripherer Hinweisreize

Ein Hinweisreizeffekt von peripheren Hinweisreizen konnte unabhängig von der Vorhersagekraft für die valide Zielreizposition nachgewiesen werden (Jonides, 1981; Lambert, Spencer, & Mohindra, 1987). Die Vorhersagekraft eines Hinweisreizes ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit mit der der Hinweisreiz eine Position über mehrere Durchgänge hinweg anzeigt (entweder eine valide Zielreizposition oder aber eine nicht-valide Zielreizposition). Er ist demnach in einem bestimmten Ausmaß informativ für eine Position. Die Versuchspersonen reagierten auf den Zielreiz in validen Bedingungen schneller, und das obwohl der periphere Hinweisreiz genauso häufig oder häufiger die Antizipation eines Zielreizes an einer nicht-validen Position vorhergesagt hatte (Jonides, 1981; Posner & Cohen, 1984; Warner, Juola, & Koshino, 1990). Kürzere Reaktionszeiten in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht validen Bedingungen bei uninformativen peripheren Hinweisreizen werden in der Folge als Validitätseffekt bezeichnet (engl.: „attentional capture“; „cueing- effect“) um klarer hervorzuheben, dass es sich um den Effekt uninformativer Reize handelt. Diesen Reaktionszeitevorteil errechnet man indem man die Reaktionszeiten der validen Bedingung von den Reaktionszeiten nicht-valider Bedingungen abzieht.

Periphere Hinweisreize wirken sogar, wenn Versuchspersonen aufgefordert werden diese nicht zu beachten (Jonides, 1981; Remington et al., 1992). Jonides (1981) spricht in diesem Zusammenhang davon, dass die Verarbeitung peripherer Hinweisreize nicht zu unterdrücken sei (Jonides, 1981). Periphere Hinweisreize scheinen also entgegen einer Absicht selektiert zu werden, die Aufmerksamkeit unwillkürlich

einzufragen. Zentrale Hinweisreize hingegen konnten oftmals erfolgreich ignoriert werden, wurden die Versuchspersonen dazu aufgefordert (Jonides, 1981). Zudem zeigten sich die Effekte zentraler Hinweisreize meist abhängig von der Vorhersagekraft für die valide Zielreizposition (Posner, 1980).

Für eine automatische Verarbeitung peripherer Hinweisreize spricht im Weiteren, dass eine Gedächtnisaufgabe weniger mit den Effekten peripherer Hinweisreize interferierte, als mit denen zentraler Hinweisreize. Müssen sich Versuchspersonen bei der Bearbeitung einer Hinweisreizaufgabe drei, fünf oder sieben Ziffern merken, so mindert dies die Effekte zentraler Hinweisreize mit steigender Anzahl der zu behaltenden Ziffern. Der Effekt peripherer Hinweisreize hingegen ändert sich nicht mit steigender Anzahl der zu behaltenden Ziffern (Jonides, 1981).

Ferner konnten Yantis und Jonides (1984) zeigen, dass bei zunehmender Anzahl an Reizen in der visuellen Vorlage, ein plötzlich einsetzender Zielreiz zu einem Ausbleiben von Reaktionszeitenverzögerungen führte, wobei die Reaktionszeiten sonst mit steigender Anzahl an Stimuli zunehmen müssten. Plötzlich aufscheinende Reize scheinen einen speziellen Status bei Aufmerksamkeitsverlagerungen zu haben (Jonides & Yantis, 1988; siehe aber Yantis, 2000; Yantis & Jonides, 1990).

Ein schnelles Entdecken plötzlich in der Peripherie auftauchender Stimuli kann durchaus von Vorteil sein. Es gewährleistet eine Selektion in Richtung einer möglichen Gefahrenquelle und verhindert eventuell somit ihr Eintreten, indem auf das Ereignis bestmöglich reagiert werden kann (Ansorge, 2006; Yantis, 2000).

6. Zeitliche Aspekte der Verarbeitung und die IOR

Der Validitätseffekt peripherer Hinweisreize zeigt sich schon bei sehr kurzen Intervallen zwischen Hinweisreizpräsentation und Zielreizpräsentation, bis ca. 150 ms (Klein, 2000; Müller & Rabbitt, 1989; Nakayama & Mackeben, 1989; Remington, Johnston & Yantis, 1992). Im Gegensatz dazu ist der Hinweisreizeffekt bei zentralen Hinweisreizen erst nach, und bis zu einem längeren SOA sichtbar (Müller & Rabbitt, 1989). Diese Unterschiede werden auf Unterschiede in der Verarbeitungsdauer zurückgeführt.

Der Validitätseffekt peripherer Hinweisreize macht ab einem SOA von ca. 300 ms der „Unterdrückung der Rückkehr“ (engl.: „inhibition of return“ oder IOR) Platz. Diese

äußert sich in einem langsameren Reagieren auf Zielreize in validen als in nicht-validen Bedingungen (Klein, 2000; Maylor & Hockey, 1985; Posner & Cohen, 1984; Posner, Rafal, Choate, & Vaughan, 1985; Taylor & Klein, 1998). Der Effekt uninformativer peripherer Hinweisreize scheint demnach flüchtig zu sein. Eine anschauliche Darstellung zum Validitätseffekt und zur IOR erfolgt in Abbildung 2.

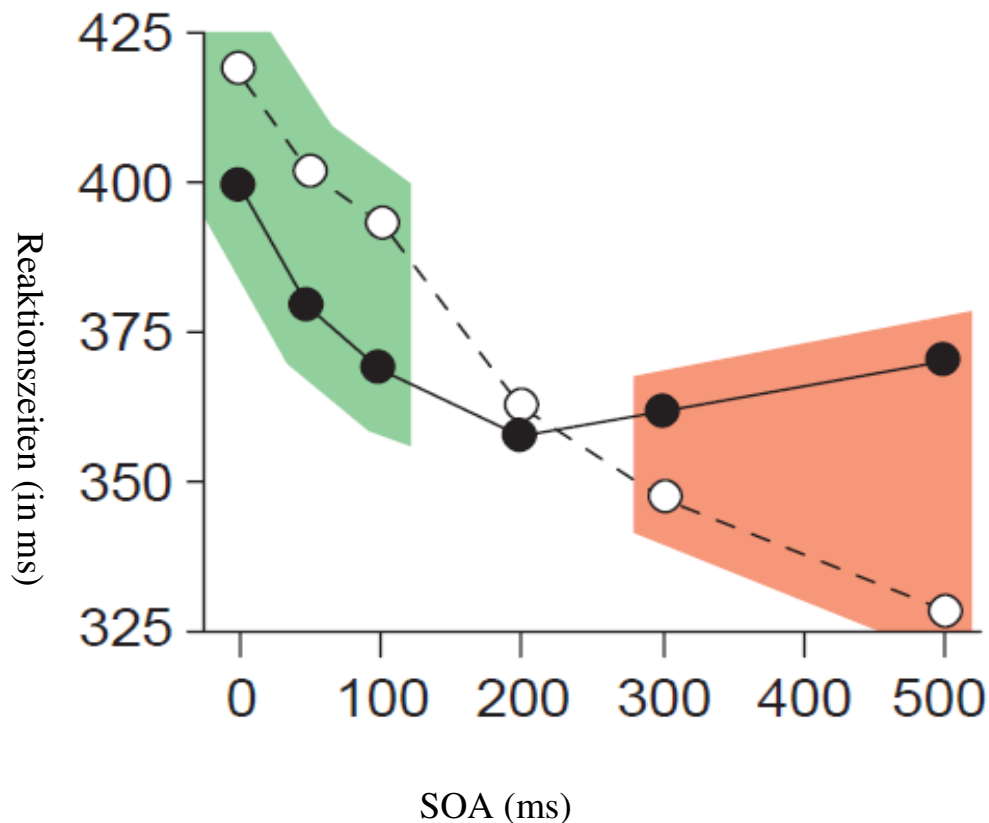


Abbildung 2: Hier sind die Reaktionszeiten in einer Hinweisreizprozedur bei unterschiedlichen SOAs als Linien dargestellt. Die gefüllten Kreise markieren die Reaktionszeiten in der validen Bedingung. Die leeren Kreise stellen die Reaktionszeiten in nicht-validen Bedingungen dar. Schnelleres Antworten auf Zielreize die vom Hinweisreiz angezeigt wurden nach einem SOA (grün) reflektieren den Validitätseffekt (positionsbedingten Erleichterungseffekt, Hinweisreizeffekt). IOR wird reflektiert in dem langsameren Antworten auf die Zielreize die an derselben Position wie der Hinweisreiz präsentiert wurden bei längerem SOA (rot) (abgeändert nach Klein, 2000)

Posner et al. (1985) verbanden mit der IOR die “Unterdrückung der Rückkehr der Aufmerksamkeit” und sahen den Effekt peripherer Hinweisreize durch die räumliche Verlagerung der Aufmerksamkeit erklärt, und die IOR als einen Mechanismus, der eine wiederholte Beachtung einer bereits beachteten Position unterdrückt. Wenn ein peripherer Hinweisreiz erscheint wird die Aufmerksamkeit auf dessen Position verlagert. Folgt die Präsentation des Zielreizes innerhalb eines kurzen Zeitraums später an

derselben Position, ist die Aufmerksamkeit schon vor Ort, was zur erleichterten Wahrnehmung des Zielreizes führt und sich in schnelleren und genaueren Reaktionen auf diesen Zielreiz äußert. Wird der Zielreiz nach einem ausreichend langen zeitlichen Intervall nach dem Hinweisreiz präsentiert, und gibt es einen Anlass die Aufmerksamkeit vom Hinweisreiz zu verlagern, löst sich die Aufmerksamkeit vom Hinweisreiz und wird darin gehemmt zurückzukehren, was sich in langsameren Reaktionszeiten für valide Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen zeigt.

Die Loslösung der Aufmerksamkeit galt lange Zeit als notwendige und hinreichende Bedingung für den IOR-Effekt. Erst nach der Loslösung der Aufmerksamkeit sollte die Position eines Reizes inhibiert werden (Klein, 2000; Lupiáñez, 2010). Im Zuge dessen wurde auch angenommen, dass die IOR die Betrachtung neuer Positionen und Objekte begünstigt, da sie ein neuerliches beachten einer bereits beachteten Position unterdrückt und hemmt (Klein, 2000, Taylor & Klein, 1998).

IOR konnte oft nicht bei zentralen Hinweisreizen oder Hinweisreizen, die eine willentliche Aufmerksamkeitsverlagerung zur Folge hatten, gefunden werden (Posner & Cohen, 1984; Rafal, Calabresi, Brennan, & Sciolto, 1989). Darum wurde davon ausgegangen, dass die IOR zum Teil, wenn nicht immer, auf einem oder mehreren exogenen Prozessen beruht (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010; Rafal et al., 1989; Schreij, Theeuwes & Olivers, 2010; Theeuwes, 2010, siehe aber: Wright & Richard, 2000).

7. Das Konzept der reizgesteuerten Aufmerksamkeit

Im Konzept der reizgesteuerten Selektion nach Theeuwes (2010) wird angenommen, dass alles was innerhalb eines endogen oder top-down modulierbaren Aufmerksamkeitsfensters fällt, auf Basis von exogenen oder bottom-up Faktoren, wie z.B. der Salienz, zur weiteren Verarbeitung selektiert wird. Der Begriff der Salienz geht hierbei auf das Ausmaß des Herausstechens und der Auffälligkeit eines Stimulus oder einer Region zurück und wird zum Beispiel im Salienz-Modell der Aufmerksamkeit von Itti und Koch (2001) konzeptualisiert. Koch und Ullman (1985) halten fest, dass die Salienz einer Position primär dadurch determiniert wird, wie unterschiedlich diese Position in der Summe in der Farbe, Orientierung und Helligkeit von anderen ist. Es

handelt sich also um Positionen deren lokale visuelle Merkmale signifikant von anderen abweichen, in einer oder mehreren Dimensionen.

Die Aufmerksamkeit wird auf diejenige Position verlagert, welche am salientesten ist. Erst nach dieser anfänglichen Selektion können top-down Faktoren eine Rolle spielen. Top-down Faktoren können eine schnelle Entkoppelung der Aufmerksamkeit bewirken, wenn der Reiz nicht den Kriterien eines Zielreizes entspricht (vgl. engl.: „rapid disengagement“; Ivanoff & Klein, 2003). Entspricht ein Reiz den Kriterien eines gesuchten Objekts, verweilt die Aufmerksamkeit länger an dessen Position, um die Eigenschaften mit dem aktuellen Suchvorhaben zu vergleichen. Diese Annahmen werden in der Reallokationshypothese zusammengefasst (Belopolsky, Schreij & Theeuwes, 2010; Schreij, Owens, & Theeuwes, 2008; Theeuwes, 2010, siehe aber Ansorge et al., 2011). Die anfängliche Selektion kann hierbei innerhalb von nur wenigen Millisekunden vollzogen sein. Die Aufmerksamkeit wird in der Folge auf die nächstsalientere Position verlagert, wobei die vorherige Position zur neuerlichen Betrachtung inhibiert wird (IOR). Nur nachdem die Aufmerksamkeit auf die Position des salientesten Stimulus verlagert wird, wird ihre Identität (z.B. die Form, die Farbe) verfügbar.

Nach diesem Konzept können Einzelreize (engl.: „singletons“) eine unwillkürliche Aufmerksamkeitsverlagerung nach sich ziehen, weil sie in hohem Grade salient sind (Itti & Koch, 2001; Mulckhuyse & Theeuwes, 2010; Theeuwes, 2010). Einzelreize sind einzelne visuelle Stimuli, die sich durch einen hohen lokalen Reizmerkmalskontrast von allen alternativen Positionen unterscheiden (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). Die Merkmale hierfür können statischer Natur sein und die Farbe, die Form, die Ausrichtung, die Größe oder die Helligkeit betreffen. Ein Farb-Einzelreiz ist beispielsweise ein roter Kreis unter weißen Kreisen. Ein Ausrichtungs-Einzelreiz hebt sich durch seine Ausrichtung vom Rest der Szene ab, zum Beispiel als ein vertikaler Balken unter horizontalen Balken. Sie können aber auch durch dynamische Merkmale, wie z.B. einen plötzlichen Beginn (engl.: „onset singleton“; Yantis & Jonides, 1984) oder der Initiierung von Bewegung (Abrams & Christ, 2006) gekennzeichnet sein (Burnham, 2007, Rauschenberger, 2003). Die Effekte von plötzlich aufscheinenden Einzelreizen wurden in Abschnitt 5 dargelegt. Sie stellen im Zusammenhang mit dem reizgesteuerten Konzept einen Sonderfall von Salienz dar.

Nachweise für die unwillkürlichen Effekte von statischen Merkmalseinzelreizen (engl.: „feature singleton“) ergaben vor allem das Distraktoreninterferenzparadigma

(engl.: „distractor interference paradigma“; Burnham, 2007; oder auch „additional singleton paradigma“ nach Folk & Remington, 2010). Bei der Suche nach einem gewissen Reizmerkmal (z.B. der Form eines Stimulus) interferiert die zeitgleiche Präsentation eines irrelevanten salienten Einzelreizes mit dieser und bewirkt eine Reaktionszeitenverzögerung auf das Suchobjekt (Theeuwes, 1992, 1994). Bei Theeuwes (1992) beispielsweise wurden die Versuchspersonen instruiert nach einem grünen Kreis zu suchen und die Ausrichtung der in diesem Kreis befindlichen Linie anzugeben. Der grüne Kreis wurde unter grünen Quadraten (grüner Kreis: Form-Einzelreiz) in der Anordnung eines imaginären Kreises um einen Fixationspunkt dargeboten. Wurde ein rotes Quadrat (Distraktor) simultan mit grünen Quadraten und dem grünen Kreis (Zielreiz) präsentiert, verlangsamten sich die Reaktionszeiten auf den Zielreiz, obwohl er irrelevant für die Aufgabe war. Auch nach häufigem Üben ließ sich dieser Effekt nicht reduzieren. Ein salienter irrelevanter Stimulus interferierte mit der Reaktionsschnelligkeit. Diese Reaktionszeitunterschiede werden mittels einer unwillkürlichen Aufmerksamkeitsverlagerung erklärt. Bevor die Aufmerksamkeit auf den Zielreiz gerichtet wird, fängt der irrelevante saliente Farb-Einzelreiz die Aufmerksamkeit unwillkürlich ein (Theeuwes, 1994; Theeuwes, Atchley, & Kramer, 2000).

Mulckhuyse und Theeuwes (2010) gehen nun davon aus, dass die IOR und der exogene Aufmerksamkeitseinfang zwei zusammengehörende Prozesse sind und die IOR nur nachweisbar wird, wenn die Aufmerksamkeit exogen eingefangen wurde. Es handelt sich nach ihnen um einen Prozess des anfänglichen Aktivierens und darauf folgenden Unterdrückens einer validen Positionsrepräsentation innerhalb der Verarbeitung der visuellen Informationen in den kortikalen Strukturen (Fuchs & Ansorge, 2012). IOR wird in diesem Zusammenhang als Kennzeichen der exogenen Aufmerksamkeit betrachtet, als Produkt eines reflexiven, unwillkürlichen Orientierungssystems (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010).

8. Die Kontingenzhypothese und die Suchabsicht

Der Annahme, dass saliente Stimuli die Aufmerksamkeit unwillkürlich anziehen können, stehen jedoch andere Hypothesen gegenüber. Eine davon ist die Kontingenzhypothese der unwillkürlichen Aufmerksamkeitsverlagerung (engl.: „contingent involuntary orienting hypothese“) von Folk, Remington, und Johnston

(1992). Es konnte nämlich gezeigt werden, dass uninformative saliente visuelle Stimuli nicht unbedingt die Aufmerksamkeit einfangen, sondern in Abhängigkeit ihrer Passung zur (Such-)Absicht selektiert werden (Folk & Remington, 1998; Folk et al., 1992).

In der Untersuchung von Folk et al. (1992) mit einer Hinweisreizprozedur präsentierten sie in einem Block Zielreize, die durch ihren plötzlichen Beginn (engl.: „abrupt onsets“) gekennzeichnet waren und in einem anderen Block Zielreize, die durch eine bestimmte Farbe gekennzeichnet waren. Die Untersuchungsteilnehmer sollten demnach eine Absicht zur Selektion von Stimuli bilden, die durch einen plötzlichen Beginn, oder durch die Farbe gekennzeichnet ist. Die Probanden wussten in jedem Block, welches Merkmal den Zielreiz kennzeichnete. Die jeweiligen Zielreize wurden an einer von vier Positionen präsentiert. Vor den Zielreizen wurden jeweils zwei unterschiedliche Arten von Hinweisreizen dargeboten. Hinweisreize, die entweder durch ihren plötzlichen Beginn, oder Hinweisreize, die durch eine Farbe gekennzeichnet waren. Die valide Bedingung trat zu 25 % auf. Es gab demnach keinen Anlass für die willkürliche Selektion der Hinweisreize. Es kam zu einem Validitätseffekt plötzlich erscheinender Zielreize nur dann, wenn auch der Hinweisreiz plötzlich erschien. Wenn dem plötzlich beginnenden Zielreiz jedoch ein durch eine Farbe definierter Hinweisreiz vorausging, konnte kein Effekt festgehalten werden. Der Validitätseffekt zeigte sich ferner bei Verwendung von Zielreizen, die durch ihre Farbe gekennzeichnet waren, bei vorausgehenden farbigen Hinweisreizen, nicht aber bei plötzlich beginnenden Hinweisreizen. Das heißt, dass wenn nach einem roten Zielreiz gesucht wurde, unwillkürlich die Position des roten Hinweisreizes selektiert wurde, aber die Hinweisreize, die durch einen plötzlichen Beginn gekennzeichnet waren erfolgreich ignoriert werden konnten. Hier konnte kein Effekt auf die Reaktionsschnelligkeit festgehalten werden. Sollten die Versuchspersonen nach einem Zielreiz suchen, der durch einen plötzlichen Beginn gekennzeichnet war, konnte ein Validitätseffekt bei Verwendung von plötzlich beginnenden Hinweisreizen festgehalten werden, nicht jedoch bei vorausgehender Darbietung von farbigen Hinweisreizen. Folk et al. (1992) gingen in diesem Zusammenhang nun davon aus, dass die Merkmale des Zielreizes und die Entwicklung von Absichten zur Suche derartiger Merkmale entscheidend für die Selektion von Hinweisreizen und der dazugehörigen Effekte seien. Sie vermuteten eine Aufmerksamkeitskontrolleinstellung, durch welche die Selektion von kritischen, suchabsichtspassenden Eigenschaften unwillkürlich erfolgt, unabhängig davon, ob es sich dabei um den Zielreiz handelt oder nicht. Nur bei Übereinstimmung (Kontingenz)

von Zielreiz- und Hinweisreizeigenschaften käme es demnach zum Nachweis eines Validitätseffekts (Kontingenzeinfang; engl.: „contingent capture“). Folgeuntersuchungen konnten diese Annahme bestätigen (Ansorge & Heumann, 2003; Folk & Remington 1998).

Eine weitere Art der Absichtsabhängigkeit bei der Selektion salienter visueller Stimuli konstatierten Bacon und Egeth (1994). Sie gingen davon aus, dass man eine Aufmerksamkeitskontrolleinstellung für die Suche nach einem Stimulus im Einzelreiz-Status (engl.: „singleton detection mode“) oder einen Eigenschaftssuchmodus (engl.: „feature search mode“) ausbilden könnte und dass derartige Suchmodi auch verantwortlich seien für etwaige Effekte auf die Aufmerksamkeit. Bacon und Egeth (1994) konnten nachweisen, dass ein irrelevanter salienter Farb-Einzelreiz keine Reaktionszeitenverzögerungen auf einen Zielreiz bewirkte, wenn ein Formzielreiz unter heterogenen Formreizen präsentiert wurde. Sie argumentierten, dass unter derartigen Bedingungen Versuchspersonen sich gezwungen sahen eine spezifische Form zu suchen und demnach einen Eigenschaftssuchmodus (engl.: „feature search mode“) adaptierten. Im Gegensatz dazu bilden die Versuchspersonen einen Einzelreizdetektionsmodus aus, wenn der Zielreiz konsistent unter homogenen Distraktoren präsentiert wird, bei welchem das System auf Stimuli im Einzelreizstatus generell reagiert, unabhängig von der Eigenschaftsdimension durch welche der Einzelreiz definiert ist. Hierbei lassen sie sich auch von irrelevanten Distraktoreinzelreizen ablenken.

Zusammengenommen konnten Reaktionszeiteffekte von peripheren Hinweisreizen oftmals nur in Abhängigkeit ihrer Passung zur Suchabsicht festgehalten werden. Dies stellt die Annahme eines exogenen Einfangs der Aufmerksamkeit in Frage und führt in weiterer Konsequenz zu einer Prüfung der Annahme eines Zusammenhangs von exogenem Einfang und der IOR als Kennzeichen dieses Einfangs.

9. Die IOR und die Absichtsabhängigkeit

Die IOR, als Effekt der langsameren Reaktionen auf Zielreize in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen, ist keinesfalls ein robustes Phänomen, welches immer nach exogenen Positionsselektionen nachgewiesen werden konnte (Lupiañez, 2010). So konnten Reaktionszeitenhemmungen an validen Positionen auch ohne Validitätseffekte nach aufgabenirrelevanten Hinweisreizen bei kürzeren SOAs aufgezeigt werden. Ebenso konnte oft keine IOR bei langem SOA in

Hinweisreizprozeduren gefunden werden, bei denen exogene Positionsselektionen bei kurzen SOAs nachgewiesen werden konnten (Tassinari, Aglioti, Chelazzi, Peru, & Berlucchi, 1994; Tian, Klein, Satel, Xu, & Yao, 2011).

Die Befunde und Interpretationen zu den Ursachen und zugrunde liegenden Mechanismen der IOR gehen auseinander (für eine Übersicht siehe Klein, 2000; Lupiáñez, 2010; Lupiáñez, Klein, & Bartolomeo, 2006). Während einige Wissenschaftler die IOR als einen dem reflexiven und exogenen System zugehörigen Effekt betrachten (siehe Abschnitt 6 und 7), postulieren andere, dass die IOR durch die Absichten und Strategien einer Person modulierbar sei und bei top-down kontingenten Hinweisreizen auftritt (Gibson & Amelio, 2000).

Gibson und Amelio (2000) beispielsweise zeigten, dass plötzlich beginnende Reize nur dann zu einem Validitätseffekt bei kurzem SOA, und einer IOR bei langem SOA führten, wenn die Versuchspersonen nach einem plötzlich beginnenden Reiz suchten. Ein Validitätseffekt und eine IOR konnten jedoch nicht bei Verwendung plötzlich beginnender Hinweisreize nachgewiesen werden, wenn die Zielreize durch eine Farbe definiert waren und die Versuchspersonen angehalten wurden nach einer Farbe zu suchen. Gibson und Amelio (2000) gingen nun davon aus, dass sowohl die schnelleren Reaktionen in validen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen als auch die IOR bei langem SOA auf der Kontingenz der Eigenschaften der Hinweisreize und der Suchabsicht der Probanden beruhte (siehe auch Pratt, Sekular, & McAuliffe, 2001; Prinzmetal, Taylor, Myers, & Nguyen-Espino, 2011).

Pratt und McAuliffe (2002) hingegen demonstrierten, dass ein plötzlich aufscheinender Hinweisreiz zu einer IOR führen kann, auch wenn der Zielreiz durch eine Farbe definiert ist und Versuchspersonen angehalten werden nach einem Farbzielreiz zu suchen (siehe auch Schreij et al., 2010).

10. Die Ursachen der IOR und alternative Vorstellungen

Die IOR wird auch in Zusammenhang mit anderen Faktoren und Komponenten, als denen der Aufmerksamkeitsverlagerung gebracht und betrachtet. So wird sie z.B. auch auf motorische und sensorische Prozesse und Ursachen zurückgeführt, als auch in Verbindung mit dem Arbeitsgedächtnis gebracht (Birmingham & Pratt, 2005, Klein, 2000).

Die IOR konnte fallweise an Positionen nachgewiesen werden, die willentlich mit Aufmerksamkeit bedacht wurden (Berlucchi, Chelazzi, & Tassinari, 2000; Chica,

Lupiáñez, & Bartolomeo, 2006; Lupiáñez et al., 2004). Reaktionszeithemmungen an validen Zielreizpositionen im Vergleich zu nicht-validen Zielreizpositionen währten fort, wenn die Aufmerksamkeit willentlich an der validen Position während der Zielreizpräsentation verweilte. Dies konnte sowohl an validen fovealen Positionen (Maylor & Hockey, 1985; Mele, Berlucchi, & Peru, 2012), als auch an validen peripheren Positionen (Berger, Henik, & Rafal, 2005; Lupiáñez et al., 2004) nachgewiesen werden, was eine Notwendigkeit einer zwischenzeitlichen Aufmerksamkeitsloslösung fraglich macht. In Übereinstimmung damit zeigte sich die IOR schon bei recht kurzem SOA von nur wenigen Millisekunden (Tassinari & Berlucchi, 1993). Anderson und Folk (2012) sprechen sich gegen ein sehr schnelles Loslösen der Aufmerksamkeit von Hinweisreizen mit Eigenschaften die die Versuchspersonen ignorieren sollen aus. Sie vermuten, dass die IOR dadurch zustande kommt, dass eine top-down eigenschaftsbasierte Unterdrückung, als Funktion eines „zu-ignorierenden-Status“ des Hinweisreizes unabhängig von dem ob die Aufmerksamkeit vom Hinweisreiz eingefangen wurde oder nicht, zum IOR Effekt führt.

Da die IOR bei offenen Aufmerksamkeitsverlagerungen besonders ausgeprägt ist (z.B. Sakkadenlatenzen; Pratt & Neggers, 2008) und auftritt, wenn diese vorbereitet, aber nicht ausgeführt wurden, vertrat man die Ansicht, dass die IOR mitunter durch die Inhibierung der Aktivierung eines okulomotorischen Programms auftritt. So konnten Rafal et al. (1989) beispielsweise zeigen, dass wenn ein zentraler Pfeil die Augenbewegungen von Probanden aktivieren sollte, die Ausführung jedoch unterbrochen wurde, eine IOR an der zu beachteten Stelle nachweisbar wurde. Neuere Forschungsergebnisse als auch eine Replikation der Studie von Rafal et al. (1989) legen jedoch keine Beteiligung einer Sakkadenvorbereitung an der IOR nahe, sondern sehen lediglich eine tatsächliche Exekution der Sakkade in Zusammenhang mit dem Auftreten einer IOR (Chica, Klein, Rafal, & Hopfinger, 2010; Smith, Schenk, & Rorden, 2012). Chica, Taylor, Lupiáñez, & Klein (2010) sehen diese motorische IOR in Zusammenhang mit Aufgabenstellungen, in denen eine Aktivierung oder Inhibierung eines motorischen Programms erforderlich ist, d.h. in Aufgaben mit sakkadischem Antwortformat. Bei Aufgabenstellungen in denen Augenbewegungen unterbunden werden, sind aufmerksamkeitsbezogene als auch wahrnehmungspsychologische Verarbeitungsstrukturen für das langsamere Antworten auf valide Positionen im Vergleich zu nicht-validen Positionen verantwortlich.

Manche Wissenschaftler sind der Ansicht, dass die IOR eine Art von Habituation (d.h. Gewöhnung) der Orientierungsantwort widerspiegelt (Dukewich, 2009; Hu, Samuel, & Chan, 2011). Die typischen Reaktionszeitverzögerungen in einer Hinweisreizprozedur werden hierbei mitunter auf das Phänomen der Habituation zurückgeführt, bei welcher eine wiederholte Darbietung eines dem Zielreiz ähnlichen Reizes (z.B. der Hinweisreiz) zu einer abgeschwächten Aufmerksamkeitsverlagerung zum Zielreiz hin führt. Derartige Reaktionszeitenverzögerungen können bei Positionswiederholungen als auch Eigenschaftswiederholungen (wie einer Farbe) auftreten (Hu et al., 2011). Die Habituation ist am stärksten ausgeprägt für gleichartige Stimuluswiederholungen, mit abnehmender Gewöhnung, wenn der Stimulus sich zwischen den Darbietungen unterscheidet. Die Reaktionszeitenvorteile in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen, wie der Validitätseffekt, werden hierbei darauf zurückgeführt, dass die Verarbeitung des Zielreizes erleichtert wird, weil er sich eine gewisse Zeit die Verarbeitung mit dem Hinweisreiz teilt, wenn diese zeitlich und räumlich nahe genug beieinander sind.

Eine etwas andere Modellvorstellung zur IOR liefert Lupiáñez (2010). Nach ihm bestimmen drei Faktoren oder Prozesse den Ausgang von Reaktionszeiten in einer experimentellen Situation, wie der der Hinweisreizprozedur. Zum einen die räumliche Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen peripheren visuellen Stimulus, welche die Zielreizwahrnehmung erleichtert (engl.: „spatial orienting benefit“). Zum anderen ein räumlicher Selektionsvorteil (engl.: „spatial selection benefit“), welcher darauf beruht, dass der Zielreiz bei räumlicher, zeitlicher und visueller Nähe zum Hinweisreiz zu einer gemeinsamen Objektdaten (engl.: „object file“) integriert werden kann und dies Zielreizdiskriminationsprozesse begünstigt. Die Darbietung eines peripheren Hinweisreizes generiert hierbei eine Objektdaten. Eine Objektdaten ist eine temporäre Repräsentation eines Objekts (Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992). Die Antwort auf den folgenden Zielreiz wird dabei dadurch bestimmt, wie ähnlich Hinweisreiz und Zielreiz einander sind. Wenn der Zielreiz dem Hinweisreiz zeitlich, räumlich und visuell ähnelt, wird er wahrscheinlicher als Update des Hinweisreizes gehandhabt, wie als einzelnes Objekt mit eigener einzelner Objektdaten. Diese eventuelle Integration kann jedoch auch zu Detektionskosten des Zielreizes führen (engl.: „onset detection cost“), welche darauf gründen, dass der Zielreiz bei Ähnlichkeit zum Hinweisreiz nur schwieriger von diesem getrennt wahrgenommen werden kann. Diese drei Prozesse

haben unterschiedliche Zeitverläufe und tragen je nach Aufgabenstellung unterschiedlich zu den Reaktionszeitleistungen in einer Hinweisreizprozedur bei.

11. Bewusstheit: Zum Einfluss der Sichtbarkeit auf den Validitätseffekt und die IOR

Studien mit unterschwelligem und nicht sichtbarem peripheren Hinweisreizen konnten einen Hinweisreizeffekt nachweisen (Ansorge & Heumann, 2003; McCormick, 1997) und obwohl das Hemmen /Unterdrücken irrelevanter Information oft als ein bewusster Vorgang verstanden wird (Baars, 2002; Fuchs & Ansorge, 2012), zeigte sich auch bei subliminalen Stimuli eine IOR (Ivanoff & Klein, 2003; Mele, Savazzi, Marzi, & Berlucchi, 2008; Mulckhuyse et al., 2007). Bei der unbewussten Aufmerksamkeitsverlagerungen und IOR bemerken die Menschen die ihnen präsentierten visuellen Stimuli nicht. Die Reize sind beispielsweise zu klein oder undeutlich, oder aber sie werden nur sehr kurzzeitig oder während einer Sakkade (i.e. sakkadische Suppression) dargeboten, als dass sie bewusst erkannt werden. Die Sichtbarkeit eines Reizes kann aber auch durch die zeit- und ortsnahe oder überlappende Präsentation eines anderen, sprich maskierenden Stimulus, eingeschränkt werden. Derartiges experimentelles Vorgehen wird visuelle Maskierung genannt (für einen Überblick: Breitmeyer & Ogmen, 2000, 2006). Bei der Rückwärtsmaskierung beispielsweise wird ein visueller Reiz sehr kurzzeitig präsentiert und im direkten Anschluss wird ein zweiter visueller Stimulus (die Maske) an derselben oder nahe gelegener Position präsentiert. Durch diese Maske wird die Sichtbarkeit des ersten Stimulus eingeschränkt, wenn nicht sogar beseitigt, vermutlich weil die Verarbeitung des ersten Stimulus durch die Maske überschrieben wird (Breitmeyer, 1984).

Die Debatte um den Einfluss der endogenen und exogenen Aufmerksamkeitskontrolle lässt sich auf die unbewusste Aufmerksamkeitsverlagerung und unbewusste IOR ausweiten. Bei der unbewussten Aufmerksamkeitsverlagerung findet die Selektion einer visuell-räumlichen Position in der visuellen Vorlage statt ohne bewusst zu werden (Ansorge et al., 2011). Dies spiegelt sich in veränderten Detektions- und Diskriminationsleistungen oder auch in unbewusst vollzogenen Sakkaden wider (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). Bei der unbewussten IOR zeigen sich verzögerte Reaktionen auf valide Positionen im Vergleich zu nicht-validen Positionen bei subliminal präsentierten Stimuli. Während manche Wissenschaftler von unbewussten

exogenen oder reizgesteuerten Aufmerksamkeitsverlagerungen ausgehen (McCormick, 1997; Mulckhuyse et al. 2007; Mulckhuyse & Theeuwes, 2010), meinen andere, dass unbewusste Positionsselektionen eine Form des top-down kontingenten oder absichtsabhängigen Aufmerksamkeitseinfangs darstellen (Ansorge, Horstmann, & Worschech, 2010; Ansorge et al., 2011; Ansorge & Neumann, 2005).

Wie eingangs schon angemerkt, sahen Posner und Snyder (1975) keine Notwendigkeit darin, dass exogene Prozesse bewusst ablaufen. Das heißt jedoch nicht, dass unbewusste Prozesse nicht auch durch Absichten moduliert werden können. Nach der Theorie der Direkten Parameterspezifikation (Neumann, 1990) können kritische subliminale Stimuli gemäß zuvor gebildeter Intentionen und Absichten selektiert und verarbeitet werden und Auswirkungen auf das Verhalten haben. Ihre Verarbeitung findet unbewusst und scheinbar automatisch statt, basiert jedoch auf einer inneren Reaktionsrepräsentation, die mit der Aufgabeninstruktion gebildet wurde (Fuchs et al., in press). Im Folgenden sollen die unterschiedlichen Ergebnisse zum Validitätseffekt und zur IOR bei subliminalen Stimuli dargestellt und diskutiert werden.

11.1 Experimente mit subliminal dargebotenen Stimuli

McCormick (1997) präsentierte sichtbare (i.e. supraliminale) und subjektiv nicht sichtbare (i.e. subliminale) periphere Hinweisreize, die für eine nicht-valide Position informativ waren. Um die Stimuli subliminal zu gestalten, veränderte er die Umgebungsbeleuchtung, sowie den Kontrast und die Helligkeit der verwendeten Stimuli. Die Zielreize erschienen häufiger an der dem Hinweisreiz gegenüberliegenden Position bei zwei möglichen Zielreizpositionen, was den Versuchspersonen auch mitgeteilt wurde. Lediglich in 15 % der Fälle erschien der Hinweisreiz an derselben Position wie der Zielreiz. Während die Versuchspersonen bei sichtbaren Hinweisreizen die Vorhersagekraft dieser nutzen konnten und ihre Aufmerksamkeit auf die dem Hinweisreiz gegenüberliegende Position verlagern konnten, zeigte sich bei subliminalen peripheren Hinweisreizen ein anderes Muster. Subliminale periphere Hinweisreize bedingten schnellere Reaktionszeiten auf den Zielreiz in valider/unerwarteter Bedingung im Vergleich zu einer nicht-validen/erwarteten Bedingung. In den Experimenten von McCormick konnte keine IOR nachgewiesen werden für subliminale periphere Hinweisreize bei einem SOA von 500 und 1000 ms.

Mulckhuyse und Theeuwes (2010), die in der IOR ein Kennzeichen des exogenen Aufmerksamkeitseinfangs sehen, führen den fehlenden Nachweis von IOR bei McCormick (1997) zurück auf den Aufbau des Experiments. Sie sehen eine Suchabsichtspassung in den Hinweisreizen und schließen damit den exogenen Aufmerksamkeitseinfang in der Studie von McCormick (1997) aus. Zum einen waren die Hinweisreize von Aufgabenrelevanz, weil sie die Position des Zielreizes vorhersagten und zum anderen, weil die Versuchspersonen nach jedem Durchgang befragt wurden ob sie den Hinweisreiz haben sehen können.

Ivanoff und Klein (2003) replizierten die Studie von McCormick (1997), führten jedoch ein paar Modifikationen durch. Sie maskierten die Darbietung peripherer Hinweisreize in manchen Durchgängen, um diese nicht sichtbar zu machen und verglichen einerseits Bedingungen, in denen die Versuchspersonen rückmelden mussten, ob sie den subliminalen peripheren Hinweisreiz haben sehen können, mit Bedingungen, in denen die Versuchspersonen dies nicht tun mussten und andererseits gestalteten sie die Hinweisreize uninformativ hinsichtlich der Zielreizposition. Sie konnten keinen Validitätseffekt für uninformative periphere Hinweisreize finden, aber eine IOR, wenn die Versuchspersonen die Sichtbarkeit des Hinweisreizes nicht rückmelden mussten. In Bedingungen in denen die Versuchspersonen von einer möglichen Anwesenheit des Hinweisreizes nach jedem Durchgang berichten mussten, konnten sie einen Validitätseffekt, aber keine IOR finden. IOR, so folgerten sie, sei reizgesteuert, weil sie nur in erstgenannter Bedingung nachweisbar war. Im Weiteren konstatierten sie, dass wenn die Sichtbarkeit des Hinweisreizes Teil der Aufgabenstellung war und rückgemeldet werden sollte, die Aufmerksamkeit endogen moduliert werden konnte.

Ansorge und Kollegen (2010) untersuchten mögliche Suchabsichtsabhängigkeiten der Selektion subliminaler Stimuli und manipulierten die Übereinstimmung von Merkmalen zwischen maskierten Hinweisreizen und Zielreizen und fanden nur bei Passung der Eigenschaften zu den Suchabsichten Validitätseffekte. Dies bekräftigt die Annahme, dass Absichten auch einen Einfluss auf die Selektion subliminaler Stimuli nehmen können. Ferner konnte festgehalten werden, dass derartige Selektionen nicht auf der Salienz der subliminalen Stimuli basierten (siehe auch Ansorge, Kiss, & Eimer, 2009; Ansorge & Neumann, 2005).

Mulckhuyse et al. (2007) hingegen konstatieren den Nachweis exogener und reizgetriebener Positionsselektionen und IOR bei subliminalen Stimuli mit ihrer Methode erbracht zu haben (näheres dazu im nächsten Abschnitt).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bis heute debattiert wird welchen Einfluss Absichten auf die Selektion unbewusster Stimuli nehmen und inwieweit unbewusste Aufmerksamkeitsverlagerungen reizgetrieben sind. Es zeigen sich zunehmend Absichtsabhängigkeiten bei der Selektion und Verarbeitung subliminaler Stimuli (Ansorge et al., 2010, Ansorge et al., 2011, Ansorge et al., 2009). Der Einfluss den subliminale Stimuli auf die Entstehung der IOR einnehmen ist noch wenig erforscht und bedarf weiterer Überprüfungen. Diese Arbeit soll einen Beitrag zur bestehenden Debatte leisten, welcher im Folgenden näher dargelegt und erläutert werden soll.

II. Fragestellung

2.1 Herleitung der Fragestellung

Anlass und Ausgangspunkt der hier bearbeiteten Fragestellung und des im Zuge dieser Diplomarbeit durchgeführten Experiments waren die Interpretationen zu den Befunden der Studie von Mulckhuyse et al. (2007) seitens Mulckhuyse und Theeuwes (2010). Im Ersten Teil dieses Abschnittes soll deshalb die Methode und ein Teil der Ergebnisse der Studie von Mulckhuyse et al. (2007) illustriert werden. In Folge wird auf den Anlass der Durchführung einiger Experimente an der Universität Wien eingegangen werden, worunter sich auch das Experiment dieser Arbeit gliedert. Abschließend wird auf die Fragestellung und auf die sich daraus ergebenden Hypothesen eingegangen werden.

Mulckhuyse et al. (2007): Grabbing attention without knowing: Automatic capture of attention by subliminal spatial cues.

Die Versuchspersonen in der Untersuchung von Mulckhuyse et al. (2007) sollten einen schwarzen Zielreiz detektieren, der in der Peripherie der Vorlage dargeboten wurde. Eine Darstellung zur Prozedur ist in Abbildung 3 gegeben.

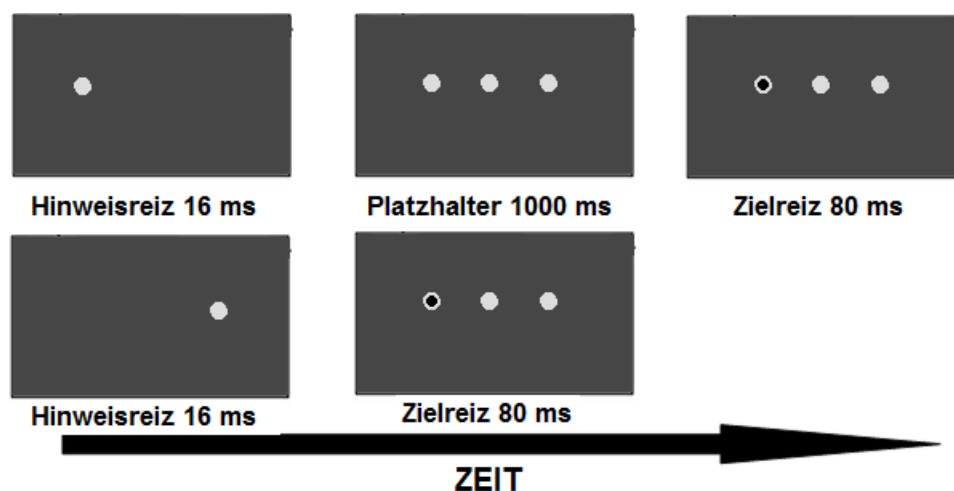


Abbildung 3: Schematische Darstellung der wesentlichen Displayfolgen bei Mulckhuyse et al. (2007). Die obere Abfolge zeigt eine valide Bedingung bei einem langen SOA von 1000 ms. Die untere Folge illustriert eine nicht-valide Bedingung mit direkter Präsentation des Zielreizes nach dem Hinweisreiz (SOA = 0 ms).

Das visuelle Stimulusmaterial bei Mulckhuyse et al. (2007) wurde auf dunkelgrauem Bildschirmhintergrund dargeboten. Jeder Durchgang begann mit einem schwarzen Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms. Dieses wurde 1000 ms präsentiert. Daraufhin verschwand das Fixationskreuz für 200 ms und eine Scheibe (i.e. Hinweisreiz) wurde rechts oder links vom Fixationskreuz dargeboten. Diese Scheibe war grau und wurde 16 ms vor zwei weiteren Scheiben (i.e. Platzhalter) dargeboten, welche von gleicher Größe, Farbe und Helligkeit waren wie die erste Scheibe. Angezeigt wurde folglich ein Display mit drei horizontal ausgerichteten gleichen Scheiben. Für die Versuchspersonen wirkte es so, als seien die drei Scheiben gleichzeitig präsentiert worden. Das vorzeitige Auftreten der ersten Scheibe nahmen die Versuchspersonen nicht bewusst wahr. Die kurze Zeit später darauf folgende Darbietung der beiden anderen Stimuli machte den vorzeitigen Beginn der ersten Scheibe unsichtbar für die Versuchspersonen. Dies gründet auf der so genannten Flimmerverschmelzung (engl.: „flicker fusion“), bei welcher ein zeitlich versetzter Beginn von Lichtreizen als durchgehend aufgefasst wird, wenn nicht genügend Zeit zwischen den verschiedenen Reizen liegt, um sie versetzt beginnend wahrnehmen zu können. Mulckhuyse et al. (2007) erklären dies mit dem neurobiologischen Modell der visuellen Aufmerksamkeit und Bewusstheit von Lamme (2003). Nach diesem führen visuelle Stimuli zu einem Vorwärtsschwung (engl.: „feedforward sweep“, FFS), also einer sukzessiver Aktivierung von Zellen der kortikalen Strukturen, welche unbewusst verläuft. Visuelle Bewusstheit entsteht erst durch nachfolgende rückgekoppelte Verarbeitung (engl.: „recurrent processing“, oder RP). Hiernach unterbindet die visuelle Information der drei Scheiben somit die rückgekoppelte Verarbeitung der ersten Scheibe (Lamme & Roelfsema, 2000).

Der Zielreiz bei Mulckhuyse et al. (2007) wurde entweder zeitgleich mit den anderen beiden Scheiben präsentiert oder nach einem SOA von 1000 ms. Er bestand aus einem schwarzen Punkt, welcher entweder innerhalb der linken oder der rechten Scheibe präsentiert wurde. Der periphere Hinweisreiz sagte die Position des Zielreizes nicht überzufällig häufig vorher und die Probanden wurden über das vorzeitige Erscheinen dieses im ersten Block nicht informiert. Mulckhuyse et al. (2007) konnten mit dieser Prozedur nun einen Validitätseffekt nachweisen. Die Versuchspersonen reagierten schneller auf Zielreize in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen bei einer zeitgleichen Präsentation des Zielreizes mit den Platzhaltern. Bei einem SOA von 1000 ms hingegen konnten sie eine IOR nachweisen.

Mulckhuyse et al. (2007) argumentierten, dass sie mit dieser Prozedur den Nachweis von exogenen Positionsselektionen erbracht hätten. Sie sahen dies durch das Auffinden eines Validitätseffekts, sowie durch das Auffinden einer IOR belegt. Der Hinweisreiz habe die Aufmerksamkeit unabhängig von top-down Einflüssen eingefangen, weil er dem Zielreiz nicht in seinem Aussehen glich, die Position des Zielreizes nicht vorhersagte, keinerlei Informationen bezüglich der richtigen Verhaltensantwort auf den Zielreiz enthielt und in der Zielreizdetektionsaufgabe nicht berichtet werden musste, weshalb er zusammengenommen keiner Suchabsicht entsprochen haben könnte und auf Basis dieser die Aufmerksamkeit hätte lenken können. Mulckhuyse et al. (2007) räumen selbst jedoch auch Suchabsichten ein, die in derartigem Fall nicht ausgeschlossen werden können. Die Versuchspersonen hätten immer noch die Suchabsicht nach einem plötzlich beginnenden Reiz bilden können, der für den Effekt verantwortlich sein könne (Folk et al., 1992).

2.2 Anlass der Studie von Fuchs und Ansorge (2012) und Vorexperimente

Es lässt sich argumentieren, dass die gewählten subliminalen Hinweisreize in der von Mulckhuyse et al. (2007) angewandten Hinweisreizprozedur von Aufgabenrelevanz waren, weil sie dem Zielreiz im Aussehen glichen. Die als Hinweisreiz dienende Scheibe blieb bei Zielreizdarbietung präsent und war von gleichem Kontrast, wenn der Zielreiz als Scheibe mit Loch wahrgenommen werden würde. Es könnte sein, dass der Validitätseffekt auf der Kontingenz des Zielreizes und Hinweisreizes beruhte. Eine Kontrastabhängigkeit oder Kontingenzabhängigkeit der gefundenen Effekte wurde nicht manipuliert und kann somit nicht ausgeschlossen werden (Fuchs & Ansorge, 2012). Der von Mulckhuyse et al. (2007) beanspruchte Beleg von subliminalen exogenen Aufmerksamkeitsverlagerungen bedarf demnach weiterer Analysen. Des Weiteren bedarf der von Mulckhuyse et al. (2007) und Mulckhuyse und Theeuwes (2010) konstatierte unweigerliche Zusammenhang von IOR und exogener Aufmerksamkeitsverlagerungen weiterer Überprüfung (Fuchs & Ansorge, 2012). Dies sowohl, da die Rolle der IOR bei subliminalen sowie bei absichtsabhängigen, als auch bei Positionsselektionen im Allgemeinen noch ungeklärt ist. Genau hier setzten die Studien von Fuchs und Ansorge (2012) und Fuchs und Kollegen (in press) an.

Der Anlass des vorangegangenen Experiments dieser Arbeit (Experiment 1, Fuchs & Ansorge, 2012) und einiger Folgeuntersuchungen (Fuchs & Ansorge, 2012; Fuchs et

al., in press) war nun, die potentielle Absichtsabhängigkeit des subliminalen Validitätseffekts und der IOR von gesuchten Merkmalen zu untersuchen. Deshalb sah die Untersuchungsmethode vor, die Passung der subliminalen Hinweisreize mit den Suchabsichten der Probanden in einer Hinweisreizprozedur zu variieren. Dies wurde umgesetzt, indem die Aufgabe der Probanden darin bestand einen Zielreiz einer bestimmten Kontrastpolarität zu detektieren (z.B. schwarz), während der subliminale, plötzlich beginnende Hinweisreiz entweder von derselben (z.B. schwarz) oder einer anderen Kontrastpolarität (z.B. weiß) war. Wenn Effekte auf die Aufmerksamkeit abhängig von der Suchabsicht nach einer Kontrastpolarität sind, sollten diese nur dann nachweisbar werden, wenn der Hinweisreiz dieselbe Kontrastpolarität aufweist wie der Zielreiz. Es sollte in der Bedingung, in der der subliminale Hinweisreiz eine andere Kontrastpolarität hat als der Zielreiz kein Unterschied in den Antwortzeiten in Abhängigkeit der Position zu verzeichnen sein.

Da es sich bei den Hinweisreizen um gleich saliente Kontrastpolaritäten handelt, sollte es bei Annahme einer exogenen Aufmerksamkeitsverlagerung zu keinerlei Unterschieden im Validitätseffekt und in der IOR in Abhängigkeit der Kontrastpolarität kommen. Hier ist die Annahme, dass der Hinweisreiz, gleich welcher Kontrastpolarität, Aufmerksamkeit auf sich zieht und in weiterer Folge zu einer IOR führt (Mulckhuyse et al., 2007).

Das Experiment 1 von Fuchs und Ansorge (2012) gilt als Vorgängerexperiment der hier bearbeiteten Fragestellung. In diesem konnte in Anlehnung an der Prozedur von Mulckhuyse et al. (2007) ein subliminaler Validitätseffekt nachgewiesen werden, jedoch keine IOR bei einem SOA von 1s.

Die vorliegende Arbeit sollte nun durch eine Variation der SOAs ausschließen, dass der fehlende Nachweis einer IOR von Fuchs und Ansorge (2012) auf eine mangelhafte Manipulation der SOAs zurückzuführen ist. Darum wurden in dem Experiment zu dieser Diplomarbeit die SOAs in fünf verschiedene Abstufungen modifiziert (SOA = 50, 100, 200, 300 oder 700 ms).

III. METHODE

3.1 Untersuchungsteilnehmer

Es nahmen 20 Personen an der Untersuchung teil. Neun von Ihnen waren weiblichen Geschlechts, 11 von Ihnen waren männlich. Der Altersdurchschnitt lag bei 27,5 Jahren mit einer unteren Altersgrenze von 23 Jahren und einer oberen Altersgrenze von 51 Jahren. Das Vorliegen einer Sehschwäche wurde mit einer Brille oder mit Kontaktlinsen auf Normalsichtigkeit korrigiert. Alle Untersuchungsteilnehmer wurden aus dem privaten Umfeld angeworben.

3.2 Instrumente und Messgeräte

Die Aufgabendarbietung des Experiments erfolgte auf einem 19-Zoll Flachbildschirm mit einer Auflösung von 1024×768 Pixel und einer Bildwiederholfrequenz von 60 Hz.

Die Verhaltensantwort im ersten Teil des Experiments erfolgte mittels der Leertaste einer Standardcomputertastatur. Hiermit wurde die Reaktionsschnelligkeit auf die Millisekunde genau gemessen. Im zweiten Teil des Experiments wurde eine Wahlreaktion gefordert. Hierfür waren die Taste „x“ und die Taste „.“ einer Standardcomputertastatur vorgesehen.

Die Untersuchungsteilnehmer saßen mit einem Abstand von 64 cm vom Computerflachbildschirm entfernt. Dieser Abstand wurde durch eine Kopf- und Kinnstütze konstant gehalten, auf den die Untersuchungsteilnehmer ihren Kopf aufgelegt hatten.

3.3 Versuchsmaterial und Versuchsablauf

Das Experiment gliederte sich in zwei Blöcke. Block 1 beinhaltete eine Detektionsaufgabe. In diesem wurde die Hälfte der Untersuchungsteilnehmer vor der Experimentdurchführung instruiert nach einer schwarzen Scheibe (23 cd/m^2) zu suchen und schnellstmöglich auf die Darbietung dieser zu reagieren, während die andere Hälfte der Untersuchungsteilnehmer eine weiße Scheibe (122 cd/m^2) detektieren sollte.

Die visuellen Stimuli wurden auf einem grauen Hintergrund (72.5 cd/m^2 ; Weber-Kontrast der Zielreize $c_w = \pm 0.68$) präsentiert. Zu Anfang jedes Versuchsdurchgangs

wurde in der Mitte des Bildschirms ein schwarzes Fixierungskreuz für 1000 ms präsentiert auf das die Versuchspersonen ihre Augen gerichtet halten sollten. Daraufhin wurde ein Ring der Größe $3.0^\circ \times 3.0^\circ$ und einer Stärke von 0.25° entweder links oder rechts von der Bildschirmmitte präsentiert (i.e. peripherer Hinweisreiz). Der horizontale Abstand der Ringpositionen von der Bildschirmmitte betrug $6,7^\circ$. Nach 16 ms folgte die Darbietung von zwei dem Hinweisreiz gleichenden Ringen (i.e. Platzhalter) in einer horizontalen Reihe, der eine mittig positioniert, der andere auf gegenüberliegender Seite. Der Hinweisreiz und die Platzhalter waren entweder schwarz (23 cd/m^2) oder weiß (122 cd/m^2). Verglichen mit dem Bildschirmhintergrund ergab sich ein Helligkeitsunterschied des gleichen Ausmaßes von $49,5 \text{ cd/m}^2$. Es handelte sich demnach um gleich saliente Reize. Dieses Bild währte für entweder 50, 100, 200, 300 oder 700 ms. Anschließend wurde der Zielreiz (eine Scheibe der Größe $1.9^\circ \times 1.9^\circ$) für 80 ms, in entweder dem rechten oder dem linken Ring der drei Ringe präsentiert. Das SOA von den Platzhaltern und dem Zielreiz betrug demnach 50, 100, 200, 300 oder 700 ms, der von Hinweisreiz und Zielreiz 66, 116, 216, 316 oder 716 ms. Ein beispielhafter Ablauf der verwendeten Reize und ihrer zeitlichen Abfolge ist in Abbildung 4 gegeben.

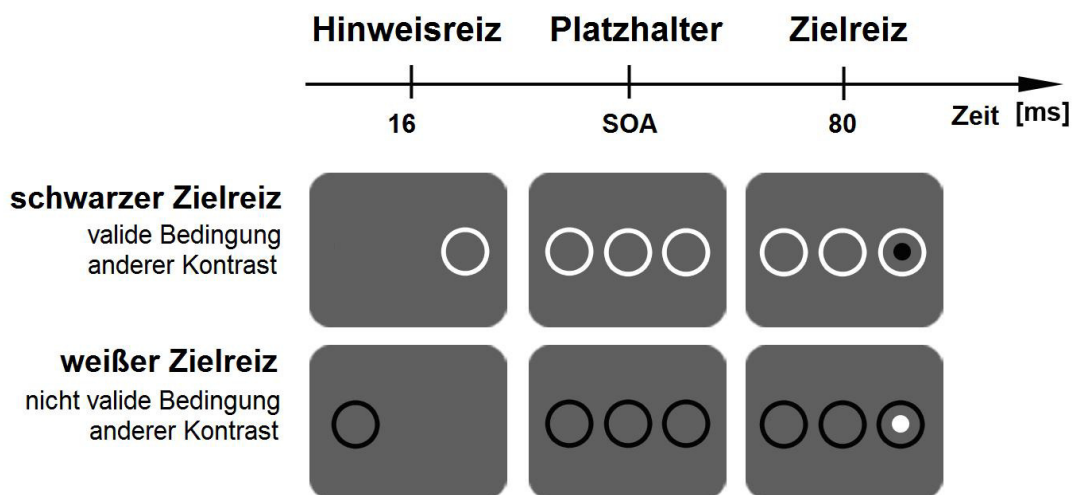


Abbildung 4: Dargestellt ist die zeitliche Abfolge und Dauer der visuellen Stimuli in der hier verwendeten Untersuchung. Die Platzhalter werden hierbei für entweder 50, 100, 200, 300 oder 700 ms dargeboten (SOA). Gezeigt wird ferner eine valide Bedingung (oben) als auch eine nicht-valide Bedingung (unten) mit Stimuli von unterschiedlicher Kontrastpolarität. (abgeändert nach Fuchs & Ansorge, 2012)

Die Reaktionsantwort wurde ab Darbietung des Zielreizes auf die Millisekunde genau gemessen. Im ersten Block kam es zu 200 Durchgängen (5 * 40 Durchgänge), der sich wie folgt zusammensetzte: In 40% der Durchgänge wurde der Zielreiz an derselben Position wie der Hinweisreiz präsentiert (valide Bedingung). In 40 % auf der entgegengesetzten horizontalen Seite (nicht-valide Bedingung). In 20 % der Fälle wurde nach dem Hinweisreiz kein Zielreiz präsentiert, in welchen auch keine Reaktionsantwort erfolgen sollte. Der Hinweisreiz war für die Zielreizposition nicht informativ. Die Reihenfolge der Bedingungen wurde randomisiert dargeboten.

Um ein Auffinden von IOR zu ermöglichen wurden fünf verschiedene zeitliche Intervalle zwischen Hinweisreizende und Zielreizbeginn gewählt. Das SOA von Platzhalterbeginn und Zielreizbeginn betrug 50, 100, 200, 300 oder 700 ms. Diese Intervalle wurden gewählt um zu untersuchen, ob bei kürzeren SOAs als 1000 ms eine IOR nachweisbar werden würde. Bei einem SOA von 1000 ms, mit demselben methodischen Design ließ sich keine IOR nachweisen (Experiment 1, Fuchs & Ansorge, 2012).

Der Zielreiz in der Untersuchung war entweder von derselben Kontrastpolarität wie der Hinweisreiz und die Platzhalter, oder der entgegengesetzten Kontrastpolarität. Es galt demnach Übereinstimmung oder eben keine Übereinstimmung der Kontrastpolarität der visuellen Stimuli in der Hälfte der Versuchsdurchgänge. Die Durchgänge, in denen Übereinstimmung herrschte oder eben keine Übereinstimmung gegeben war, wurden randomisiert dargeboten. Die Manipulation zielte darauf ab eine möglichen Kontrastabhängigkeit der IOR nachweisen zu können.

Die Versuchspersonen wurden nach Bearbeitung des ersten Blocks darüber informiert, dass einer der Ringe zeitlich zuerst erschienen war. Der darauf folgende zweite Block bestand aus 100 Durchgängen (5 * 20 Durchgänge). Er war dem ersten Block immer nachgeschaltet. Das Design war gleich dem des ersten Blocks, bis auf, dass es pro Bedingung zu weniger Durchgängen kam. Im zweiten Block bestand die Aufgabe darin anzugeben, welcher der beiden Ringe zeitlich zuerst erscheinen war. Die Versuchspersonen wurden angehalten sich für einen Ring zu entscheiden, auch wenn sie sich nicht sicher waren, an welcher Position er erschienen war. Das heißt sie sollten im Zweifelsfall raten. Hieraus sollte der Sensitivitätsindex d' für die Erhebung der Sichtbarkeit der Hinweisreize ermittelt werden. Der Sensitivitätsindex d' geht auf die Signalentdeckungstheorie von Green und Swets (1966) zurück und gibt an, inwieweit Versuchspersonen einen visuellen Stimulus detektieren bzw. von einem

„Rauschen“ diskriminieren können. Er stellt ein sensitives Maß zur Reizsichtbarkeit dar (Irvine, 2013; Klotz & Neumann, 1999; Reingold & Merikle, 1988). Er ermittelt sich aus der relativen Häufigkeit der Treffer (engl.: „hits“), d.h. der Wahrscheinlichkeit der „Reiz anwesend“- Antworten bei tatsächlicher Reizdarbietung und der der falschen Alarme (engl.: „false alarms“), d.h. der Wahrscheinlichkeit der „Reiz anwesend“- Antworten bei unterbliebener Reizdarbietung. Diese beiden Werte werden im Anschluss, im Zuge einer Standardisierung, z -transformiert und abschließend wird die z -transformierte Wahrscheinlichkeit der Falschen Alarme von der z -transformierten Wahrscheinlichkeit der Treffer abgezogen [$d' = z(p \text{ Treffer}) - z(p \text{ falsche Alarme})$]. Um nun zu prüfen, wie sichtbar die Hinweisreize waren, wurden die mittleren d' -Werte für die Hinweisreiz-Entdeckungsleistung durch gerichtete t -Tests gegen Null getestet. Der Index d' wird null, wenn sich das Antwortverhalten der Versuchspersonen dem Zufall nähert, sprich wenn der Hinweisreiz nicht sichtbar war sollte kein Unterschied zu Null bestehen. In diesem Experiment galt als Treffer, wenn die Versuchsperson ein korrekt erfolgtes Urteil über die Anwesenheit des linken Hinweisreizes abgegeben hat, d.h. eine richtig abgegebene Antwort bei Präsentation des linken Hinweisreizes. Als falscher Alarm hingegen galt eine Rückmeldung über die Anwesenheit des linken Hinweisreizes, obwohl er rechts präsentiert wurde.

3.4 Untersuchungsdurchführung

Die Untersuchung fand in einem ruhigen, abgedunkelten und für Untersuchungen vorgesehenen Raum des Instituts der psychologischen Grundlagenforschung in der Fakultät für Psychologie in der Liebiggasse 5, in Wien statt. Die Flachbildschirme wurden indirekt beleuchtet, sodass keine störenden Lichtreflexionen auf den Bildschirmen zu sehen waren und eine ausreichende Beleuchtung für die Bearbeitung der Aufgaben vorhanden war. Es konnten bis zu sechs Personen gleichzeitig an der Untersuchung teilnehmen. Vor der Untersuchung am Computer mussten die Untersuchungsteilnehmer eine Einverständniserklärung unterzeichnen und einige demografische Angaben zu Ihrer Person machen. Im Weiteren wurde ihre Sehfähigkeit geprüft. Die Instruktion der Untersuchungsteilnehmer erfolgte schriftlich über den Computerflachbildschirm. Um sicherzugehen, dass sie die Aufgabe verstanden hatten wurden dem eigentlichen Experiment ein paar Übungsdurchgänge vorgeschaltet. Die

Untersuchungsleiterin war die gesamte Dauer der Untersuchung über anwesend und für eventuell aufkommende Fragen ansprechbar. Die Dauer des Experiments belief sich auf ca. 20 min.

IV. Ergebnisse

Insgesamt konnten die Daten von 18 Versuchspersonen statistisch analysiert werden. Die Daten von zwei Untersuchungsteilnehmern wurden vor der statistischen Analyse entfernt. In einem Fall ließ eine errechnete Quote von 49% falscher Antworten vermuten, dass der Untersuchungsteilnehmer die Aufgabenstellung nicht verstanden und/ oder nicht befolgt hatte. In dem anderen Fall wurden die Daten aufgrund eines technischen Defekts nicht gespeichert, weshalb sie unberücksichtigt blieben.

Im Folgenden werden die Ergebnisse getrennt nach Ergebnissen der Zielreiz-Detektionsaufgabe (Block 1) und der Hinweisreiz-Wahlreaktionsaufgabe (Block 2) angeführt.

4.1.1 Analyse der Zielreiz-Detektionsleistung

Eine wesentliche Voraussetzung für die Interpretation der Ergebnisse ist, dass die Versuchspersonen über das Vorhandensein oder nicht Vorhandensein des visuellen Zielreizes korrekt urteilen konnten. Alle 18 Versuchspersonen zeigten sehr gute Detektionsleistungen des Zielreizes. Sie erreichten einen mittleren Sensitivitätsindex von $d' = 4.2$.

4.1.2 Analyse der korrekten mittleren Reaktionszeiten

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden die korrekten mittleren Reaktionszeiten analysiert. Hierfür wurden nur diejenigen Reaktionszeiten mit einbezogen, die im Fall der Präsentation eines Zielreizes zustande kamen (80 % der Durchgänge). 2,1 % aller Reaktionen waren inkorrekt (d.h. Tastendruck vor dem Erscheinen eines Zielreizes oder verzögert nach 1000 ms) und wurden aus den Analysen eliminiert. Im Weiteren wurden Ausreißer (2,3 % der Daten) entfernt. Als Ausreißer wurden jene Werte definiert, welche mehr als zwei Standardabweichungen vom Mittelwert abweichen. Zur Analyse der korrekten mittleren Reaktionszeiten wurde eine

2 x 5 x 2-Varianzanalyse mit Messwiederholung gerechnet. Die Variablen im 2 x 5 x 2-Design waren die Position (valide, nicht-valide), das SOA (50, 100, 200, 300, 700) und der Kontrast (gleiche Kontrastpolarität, andere Kontrastpolarität). Für alle Analysen wurde ab einer α -Wahrscheinlichkeit von $p < .05$ Signifikanz angenommen. Bei signifikantem Mauchly-Test auf Sphärizität ($p < .05$), das heißt bei Verletzung der Sphärizitätsannahme, wurde die Greenhouse-Geisser Korrektur für die Freiheitsgrade angewendet. Der Einfluss folgender unabhängiger Variablen auf die korrekten mittleren Reaktionszeiten wurde untersucht:

Position: Dies war eine zweistufige Variable. Sie steht für die Übereinstimmung oder nicht Übereinstimmung zwischen der Hinweisreizposition und der Zielreizposition. Die Position des Zielreizes war entweder gleich (valide Bedingung), oder ungleich (nicht-valide Bedingung) der Position des Hinweisreizes. Im Weiteren abgekürzt als V für „valide Bedingung“ und NV für „nicht-valide Bedingung“.

SOA: Diese Variable wurde fünffach gestuft. Das zeitliche Intervall zwischen dem Beginn der Platzhalter und dem Beginn des Zielreizes betrug 50, 100, 200, 300 oder 700 ms.

Kontrast: Hierbei handelt es sich um eine zweistufige Variable. Die Zielreize wurden entweder in derselben Kontrastpolarität wie der Hinweisreiz präsentiert oder in einer anderen Kontrastpolarität. Hier wird zwischen der Übereinstimmung oder nicht Übereinstimmung zwischen Hinweisreizkontrast und Zielreizkontrast unterschieden. Abgekürzt wird dies als GK für „gleiche Kontrastpolarität“ und AK für „andere Kontrastpolarität“.

Position

Es konnte kein signifikanter Haupteffekt der Position auf die korrekten mittleren Reaktionszeiten mit $F(1,17) = 3.62$, $p = .074$ ($\eta_p^2 = .18$) nachgewiesen werden. Es konnte somit kein Einfluss der Validität auf die Reaktionszeiten festgehalten werden. Auch die Position * SOA- Interaktion war nicht signifikant mit $F(4,68) = 1.13$, $p = .350$ ($\eta_p^2 = .06$).

SOA

Der Test von Mauchly zeigte, dass die Voraussetzung der Sphärizität für den Haupteffekt SOA $\chi^2(9) = 60.44$, $p < .001$ verletzt war. Daher wurden die Freiheitsgrade mit Hilfe der Greenhouse-Geisser Schätzung korrigiert ($\epsilon = .38$ für SOA). Es ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für die Art des SOA mit $F(1.51, 25.63) = 11.21$, $p = .001$ ($\eta_p^2 = .40$). Diese werden aufgeteilt nach SOA in Abbildung 5 gegeben.

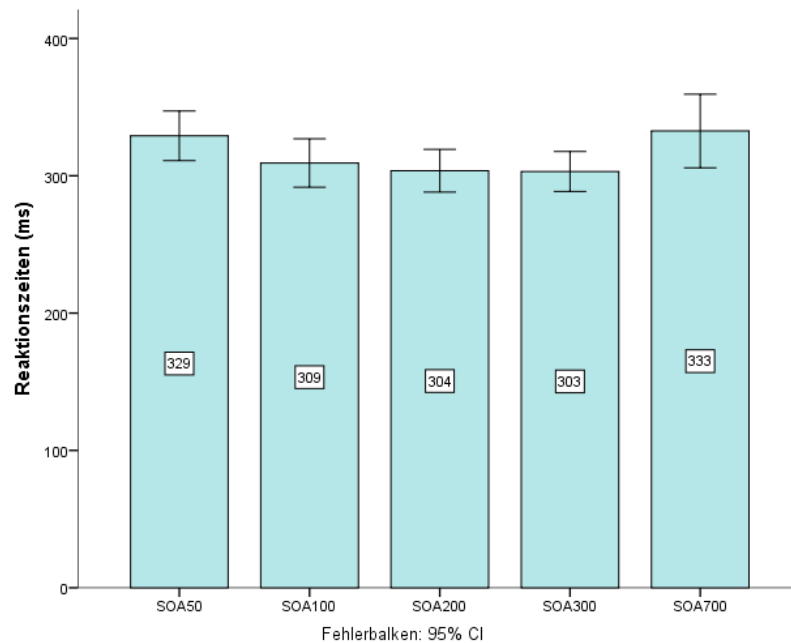


Abbildung 5: Dargestellt sind die korrekten mittleren Reaktionszeiten aufgeteilt nach SOA mit Kennzeichnung der Fehlerbalken.

Über die paarweisen Vergleiche konnten folgende Ergebnisse für die fünf verschiedenen SOAs ermittelt werden. Die Versuchspersonen waren bei SOA 100 ms ($M = 309.26$; $SD = 35.52$), SOA 200 ms ($M = 303.66$; $SD = 31.21$), SOA 300 ms ($M = 303.08$; $SD = 29.25$) signifikant schneller als bei SOA 50 ms ($M = 329.11$; $SD = 36.32$). Die Versuchspersonen waren bei SOA 700 ms ($M = 332.60$; $SD = 53.81$) signifikant langsamer als bei SOA 300 ms ($M = 303.08$; $SD = 29.25$).

Kontrast

Es wurde kein signifikanter Haupteffekt der Variable Kontrast auf die korrekten mittleren Reaktionszeiten mit $F(1,17) = 3.79$, $p = .068$ ($\eta_p^2 = .18$) ermittelt. Es zeigte sich somit kein Unterschied in Abhängigkeit des Kontrasts auf die Reaktionszeiten. Die Kontrast * Position-Interaktion wurde nicht signifikant mit $F(1,17) = 0.37$, $p = .551$ ($\eta_p^2 = .02$).

Im Weiteren konnte auch keine signifikante Kontrast * SOA- Interaktion festgehalten werden mit $F(4,68) = 1.24$, $p = .301$ ($\eta_p^2 = .07$).

Der Test von Mauchly ergab, dass die Voraussetzung der Sphärizität für die Interaktion Position * Kontrast * SOA $\chi^2(9) = 24.42$, $p = .004$ verletzt wurde. Daher wurden die Freiheitsgrade mit Hilfe der Greenhouse-Geisser Schätzung korrigiert ($\epsilon = .53$).

Die Position * Kontrast * SOA- Interaktion wurde mit $F(2.11, 35.91) = 0.73$, $p = .496$ ($\eta_p^2 = .04$) nicht signifikant, das heißt es ergaben sich keine Unterschiede in den Reaktionszeiten in den verschiedenen Bedingungen. In Abbildung 6 sind die korrekten mittleren Reaktionszeiten aufgeteilt nach den verschiedenen Bedingungen gegeben.

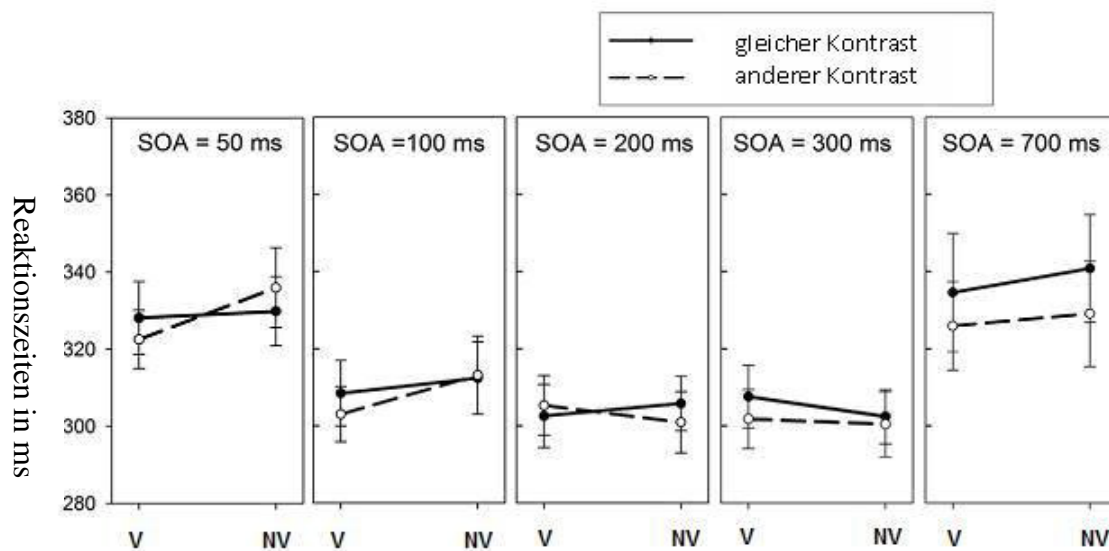


Abbildung 6 zeigt die korrekten mittleren Reaktionszeiten (zwischen 280 ms und 380 ms) und die Standardfehler vom Mittelwert (Fehlerbalken) der 18 Versuchspersonen, aufgeteilt nach den fünf SOAs (50, 100, 200, 300, 700 von links nach rechts). Diese werden ferner aufgeschlüsselt nach valider (V) und nicht-valider (NV) Bedingung, sowie desselben (GK) und des anderen Kontrasts (AK). (abgeändert nach Fuchs & Ansorge, 2012)

4.2 Zur Hinweisreiz-Detektionsaufgabe

Nach der Durchführung des ersten Blocks wurden die Versuchspersonen darüber informiert, dass einer der beiden Ringe (i.e. Hinweisreize) zeitlich zuerst erschienen war. Alle Versuchspersonen gaben an dies nicht wahrgenommen zu haben bzw. dass ihnen dies nicht aufgefallen war.

Bei einem SOA von 50 ms mit $d' = 0.34$; $t(1,17) = 2.61$, $p = .018$, 300 ms mit $d' = 0.36$, $t(1,17) = 2.32$, $p = .033$ und 700 ms mit $d' = 0.49$, $t(1,17) = 3.01$, $p = .008$

antworteten die Versuchspersonen überzufällig korrekt, d.h. sie wiesen die Hinweisreize überzufällig korrekt zu. Bei einem SOA von 100 ms und 200 ms wurde keine Zufallsleistung übertroffen. In der Bedingung von SOA 100 ms wich der Wert mit $d' = 0.17$ nicht überzufällig von Null ab $t(1,17) = 1.30, p = .210$. Der T-Test für das $d' = 0.20$ bei SOA 200 ms ergab, dass eine Zufallsleistung mit $t(1,17) = 1.75, p = .098$ nicht übertroffen wurde.

V. Diskussion

Die vorliegende Untersuchung galt der Überprüfung, ob der fehlende Nachweis einer IOR im Experiment 1 von Fuchs und Ansorge (2012) auf eine mangelhafte Manipulation des SOA zurückzuführen sei, und bei kürzeren SOAs eine IOR hätte nachgewiesen werden können. Im Gegensatz zu den Befunden von Mulckhuysen et al. (2007) konnte in Experiment 1 von Fuchs und Ansorge (2012) bei einem SOA von 1000 ms (einem CTOA von 1016 ms) keine IOR nachgewiesen werden. Der methodische Aufbau des Experiments 1 von Fuchs und Ansorge (2012) glich dem hiesigen, bis auf dass das SOA zweifach gestuft wurde und einmal gleich 0 ms und einmal gleich 1000 ms war (CTOA von 16 ms und von 1016 ms). Der Zielreiz wurde demnach einmal zeitgleich mit den Platzhaltern dargeboten oder aber nach einem Intervall von 1000 ms nach Platzhalterbeginn.

Auch im Rahmen des Experiments dieser Arbeit konnte keine IOR nachgewiesen werden. Die Versuchspersonen reagierten nicht langsamer auf Zielreize in validen Bedingungen als in nicht-validen Bedingungen bei einem SOA gestuft von 50 ms bis 700 ms. Ein Auftreten von IOR in einer Hinweisreizprozedur mit subliminalen dynamischen peripheren Hinweisreizen konnte demnach nicht bestätigt werden.

Das Fehlen eines Nachweises einer IOR in vergleichbaren Bedingungen ließ sich vielfach wiederholen. Sowohl im Experiment 3 und 4 von Fuchs und Ansorge (2012), als auch bei Fuchs et al. (in press) bei vergleichbaren methodischen Designs mit einem SOA von bis zu 1200 ms, konnte keine IOR nachgewiesen werden. Die Reaktionszeiten in Bedingungen mit einem SOA > 300 ms waren nicht signifikant langsamer in valider Bedingung als in nicht-valider Bedingung. In der Studie von Fuchs und Ansorge (2012) wurden weitere Gründe für ein Fehlen des Nachweises einer IOR überprüft. Im Experiment 3 wurde geprüft, ob die IOR von der Kontraststärke der verwendeten Stimuli abhängt. Vergangene Forschungsergebnisse konnten zeigen, dass niedrigere Zielreizkontraste zu einer stärkeren IOR führen im Vergleich zu höheren Zielreizkontrasten (z.B. Hunt & Kingstone, 2003). Deshalb wurden in Experiment 3 Hinweisreize von hohem Kontrast dargeboten und Zielreize von niedrigem Kontrast auf schwarzem Hintergrund. Auch hier konnte jedoch bei einem SOA von 800, 1000 und 1200 ms keine IOR festgestellt werden. Ein Fehlen des Nachweises einer IOR kann also nicht darauf zurückgeführt werden, dass die Zielreize von stärkerem Kontrast im Vergleich zum Hintergrund waren, und die Zielreizdetektion dadurch erleichtert wurde

und somit die Effekte der Hinweisreize auf die Aufmerksamkeit hätten geschmälert werden können (Fuchs & Ansorge, 2012). Im Experiment 4 von Fuchs und Ansorge (2012) sollte untersucht werden, ob das Fehlen des Nachweises einer IOR auf die verwendeten Apparaturen oder auf die Luminanzwerte der Stimuli zurückgeführt werden könnte. Das Experiment 4 wurde deshalb mittels eines CRT-Bildschirms und zusätzlich mit einer Bedingung mit Stimuli gleicher Luminanzwerte wie bei Mulckhuyse et al. (2007) realisiert. Im Vergleich zu TFT-Bildschirmen können CRT-Bildschirme Veränderungen schneller abbilden. Ein CRT-Bildschirm hat eine höhere Auflösung als ein TFT-Bildschirm (Mackenzie & Riddersma, 1994). Ein signifikanter Unterschied in den Reaktionszeitleistungen verursacht durch die Bildschirmart konnte in vergangenen Studien jedoch nicht gefunden werden (Chen & Lin, 2004). Im Experiment 4 konnte bei einem SOA von 1000 ms jedoch abermals keine IOR nachgewiesen werden. Der Nachweis einer IOR, bei ähnlichem methodischem Aufbau wie bei Mulckhuyse und Kollegen (2007), konnte demnach nicht repliziert werden.

Eine Abhängigkeit der IOR für eine gesuchte Kontrastpolarität konnte in der hier vorliegenden Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Die IOR trat weder in einer Bedingung, in der der subliminale Hinweisreiz von derselben Kontrastpolarität ist, auf, noch in einer Bedingung in der der subliminale Hinweisreiz von einer anderen Kontrastpolarität ist. Auch in Experiment 1 und 4 von Fuchs und Ansorge (2012) bei einem SOA von 1000 ms zeigte sich keine Kontrastpolaritätsabhängigkeit der IOR.

Folglich verbleibt die Frage, warum Mulckhuyse und Kollegen (2007) eine IOR finden konnten und aus welchem Grund in der Untersuchung zu dieser Diplomarbeit und ähnlichen Untersuchungen (Fuchs & Ansorge, 2012; Fuchs et al., in press) kein Nachweis einer IOR ermittelt werden konnte. Die Replizierbarkeit des Befunds von Mulckhuyse et al. (2007) zur IOR wird bezweifelt und die Richtigkeit ihrer Annahmen muss in Frage gestellt werden. Das Zustandekommen einer IOR scheint von komplexeren Bedingungen abzuhängen, als von einem erweiterten Intervall zwischen subliminalen dynamischen peripheren Hinweisreizen und Zielreizen in einer Hinweisreizprozedur. Einen entscheidenden Einfluss scheint hierbei die Sichtbarkeit der Stimuli auf das Zustandekommen IOR zu haben (näheres hierzu in Abschnitt 5.2).

5.1 IOR als Kennzeichen eines exogenen Aufmerksamkeitseinfangs?

Mulckhuysen und Theeuwes (2010) argumentierten, dass das Fehlen eines Nachweises einer IOR darauf zurückzuführen sein könnte, dass die Effekte von Stimuli auf die Aufmerksamkeit top-down Einflüssen zuzuschreiben sind. Sie sind der Meinung, dass die IOR nur sichtbar wird, wenn die Aufmerksamkeit auf exogene Art eingefangen wurde. Sie gehen in diesem Zusammenhang von einem biphasischen Effekt einer Erleichterung und Hemmung der Verarbeitung aus.

Ein exogener Aufmerksamkeitseinfang kann dann nachgewiesen werden, wenn die visuellen Stimuli, die selektiert werden, nicht auf der Passung zu den Suchabsichten nach relevanten Eigenschaften beruhen, und uninformativ hinsichtlich der Reizposition sind (Fuchs & Ansorge, 2012). Die in dem Experiment dieser Arbeit eingesetzten subliminalen peripheren Hinweisreize, führten in anderen Experimenten mit ähnlichem methodischen Aufbau zu unwillkürlichen Positionsselektionen in Form eines Validitätseffekts (Fuchs & Ansorge, 2012; Fuchs et al., in press). In hiesigem Experiment konnte kein Validitätseffekt festgehalten werden, weil auch das kürzeste Intervall zwischen Hinweisreizpräsentation und Zielreizdarbietung zu lang war, als dass sich ein Verarbeitungsvorteil von validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen hätte zeigen können. Zur Beantwortung der Frage nach einem möglichen Zusammenhang oder einer möglichen Dissoziation von exogenen Positionsselektionen und der IOR ist die Anführung von Ergebnissen, die dafür sprechen, dass die in diesem Experiment verwendeten Hinweisreize zu einer exogenen Aufmerksamkeitsverlagerung nach kurzem SOA führen, dienlich. Das Experiment 1 von Fuchs und Ansorge (2012) hatte das gleiche methodische Design, wie die hier bearbeitete Untersuchung, bis auf dass das SOA zweifach gestuft wurde und einmal gleich 0 ms und einmal gleich 1000 ms war. In diesem führte der subliminale periphere Hinweisreiz zu schnelleren Reaktionen auf Zielreize in validen Bedingungen als in nicht-validen Bedingungen bei einer direkten Präsentation des Zielreizes nach dem subliminalen peripheren Hinweisreiz (SOA = 0; CTOA = 16ms). Dieser Validitätseffekt konnte sowohl in Bedingungen gefunden werden, in welchen der Hinweisreiz dieselbe Kontrastpolarität hatte wie der Zielreiz, als auch bei Hinweisreizen, die eine andere Kontrastpolarität als die Zielreize hatten, obwohl die Versuchspersonen nur eine Kontrastpolarität detektieren mussten. Der Validitätseffekt erwies sich nicht als abhängig von einer gesuchten Kontrastpolarität.

Die vorangegangenen Ausführungen zeugen nun von zwei Dingen. Zum einen scheint der Validitätseffekt subliminaler peripherer plötzlich beginnender Hinweisreize flüchtig zu sein. Er ist bei einem SOA von 0 ms nachweisbar, nicht mehr jedoch bei einem SOA von 50 ms. Zum anderen erweist sich der subliminale Validitätseffekt nicht als abhängig von einer gesuchten Kontrastpolarität und tritt demnach bei salienten Stimuli, unabhängig von ihrer Passung zu einer Suchabsicht nach einer bestimmten Kontrastpolarität auf. Auch in vergleichbaren Experimenten wie Experiment 3 und 4 aus Fuchs und Ansorge (2012) konnte ein Validitätseffekt subliminaler peripherer Hinweisreize festgehalten werden. Es konnte jedoch keine Kontrastpolaritätsabhängigkeit des Validitätseffekts in diesen Studien nachgewiesen werden. Die Versuchspersonen reagierten unabhängig von der Übereinstimmung oder nicht Übereinstimmung der Kontrastpolarität schneller auf Zielreize in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen bei einer CTOA von nur 16 ms. Eine Kontrastpolaritätsabhängigkeit des Validitätseffekts ergibt sich bei Sichtbarkeit der Hinweisreize. Wenn die Hinweisreize sichtbar für die Versuchspersonen sind, bewirken Hinweisreize derselben Kontrastpolarität wie der Zielreiz einen Validitätseffekt, aber nicht Hinweisreize, die von dem Zielreiz verschiedener Kontrastpolarität sind (Fuchs & Ansorge, 2012; Fuchs et al., in press).

Da die subliminalen Hinweisreize in genannten Studien, als auch in dieser Untersuchung, die Zielreizposition nicht vorhersagten, keinerlei Information bezüglich der richtigen Verhaltensantwort enthielten und zumindest subjektiv nicht sichtbar waren und ein Validitätseffekt nachgewiesen werden konnte, kann hier von einer exogenen Positionsselektion gesprochen werden. Es kann somit angenommen werden, dass die in dieser Untersuchung verwendeten Hinweisreize bei kurzem SOA (SOA von 0 ms) zu einem exogenen Aufmerksamkeitseinfang geführt hätten, bei längerem SOA jedoch keine IOR nachgewiesen werden konnte, was gegen einen unweigerlichen Zusammenhang dieser beiden Effekte spricht.

5.2 Zum Einfluss der Sichtbarkeit von Stimuli auf die IOR

Im zweiten Block der Untersuchung wich der Sensitivitätsindex d' in drei Bedingungen signifikant von null ab. Das heißt in diesen Bedingungen konnten die Versuchspersonen den Hinweisreiz überzufällig häufig der richtigen Position zuordnen. Auch wenn sie von sich berichteten den Hinweisreiz in der Zielreizdetektionsaufgabe

nicht wahrgenommen zu haben, konnten sie im zweiten Block, in Bedingungen nach einem SOA von 50 ms, 300 ms und 700 ms überzufällig richtig urteilen, dass der Hinweisreiz an linker Position erschienen war. Dies widerspricht den Ergebnissen von Mulckhuyse et al. (2007) insofern, als dass sie davon zeugen, dass die von ihnen angewandte Methode nicht bedingungslos zur Subliminalität der Darbietung führt.

Die Ergebnisse der Zielreizdetektionsaufgabe in hiesiger Untersuchung konnten jedoch auch mit den schlechtesten Diskriminatoren der Hinweisreizwahlreaktionsaufgabe wiederholt werden (bei denen das d' nicht signifikant von 0 abwich). Es ließ sich keine IOR nachweisen. Auch im Experiment 1 von Fuchs und Ansorge (2012) ließ sich bei einem SOA von 1000 ms für die schlechtesten Diskriminatoren der Versuchspersonen keine IOR nachweisen. Im zweiten Block könnte die den Versuchspersonen gegebene Information, dass einer der beiden Ringe zeitlich zuerst erscheint dazu geführt haben, dass die Versuchspersonen den Hinweisreiz der richtigen Position zuweisen konnten. In derartigen Bedingungen besitzen Versuchspersonen eine erhöhte Sensitivität für die Sichtbarkeit der Hinweisreize. Im ersten Block, in der Zielreizdetektionsaufgabe, hatten die Versuchspersonen diese Information jedoch nicht, sodass eine Sichtbarkeit des vorzeitigen Beginns unwahrscheinlicher ist, als in zweitem Block. Letztendlich kann argumentiert werden, dass das subjektive Empfinden und Urteil, ob ein Reiz sichtbar für eine Person war, darüber entscheidet, ob er subliminal dargeboten wurde oder nicht (Irvine, 2013; Merikle, Smilek, & Eastwood, 2001). In vorliegender Untersuchung berichteten alle Versuchspersonen, dass sie sich des vorzeitigen Beginns des Hinweisreizes in der Zielreizdetektionsaufgabe nicht bewusst waren. Der vorzeitige Beginn wurde demnach subliminal dargeboten.

Einen entscheidenden Beitrag zum Einfluss der Sichtbarkeit auf das Zustandekommen einer IOR und der Natur der an der IOR beteiligten Prozesse liefert Experiment 5 von Fuchs und Ansorge (2012). In Experiment 5 wurde überprüft, welche Rolle die Sichtbarkeit der peripheren Hinweisreize zur Entstehung der IOR einnehmen könnte, wenn diese informativ für die entgegengesetzte Position sind. Das Experiment glich dem hiesigen, bis auf, dass die SOAs zweifach gestuft wurden und einmal gleich 0 ms und einmal gleich 1000 ms waren und dass die peripheren Hinweisreize zu 75 % das Erscheinen der Zielreize an gegenüberliegender Position vorhersagten. Hierbei konnten die Hinweisreize sichtbar oder unsichtbar sein. Die Sichtbarkeit wurde durch das Entfernen der zwei Platzhalter erzielt. Für das lange SOA ließ sich bei unsichtbaren

Hinweisreizen kein signifikanter Effekt der Position nachweisen, sprich keine IOR. Bei kurzem SOA konnte ein Validitätseffekt nachgewiesen werden. Bei sichtbaren Hinweisreizen ließ sich sowohl für das kurze SOA, als auch für das lange SOA, eine IOR nachweisen, aber kein Validitätseffekt. Die IOR zeigte sich somit bei Sichtbarkeit der Stimuli. Sind Stimuli sichtbar und informativ zeigt sich die IOR in Form von langsameren Reaktionen auf Zielreize in validen Bedingungen im Vergleich zu nicht-validen Bedingungen. Dies bekräftigt die Annahme, dass die in hiesiger Untersuchung eingesetzten peripheren Hinweisreize tatsächlich subliminal dargeboten wurden. Wären sie sichtbar gewesen, hätten sie wahrscheinlicher eine IOR verursacht (Fuchs & Ansorge, 2012). Des Weiteren zeugen die Ergebnisse einmal mehr von einer Dissoziation von exogener Positionsselektion und der IOR (Fuchs & Ansorge, 2012). Bezieht man die Schlussfolgerungen von McCormick (1997) auf das Ergebnismuster von Experiment 5 zum fehlenden Nachweis einer IOR nach langem SOA mit ein, ließe sich argumentieren, dass es nicht zu einer IOR kam, da die IOR mitunter auf einem bewussten Prozess gründet und nicht bei subliminalen Stimuli greift. Nach einer Positionsselektion von subliminalen Stimuli wird die Aufmerksamkeit wieder gleichmäßig auf die visuelle Vorlage verteilt, weshalb sich bei langem SOA keine Reaktionszeiteneffekte finden lassen. Hiernach könnte angenommen werden, dass endogene Prozesse maßgeblich an dem Zustandekommen von IOR beteiligt sind.

5.3 Zu möglichen Erklärungen für das Zustandekommen einer IOR

Die Ergebnisse des vorliegenden Versuchs lassen nicht den Schluss zu, dass die Hemmung der Rückkehr der Aufmerksamkeit auf bereits beachtete Positionen als Ursache von IOR bestätigt oder ausgeschlossen werden kann. Ebenso möglich ist es, dass eine IOR nicht nachgewiesen werden konnte, weil es zu keinen Detektionskosten des Zielreizes kam, mangels Integration zu einer Objektdarstellung im Sinne von Lupiáñez (2010) oder aber die Prinzipien der Habituation bei subliminalen Stimuli nicht greifen (Dukewich, 2009; Hu et al., 2011). Mögliche Ursachen der IOR können mittels der Ergebnisse vorliegender Untersuchung weder falsifiziert, noch verifiziert werden.

5.4 Kritik und weitere Anmerkungen

Es ist möglich, dass die gewählte Art der Hinweisreize in dieser Untersuchung, in Form von Ringen, statt Scheiben wie bei Mulckhuysen et al. (2007), zu einer erhöhten Sichtbarkeit dieser führten, oder auf anderen Verarbeitungsmechanismen beruhten, und aufgrund dessen die Ergebnisse von Mulckhuysen et al. (2007) nicht repliziert werden konnten (Fuchs & Ansorge, 2012).

Des Weiteren kann eine mögliche Absichtsabhängigkeit der Validitätseffekte bei subliminalen peripheren Hinweisreizen, gefunden in Fuchs und Ansorge (2012), von einer Absicht zur Selektion eines plötzlich auftretenden Stimulus im Sinne von Folk et al. (1992) oder eines Reizes im Einzelreiz-Status im Sinne von Bacon und Egeth (1994) bei vorliegenden Ergebnissen nicht ausgeschlossen werden. Lediglich eine Abhängigkeit von einer gesuchten Kontrastpolarität konnte mit hiesiger Untersuchung ausgeschlossen werden. Versuchspläne die Suchabsichten bei der Selektion von Stimuli zur Gänze ausschließen können fehlen bisweilen.

Die kognitiven Neurowissenschaften spezifischer Studien zu hirnelektrischen Vorgängen und neuronalen Korrelaten leisten hinsichtlich der Aufklärung von exogenen und endogenen Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen, als auch des Verständnisses über Positionsselektionen und der IOR einen großen Beitrag. Diese wurden jedoch in der Endfassung dieser Diplomarbeit nicht aufgegriffen, da sie in hiesigem Experiment auch nicht erhoben wurden. Nichtsdestotrotz sollte auf ihre tragende und immer wichtiger werdende Rolle zum Verständnis von Aufmerksamkeitsprozessen hingewiesen werden (zur Übersicht siehe Corbetta & Shulman, 2002; Squire, Zola-Morgan, & Zola-Morgan, 2013; Schacter, & Moore, 2013).

Abschließend soll noch angemerkt werden, dass die Dichotomie von endogener und exogener Aufmerksamkeitskontrolle keinesfalls als endgültige, unausbaufähige Kategorisierung betrachtet werden sollte (Anderson, 2011; Awh, Belopolsky, & Theeuwes, 2012; Liao & Yeh, 2011). Vielmehr sollte sie als Anker- oder Ausgangspunkt verschiedener Ansätze verstanden werden. Immer mehr Wissenschaftler identifizieren andere Kontrolleinstellungen auf die Aufmerksamkeit um etwaige Effekte zu erklären, sehr darauf bedacht den Einfluss der verschiedenen Komponenten in seine Schranken zu weisen, um dem tatsächlichen Interagieren der verschiedenen beteiligten Prozesse näher zu kommen (siehe z.B. Yeh & Liao, 2010).

5.5 Schlussfolgerungen

Insgesamt zeugen die Ergebnisse dieser Untersuchung davon, dass subliminale plötzlich auftretende periphere Stimuli zu exogenen Positionselektionen in Form von Validitätseffekten führen können, nicht jedoch zu einer IOR bei längerem SOA führen. Der exogene Aufmerksamkeitseinfang und die IOR beruhen nicht notwendigerweise auf demselben Mechanismus und die IOR scheint wenig geeignet als Kennzeichen exogener Aufmerksamkeitseffekte zu dienen. Die Ergebnisse von Mulckhuyse et al. (2007) konnten nicht repliziert werden. Die Ursachen und zugrunde liegenden Prozesse der IOR bleiben noch ungeklärt und bedürfen weiterer Analysen. Endogene Prozesse scheinen jedoch maßgeblich am Zustandekommen einer IOR beteiligt zu sein.

VI. Literaturverzeichnis

- Abrams, R. A., & Christ, S. E. (2006). Motion onset captures attention: A rejoinder to Franconeri and Simons (2005). *Perception & Psychophysics*, 68(1), 114-117.
- Allport, A. (1987). Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Hg.), *Perspectives on perception and action* (S. 395-419). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, B. (2011). There is no such thing as attention. *Frontiers in Psychology* 2:246. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00246
- Anderson, B. A., & Folk, C. L. (2012). Dissociating location-specific inhibition and attention shifts: Evidence against the disengagement account of contingent capture. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 1183-1198.
- Ansorge, U. (2000). *Direkte Parameterspezifikation durch Positionsinformation: Sensumotorische Effekte maskierter peripherer Hinweisreize* (Dissertation). Abgerufen von: <http://www.unibielefeld.de/psychologie/public/UAnsorge/diss.pdf>
- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, 57(1), 2-12.
- Ansorge, U. & Heumann, M. (2003). Top-down contingencies in peripheral cuing: The roles of color and location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 937-948.
- Ansorge, U., Horstmann, G., & Scharlau, I. (2011). Top-down contingent feature-specific orienting with and without awareness of the visual input. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 108-119.
- Ansorge, U., Horstmann, G., & Worschech, F. (2010). Attentional capture by masked colour singletons. *Vision Research*, 50(19), 2015-2027.
- Ansorge, U., Kiss, M., & Eimer, M. (2009). Goal-driven attentional capture by invisible colors: Evidence from event-related potentials. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(4), 648-653.
- Ansorge, U., & Neumann, O. (2005). Intentions determine the effects of invisible metacontrast-masked primes: Evidence for top-down contingencies in a peripheral cuing task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 762-777.
- Awh, E., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: A failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 437-443.
- Awh, E., & Pashler, H. (2000). Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2), 834-846.

- Baars, B.J. (2002). The conscious access hypothesis: Origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Science*, 6, 47–52.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception, & Psychophysics*, 55(5), 485-496.
- Belopolsky, A. V., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2010). What is top-down about contingent capture? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(2), 326-341.
- Berger, A., Henik, A., & Rafal, R. (2005). Competition between endogenous and exogenous orienting of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(2), 207-221.
- Berlucchi, G., Chelazzi, L., & Tassinari, G. (2000). Volitional covert orienting to a peripheral cue does not suppress cue-induced inhibition of return. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(4), 648-663.
- Birmingham, E., & Pratt, J. (2005). Examining inhibition of return with onset and offset cues in the multiple-cuing paradigm. *Acta Psychologica*, 118, 101-121.
- Born, S., Ansorge, U., & Kerzel, D. (2012). Feature-based effects in the coupling between attention and saccades. *Journal of Vision*, 12(11), 1-17.
- Breitmeyer, B. (1984). *Visual masking: An integrative approach*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Breitmeyer, B. G., & Ogmen, H. (2000). Recent models and findings in backward visual masking: A comparison, review, and update. *Perception & Psychophysics*, 62, 1572–1595.
- Breitmeyer, B. G., & Ogmen, H. (2006). *Visual masking: Time slices through conscious and unconscious vision*. New York, NY: Oxford University Press.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Burnham, B. R. (2007). Displaywide visual features associated with a search display's appearance can mediate attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(3), 392-422.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, 51, 1484-1525.
- Chen, M. T., & Lin, C. C. (2004). Comparison of TFT-LCD and CRT on visual recognition and subjective preference. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(3), 167-174.
- Chica, A. B., Klein, R. M., Rafal, R. D. & Hopfinger, J. B. (2010) Endogenous saccade preparation does not produce inhibition of return: Failure to replicate Rafal, Calabresi, Brennan, & Sciolto (1989). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 36, 1193-1206.

- Chica, A. B., Lupiáñez, J., & Bartolomeo, P. (2006). Dissociating inhibition of return from endogenous orienting of spatial attention: Evidence from detection and discrimination tasks. *Cognitive Neuropsychology*, 23(7), 1015-1034.
- Chica, A. B., Taylor, T. L., Lupianez, J. & Klein, R. M. (2010). Two mechanisms underlying inhibition of return. *Experimental Brain Research*, 201, 25-35.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2. Aufl., Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-222.
- Dukewich, K. R. (2009). Inhibition of return as a manifestation of habituation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(2), 238-251.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual Search and visual similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology*, 48(1), 269-297.
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1972). Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics*, 12(2), 201-204.
- Eriksen, C. W., & James, J. D. S. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40(4), 225-240.
- Eriksen, C. W., & Yeh, Y. Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(5), 583-597.
- Fuchs, I., & Ansorge, U. (2012). Inhibition of return is no hallmark of exogenous capture by unconscious cues. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1-8.
- Fuchs, I., Theeuwes, J., & Ansorge, U. (in press). Exogenous attentional capture by subliminal abrupt-onset cues: Evidence from contrast-polarity independent cueing effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Folk, C. L. & Remington, R. W. (1998). Selectivity in distraction by irrelevant featural Singletons: Evidence for two forms of attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 847-858.
- Folk, C. L., & Remington, R. (2010). A critical evaluation of the disengagement hypothesis. *Acta Psychologica*, 135(2), 103-105.

- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(4), 1030-1044.
- Gibson, B. S., & Amelio, J. (2000). Inhibition of return and attentional control settings. *Perception, & Psychophysics*, 62(3), 496-504.
- Green, D. M. & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York, NY: Wiley.
- Helmholtz, H. v. (1895). Über den Ursprung der richtigen Deutung unserer Sinneseindrücke. *Wissenschaftliche Abhandlungen, Dritter Band* (S. 536-553). Leipzig: Barth.
- Helmholtz, H. v. (1896). Die neueren Fortschritte in der Theorie des Sehens. *Vorträge und Reden, Erster Band* (S. 265-366). Braunschweig: Vieweg.
- Hu, F. K., & Samuel, A. G. (2011). Facilitation vs. inhibition in non- spatial attribute discrimination tasks. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73, 784–796.
- Hu, F. K., Samuel, A. G., & Chan, A. S. (2011). Eliminating inhibition of return by changing salient nonspatial attributes in a complex environment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(1), 35-50.
- Hunt, A. R. & Kingstone, A. (2003). Covert and overt voluntary attention: Linked or independent? *Cognitive Brain Research*, 18, 102-105.
- Ibbotson, M., & Krekelberg, B. (2011). Visual perception and saccadic eye movements. *Current opinion in Neurobiology*, 21(4), 553-558.
- Irvine, E. (2013). Measures of Consciousness and the Method of Qualitative Differences. In *Consciousness as a Scientific Concept* (S. 41-55). Abgerufen von: www.springer.com
- Itti, L., & Koch, C. (2001). Computational modeling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(3), 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. (1890/1999). *The Principles of Psychology* (Vol. I). Bristol, UK: Thoemmes Press.
- Johnston, W. A., & Dark, V. J. (1986). Selective attention. *Annual Review of Psychology*, 37, 43-75.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. B. Long & A. D. Baddeley (Hg.), *Attention and Performance, IX* (S. 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Jonides, J., & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception & Psychophysics*, 43(4), 346-354.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175-219.
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 138-147.
- Klotz, W., & Neumann, O. (1999). Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 976-992.
- Koch, C., & Ullman, S. (1985). Shifts in selective visual attention: Towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, 4(4), 219-227.
- Kowler, E. (2011). Eye movements: The past 25 years. *Vision research*, 51(13), 1457-1483.
- LaBerge, D., Carlson, R. L., Williams, J. K., & Bunney, B. G. (1997). Shifting attention in visual space: Tests of moving-spotlight models versus an activity-distribution model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(5), 1380-1392.
- Lambert, A., Spencer, E., & Mohindra, N. (1987). Automaticity and the capture of attention by a peripheral display change. *Current Psychology*, 6(2), 136-147.
- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(1), 12-18.
- Lamme, V. A. F., & Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends in Neurosciences*, 23(11), 571-579.
- Liao, H. L., & Yeh, S. L. (2011). Interaction between stimulus-driven orienting and top-down modulation in attentional capture. *Acta Psychologica*, 138, 52-59.
- Lupiáñez, J. (2010). Inhibition of return. In A. C. Nobre & J. T. Coull (Hg.), *Attention and Time* (S.17-34). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lupiáñez, J., Decaix, C., Siéoff, E., Chokron, S., Milliken, B., & Bartolomeo, P. (2004). Independent effects of endogenous and exogenous spatial cueing: Inhibition of return at endogenously attended target locations. *Experimental Brain Research*, 159(4), 447-457.
- Lupiáñez, J., Klein, R. M., & Bartolomeo, P. (2006). Inhibition of return: Twenty years after. *Cognitive Neuropsychology*, 23(7), 1003-1014.
- Mackenzie, I. S., & Riddersma, S. (1994). Effects of output display and control: Display gain on human performance in interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, 13(5), 328-337.

- Maylor, E. A., & Hockey, R. (1985). Inhibitory component of externally controlled covert orienting in visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(6), 777-787.
- Mazer, J. A. (2011). Spatial attention, feature-based attention, and saccades: Three sides of one coin? *Biological Psychiatry*, 69(12), 1147-1152.
- McCormick, P. A. (1997). Orienting attention without awareness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 168-180.
- Mele, S., Berlucchi, G., & Peru, A. (2012). Inhibition of return at foveal and extrafoveal locations: Re-assessing the evidence. *Acta Psychologica*, 141(3), 281-286.
- Mele, S., Savazzi, S., Marzi, C. A., & Berlucchi, G. (2008). Reaction time inhibition from subliminal cues: Is it related to inhibition of return? *Neuropsychologia*, 46(3), 810-819.
- Merikle, P. M., Smilek, D., & Eastwood, J. D. (2001). Perception without awareness: Perspectives from cognitive psychology. *Cognition*, 79(1), 115-134.
- Moore, T., Armstrong, K. M., & Fallah, M. (2003). Visuomotor origins of covert spatial attention. *Neuron*, 40(4), 671-683.
- Mulckhuyse, M., Talsma, D., & Theeuwes, J. (2007). Grabbing attention without knowing: Automatic capture of attention by subliminal spatial cues. *Visual Cognition*, 15(7), 779-788.
- Mulckhuyse, M., & Theeuwes, J. (2010). Unconscious attentional orienting to exogenous cues: a review of the literature. *Acta Psychologica*, 134, 299-309.
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315-330.
- Nakayama, K., & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention. *Vision research*, 29(11), 1631-1647.
- Neumann, O. (1987). Beyond capacity: a functional view of attention. In H. Heuer & A. F. Sanders (Hg.), *Perspectives on Perception and Action* (S. 361-394). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Neumann, O. (1990). Direct parameter specification and the concept of perception. *Psychologische Forschung*, 52, 207-215.
- Neumann, O. (1992). Theorien der Aufmerksamkeit: von Metaphern zu Mechanismen. *Psychologische Rundschau*, 43(2), 83-101.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Hg.), *Information processing and cognition* (S. 55-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.
- Posner, M. I. & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Hg.), *Attention and Performance, X: Control of Language Processes* (S. 531-556). Hillsdale, NJ, US: 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.
- Posner, M. I., Rafal, R. D., Choate, L. S., & Vaughan, J. (1985). Inhibition of return: Neural basis and function. *Cognitive Neuropsychology*, 2(3), 211-228.
- Pratt, J., & McAuliffe, J. (2002). Determining whether attentional control settings are inclusive or exclusive. *Perception & Psychophysics*, 64(8), 1361-1370.
- Pratt, J., & Neggers, B. (2008). Inhibition of return in single and dual tasks: Examining saccadic, keypress, and pointing responses. *Perception & Psychophysics*, 70, 257-265.
- Pratt, J., Sekuler, A. B., & McAuliffe, J. (2001). The role of attentional set on attentional cueing and inhibition of return. *Visual Cognition*, 8(1), 33-46.
- Prinzmetal, W., Taylor, J. A., Myers, L. B., & Nguyen-Espino, J. (2011). Contingent capture and inhibition of return: A comparison of mechanisms. *Experimental Brain Research*, 214(1), 47-60.
- Rauschenberger, R. (2003). Attentional capture by auto- and allocues. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 814-842.
- Rafal, R., Calabresi, P., Brennan, C., & Sciolto, T. (1989). Saccade preparation inhibits reorienting to recently attended locations. *Journal of Experimental Psychology*, 15(4), 673-685.
- Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1988). Using direct and indirect measures to study perception without awareness. *Perception & Psychophysics*, 44(6), 563-575.
- Remington, R. W., Johnston, J. C., & Yantis, S. (1992). Involuntary attentional capture by abrupt onsets. *Perception & Psychophysics*, 51(3), 279-290.
- Ristic, J., Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2002). Are eyes special? It depends on how you look at it. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(3), 507-513.
- Ruz, M., & Lupiáñez, J. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*, 23(2), 283-310.
- Schreij, D., Owens, C., & Theeuwes, J. (2008). Abrupt onsets capture attention independent of top-down control settings. *Perception, & Psychophysics*, 70(2), 208-218.

- Schreij, D., Theeuwes, J., & Olivers, C.N.L. (2010). Irrelevant onsets cause inhibition of return regardless of attentional set. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72 (7), 1725-1729.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977a). Controlled and automatic human information processing I: Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977b). Controlled and automatic human information processing II: Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Smith, D. T., Schenk, T., & Rorden, C. (2012). Saccade preparation is required for exogenous attention but not endogenous attention or IOR. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(6), 1438-1447.
- Squire, R. F., Noudoost, B., Schafer, R. J., & Moore, T. (2013). Prefrontal contributions to visual selective attention. *Annual Review of Neuroscience*, 36(1), 451-466.
doi: 10.1146/annurev-neuro-062111-150439
- Tassinari, G., Aglioti, S., Chelazzi, L., Peru, A., & Berlucchi, G. (1994). Do peripheral non-informative cues induce early facilitation of target detection? *Vision Research*, 34, 179-189.
- Tassinari, G., and Berlucchi, G. (1993). Sensory and attentional components of slowing of manual reaction time to non-fixated visual targets by ipsilateral primes. *Vision Research*, 33, 1525-1534.
- Taylor, T. L., & Klein, R. M. (1998). On the causes and effects of inhibition of return. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5(4), 625-643.
- 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(4), 799-806.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135, 77-99.
- Theeuwes, J., Atchley, P., & Kramer, A.F. (2000). On the time course of top-down and bottom-up control of visual attention (S. 105-125). In S., Monsell & J., Driver (Hg.). *Attention & Performance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tian, Y., Klein, R. M., Satel, J., Xu, P., & Yao, D. (2011). Electrophysiological explorations of the cause and effect of inhibition of return in a cue-target paradigm. *Brain Topography*, 24(2), 164-182.
- Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(2), 314-318.

- Toffanin, P., DeJong, R., & Johnson, A. (2011). TheP4pc: An electrophysiological marker of attentional disengagement? *International Journal of Psychophysiology*, 81(2), 72–81.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Tsal, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(4), 523
- Warner, C. B., Juola, J. F., & Koshino, H. (1990). Voluntary allocation versus automatic capture of visual attention. *Perception & Psychophysics*, 48(3), 243-251.
- Wright, R. D., & Richard, C. M. (2000). Location cue validity affects inhibition of return of visual processing. *Vision Research*, 40, 2351-2358.
- Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. In S. Monsell & J. Driver (Hg.), *Attention and Performance* (S. 73-103). Cambridge, MA: MIT Press.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 10 (5), 601-621.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary vs. automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 121-134.
- Yeh S.L. & Liao H.I. (2010). On the generality of the displaywide contingent orienting hypothesis: can a visual onset capture attention without top-down control settings for displaywide onset? *Acta Psychologica*, 135, 159-167.

VII. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i> Darstellung einer typischen Hinweisreizprozedur	6
<i>Abbildung 2:</i> Typischer Reaktionszeitenverlauf (Klein, 2000)	10
<i>Abbildung 3:</i> Bildliche Darstellung der Stimuli von Mulckhuyse et al. (2007)	23
<i>Abbildung 4:</i> schematische Darstellung des Versuchsaufbaus	28
<i>Abbildung 5:</i> graphische Darstellung der korrekten mittleren Reaktionszeiten aufgeteilt nach SOA	33
<i>Abbildung 6:</i> graphische Darstellung der korrekten mittleren Reaktionszeiten aufgeteilt nach SOA, nach valider (V) und nicht-valider (NV) Bedingung, sowie desselben (GK) und des anderen Kontrasts (AK)	34

VIII. Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Name: Käthe Maren Siuda
Wohnort: Wien
Email-Adresse: k_siuda@web.de
Geburtsdatum: 11.06.1986
Geburtsort: Dachau, Deutschland

Ausbildung

seit SS 2006	Diplomstudium Psychologie, Universität Wien. Österreich
2009	Bachelorstudium Orientalistik
2002-2005	Oberstufe des Lothar Meyer Gymnasiums, Varel, Deutschland <i>Abschluss: Abitur</i>
1998-2002	Gymnasium der Deutschen Schule Jeddah, Jeddah, Saudi Arabien
1992-1998	Deutsche Schule Jeddah, Jeddah, Saudi Arabien

Bisherige Berufserfahrung und Praktika

07/2010-08/2010	Sechs-Wochen-Praktikum im Arbeitsbereich Allgemeine Psychologie, an der Universität Wien
Seit 02/2009	Angestellte im ZOOM Kindermuseum, Wien <i>im Tagesmanagement, EDV Backup</i>
2008-2009	Motto Catering, Wien <i>angestellt im Bereich Service</i>
08/2008-09/2008	Aushilfskraft bei der Bahlsen GmbH & Co. KG in Varel, Deutschland
WS 2007- SS 2009	Praktikum im Institut für Psychologische Grundlagenforschung der Allgemeinen Psychologie an der Universität Wien, Wien
07/2005-08/2005	Praktikum im Evangelischen Krankenhaus Oldenburg, Deutschland
11/2001	Praktikum im Saudi German Hospital, Jeddah, Königreich Saudi Arabien

Zusätzliches

Sprachkenntnisse	Englisch: fließend in Wort und Schrift Französisch: Schulkenntnisse Arabisch: Grundkenntnisse Spanisch: Grundkenntnisse
EDV Kenntnisse	Sehr gute Kenntnisse in MS Excel, MS PowerPoint, MS Word, SPSS
Führscheinklasse	B

Hiermit erkläre ich als Verfasserin der vorliegenden Arbeit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle sinngemäß oder wörtlich übernommenen Ausführungen sind als solche gekennzeichnet. Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Wien, 2013

Käthe Siuda