



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Der Einfluss der Sichtbarkeit plötzlich erscheinender, anti-  
prädiktiver Hinweisreize auf die Detektionsleistung  
nachfolgender Zielreize

Verfasser

Alex Al-Falaki

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl 298

Studienrichtung Psychologie

Betreuer Univ. -Prof. Dr. Ulrich Ansorge



## **Danksagung**

Ich bedanke mich bei Frau Dr. Fuchs-Leitner und Herrn Prof. Ansorge für die konstruktive und freundliche Hilfeleistung beim Verfassen dieser Arbeit. Meiner Familie und Freunden danke ich für die stetige Unterstützung in allen Lebenslagen.



## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	7
2. Selektive visuelle Aufmerksamkeit .....	9
2.1 Phasen der Selektion .....	9
3. Visuell-räumliche Aufmerksamkeit.....	11
3.1 Offene und verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerungen .....	12
4. Kritische Reizmerkmale.....	13
5. Endogene versus exogene Steuerung verdeckter Aufmerksamkeitsverlagerungen.....	14
6. Experimenteller Raum: Die Hinweisreizprozedur.....	15
6.1 Positionsverhältnis von peripheren Hinweis- und Zielreizen .....	16
6.2 Aufmerksamkeitsattraktion .....	18
6.2.1 Validitätseffekt .....	19
6.2.2 Die Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit.....	20
7. Ursachen der Aufmerksamkeitssteuerung .....	21
7.1 Exogene Aufmerksamkeitssteuerung .....	21
7.1.1 Salienz .....	21
7.1.2 Nachweis exogener Aufmerksamkeitssteuerung.....	23
7.3 Endogene Aufmerksamkeitssteuerung .....	25
7.3.1 Nachweis endogener Aufmerksamkeitssteuerung.....	26
8. Mechanismen der Aufmerksamkeitssteuerung .....	27
8.1 Reallokation .....	27
8.2 Suchstrategien .....	28
9. Das Verhältnis von Validitätseffekt und IOR.....	30
10. Unbewusste Verarbeitung subliminaler Reize.....	33
Strategische Aufmerksamkeitsverlagerung aufgrund sichtbarer, anti-prädiktiver Hinweisreize .....	37

11. Ziel und Fragestellung der Untersuchung.....	39
Annahmen.....	40
12. Methode .....	41
12.1 Untersuchungsteilnehmer.....	41
12.2 Apparatur.....	42
12.3 Prozedur .....	42
12.4 Experimentelles Design.....	43
12.4.1 Zielreiz-Detektionsaufgabe .....	43
12.4.2 Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe .....	46
13. Ergebnisse .....	47
13.1 Nachweis der Sichtbarkeit der Hinweisreize .....	47
13.2 Analyse der Zielreizdetektionsaufgabe .....	47
13.2.1 Haupteffekte .....	48
Position .....	48
Intervall.....	48
13.2.2 Interaktionseffekte.....	49
Interaktion zwischen Position und Intervall .....	49
Interaktion zwischen Intervall und Sichtbarkeit.....	50
14. Diskussion.....	51
15. Konklusion.....	53
Literaturverzeichnis .....	54
Abbildungsverzeichnis.....	63
Zusammenfassung.....	64
Abstract .....	65

# 1. Einleitung

Aus der Umgebung des Menschen strömt eine Vielzahl an visueller Information auf seine Wahrnehmung ein. Das Aufeinandertreffen externer Reize und interner Repräsentationen (subjektiver Empfindungen) erzeugt Wahrnehmungsinhalte (Ansorge & Leder, 2011). Aufmerksamkeit kennzeichnet einen Mechanismus, der diese Wahrnehmungsinhalte verarbeitet. Da Aufmerksamkeit an Ressourcen gebunden ist, ist eine stetige allumfassende Wahrnehmung der Umwelt auszuschließen (Broadbent, 1958). Um sein Verhalten der Umgebung entsprechend anzupassen, bedarf es selektiver Aufmerksamkeitssteuerung. Diese Fähigkeit äußert sich in der Beachtung relevanter Reize mit gleichzeitiger Unterdrückung irrelevanter Information (Egeth, 1967; Egeth & Yantis, 1997). Das bedeutet auch, dass wir in jedem Moment des Wachzustandes unsere Aufmerksamkeit auf eine eingeschränkte Auswahl der inneren und äußeren Umgebung richten (Ruz & Lupiáñez, 2002). Die Selektion von Information wird mittels Verlagerungen der Aufmerksamkeit getroffen. Dies wird Orientierung genannt (Posner, 1980). Die Gründe für Aufmerksamkeitsverlagerungen sind ein vieldiskutiertes Thema der Kognitionswissenschaften (vgl. Carrasco, 2011). Auf der einen Seite wird angenommen, dass wir unsere Aufmerksamkeit aufgrund innerer Ziele und Absichten auf bestimmte Objekte und Orte richten (z.B. Ansorge, 2006; Folk, Remington, & Johnston, 1992), während man demgegenüber von rein reflexiven Aufmerksamkeitsverlagerungen ausgeht, bedingt durch die Auffälligkeit (Salienz) externer Reize (z.B. Müller & Rabbit, 1989; Theeuwes, 1992, 2010). Besondere Beachtung in diesem Verhältnis wird der initialen Phase der visuellen Orientierung beigemessen, in der die erste Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen (neuen) Reiz ausgeführt wird. Die These der reizgesteuerten Aufmerksamkeitsverlagerung (englisch [engl.] „stimulus driven orienting hypothesis“) gewann durch die Erkenntnisse der Studien von Posner (1980) und Posner und Cohen (1984) an Bedeutung, um als Leitbild der frühen visuellen Aufmerksamkeitssteuerung zu dienen, bis Folk und Kollegen (1992) mit der Hypothese der bedingten Aufmerksamkeitsverlagerung (engl. „contingent involuntary orienting hypothesis“) den Fokus auf innere (Such-)Absichten und deren Einfluss auf die vermeintlich reflexive Aufmerksamkeitssteuerung lenkten. Seither wird über das Verhältnis exogener (von „außen“ gesteuerter) und endogener (von „innen“ gesteuerter)

Aufmerksamkeitsverlagerungen beim Bewältigen visueller (Such-)Aufgaben diskutiert (vgl. Egeth & Yantis, 1997).

Ein Beispiel aus dem Alltag dient als erste Beschreibung der unterschiedlichen Sichtweisen: Man sucht in einer Bibliothek nach einem bestimmten Buch, von welchem man weiß, dass es in blauem Umschlag eingebunden ist. Nach der Hypothese der bedingten Aufmerksamkeitsverlagerung sollten beim Durchsuchen der Bibliotheksregale Bücher mit blauem Einband bevorzugt beachtet werden, während Bücher, die diese Eigenschaft (blauer Einband) nicht besitzen, erfolgreich ignoriert werden können. Das unbeirrte Suchen wäre demnach auch möglich, wenn eines der Bücher aus der aktuell begutachteten Buchreihe durch einen besonders auffälligen roten Einband herausstechen würde. Unter der Annahme reizgesteuerter Aufmerksamkeitsverlagerung wäre das nicht möglich und der auffällige Reiz (roter Einband) würde eine automatische Aufmerksamkeitshinwendung verursachen.

Das Prinzip, dass auffällige Reize automatische Orientierungsreaktionen zu ihrer Quelle hin erzeugen, erscheint recht gewöhnlich, man denke beispielsweise an die Wirkung der Lichtsirenen von Rettungsfahrzeugen. Die Frage, inwiefern Aufmerksamkeitsverlagerungen auf saliente Reize von der inneren Einstellung des Menschen abhängen, ist ein reges Forschungsgebiet der kognitiven Aufmerksamkeitsforschung (Carrasco, 2011). Jedoch sind nicht alle Reize, denen wir unsere Aufmerksamkeit widmen, von hoher Auffälligkeit geprägt. Reize, welche sich nur schwach von ihrem Hintergrund abheben oder nur für sehr kurze Zeit in Erscheinung treten, finden ebenfalls Beachtung, auch wenn dies oftmals nicht bewusst wird.

Selektive visuelle Aufmerksamkeit kann auf bewusster und unbewusster Ebene stattfinden (Neisser, 1967). Reize können demnach eine Verlagerung der Aufmerksamkeit bewirken, ohne einer bewussten Verarbeitung zu bedürfen (Fuchs, Theeuwes, & Ansorge, 2013; Merikle, Smilek, & Eastwood, 2001). Dies führt zu der Diskussionsebene, ob nicht-bewusst wahrnehmbare Reize der Intention nach kontrolliert verarbeitet werden können (Ansorge, Horstmann, & Scharlau, 2011; Mulckhuyse & Theeuwes, 2010).

In dieser Arbeit wird die Aufmerksamkeitswirkung subliminaler Hinweisreize, also Reize, die unter der bewussten Wahrnehmungsschwelle präsentiert werden, auf die nachfolgende Detektionsleistung von Zielreizen untersucht. Um einen Überblick der Konzeptionen zu verschaffen, ist es eingangs vonnöten, die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der unterschiedlichen Sichtweisen der Aufmerksamkeitsforschung in Bezug auf die Selektion wahrnehmbarer visueller Reize nachzuzeichnen. Weiterhin ist deren bedeutender Einfluss auf die Annahmen unbewusster Reizverarbeitung darzustellen und so eine Ausgangsposition für die hier dargelegte Untersuchung zu schaffen. Es wird der Frage nachgegangen, ob kontrollierte Aufmerksamkeitsverlagerungen trotz Abwesenheit von Bewusstheit stattfinden können. Für die Operationalisierung der theoretischen Konstrukte verwendet dieses Experiment eine adaptierte Form des Hinweisreizparadigmas (Posner, 1980), in der Reaktionszeit und Antwortgenauigkeit der Versuchspersonen bei der Detektion von Zielreizen empirisch festgehalten werden. Vor diesen Zielreizen werden in unterschiedlichen Bedingungen zwei Darstellungsweisen subliminaler Hinweisreize präsentiert. Die Darstellung der einen Bedingung enthält gegenüber der anderen ein hervorgehobenes Reizmerkmal (die Farbe), das Hinweis- und Zielreiz gemeinsam haben. Der zweite Teil des Experiments widmet sich der Überprüfung dieser Sichtbarkeitsmanipulation, indem die Diskriminationsleistung der Versuchspersonen in Bezug auf die unterschiedliche Sichtbarkeit der Hinweisreizmerkmale miteinander verglichen wird. Abschließend werden die erhobenen Daten im Licht der vorangestellten Annahmen diskutiert.

## **2. Selektive visuelle Aufmerksamkeit**

Um Rückschlüsse auf die Funktionsweise visueller Selektion zu ziehen, werden in der kognitiven Forschung externe Reize dargeboten (Johnston & Dark, 1986). Das erste menschliche Wahrnehmungsorgan, welches externe visuelle Reize passieren müssen, um zur weiteren Verarbeitung geleitet zu werden, ist das Auge (vgl. Ansorge & Leder, 2011).

### **2.1 Phasen der Selektion**

Der Selektionsprozess der Reizverarbeitung kann grundsätzlich in eine präattentive (vorbewusste) wahrnehmungsgebundene Phase, welche nicht an begrenzte

Aufmerksamkeitsressourcen gebunden ist, und eine attentive (bewusste) aufmerksamkeitsgebundene Phase, geprägt von limitierter Verarbeitungskapazität, unterteilt werden (Egeth & Yantis, 1997; Zhao & Heinke, 2014).

Auf die Frage *wann* im Verarbeitungsprozess die Selektion von Information (Aufmerksamkeitsverlagerung) stattfindet, herrschen mehrere Antworten nebeneinander.

Gemäß den Theorien der frühen Selektion wird in der präattentiven Phase das Gesichtsfeld als Ganzes wahrgenommen und Reize darin parallel verarbeitet. Diese Verarbeitung ist nur von oberflächlicher Natur, in der grundlegende Eigenschaften von Reizen wie beispielsweise Farbe oder Helligkeit zwar unterschieden werden können, deren semantische Zuordnung zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht möglich ist (vgl. Treisman & Gelade, 1980). Um gewisse Eigenschaften genauer analysieren und deren Bedeutungsgehalt identifizieren zu können, müssen sie in der nachfolgenden attentiven Phase bewusst fokussiert werden. Broadbent (1958) prägte diese Unterteilung der Informationsverarbeitung mit seiner Filtertheorie der Aufmerksamkeit. In dieser wird angenommen, dass momentane als relevant erscheinende Reize, zuerst anhand der physikalischen Merkmale von den als irrelevant gedeuteten Reizen sensorisch ausgefiltert werden, um in weiterer Folge im Kurzzeitgedächtnis bewusst interpretiert zu werden. Die Reiz-Selektion verläuft sodurch früh, indem ein Aufmerksamkeitsfilter, der bei zwei oder mehreren konkurrierenden Reizen eine vorbewusste Auswahl anhand der physikalischen Eigenschaften trifft und nur einen, nämlich den, der für die momentane Situation als relevant erscheint, zur bewussten Verarbeitung passieren lässt (vgl. Johnston & Dark, 1986).

Deutsch und Deutsch (1963) gingen von einer Theorie der späten Selektion aus, in der sämtliche Reize ungehindert zur Interpretationsebene des Kurzzeitgedächtnisses durchdringen, wo sie dann ihrer Bedeutung nach eingeordnet werden.

Treisman (1964) beschritt einen Mittelweg zwischen früher und später Selektion mit der Abschwächungstheorie. Hierin wird davon ausgegangen, dass alle verfügbaren Reize in der präattentiven Phase teilanalysiert werden und je nach momentanem Bedeutungsgehalt verstärkt beziehungsweise abgeschwächt zur bewussten Verarbeitung weitergeleitet werden.

### 3. Visuell-räumliche Aufmerksamkeit

Nach Posner (1980) wird gerichtete Aufmerksamkeit auf externe Reize als räumlicher Selektionsmechanismus verstanden, in dem Fixpunkte – als Teilmenge der gegebenen visuellen Information – von der Aufmerksamkeit angesteuert werden, um bevorzugt verarbeitet zu werden. Da die Hinwendung auf räumliche Positionen den Selektionsprozess kennzeichnet, spricht man von einem ortsbasierten Ansatz der selektiven visuellen Aufmerksamkeit. Hierbei kann die Selektion auf zwei Arten erfolgen: Einerseits durch eine beobachtbare Bewegung des Kopfes oder der Augen und andererseits durch eine verdeckte Form, indem visuelle Information in der Peripherie des Blickes ohne zusätzliche Augenbewegung verarbeitet wird (vgl. Posner, 1980).

Man kann die Funktionsweise der räumlichen Aufmerksamkeit wie den Lichtkegel eines Scheinwerfers auffassen (Posner, Snyder, & Davidson, 1980). Das Beleuchtete wird scharf hervorgehoben und darin enthaltene Reize der erweiterten Verarbeitung zugänglich gemacht, während die umgrenzende Umgebung undeutlich und dunkel erscheint. Das fokussierte Feld wird bei der Betrachtung über einen konstanten Durchmesser definiert, der einem gleichbleibenden Aufmerksamkeitsbereich entspricht. Soll neben der Fokussierung eines Ortes ein weiterer visuell verarbeitet werden, muss sich der Lichtkegel (die Aufmerksamkeit) bewegen. Die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen Ort wird als Orientierung (engl. „orienting“) bezeichnet (Posner, 1980). Eine Weiterentwicklung dieser Sichtweise stellt das *Gummilinsen-Modell* (engl. „zoomlens“) von Eriksen und St. James (1986) dar, in dem das fokussierte Feld, ähnlich wie bei einer Kameralinse, variabel vergrößert oder verkleinert werden kann. Die Schärfe des sich ergebenden Bildes ist bei dem menschlichen Sehen von dieser Manipulation betroffen: Je größer der Rahmen des Bildes, desto unschärfer erscheinen visuelle Details, während ein kleiner Bildausschnitt mit hoher räumlicher Auflösung einhergeht (Eriksen & St. James, 1986). Das bedeutet, dass bei einem kleinen Aufmerksamkeitsbereich die Charakteristiken visueller Reize tiefergehend verarbeitet und identifiziert werden können, während zur selben Zeit – aufgrund mangelnder Ressourcen der Informationsverarbeitung – Reize außerhalb des Fokusses nur oberflächliche Verarbeitung finden (Johnston & Dark, 1986).

Awh und Pashler (2000) fanden jedoch Belege für Aufmerksamkeitsfokussierungen, die unabhängig von der räumlichen Nähe der präsentierten Reize stattgefunden haben. Demnach ist die Aufmerksamkeit in der Lage, den Fokus zu teilen und mehrere nicht benachbarte Orte mit multipler Fokussierung zu versehen (engl. „split foci“). Ob der Aufmerksamkeitsbereich geteilt werden oder als einheitlicher „Strahl“ aufgefasst werden kann, ist nicht übereinstimmend geklärt (Carrasco, 2011; für eine Übersicht siehe Jans, Peters, & De Weerd, 2010). In der hier verfassten Arbeit wird im Sinne der erweiterten Lichtkegelmetapher von einem einzigen, variablen Aufmerksamkeitsbereich ausgegangen.

### **3.1 Offene und verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerungen**

Offene Verlagerungen der Aufmerksamkeit sind von Blickbewegungen gekennzeichnet. So richten wir unseren Blick auf näher zu untersuchende Orte, damit im Auge deren Repräsentation an der Stelle des schärfsten Sehens zu liegen kommt (Fovea centralis) und die Reizverarbeitung so am effizientesten verläuft (Johnston & Dark, 1986). Charakteristisch hierfür ist, dass wir unseren Blick immer nur auf einen bestimmten Ort in dem gegebenen Moment richten können (Fokussierung) und somit unser Umfeld in serieller Weise absuchen (Treisman & Gelade, 1980). Das Wandern des Fokusses wird mittels Sakkadenabfolgen umgesetzt, indem unser Blick in rascher Abfolge von einem fokussierten Ort zum nächsten wechselt.

Anders verhält es sich hingegen mit verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerungen, welche die offenen anleiten können und ihnen zumeist vorausziehen, jedoch auch entgegengesetzt verlaufen können (Posner, 1980; siehe auch Klein & Pontefract, 1994). Somit ist die Verlagerung der Aufmerksamkeit nicht von der Blickrichtung abhängig. Verdeckte Verlagerungen äußern sich nicht durch offensichtliche Augenbewegungen, welche beispielsweise mittels Blickbewegungsmessung festgehalten werden können. Um mess- und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, werden Aufgaben mit Reizdarbietung gestellt, die eine Bestätigung (z.B. ein Tastendruck) von den Versuchspersonen fordern. In diesen Aufgaben sollen je nach Instruktion bestimmte Reize selektiert, identifiziert und diskriminiert werden, die außerhalb der Fixation des Blickes liegen, und dies ohne eine Augenbewegung durchzuführen. Reize, welche sich außerhalb der Fixation befinden, werden periphere Reize genannt. Durch experimentelle Manipulation der präsentierten

Reizeigenschaften beispielsweise hinsichtlich ihrer Form, Farbe, Helligkeit, der Dynamik des Erscheinens oder des zeitlichen Verhältnisses ihrer Darbietung wird versucht, Aufschluss über die Präzision und Geschwindigkeit der zuständigen endo- und exogenen Mechanismen bei verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerungen zu erlangen. In Bezug auf die visuelle Suche wird hier im Gegensatz zur seriellen Verarbeitung offener Aufmerksamkeitsverlagerungen von einer Funktionsweise ausgegangen, welche die Umgebung außerhalb des Fokusses parallel durchsucht (Treisman & Gelade, 1980).

#### **4. Kritische Reizmerkmale**

Welche Eigenschaften muss ein peripherer Reiz besitzen, um Aufmerksamkeit auf sich zu lenken? Reize, die sich durch ein oder mehrere Merkmale von ihrer Umgebung unterscheiden werden als Merkmals-Einzelreize (engl. „feature-singletons“) bezeichnet (vgl. Egeth & Yantis, 1997). Sie können je nach Ausprägung in der jeweiligen Merkmalsdimension unterschiedlich salient wirken. Damit ein Reiz als salienter Einzelreiz wahrgenommen wird, muss er sich in einer zentralen (Merkmals-)Dimension von einer ansonst gleichartigen Gruppe an Reizen unterscheiden (Itti & Koch, 2001). Ein sinnbildliches Beispiel für einen salienten Farb-Einzelreiz wäre ein roter unter ansonst grünen Äpfeln im Auslagekorb eines Supermarktes. Falls er sich desweiteren nicht durch seine Form oder Größe (oder ein sonstiges Merkmal) von der restlichen Menge abhebt, zeugt die Farbe von seiner situativen Individualität. Nach Ansorge (2000) kann in diesem Sinne deswegen auch von „individuierten Reizen“ gesprochen werden. Das Konzept der Salienz unter reizgesteuerter Aufmerksamkeitsverlagerung wird in Kapitel 7.1 vorgestellt.

Die wahrnehmbaren Merkmale und Eigenschaften von Einzelreizen können von statischer oder dynamischer Natur sein (Burnham & Neely, 2008; Folk, Remington, & Wright, 1994; Lamy & Egeth, 2003). Die statische Dimension ist von einer räumlichen Veränderung der Szene gekennzeichnet, beispielsweise indem sich ein Merkmal (z.B. Größe, Form oder Farbe) eines Einzelreizes von den Merkmalen einer gleichzeitig anwesenden Gruppe von Reizen unterscheidet (siehe oben). Dynamische Reize fallen durch eine Veränderung auf zeitlicher Ebene auf. Eine Aufmerksamkeitsverlagerung kann durch plötzliches Auftreten (engl. „abrupt onset“) oder Verschwinden (engl. „abrupt

offset“) eines Reizes hervorgerufen werden. Auch die Helligkeitsveränderung oder Anbahnung von Bewegung eines Reizes erzeugt Dynamik, die salient wirkt (vgl. Burnham & Neely, 2008).

Reize mit plötzlichem Beginn (engl. „abrupt onset singletons“; vgl. Jonides, 1981) stellen einen Sonderfall von Einzelreizen in der Gruppe der dynamischen Reize dar. Die Wirkung abrupt erscheinender Reize wird näher in Kapitel 6.2 beschrieben.

## **5. Endogene versus exogene Steuerung verdeckter Aufmerksamkeitsverlagerungen**

Was geschieht, wenn Reize in der Peripherie des fokussierten Blickfeldes auftreten? Wird unsere Aufmerksamkeit dann automatisch darauf gerichtet, abhängig von der Auffälligkeit des Reizes, oder lassen uns Absichten solche Reize je nach ihrer Beschaffenheit bewusst ausblenden beziehungsweise wahrnehmen? In der kognitiven Forschung liegt eine Meinungsverschiedenheit darüber vor, ob die initiale Phase visueller Orientierung reizgetrieben oder absichtsabhängig stattfindet (vgl. Ansorge, Kiss, Worschech, & Eimer, 2011). Wenn Suchabsichten eine Rolle in der visuellen Aufmerksamkeitssteuerung spielen, indem zum Beispiel auffällige, jedoch für die Suchabsicht irrelevante Reize ignoriert werden können, dann kennzeichnet dies einen *Top-Down* Prozess (z.B. Neisser, 1967; Folk et al., 1992). Die Aufmerksamkeitssteuerung erfolgt demnach *absichtsabhängig*, *willkürlich*, *bewusst* und *kontrolliert*. Falls saliente visuelle Stimuli *automatisch* und *unwillkürlich*, *unbewusst* und *reflexiv*, obgleich ihrer Bedeutung für die Suchabsicht der Person, eine Hinwendung der Aufmerksamkeit bedingen, dann spricht man von *Bottom-Up* gesteuerten Prozessen (z.B. Theeuwes, 1992; Yantis & Jonides, 1984). Yantis (1993) verwendete die Begriffe „goal-driven“ (bzgl. Top-Down und endogene Steuerung) und „stimulus-driven“ (bzgl. Bottom-Up und exogene Steuerung), welche die Ursachenzuschreibung der Aufmerksamkeitshinwendung hervorheben. In weiterer Folge werden in dieser Arbeit die Begriffe, die einen Top-Down beziehungsweise Bottom-Up Prozess charakterisieren, alternativ unter endogener beziehungsweise exogener Aufmerksamkeitssteuerung zusammengefasst. Grundsätzlich wird innerhalb beider Ansätze von einer Interaktion zwischen dem endogenen und dem

exogenen Aufmerksamkeitssystem ausgegangen, jedoch ist ihr zeitliches Verhältnis nicht übereinstimmend geklärt (Carrasco, 2011; Egeth & Yantis, 1997).

Während für manche Forscher (Jonides, 1981; McCormick 1997; Mulckhuysen & Theeuwes 2010; Müller & Rabitt, 1998; Posner, 1980; Theeuwes, 1992; 2010) die präattentive Phase der Reizverarbeitung rein reizgesteuert abläuft, finden sich Vertreter (Ansorge & Heumann, 2003; Ansorge, Kiss et al., 2011; Bacon & Egeth, 1994; Chen & Mordkoff, 2007; Folk et al., 1992; Gibson & Amelio, 2000), die von einer bereits vorbewussten absichtsabhängigen Verarbeitung ausgehen.

Ein bekanntes experimentelles Design, um selektive visuelle Aufmerksamkeit durch Detektion, Diskrimination und Identifikation visueller Stimuli mittels verdeckter Aufmerksamkeitsverlagerungen empirisch festzuhalten, ist das Hinweis-Reiz-Paradigma von Posner (1980), welches auch dieser Arbeit zugrunde liegt. Nachfolgend werden das traditionelle Vorgehen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse exo- beziehungsweise endogener Positionsselektion vorgestellt. Dies soll ein methodologisches Verständnis der messbaren Effekte schaffen, deren Kenntnis für diese Untersuchung (Kapitel 12) vonnöten ist. Als alternative Bezeichnung für die Aufmerksamkeitsverlagerung auf einen Reiz wird in der darliegenden Arbeit der Begriff der (exo- bzw. endogenen) *Aufmerksamkeitsattraktion* nach Ansorge (U. Ansorge, pers. Mitteilung, 11.01.2015) verwendet.

## **6. Experimenteller Raum: Die Hinweisreizprozedur**

Versuchspersonen erhalten die Aufgabe innerhalb einer bestimmten Anzahl von Durchgängen einen peripheren Zielreiz, dargestellt auf einem Computermonitor, möglichst schnell zu entdecken und dies mittels Eingabe, zumeist ein Tastendruck, zu bestätigen. Zu Beginn der Untersuchung werden sie instruiert, ihren Blick auf einen zentralen Punkt des Bildschirms zu richten (z.B. ein Fixationskreuz) und ihn überdies, während der Dauer eines jeden Durchganges – von der Reizpräsentation bis hin zu der Eingabereaktion – in dieser mittigen Fixation zu belassen. Vor dem Zielreiz wird ein peripherer oder zentraler Hinweisreiz, der die Position des nachfolgenden – stets peripheren – Zielreizes mit einer vorbestimmten Wahrscheinlichkeit voraussagt,

dargeboten. Die zentrale Darbietung von Hinweisreizen erfolgt mittels Symbolen anstelle des Fixationspunktes (z.B. in Pfeilform) und zieht aufgrund des Interpretationsbedarfes endogene Aufmerksamkeitsprozesse nach sich. Periphere Hinweisreize, welche in dieser Arbeit zu Anwendung kommen, wurden grundsätzlich zur Untersuchung exogener Aufmerksamkeitsverlagerungen herangezogen (vgl. Jonides, 1981; Posner, 1980), eignen sich jedoch ebenfalls für den Nachweis endogener Prozesse (vgl. Fuchs & Ansorge, 2012, Experiment 5). Von entscheidender Bedeutung ist, dass sowohl die Hinweisreizart (zentral, peripher) als auch die weiteren, manipulierbaren Eigenschaften der Hinweisreize (Form, Farbe, Dynamik etc.) in der Lage sind, die Leistung der Versuchspersonen in Bezug auf die instruierte Zielreizdetektion zu beeinflussen. Dies äußert sich in unterschiedlichen Reaktionszeiten der Zielreizerfassung sowie in der Genauigkeit des Antwortverhaltens (Müller & Rabbitt, 1989) und lässt Rückschlüsse auf das zeitliche Verhältnis und die Präzision endo- und exogener Verarbeitung schließen.

Bei Detektionsaufgaben müssen die Versuchspersonen in jedem Durchgang entscheiden, ob ein Zielreiz gezeigt wurde oder nicht. Um ein mögliches antizipatorisches Antwortverhalten der Versuchspersonen zu unterbinden, werden auch Durchgänge ohne Zielreizpräsentation (engl. „catch-trials“; vgl. Chica, Martín-Arévalo, Botta, & Lupiáñez, 2014) in den Versuchsaufbau einbezogen. Wird kein Zielreiz dargeboten, soll auch nicht reagiert werden.

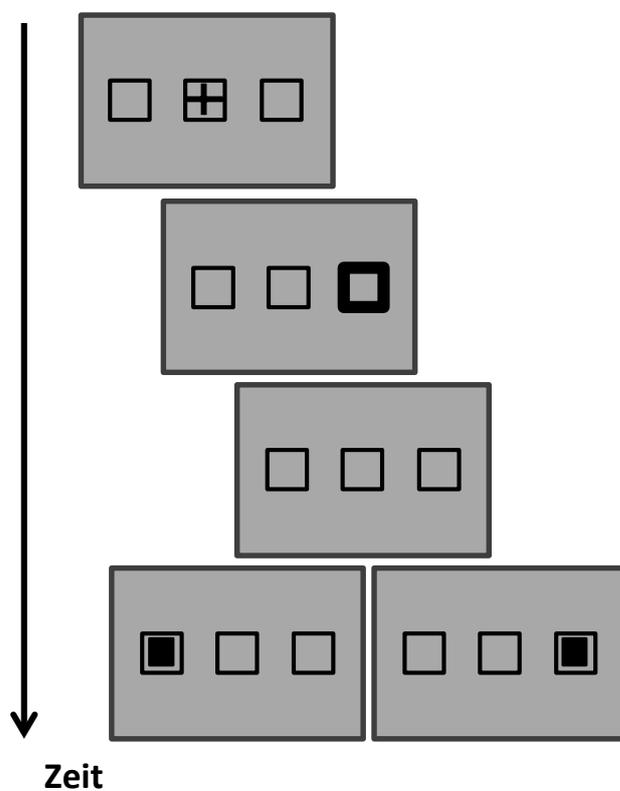
## **6.1 Positionsverhältnis von peripheren Hinweis- und Zielreizen**

Abrupt erscheinende periphere Hinweisreize liefern die Information über das örtliche Auftreten des Zielreizes mittels ihrer eigenen räumlichen Position, ohne eine Beachtung ihrer weiteren Reizmerkmale (z.B. Form, Farbe etc.) für die Bestimmung des Zielreizortes zu fordern (vgl. Ansorge, 2006). Die Wahrscheinlichkeit mit der ein uninformativer peripherer Hinweisreiz an selber Stelle wie der Zielreiz auftritt, gleicht der Wahrscheinlichkeit des Auftretens an unterschiedlicher Stelle. Stehen zwei Positionen für das Auftreten von Ziel- und Hinweisreiz zur Verfügung, erscheint der Hinweisreiz gleich häufig an der einen wie anderen Stelle. Damit die Vorhersagekraft (Validität) des Hinweisreizes in Bezug auf die nachfolgende Zielreiz-Position uninformativ bleibt, darf zudem das Positionsverhältnis der beiden Reize nicht korrelieren. Werden im Verlauf von mehreren Durchgängen Hinweisreize mit höherer Wahrscheinlichkeit am Ort des

16

Zielreizes präsentiert, so sind sie prädiktiv. Bei zwei möglichen Positionen von Hinweis- und Zielreiz kann zudem ein anti-prädiktives Positionsverhältnis bestehen, indem Hinweisreize mit höherer Wahrscheinlichkeit an der anderen Stelle als die Zielreize erscheinen (vgl. McCormick, 1997). Falls das Positionsverhältnis in Bezug auf die Vorhersagekraft nicht explizit genannt wird, wird nachfolgend bei der Beschreibung von Hinweis- und Zielreizen ein uninformatives Verhältnis angenommen.

Ein Durchgang wird, ebenso wie ein Hinweisreiz, als valide bezeichnet, wenn Hinweis- und Zielreiz an selber Stelle auftreten und als nicht-valide, wenn keine Positionsübereinstimmung der beiden Reize herrscht.



**Abb. 1** Schematische Displayabfolge bei der Darbietung peripherer Hinweisreize nach dem Grundparadigma von Posner (1980)

Abbildung 1 zeigt zu Beginn (oberste Reihe) das Fixationsdisplay mit einem Fixationskreuz in dem mittleren von drei in der horizontalen Ebene präsentierten Quadraten. Danach folgt das Hinweisreizdisplay, in dem ein peripherer Hinweisreiz mittels einer kurzen Helligkeitsänderung eines der äußeren Quadrate (in diesem Fall, rechts) präsentiert wird. Nach seinem Verschwinden folgt ein variables zeitliches

Intervall bis der gesuchte periphere Zielreiz, ein kleineres schwarzes Quadrat, in einem der äußeren Quadrate erscheint. Die unterste Reihe der Abbildung zeigt links einen nicht-validen und rechts einen validen Durchgang.

## **6.2 Aufmerksamkeitsattraktion**

Posner (1980) zeigte, dass Menschen, trotz einer gleichmäßigen Wahrscheinlichkeitsverteilung des Positionsverhältnisses von Hinweis- und Zielreiz, den peripheren Hinweisreiz stets beachteten und folglich langsamer in nicht-validen Durchgängen reagierten als in validen. Da das Beachten des peripheren Hinweisreizes nicht überzufällig zum Erfolg führte (auf den Zielreiz so schnell wie möglich zu reagieren), die Versuchspersonen allem Anschein nach jedoch stets die Kosten in Form einer verlangsamten Reaktion auf den Zielreiz bei nicht gegebener Positionsübereinstimmung zu tragen gewillt waren, schloßen die Autoren daraus, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung auf den plötzlich erscheinenden, peripheren Hinweisreiz unwillkürlich, automatisch und reflexiv geschah. Diese exogene Aufmerksamkeitsverlagerung ist als „exogenous attentional capture“ oder nur „attentional capture“ in der Literatur bekannt (vgl. Ruz & Lupiáñez, 2002).

Plötzlich erscheinende periphere Reize scheinen eine Sonderstellung bei der Verlagerung der Aufmerksamkeit einzunehmen, da sie besonders effizient darin sind, exogene Aufmerksamkeitsattraktionen zu bewirken (Jonides, 1981; Yantis & Jonides, 1984). Neben der Ursache, dass etwas Neues plötzlich im Gesichtsfeld erscheint, könnte auch die zumeist damit verbundene Helligkeitsveränderung in der visuellen Szenerie für automatische Aufmerksamkeitsverlagerung sorgen (Yantis & Hillstrom, 1994). Die sogenannten Stäbchen im parafovealen und peripheren Retinabereich des Auges verfügen über eine höhere Helligkeitsempfindung als die der Zapfen in der Fovea centralis (Ansorge & Leder, 2011). Das hat zur Folge, dass Helligkeitsunterschiede in der Peripherie des Blickfeldes in der preattentiven Reizwahrnehmung schneller wahrgenommen werden können (vgl. Liu, Pestilli, & Carrasco, 2005).

Müller und Rabbit (1989) zeigten ebenfalls, dass Versuchspersonen, die über das Positionsverhältnis unterrichtet wurden, einen nicht-validen, plötzlich auftretenden Hinweisreiz nicht ignorieren konnten, was mit Reaktionszeitkosten in nicht-validen im

Vergleich zu validen Durchgängen verbunden war. Das exogene Aufmerksamkeitssystem scheint schneller auf solche Reize reagieren zu können als das endogene (ebd.). Dies lässt vermuten, dass beide Aufmerksamkeitssysteme zu unterschiedlicher Zeit für unterschiedliche Zwecke entstanden, wobei das exogene System phylogenetisch älter zu sein scheint (Carrasco, 2011). Eine rasche Hinwendung der Aufmerksamkeit ließe im evolutionären Kontext eine (mögliche) plötzlich auftretende Gefahrenquelle rechtzeitig erkennen und somit eine Handlung zur Abwendung initiieren (Yantis, 2000).

Auch der Umstand, dass in validen Durchgängen nach der Präsentation zentraler Hinweisreize durchschnittlich langsamer als nach peripheren, auf den Zielreiz reagiert wird, lässt auf unterschiedlich schnelle Aufmerksamkeitssysteme schließen (Carrasco, 2011), obwohl beide Reizarten für sich genommen, schnellere und genauere Reaktionen in validen als in nicht-validen Durchgängen bewirken. Während endogene Aufmerksamkeit ungefähr 300 ms zur Verlagerung braucht, kann jedoch je nach Aufgabenstellung willkürlich lange an dem Ort gehalten werden kann, entstehen und versiegen exogene Aufmerksamkeitsverlagerungen wesentlich schneller, mit einer ungefähren Zeitspanne von 100 - 120 ms (ebd.).

Wenn jedoch keine Unsicherheit über den räumlichen Erscheinungsort des Zielreizes besteht, das heißt, wenn die stetige Position eines erscheinenden Zielreizes über alle Durchgänge hinweg bekannt ist, kann das exogene System vom endogenen überschrieben werden, indem plötzlich auftretende, nicht-valide Hinweisreize ignoriert werden können und so keinen (automatisch-) ablenkenden Effekt in Form von Reaktionszeitkosten verursachen (Theeuwes, 1991; Yantis & Jonides, 1990). Die auf innere Gewißheit beruhende, kontrollierte Reaktion (das Ignorieren) auf einen plötzlich erscheinenden Reiz spricht für ein flexibles Aufmerksamkeitssystem, dass je nach Situation für adaptives Verhalten sorgt und im evolutionären Kontext genauso überlebenswichtig erscheint wie reflexive Verhaltensweisen (Ansorge et al., 2011).

### **6.2.1 Validitätseffekt**

In validen Durchgängen wird schneller und weniger fehleranfällig auf den Zielreiz reagiert als in nicht-validen. Die Tatsache der verminderten Reaktionszeit richtigen Antwortverhaltens wird als Validitätseffekt bezeichnet (z.B. Ansorge, 2006). Hierbei

handelt es sich um einen erleichternden Effekt zur Zielreizerfassung, welcher sich in validen Durchgängen aus der Positionübereinstimmung von Hinweis- und Zielreiz ergibt, weil die Aufmerksamkeit bereits auf den plötzlich erscheinenden Hinweisreiz gerichtet ist (Aufmerksamkeitsattraktion), also schon vor Ort ist, wenn der in unmittelbarer zeitlicher Nähe (bis ungefähr 300 ms nach Hinweisreizdarbietung) folgende Zielreiz präsentiert wird (Klein, 2000). Im Sinne der Lichtkegelmetapher wird die schnellere Detektion des Zielreizes von der erweiterten Verarbeitung innerhalb des „Beleuchteten“ des Aufmerksamkeitsbereiches bewirkt.

Es wird an dieser Stelle vorerst festgehalten, dass der Validitätseffekt unter Verwendung abrupt auftretender und peripherer Hinweisreize den experimentellen Nachweis einer vorher stattgefundenen exogenen Aufmerksamkeitsattraktion darstellt.

Der zeitliche Abstand zwischen der Präsentation des Hinweis- und des Zielreizes ist eine entscheidende Variable bei der Messung von Aufmerksamkeitseffekten. Kurze Intervalle (< 300 ms) werden in der Regel zur Messung exogener Aufmerksamkeitsverlagerung eingesetzt, während lange Zeitabstände (> 300 ms) zur Messung endogener Verlagerungen dienen (Chica et al., 2014).

### **6.2.2 Die Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit**

Vergeht ein zeitliches Intervall (engl. „stimulus onset asynchrony“, [SOA]) von ungefähr 300 ms zwischen dem Auftreten eines uninformativen, peripheren Hinweisreizes und des Zielreizes, folgt auf den Validitätseffekt eine Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit (engl. „inhibition of return“, [IOR]; vgl. Posner & Cohen, 1984; siehe auch Klein, 2000), welche sich in schnelleren Reaktionszeiten in nicht-validen als in validen Durchgängen niederschlägt. Der Validitätseffekt wird mit fortwährender Dauer bis zum Erscheinen des Zielreizes nicht nur schwächer, sondern das Aufmerksamkeitssystem hemmt die Stelle der vormaligen Aufmerksamkeitsattraktion sogar. Dies wird mit einem Mechanismus zur Erhöhung der Sucheeffizienz in Verbindung gebracht (Carrasco, 2011; Klein, 2000; Mulckhuyse & Theeuwes, 2010; Pratt, O'Donnell, & Morgan, 2000), der die Aufmerksamkeit von einem beachteten Ort, an dem sich nichts ereignet, abzieht und zusätzlich seine Wiederbesetzung mit Aufmerksamkeit (Reorientierung zu diesem Ort) hemmt.

Auf experimenteller Ebene resultiert daraus, dass der durch den Hinweisreiz bewirkte Verarbeitungsvorteil sich nach einer gewissen Zeit (ab ca. 225 - 300 ms) ohne Zielreizdarbietung in sein Gegenteil umkehrt (Klein, 2000). Dies weist sich bei der Messung von Reaktionszeiten als quasi gegensätzlicher Validitätseffekt aus:

Indem man die durchschnittlichen Reaktionszeiten in validen Durchgängen von denen in nicht-validen Durchgängen abzieht, erhält man bei positiven Ergebnissen Kennzeichen für Validitätseffekte, während negative auf IOR-Effekte hinweisen.

Den beiden Effekten liegt ein Ursache-Prozess, welcher auf die Eigenschaften der Hinweisreize bezogen ist und ein Ausführungsprozess, der die Reaktion auf den Zielreiz kennzeichnet, zugrunde. Uneinigkeit liegt über die Ursache der einzelnen Effekte vor (bzgl. Validitätseffekt, vgl. Ruz & Lupiáñez, 2002; bzgl. IOR, vgl. Lupiáñez et al., 2004) als auch folglich darüber, ob eine gemeinsame oder als getrennt zu bewertende Ursache beiden Effekten zugrunde liegt (vgl. Lupiáñez, Klein, & Bartolomeo, 2006).

Das Verhältnis von Validitätseffekt und IOR wird in Kapitel 8 näher beschrieben.

## **7. Ursachen der Aufmerksamkeitssteuerung**

### **7.1 Exogene Aufmerksamkeitssteuerung**

Diese Ansicht ordnet die Selektion externer Reize in Abhängigkeit zu deren Eigenschaften ein. Somit liegt es an dem Grad der Ausprägung in den jeweiligen Merkmalsdimensionen (z.B. Form, Farbe, Intensität, Dynamik etc.) eine Aufmerksamkeitsattraktion zu bedingen. In weiterem Sinne bedeutet dies, dass auffällige Reize mit höherer Wahrscheinlichkeit Aufmerksamkeit auf sich ziehen als Reize, die weniger auffällig sind.

#### **7.1.1 Salienz**

Salienz wird als der lokale Kontrast einer oder mehrerer Merkmalsdimensionen eines Reizes im Vergleich zu den entsprechenden Merkmalsdimensionen der Reize seiner Umgebung verstanden (Itti & Koch, 2001). Dieser Kontrast unterscheidet beispielsweise einen salienten Reiz von einer umgebenden homogenen Gruppe an Reizen. Die

Kontraststärke entscheidet über den Grad seiner Auffälligkeit, das heißt, inwiefern er aus der dargebotenen Masse an Reizen heraussticht (engl. „pop-out“; Theeuwes, 1992). Laut Salienz-Modell (Itti & Koch, 2000) sind die relevanten Merkmalsdimensionen eines Reizes, in denen er sich von seiner unmittelbaren Reiz-Nachbarschaft unterscheiden muss, seine Farbe, seine Intensität (Luminanz) und seine Orientierung (Lage im Raum), um im Vergleich als Einziger eine automatische Aufmerksamkeitsattraktion zu bedingen. Ist der lokale Kontrast in zumindest einem dieser Merkmalsdimensionen stark genug, dann lenkt der Reiz automatisch die Aufmerksamkeit auf sich und erhält die Qualität eines Einzelreizes (engl. „singleton“; vgl. Yantis, 1998).

Ein Anwendungsbeispiel aus der psychologischen Ästhetikforschung dient zur Veranschaulichung des Modells: In computerimplementierten Verfahren zur Bildanalyse werden zuerst getrennt für die drei genannten Merkmalsdimensionen sogenannte Auffälligkeitskarten (engl. „conspicuity maps“) erstellt, welche die Stellen hoher Kontrastunterschiede markieren, indem sie den Kontrast – in der jeweiligen Merkmalsdimension – eines Punktes zu seinen lokal benachbarten Punkten mit einem Wert angeben. Anschließend werden die merkmalspezifischen Kontrastwerte linear kombiniert und zu einer Salienzkarte zusammengelegt, die der retinotop organisierten Salienzkarte kortikaler Areale beim Betrachten entspricht (vgl. Ansorge & Leder, 2011; siehe auch Fuchs, Ansorge, Redies, & Leder, 2011). Hohe Kontraststärken spiegeln konzentrierte Neuronensammlungen in den Arealen des visuellen Neocortex wieder. Die Rangreihung der Kontraststärken erlaubt dem Modell Voraussagen, wohin die Fixationen der Augen beim Betrachten eines Bildes mit hoher Wahrscheinlichkeit hinfallen werden.

Entscheidend bei den Theorien, die von einer reizgesteuerten Aufmerksamkeitsattraktion ausgehen, ist, dass die automatische Aufmerksamkeitsattraktion in der präattentiven Phase der Informationsverarbeitung ohne den Einfluss von Absichten (z.B. Suchstrategien) durch den salientesten Reiz im Gesichtsfeld stattfindet (Müller & Rabbitt, 1989). Dieser löst eine automatische Aufmerksamkeitsattraktion aus, weil er den Wettbewerb um die höchste neuronale Erregung für sich entscheidet (Itti & Koch, 2001). Erst nach dieser rein reflexiven Phase wird im Falle eines „versehentlich“ selektierten, für die Aufgabenbewältigung irrelevanten Reizes, eine bewusste kognitive Modulation in

Form einer Abgleichung mit den gesuchten Merkmalen (engl. „engagement“) und folglich der Loslösung der Aufmerksamkeit (engl. „disengagement“) von dem Ort der Aufmerksamkeitsattraktion möglich (vgl. Theeuwes, 2010). Die Aufmerksamkeit richtet sich anschließend auf den in Bezug auf dessen Kontraststärke nächst-salienten Reiz und hemmt den Ort der vormaligen Attraktion (vgl. Itti & Koch, 2001).

### **7.1.2 Nachweis exogener Aufmerksamkeitssteuerung**

Theeuwes (1992), ein Vertreter der reizgesteuerten These, präsentierte seinen Versuchspersonen Merkmals-Einzelreize und bestärkte die Unterteilung der Reizwahrnehmung in eine vorbewusste Stufe, ohne Kapazitätsbeschränkung mit oberflächlicher paralleler Informationsverarbeitung und einer nachfolgend begrenzten, jedoch genauer arbeitenden Stufe serieller Vorgangsweise. In seiner Untersuchung zur visuellen Suche mussten Versuchspersonen einen Zielreiz unter weiteren sechs gleichzeitig erscheinenden Ablenkreizen finden und seine Ausrichtung bestätigen. Der Unterschied visueller Such-Aufgaben (engl. „visual search tasks“) zur Hinweisreizprozedur besteht darin, dass kein Hinweisreiz vor dem Zielreiz präsentiert wird und der zu erfassende Zielreiz gleichzeitig mit Ablenkreizen (Distraktoren) erscheint. Eine Übersicht der verschiedenen Paradigmen bieten Burnham (2007) sowie Folk und Remington (2006). Zwei Bedingungen prägten Ziel- und Ablenkreize in Theeuwes Untersuchung. In der einen Bedingung stellte der Zielreiz in Bezug auf seine Form einen Einzelreiz dar, indem nach einem grünen Kreis unter ansonst grünen Rauten gesucht werden musste. Sämtliche Reize erschienen ringförmig um einen zentralen Fixationspunkt, der zuvor fokussiert werden musste. Der Zielreiz wies entweder eine horizontale oder vertikale Linie innerhalb seiner Form auf. Das Ziel der Versuchspersonen war die Ausrichtung dieser Linie so schnell wie möglich mittels Tastendruck zu diskriminieren (d.h., Betätigung jeweils einer von zwei Tasten für horizontal bzw. vertikal). Die umgebenden grünen Rauten hatten schräge Linien in ihrer Form. Erschien unter den grünen Rauten ein Distraktor in Form von einer roten Raute, waren die Reaktionszeiten zur Bestimmung der Linien-Ausrichtung verzögert im Vergleich zu Durchgängen ohne rotem Distraktor. Der Distraktor repräsentierte neben dem Zielreiz einen weiteren Merkmals-Einzelreiz, der, obwohl irrelevant, aufgrund seiner hohen Salienz (rote Farbe) eine Aufmerksamkeitsattraktion auslöste. Deswegen wird dieses

Paradigma auch „additional singleton paradigma“ genannt. In der zweiten Bedingung stellte der Zielreiz einen Farb-Einzelreiz dar, indem man nach einem grünen Kreis unter roten Kreisen suchen musste. Wiederum musste die Linien-Ausrichtung so schnell wie möglich mittels Tastendruck angegeben werden. Erschien unter den roten Kreisen eine rote Raute, was in der Hälfte der Durchgänge vorkam, war die Reaktionszeit zur Bestimmung der Linien-Ausrichtung nicht verzögert. Die rote Raute hatte in der einen Bedingung als Farb-Einzelreiz eine Aufmerksamkeitsverlagerung bewirkt, welche die Zielreizbestimmung nachteilig beeinflusste, während sie in der anderen als Form-Einzelreiz ignoriert werden konnte. Der Farbkontrast war im Vergleich zum Formkontrast salient genug, um die Selektion des Zielreizes zu verzögern. Auch nach ausführlichem Training mittels einer hohen Anzahl an Durchgängen war es den Versuchspersonen nicht möglich, die für die Aufgabenstellung irrelevanten, jedoch hoch salienten Farb-Einzelreize zu ignorieren. Aufgrund der längeren Reaktionszeiten in Durchgängen mit ihrer im Vergleich zu Durchgängen ohne ihrer Anwesenheit schloß Theeuwes (1992), dass es sich um reizgesteuerte Aufmerksamkeit handelte, da kognitive Modulation (die Versuchspersonen wussten stets nach welchem Zielreiz zu suchen war) die Aufmerksamkeitsverlagerung des – in Bezug auf den Zielreiz – salienteren, jedoch irrelevanten Einzelreizes nicht verhindern konnte.

Gemäß der Merkmalsintegrationstheorie (vgl. Treisman & Gelade, 1980) werden einzelne Reizmerkmale wie Form oder Farbe in der parallel verarbeitenden, präattentiven Phase der Informationsverarbeitung nur oberflächlich erkannt. Demnach werden Reize in dieser ersten Analyse automatisch aufgrund der Salienz ihrer Merkmale ausgewählt, um dann in der zweiten Phase bewusst (attentiv) tiefgehend verarbeitet zu werden. Die Identifikation, ob es sich beispielsweise um einen Form- oder Farbeinzelreiz handelt, kann also erst nach dieser ersten unwillkürlichen Selektion stattfinden. Folglich können Merkmals-Einzelreize eine anfängliche Aufmerksamkeitsattraktion bedingen, ohne für die Aufgabenbewältigung relevant zu sein und die Aufmerksamkeit in Anbetracht ihrer Merkmale unterschiedlich lange an der eigenen Position halten, bevor eine Loslösung möglich wird (Theeuwes, 2010).

### 7.3 Endogene Aufmerksamkeitssteuerung

Der automatischen Hinwendung der Aufmerksamkeit aufgrund von Reizeigenschaften steht nun die willentliche Steuerung aufgrund von internen Repräsentationen im Sinne von Suchstrategien, welche durch Aufgabenstellung, Instruktion und korrespondierende Reizeigenschaften zwischen Hinweis- und Zielreiz entstehen, gegenüber. Die Idee ist, dass Menschen bei gegebenem Ziel, in der Hinweisreizprozedur beispielsweise durch die Interpretation der gegebenen Instruktion, Suchkriterien entwickeln, die ihrer Ansicht nach der Zielerreichung dienlich sind. Innerhalb der Hinweisreizprozedur werden in diesem Sinne nur periphere Stimuli zur Selektion auserwählt, deren Eigenschaften zu den Suchkriterien eines zu entdeckenden Zielreizes passen und zwar bevor eine Aufmerksamkeitsverlagerung stattfindet. Somit können einerseits unpassende (irrelevante) Reize, die keine kritischen Reizmerkmale mit dem Zielreiz gemeinsam haben, ignoriert werden und andererseits passende (relevante) Reize, welche die gesuchten Merkmale des Zielreizes besitzen, innerhalb der vorbewussten Phase selektiert werden, um dann mit Aufmerksamkeit(sverlagerungen) versehen zu werden. Die Aufgabenstellung veranlasst die Versuchspersonen Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen (engl. „attentional control settings“, [ACS]; Folk et al., 1992; 1994) zu entwickeln, welche sich dafür verantwortlich zeichnen, welcher Reiz selektiert werden soll. Suchstrategien, die je nach Aufgabenstellung und Absicht von den ACS überwacht werden, bezeichnet man als *Suchsets* (engl. „search templates“). Passende Hinweisreize teilen Eigenschaften mit dem Zielreiz und gehören deswegen zum Suchset der Person (vgl. Folk et al., 1992; siehe auch Ansorge et al., 2011).

Wichtig ist, dass auch hier die Aufmerksamkeitsattraktion automatisch, ohne der bewussten Aufmerksamkeitssteuerung der Person abläuft, jedoch nur nach entsprechender Passung der Reizmerkmale von Hinweis- und Zielreiz und somit durch Konformität mit den Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen. Dies ist die wesentliche Annahme der Kontingenzhypothese der unwillkürlichen Aufmerksamkeitsverlagerung, welche Folk, Remington und Johnston (1992) der These einer automatischen exogenen Aufmerksamkeitsattraktion entgegengesetzten, welche allein die Salienz der Reize als bestimmendes Merkmal für die Aufmerksamkeitsattraktion postuliert. In der Literatur

wird die endogene Aufmerksamkeitsattraktion als „endogenous attentional capture“ oder auch „contingent capture“ geführt (z.B. Folk & Remington, 2006).

### **7.3.1 Nachweis endogener Aufmerksamkeitssteuerung**

In Experimenten zur Kontingenzhypothese mit Hinweisreizen müssen die Versuchspersonen durch Instruktion einen Hinweis auf den zu entdeckenden Zielreiz erhalten, damit sie Suchstrategien entwickeln können. Das kann zum Beispiel die Form sein. Daraufhin werden meistens zwei Arten von uninformativen Hinweisreizen präsentiert: passende bzw. relevante (engl. „matching cues“) und unpassende bzw. irrelevante (engl. „non-matching cues“) Hinweisreize. Damit man den qualitativen Unterschied ohne Interferenzen von Störvariablen messen kann, muss im Hinblick auf die Suchkriterien explizit eine Variable vorangestellt sein. Das heißt, dass Unterschiede im Reaktionsverhalten allein auf passende und unpassende Reize zurückgeführt werden können (Ansorge et al., 2011). Deswegen ist Unsicherheit über die auftretende Zielreizposition – mittels Verwendung uninformativer Hinweisreize und unkorreliertem Positionsverhältnis – eine Voraussetzung, um endogene Aufmerksamkeitsverlagerungen aufgrund der qualitativen Unterschiede passender beziehungsweise unpassender Reize nachweisen zu können. Falls das Positionsverhältnis bekannt wäre, könnten sich die Versuchspersonen in ihrem Antwortverhalten an dieser Variable orientieren und die Messintention wäre dadurch verletzt (ebd.).

Folk und Kollegen (1992) nutzten eine Form des Hinweisreizparadigmas, um ihre Behauptung zu testen. Sie verwendeten Reize statischer und dynamischer Natur, um vier Bedingungen zu schaffen. Entweder waren Hinweis- und Zielreiz von derselben Dimension geprägt, also beide Farb-Einzelreize (statisch) beziehungsweise plötzlich erscheinend (dynamisch) oder von unterschiedlicher Dimension (Farb-Hinweisreiz vor plötzlich erscheinendem Zielreiz und vice versa). Die Versuchspersonen erhielten die Aufgabe den jeweiligen Zielreiz so schnell wie möglich zu erfassen. Hinweis- und Zielreizposition waren unkorreliert und erschienen mit jeweils gleicher Wahrscheinlichkeit an einer der vier möglichen Positionen. War die Aufeinanderfolge der Eigenschaften in validen Durchgängen kohärent (selbe Dimension), also zum Beispiel Farb-Hinweisreiz vor Farb-Zielreiz, wurde schneller reagiert. Ging hingegen ein plötzlich erscheinender, (nicht-)valider Hinweisreiz an Stelle des Farb-Zielreizes voraus, blieb der

(Nachteil) Vorteil in der Reaktionsgeschwindigkeit aus. Somit führten Hinweisreize von unterschiedlicher Dimensionszugehörigkeit als die des Zielreizes zu keiner automatischen Aufmerksamkeitsattraktion, da diese von der Kontingenz der Reizeigenschaften bedingt wird. Die Selektion aufgrund passender Hinweisreizeigenschaften zu den gesuchten Eigenschaften des Zielreizes, erlaubt das erfolgreiche Ignorieren eines salienten, jedoch für die gegenwärtige Aufgabe irrelevanten Reizes als auch die Selektion eines relevanten Reizes aufgrund von absichtsabhängiger Steuerung der Aufmerksamkeit in der vorbewussten Phase der visuellen Informationsverarbeitung (vgl. Folk et al., 1992).

## **8. Mechanismen der Aufmerksamkeitssteuerung**

Ein wichtiger Unterschied, der zwischen den Experimenten von Theeuwes (1992) und Folk et al. (1992) bestand, war, dass bei Theeuwes Ziel- und Ablenkreiz gleichzeitig erschienen, während bei Folk und Kollegen Hinweis- und Zielreiz nach einander (Intervall: 150 ms) präsentiert wurden. Theeuwes (2010) argumentiert, dass sich das Aufmerksamkeitssystem von der Aufmerksamkeitsattraktion in dieser Zeitspanne „erholen“ und beispielsweise wieder zu einer neutralen Position, die sich gleich weit von den möglichen Zielorten befindet (z.B. neutraler Fixationspunkt in der Mitte), zurückkehren kann.

### **8.1 Reallokation**

Reizgesteuerte Aufmerksamkeitssteuerung besagt, dass die Aufmerksamkeit immer auf den salientesten Reiz im visuellen Umfeld hingewendet wird. Erst ab einer ungefähren Zeitspanne von 150 ms nach dieser unwillkürlichen Selektion können endogene Prozesse Einfluss auf den Aufmerksamkeitsprozess nehmen (Theeuwes, 2010; Theeuwes, Atchley, & Kramer, 2000). Die Unterscheidung, ob es sich dann beim selektierten Stimulus um den Gesuchten handelt, kann innerhalb weniger Milisekunden (ca. 10 ms) mittels Abgleichung der Repräsentation aus dem Arbeitsgedächtnis vollführt werden (vgl. Schreij, Owens, & Theeuwes, 2008). Im Falle der exogenen Aufmerksamkeitsattraktion durch einen salienten jedoch irrelevanten Reiz kann nach Abgleichung die Aufmerksamkeit schnell von diesem gelöst werden (engl. „rapid disengagement“), während ein relevanter Reiz die Aufmerksamkeit länger an seiner Position hält (da sich

der Abgleichungsprozess aufwendiger gestaltet) und sich so für den Validitätseffekt verantwortlich zeichnet (Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). In diesem Sinne konnten die von Folk und Kollegen (1992) gefundenen Ergebnisse initiale Reizselektion durch exogen gesteuerte Aufmerksamkeitsprozesse nicht ausschließen.

Chen und Mordkoff (2007) überprüften die zeitlichen Kriterien der Reallokationshypothese. Sie verkürzten das zeitliche Intervall zwischen dem Erscheinen von Hinweis- und Zielreiz auf 35 ms unter ansonst gleichbleibenden Bedingungen von Folk und Kollegen (1992) und fanden erneut endogene Aufmerksamkeitsattraktion, welche auf der Übereinstimmung der Reizmerkmale beruhte.

Ansorge und Heumann (2003) konnten bei noch kürzeren Intervallen als 35 ms und sogar gleichzeitiger Darbietung von Hinweis- und Zielreiz „contingent capture“ nachweisen.

## **8.2 Suchstrategien**

In nachfolgenden Untersuchungen zu Folk und Kollegen (1992) konnten die Annahmen endogener Aufmerksamkeitsverlagerungen in manchen Fällen bestätigt werden (Ansorge & Heumann, 2003; 2004), während in anderen Aufmerksamkeitsattraktionen, basierend auf unterschiedlicher Dimensionszugehörigkeit, beobachtet wurden (Burnham & Neely, 2008).

Irrelevante Hinweisreize, welche den Status eines Einzelreizes abseits der gesuchten Dimension des Zielreizes besitzen, können ebenso wie relevante Hinweisreize eine automatische Aufmerksamkeitsattraktion verursachen. Dies wird auf die Differenziertheit des Suchsets zurückgeführt (vgl. Bacon & Egeth, 1994).

Zwei mögliche Suchstrategien der absichtsabhängigen Steuerung von Aufmerksamkeitsprozessen bei simultaner und sequentieller Reizdarbietung postulieren Bacon und Egeth (1994). Wenn der Zielreiz in der Instruktion nur als einzelner auftretender Reiz beschrieben wird, kann ein Suchset auf die Eigenschaft des einzelnen Erscheinens zum Erfolg führen (engl. „singleton detection mode“). Diese Strategie ist jedoch durch das Erscheinen weiterer Einzelreize störanfällig, weil die Merkmalsdifferenzierung im Suchset keine weiteren Dimensionen umfasst und so die Aufmerksamkeit auf die lokal salientesten Stellen gerichtet wird, um Reize, die sich von

ihrer Umgebung abheben, zu suchen (Lamy & Egeth, 2003). Wenn spezifische Reizmerkmale wie Form oder Farbe durch die Aufgabenstellung bekannt sind, erlaubt dies den Versuchspersonen eine Suchstrategie in Bezug auf die spezifischen Merkmalsdimensionen auszubilden (engl. „feature search mode“), welche sich gegenüber Interferenzen irrelevanter salienter Reize als resistenter erweist als der Einzelreiz-Suchmodus (Bacon & Egeth, 1994).

Wenn die Zielreizeigenschaften bekannt sind, dann stehen beide Such-Methoden zur Verfügung. Falls keine nähere Information über den zu entdeckenden Zielreiz vorhanden ist, steht nur die Einzelreiz-Suche als Suchstrategie zur Verfügung (vgl. Lamy & Egeth, 2006). Bacon und Egeth (1992) replizierten den Versuch von Theeuwes (1992), jedoch veränderten sie die Bedingungen, sodass der Zielreiz in der Formbedingung keinen Einzelreiz mehr darstellte, weil die umgebenden Distraktoren nun aus einer heterogenen Gruppe an Form-Reizen (Dreiecke und Quadrate) bestand. Diesmal löste der Farb-Einzelreiz (rote Raute) keine automatische Aufmerksamkeitsattraktion aus, weil die Versuchspersonen anstatt einer Einzelreiz-Suche nun eine Merkmals-Suchstrategie anwendeten. Leber und Egeth (2006) konnten ebenfalls im gleichen Versuchsaufbau von Theeuwes (1992) zeigen, dass wenn die Versuchspersonen instruiert wurden, sich auf die Form des Zielreizes zu konzentrieren, der salientere Ablenkreiz (rote Raute) keine Aufmerksamkeitsattraktion bewirkte.

Der Vorgang der Aufmerksamkeitsattraktion und anschließenden Abgleichung bei der endogenen Einzelreiz-Suche gleicht den zeitlichen Kriterien der exogenen Reallokationshypothese, jedoch beruht die Such-Methode bereits zu Beginn der Informationsverarbeitung auf endogenen Prozessen. Die reizgesteuerte These erklärt verzögerte Reaktionen zur Zielreizerfassung unter Anwesenheit salienter irrelevanter Reize mit der Reallokationshypothese, während die Kontingenzhypothese von erhöhten Filterkosten aufgrund von undifferenzierten Suchmethoden ausgeht. Im „irrelevant singleton“ Kontext ist bei ersterem die Aufmerksamkeitsverlagerung für die Zeitkosten verantwortlich und bei letzterem die verzögerte Entscheidung (Filterkosten), welcher Reiz ausgewählt werden soll (vgl. Folk & Remington, 2006).

Strenggenommen ist es nach der Proposition von Bacon und Egeth (1994) schwer, exogene Aufmerksamkeitsattraktion experimentell nachzuweisen, da man stets davon ausgehen kann, dass Versuchspersonen aufgrund der Aufgabenstellung eine (Such-)Strategie entwerfen.

Um endogene Aufmerksamkeitsattraktion experimentell ausschließen zu können, müssen nach Fuchs und Ansorge (2012) gewisse Voraussetzungen erfüllt sein: Hinweis- und Zielreiz dürfen keine kritischen Eigenschaftskontingenzen aufweisen. Es muss sich um einen absolut irrelevanten (unpassenden) Hinweisreiz handeln, der nicht zu den Suchstrategien wichtiger Eigenschaften (z.B. Merkmals-, Einzelreiz-Suche) des Zielreizes gehört (vgl. auch Ansorge, Horstmann, & Scharlau, 2010). Irrelevante Hinweisreize dürfen auch keine überzufällige Vorhersagekraft in Bezug auf die Zielreizposition beinhalten, weshalb ein unkorreliertes und uninformatives Positionsverhältnis vorherrschen muss.

Eine Möglichkeit, um exogene Aufmerksamkeitsverlagerung zu messen und die Einzelreiz-Suche im Hinweisreizparadigma zu kontrollieren, liegt in der simultanen Darbietung von Zielreiz und ihm ähnlichen Distraktoren nach vorangegangenem Einzel-Hinweisreiz (z.B. Schöberl, Fuchs, Theeuwes, & Ansorge, 2015). Dies hat jedoch zur Folge, dass statt einer Detektions- nun eine Diskriminationsleistung gefordert wird.

## **9. Das Verhältnis von Validitätseffekt und IOR**

Die Entdeckung des inhibitorischen Effektes durch Posner und Cohen (1984) zog – ähnlich zur Diskussion um den Validitätseffekt – eine bis heute anhaltende Debatte nach sich, welchem Verarbeitungssystem er zu zuschreiben ist (für eine Übersicht, siehe Lupiáñez et al., 2006). Da bei Posner und Cohen der IOR-Effekt nur nach peripheren Hinweisreizen und im Anschluss eines vorher festgestellten Validitätseffektes gefunden wurde, lag seine Zuordnung dem exogenen Aufmerksamkeitssystem nahe. Dies wurde zusätzlich durch den Umstand bekräftigt, dass IOR nach zentralen Hinweisreizen, die eine endogene Verarbeitung bewirken, fehlte (Posner, Rafal, Choate, & Vaughan, 1985).

Daraufhin wurde angenommen, dass Validitäts- und IOR-Effekt zwei aufeinander folgende Phasen eines biphasischen, exogenen Prozesses repräsentieren (vgl. Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). Es wurde lange Zeit so gesehen, dass IOR nur unter Bedingungen gemessen werden kann, unter denen die Aufmerksamkeitsverlagerungen automatisch ablaufen. Belege, die ein angenommenes exogenes Verhältnis unterstützen, sind gegeben, wenn IOR unabhängig von der Passung von Hinweis- und Zielreiz bei uninformativem Positionsverhältnis nach einer Aufmerksamkeitsattraktion auftritt (z.B. Schreij, Theeuwes, & Olivers, 2010). Während exogene Aufmerksamkeitssteuerung für den Erleichterungseffekt bei plötzlich auftretenden, peripheren Hinweisreizen in einer Vielzahl von Studien angenommen wurde (Posner, 1980; Posner & Cohen 1984; Jonides 1981; Yantis & Jonides 1984; Theeuwes, 1991; 1992; 1994), sind Validitäts- und dazugehörige IOR-Effekte weit weniger konsistent in ihrer Erforschung (vgl. Lupiáñez et al., 2006).

In adaptierten Designs der Hinweisreizprozedur mit unterschiedlichen Variablenausprägungen wurden zwischenzeitlich Ergebnisse gefunden, die Zweifel sowohl an der Koppelung der beiden Effekte, was auch die in diesem Verhältnis implementierte exogene Steuerung des IOR-Effektes in Frage stellt, als auch an ihrem konstatierten zeitlichen Verhältnis äußern.

Posner und Kollegen (1985) sahen die Loslösung der Aufmerksamkeit von einem beachteten Reiz als Voraussetzung für den IOR-Effekt an. In ihren Untersuchungen wurde im Intervall zwischen Auftreten von Hinweis- und Zielreiz ein mittiger Fixationsreiz mit der Intention präsentiert, die Aufmerksamkeit vom Hinweisreiz zu lösen und wieder in die neutrale Anfangsfokussierung zu bringen. Spätere Untersuchungen zeigten, dass sich die Aufmerksamkeit von selbst – ohne visuellen Anreiz – nach einer gewissen Zeit von der Attraktion löst, wenn Unsicherheit über die Zielreizposition besteht (vgl. Lupiáñez et al., 2006). Die Notwendigkeit der Loslösung als Voraussetzung für IOR konnte jedoch in anderen Studien widerlegt werden (z.B. Martin-Arevalo, Kingstone, & Lupiáñez, 2013; Berlucchi, Tassinari, Marzi, & Distefano, 1989), in denen die Aufmerksamkeit nach Verlagerung, am Hinweisreizort gehalten wurde. Dies lässt vermuten, dass IOR nicht unbedingt eine Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit widerspiegelt. Danziger und Kingstone (1999) nahmen an, dass IOR gleichzeitig mit der

Orientierung zu einem Reiz beginnt und dann parallel dazu verläuft, womit Unabhängigkeit von der Loslösung eines selektierten Reizes geschaffen wäre.

Einen Beleg, dass IOR unter kontingenz-bedingter Aufmerksamkeitssteuerung auftreten kann und nicht an eine vorher stattgefundene exogene Aufmerksamkeitsattraktion gebunden ist, erbrachten Gibson und Amelio (2000). Sie ließen Versuchspersonen nach entweder abrupt erscheinenden oder farblich gekennzeichneten Ziel-Einzelreizen suchen. Wenn vor einem farblichen Zielreiz ein abrupt erscheinender Hinweisreiz präsentiert wurde, konnte weder ein Validitäts- noch ein IOR-Effekt gemessen werden. Ging hingegen ein abrupt auftretender Hinweisreiz einem ebenfalls abrupt erscheinendem Zielreiz voraus, wurden die beiden Effekte beobachtet.

Prinzmetal, Taylor, Myers und Nguyen-Espino (2011) präsentierten Versuchspersonen Zielreize, welche in unterschiedlichen Bedingungen einmal mit und einmal ohne Distraktoren auftraten. IOR wurde nach Validitätseffekten nur in der Bedingung ohne Distraktoren festgestellt und führte zur Annahme, dass IOR und Orientierung unterschiedlichen Mechanismen unterliegen. Orientierung wäre demnach einem Suchmechanismus und IOR einem Entscheidungsmechanismus unterstellt. Das bedeutet, dass IOR auftritt, wenn bei einem präsentierten Zielreiz entschieden werden muss, ob dieser anwesend ist. Wenn eine Unterscheidung zwischen mehreren möglichen Zielen getroffen werden muss, also nach dem Zielreiz unter Gleichartigen gesucht werden muss, bleibt der Hemmeffekt aus. Diese Erklärung findet in dem Umstand Zustimmung, dass IOR generell in Diskriminationsaufgaben schwieriger nachzuweisen ist, als in Aufgaben, die eine Detektionsleistung fordern (Chica et al., 2014; Schöberl, Fuchs, Theeuwes & Ansorge, 2015).

Ob die Aufmerksamkeitsattraktion und die Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit auf unterschiedlichen (exo- und endogenen) Prozessen beruhen, welche gleichzeitig beginnen und parallel arbeiten oder, ob beide einer exogenen Steuerung unterliegen und einander bedingen, ist bislang nicht übereinstimmend geklärt worden. Das umstrittene Verhältnis kann auf der unbewussten Ebene von Aufmerksamkeitsprozessen bei Darbietung subliminaler Reize weitergeführt werden (vgl. Ansorge et al., 2011; siehe auch Mulckhuyse & Theeuwes, 2010).

## 10. Unbewusste Verarbeitung subliminaler Reize

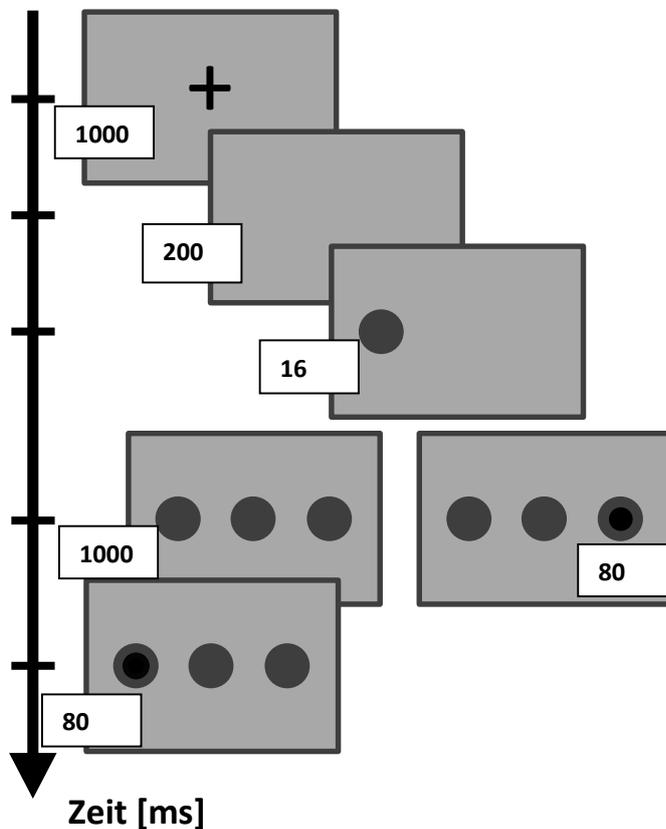
Posner und Snyder (1975) formulierten Kriterien, wonach der exogene automatische Aufmerksamkeitsprozess keine kognitiven Ressourcen verbraucht, da er unabhängig von der Absicht und dem Bewusstsein einer Person stattfindet. Das Kriterium der „Bewusstseinsunpflichtigkeit“ dient in der Diskussion um endo- und exogene Aufmerksamkeitssteuerung als Trennlinie. Ursprünglich wurde die Kontingenzhypothese auf bewusst wahrgenommene Reizdarstellung angewendet. Im Laufe der Zeit mehrten sich jedoch die Anzeichen, dass automatische, nicht bewusstseinspflichtige Prozesse willentlicher Steuerung unterliegen können (vgl. Ansorge et al. 2011).

Um das Verhältnis von Bewusstsein und Aufmerksamkeit zu erheben, werden subliminale Reize dargeboten. Ein Reiz wird als subliminal bezeichnet, wenn der Beobachter sich seiner Anwesenheit nicht bewusst ist (Merikle, Smikle & Eastwood, 2001).

Um die Subliminalität von präsentierten Reizen zu gewährleisten, stehen im Rahmen der Hinweisreizprozedur mehrere Methoden zur Auswahl (für eine Übersicht siehe Kim & Blake, 2005). Im folgenden wird auf die Methode verwiesen, die Mulckhuyse, Talsma und Theeuwes (2007) anwendeten.

Da das Basisdesign der Studie von Mulckhuyse et al. (2007) dem Zweck dieser Untersuchung vorangeht, wird es kurz beschrieben (Abb. 2). Nach dem Verschwinden des Fixationskreuzes erschien eine Scheibe an einer von zwei möglichen peripheren Positionen, links oder rechts von der Bildschirmmitte. Dies war der Hinweisreiz. Nach 16 ms folgten zwei Platzhalter, Scheiben von gleicher Größe, Farbe und Helligkeit wie die vorangegangene Hinweis-Scheibe, mit horizontalen Positionen in der Mitte und der ihr gegenüberliegenden Seite. Der geringe zeitliche Abstand zwischen dem Erscheinen der drei Scheiben erweckte den Eindruck, dass sie gleichzeitig erschienen sind. Jedoch sollte nach Messintention eine unbewusste exogene Aufmerksamkeitsverlagerung auf die erstgebotene (plötzlich erscheinende) Scheibe stattfinden. Als Zielreiz diente eine kleinere schwarze Scheibe, die entweder zeitgleich mit den Platzhaltern (zur Messung eines Validitätseffektes) oder nach einem Intervall von 1000 ms nach diesen (zur

Messung von IOR) in einer der peripheren Scheiben erschien. Sobald die Versuchspersonen diesen erkannten, sollten sie mittels Computertastendruck eine Detektionantwort geben. Der subliminale Hinweisreiz sagte die Position des Zielreizes nicht überzufällig voraus und war somit in Bezug auf die Position uninformativ.



**Abb. 2** Schematische Darstellung eines validen (links) und nicht-validen (rechts) Durchganges bei Mulckhuyse et al., 2007

Subliminalität des Hinweisreizes wurde in diesem Fall durch Flimmerverschmelzung und Unaufmerksamkeitsblindheit erreicht. Flimmerverschmelzung (engl. „flicker fusion“) entsteht, wenn Lichtreize in so kurzen zeitlichen Abständen sukzessiv präsentiert werden, dass sie nur mehr als Flimmern und nicht als einzelne, versetzt beginnende (Licht-)Ereignisse wahrgenommen werden (Shady, Macleod, & Fisher, 2004). Die subjektive Unsichtbarkeit der als Hinweisreiz dienenden erstgebotenen Scheibe kann anhand des neuronalen Zwei-Phasen-Modells des Bewusstseins von Lamme und Roelfsema (2000) erklärt werden. In der Vorwärtsphase (engl. „feedforward sweep“), welche bis zu 100 ms nach der Präsentation eines Reizes stattfindet, wird die visuelle Information in nur eine Richtung getragen, von der Retina zu den V1-Regionen des visuellen Kortex, wo sich die

neuronale Aktivierung in einem Vorwärtsschwingung in den höheren kortikalen Ebenen ausbreitet. Die Vorwärtsphase erfolgt unbewusst. Aus den für die visuelle Verarbeitung verantwortlichen Arealen erfolgt die Rückprojektionsphase (engl. „recurrent processing“), in der das Bewusstwerden der wahrgenommenen visuellen Information stattfindet. In diesem Sinne wurde die Bewusstheit über den vorzeitig erscheinenden Hinweisreiz durch das unmittelbare Erscheinen der Platzhalter verhindert, indem innerhalb der Vorwärtsphase seiner Verarbeitung weitere Reize präsentiert wurden, die den weiteren Verarbeitungsprozess (Rückprojektion) unterbrachen. Weiters waren die Versuchspersonen nicht instruiert, nach einer vorzeitig erscheinenden Scheibe zu suchen, sondern nach einer später auftretenden schwarzen Zielscheibe, womit die Unaufmerksamkeitsblindheit (engl. „inattention blindness“) zum Tragen kam. Sie besagt, dass ein Reiz, der prinzipiell bewusst wahrgenommen werden kann, dennoch nicht Bewusstheit erlangt, weil die Aufmerksamkeit auf andere Reize oder Orte gerichtet ist (Kim & Blake, 2005; Mack & Rock, 1998).

Subliminale Reize führten in den Bedingungen von Mulckhuyse und Kollegen (2007) zu Validitätseffekten und IOR. Sie wurden als Belege eines biphasischen Prozesses, basierend auf exogener Aufmerksamkeitssteuerung, aufgefasst.

Mulckhuyse und Theeuwes (2010) sahen aufgrund der Ergebnisse, IOR nicht nur als Kennzeichen einer exogenen Aufmerksamkeitsattraktion bei der Darbietung wahrnehmbarer (supraliminaler) Reize an, sondern auch bei subliminalen Reizen.

Da sowohl Hinweis- als auch Zielreiz als Einzelreize in Erscheinung traten, lässt sich eine willentliche Suchabsicht in Bezug auf dieses Merkmal nicht ausschließen. Der Zielreiz wurde bereits in der Instuktion als zu erfassender Einzelreiz beschrieben, somit konnte der Hinweisreiz durch die Eigenschaft der alleinigen Erscheinung, aufgrund von instruktionsbedingten Suchsets, Aufmerksamkeit auf sich ziehen („contingent capture“) und sich somit für den subliminalen Validitätseffekt verantwortlich zeichnen (vgl. Bacon & Egeth, 1994).

Die Studie von Mulckhuyse et al. (2007) rief Folgeuntersuchungen von Fuchs und Ansoorge (2012) hervor, die dieser Untersuchung vorangestellt sind. In der Versuchsreihe wurde zum einen getestet, ob die Kontingenzhypothese mittels verschiedener Kontrast-

Polaritäten bei subliminalen Hinweisreizen bestätigt werden kann und zum anderen, ob qualitative Unterschiede in der Verarbeitung von sub- und supraliminal gebotenen Reizen bestehen, um die Rolle des Bewusstseins für absichtsbhängige Aufmerksamkeitssteuerung zu prüfen (Experiment 5).

Die Operationalisierung eines Reizmerkmals, welches bei der Präsentation auf Monitoren (z.B. TFT, CRT) Beachtung fordert, ist der Helligkeitskontrast eines Reizes zum Hintergrund. Hierunter ist das Verhältnis der Leuchtstärke des Reizes zur Leuchtstärke des Bildschirmhintergrundes gemeint. Leuchtstärken werden mit Luminanzwerten ( $\text{cd/m}^2$ ) angegeben. Wichtig ist, dass, im Vergleich zu der konstanten Leuchtstärke eines Hintergrundes, kontrastschwache ebenso wie kontraststarke Reize eine Aufmerksamkeitsverlagerung bewirken können (vgl. Hunt & Kingstone, 2003; Zhao & Heinke, 2014). Auf Helligkeitsveränderungen automatisch zu reagieren, wird dem exogenen Aufmerksamkeitssystem zugeschrieben (Pestilli & Carrasco, 2005; Sapir, Jackson, Butler, Paul, & Abrams, 2014; Yantis & Hillstrom, 1994). Bei unterschiedlicher Kontrast-Polarität von Hinweisreizen ist es wichtig, ein gleiches Verhältnis in Bezug auf den Helligkeitskontrast zum Bildschirmhintergrund zu schaffen, um Konfundierungen zu vermeiden. Somit kann man sicherstellen, dass Reize verschiedener Kontrastpolaritäten ein gleiches Maß an Orientierung auslösen (Steinman, Steinman, & Lehmkuhle, 1997). Sowohl bei Fuchs und Ansorge (2012) als auch in der Untersuchung dieser Arbeit wurde das gleiche Kontrastverhältnis der Reize verschiedener Kontrast-Polaritäten zum Hintergrund objektiv durch Angleichen der Farbkoordinaten im CIE-Farbraum hergestellt.

In Fuchs und Ansorge (2012) variierte man das von Mulckhuyse und Kollegen (2007) verwendete Hinweisreizparadigma derart, dass man einerseits Durchgänge schuf, die keine Übereinstimmung der für das Suchverhalten wichtigen Eigenschaften von Ziel- und Hinweisreizen besaßen und andererseits Durchgänge, in welchen der Hinweisreiz den Suchkriterien entsprach. Dies diente zur Messung von absichtsbhängigen Aufmerksamkeitsverlagerungen bei subliminaler Reizdarbietung. Um ein gleiches Maß an Orientierung zu provozieren, wurden Reize gleichen Kontrastes (sie wiesen gleiche Salienz auf), jedoch gegensätzlicher Kontrast-Polaritäten (schwarz und weiß) verwendet. Im ersten Experiment der Studie bedeutete dies, dass Versuchspersonen auf entweder

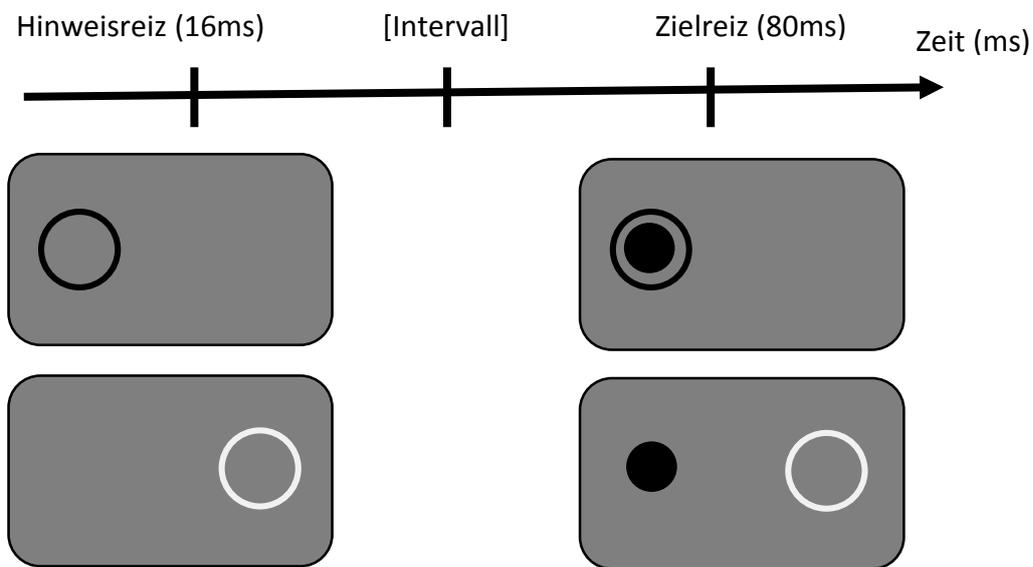
weiße oder schwarze Zielreize reagieren mussten, welche in Intervallen von 16 ms und 1016 ms auf weiße beziehungsweise schwarze subliminale Hinweisreize folgten. Laut Kontingenzhypothese sollte es nur dann zu einer Aufmerksamkeitsattraktion durch den Hinweisreiz kommen, wenn dieser die gesuchte Kontrastpolarität des Zielreizes besitzt. Es konnten Validitätseffekte für beide Bedingungen, aber kein IOR nachgewiesen werden. Dies spricht für exogene Aufmerksamkeitssteuerung bei der Darbietung subliminaler Hinweisreize, jedoch auch gegen das biphasische Verhältnis von Aufmerksamkeitsattraktion und IOR.

### **Strategische Aufmerksamkeitsverlagerung aufgrund sichtbarer, anti-prädiktiver Hinweisreize**

Besondere Bedeutung im nachfolgend vorgestellten Versuchdesign (Fuchs & Ansorge, 2012, Experiment 5) erhalten plötzlich in der Peripherie des fokussierten Blickfeldes auftretende, anti-prädiktive Einzel-Hinweisreize. Periphere Hinweisreize sind anti-prädiktiv, wenn bei zwei möglichen Positionen von Hinweis- und Zielreiz, der nachfolgende Zielreiz häufiger an unterschiedlicher Stelle als an gleicher Stelle des Hinweisreizes erscheint. Bei diesem Positionsverhältnis wird exogene und endogene Aufmerksamkeitssteuerung angesprochen. Während das abrupte Auftreten des Hinweisreizes die Aufmerksamkeit automatisch anzieht, wird gleichzeitig beziehungsweise in unmittelbarer zeitlicher Nähe Aufmerksamkeit auf die Gegenseite des Hinweisreizes willentlich hingewendet (Chica et al., 2014). Eine gleichzeitige (bzw. unmittelbar nachfolgende) willentliche Verlagerung der Aufmerksamkeit wird von Mulckhuyse und Kollegen (2007) und Mulckhuyse und Theeuwes (2010) ausgeschlossen, da in der präattentiven Phase der visuellen Informationsverarbeitung ( $\leq 150$  ms) einzig automatische Prozesse ablaufen können (vgl. Lamme, 2003).

Durch subliminale Hinweisreizpräsentation ist es jedoch den Vpn erschwert möglich, das anti-prädiktive Positionsverhältnis von Hinweis- und Zielreiz zu entdecken. Subliminalität des Hinweisreizes wird in der nicht-sichtbaren Bedingung des Versuchdesigns (Experiment 5, Ansorge & Fuchs, 2012) dadurch bewirkt, dass 16 ms nach dem als Einzelreiz erscheinenden Hinweisreiz, zwei in Form, Farbe und Kontrast mit dem Hinweisreiz idente Platzhalter erscheinen. Der geringe zeitliche Abstand von 16 ms erschwert den Versuchspersonen das Erkennen des alleinigen Beginns des früher

erschienenen Hinweisreizes, da wie bei Mulckhuyse et al. (2007) eine Kombination aus Flimmerverschmelzung und Unaufmerksamkeitsblindheit die Hinweisreize maskierten. Die Sichtbarkeit der anti-prädiktiven Hinweisreize wurde verbessert, indem die Platzhalter weggelassen wurden (Abb. 3). Dadurch wurden die Hinweisreize supraliminal, das heißt, der bewussten Auffassung zugänglich. Die anti-prädiktive Variante diente einer absichtsabhängigen, strategischen Verlagerung zur Gegenseite der Hinweise, welche bei supraliminalen Hinweisreizen im langen und kurzen Intervall (1016 ms, 16 ms) auch nachgewiesen werden konnte.



**Abb. 3** Schematische Darstellung der supraliminalen Bedingung (Fuchs & Ansorge, 2012)

## 11. Ziel und Fragestellung der Untersuchung

Ausgangspunkt für diese Untersuchung war die Messung strategischer Aufmerksamkeitsverlagerungen in sowohl kurzen (16 ms) als auch langen (1016 ms) Intervallen nach Darbietung supraliminaler anti-prädiktiver Hinweisreize (75% nicht-valide und 25% valide Durchgänge) bei Fuchs und Ansorge (2012, Experiment 5). Strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen drückten sich durch einen signifikanten Reaktionszeitvorteil in nicht-validen gegenüber validen Bedingungen aus. Supraliminalität der Hinweisreize in der sichtbaren Bedingung wurde durch ihre isolierte Präsentation (Platzhalter wurden weggelassen) erreicht. Die nicht-sichtbare Bedingung war von der Anwesenheit der Platzhalter geprägt, in der wiederum mittels Flimmerverschmelzung und Unaufmerksamkeitsblindheit die Subliminalität der Hinweisreize gewährleistet wurde. Die Sichtbarkeit der Hinweisreize wurde durch die Anwesenheit (nicht-sichtbare Bedingung) beziehungsweise Abwesenheit (sichtbare Bedingung) der Platzhalter manipuliert. Demnach besteht die Möglichkeit, dass die Anwesenheit der Platzhalter und nicht nur die bewusste Sichtbarkeit der Hinweisreize dafür zu verantworten wären, ob strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen zu Gegenseite der Hinweisreize durchgeführt werden können. Platzhalter könnten demnach einen nachteiligen Effekt auf willentliche Aufmerksamkeitsverlagerungen ausführen, indem sie die Aufmerksamkeit auf dem Weg zur Gegenseite der Hinweisreize (vgl. Lichtkegelmetapher) durch ihre Anwesenheit beeinträchtigen und somit die Detektion des Zielreizes verzögern (vgl. Fuchs, Ansorge, Huber-Huber, Höflich, & Lanzenberger, 2015).

Um diese Konfundierung von Sichtbarkeit (bzw. Nicht-Sichtbarkeit) und Platzhalterabwesenheit (bzw. Platzhalteranwesenheit) zu verhindern, werden in dieser Studie beide Sichtbarkeitsbedingungen mit anwesenden Platzhaltern realisiert. Dies dient zur Kontrolle, ob die gemessenen strategischen Aufmerksamkeitsverlagerungen bei Fuchs & Ansorge (2012, Experiment 5) in erster Linie auf die Sichtbarkeit der Hinweisreize oder die Abwesenheit der Platzhalter zurückzuführen sind. Die nicht-sichtbare Bedingung ist von Platzhaltern gekennzeichnet, welche in Form, Farbe und Kontrast mit dem Hinweisreiz ident sind. Die sichtbare Bedingung wird durch andersfarbige Platzhalter

realisiert. Diese gleichen den Platzhaltern aus der nicht-sichtbaren Bedingung in jeglichem Merkmal, mit Ausnahme ihrer Farbe. Der Farbunterschied zwischen Platzhalter und Hinweisreiz sollte den Versuchspersonen neben dem plötzlichen vorzeitigen Beginn („abrupt onset“) des Hinweisreizes eine weitere Eigenschaft zur willentlichen Orientierung liefern, um das anti-prädiktive Verhältnis von Hinweis- und Zielreiz zu entdecken und strategisch zu handeln (d.h., schneller zu reagieren). Nur Hinweis- und Zielreiz wären in diesem Fall von gleicher Farbe, was zu einer schnelleren, auf willentlichen Prozessen beruhenden, Detektionsleistung des Zielreizes führen sollte. Anzumerken ist, dass in der nicht-sichtbaren Bedingung die Subliminalität des Hinweisreizes durch eine erneute Kombination aus Flimmerverschmelzung und Unaufmerksamkeitsblindheit eher zu exogenen Aufmerksamkeitsverlagerungen auf den Hinweisreiz führen sollte als in der sichtbaren Bedingung. Die sichtbare Bedingung sollte den Hinweisreiz als „Hinweis“ präsentieren, um die Aufmerksamkeit auf die gegenüberliegende Seite zu verlagern.

### **Annahmen**

Im Falle, dass die Sichtbarkeit der Hinweisreize die strategischen Aufmerksamkeitsverlagerungen auf die Gegenseite der Hinweisreize beeinflusst, wären innerhalb der sichtbaren Bedingung im Vergleich zur nicht-sichtbaren, schnellere Reaktionszeiten bei der Erfassung von Zielreizen auf der Gegenseite zu erwarten, als bei Zielreizen auf gleicher Position. Dies gilt verstärkt für das kurze Intervall und würde im Falle von signifikant kürzeren Reaktionszeiten innerhalb der sichtbaren Bedingung im Vergleich zu nicht-sichtbaren Durchgängen für endogene Aufmerksamkeitssteuerung bei sichtbaren Hinweisreizen sprechen. Ein gleichzeitiger Validitätseffekt nicht-sichtbarer Hinweisreize im kurzen Intervall würde die Annahme endogener Aufmerksamkeitssteuerung der sichtbaren Hinweisreize weiter untermauern.

Wenn die Anwesenheit der Platzhalter einen Einfluss auf die strategische Orientierung zur Gegenseite der Hinweisreize hat, wären bei beiden Bedingungen der Sichtbarkeit ähnliche Ergebnisse zu erwarten und zwar in dem Sinne, dass beide Hinweisreizarten, sichtbare und nicht-sichtbare, einen Validitätseffekt im kurzen Intervall bedingen. Darüber hinaus ist ein negativer Positionseffekt im langen Intervall (IOR) anzunehmen. Diese Ergebnisse würden auf exogene Aufmerksamkeitssteuerung hindeuten.

Die Verwendung eines kurzen Intervalls (16 ms) zwischen dem Auftreten von Hinweis- und Zielreiz erlaubt es, Validitätseffekte (exogene Aufmerksamkeitsattraktion) und strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen zur Gegenseite der Hinweisreize (endogene Aufmerksamkeitsattraktion) zu messen. Exogene Aufmerksamkeitsattraktion wird hier als schnellere Zielreizerfassung in validen Durchgängen als in nicht-validen bei kurzem Intervall aufgefasst (Positiver Positionseffekt: das Ergebnis aus den durchschnittlichen Reaktionszeiten der nicht-validen Durchgänge weniger den durchschnittlichen Reaktionszeiten der validen Durchgänge ist positiv). Endogene Aufmerksamkeitsattraktion wird hier als schnellere Zielreizerfassung in nicht-validen Durchgängen als in validen bei kurzem Intervall aufgefasst (Negativer Positionseffekt: das Ergebnis aus den durchschnittlichen Reaktionszeiten der nicht-validen Durchgänge weniger den durchschnittlichen Reaktionszeiten der validen Durchgänge ist negativ).

In der Operationalisierung des langen Intervalls (1016 ms) kann eine kürzere Reaktionszeit der Zielreizerfassung in nicht-validen als in validen Durchgängen sowohl IOR als auch strategische Aufmerksamkeitsverlagerung darstellen. Strategische Aufmerksamkeitsverlagerung kennzeichnet hierbei, ähnlich zu einem IOR-Effekt, kürzere Reaktionszeiten beim Erkennen eines Zielreizes in nicht-validen Durchgängen bei Hinweis- und Zielreiz Intervallen größer als 300 ms, doch unterscheidet sie sich in dem Sinne, dass sie eher als ein IOR-Effekt auf willentlichen Prozessen beruht.

## **12. Methode**

### **12.1 Untersuchungsteilnehmer**

Die Stichprobe bestand aus 20 Versuchspersonen (6 weiblich). Das Durchschnittsalter betrug 33.4 Jahre. Die obere Altersgrenze lag bei 38 Jahren, während die untere Altersgrenze 27 betrug. Alle Teilnehmer verfügten über normale bzw. korrigierte Sehstärken, waren rechtshändig und unterschrieben eine schriftliche Einverständniserklärung. Die Rekrutierung erfolgte aus dem privaten Umfeld.

Zwei Versuchspersonen wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen, da sie in der Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe die Position des Zielreizes – und nicht wie

schriftlich instruiert die Position des Hinweisreizes – angegeben hatten und sie somit eine Fehlerrate von mehr als 62 % in der sichtbaren Bedingung aufwiesen.

## **12.2 Apparatur**

Das Reizmaterial wurde auf einheitlichen TFT-Monitoren (19 Zoll) mit einer Auflösung von 1024 x 768 Pixel und einer Bildwiederholungsrate von 60 Hz dargeboten. Unter indirekter Beleuchtung wurde die Kopfposition jedes Teilnehmers mittels Kinnstütze in einem konstanten Abstand (64 cm) zum Bildschirm zentriert. Ein Tastendruck auf einer Standardcomputertastatur diente zur Messung der Reaktionsgeschwindigkeit. Im ersten Teil des Experiments wurde eine Detektionsantwort gefordert und mittels Druck auf die Leertaste gegeben, während im zweiten Teil eine Wahlreaktion durch Druck auf eine von zwei gekennzeichneten Tasten mit dem Zeigefinger der rechten beziehungsweise linken Hand gegeben werden musste.

## **12.3 Prozedur**

Bis zu 6 Personen konnten im abgedunkelten Verhaltenslabor der Fakultät gleichzeitig an der Untersuchung teilnehmen. Zu Beginn der Zielreiz-Detektionsaufgaben wurden 8 Übungsdurchgänge ausgeführt, in denen die Versuchspersonen schriftliches Feedback über richtige, falsche und zu langsame (Reaktionszeit nach Reizdarbietung > 1250 ms) Eingaben vom Programm erhielten. Zwischen jedem Block bestand die Möglichkeit, eine kurze Pause zu halten und den Kopf von der Kinnstütze zu nehmen. Durchschnittlich betrug die Dauer einer Testung 30 Minuten. Der Versuchsleiter stand während der gesamten Testdauer für Fragen zur Verfügung.

Das Experiment bestand aus zwei aufeinander folgenden Teilen, einer Zielreiz-Detektionsaufgabe und einer Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe. Jeder Teil wurde weiters in zwei Blöcke unterteilt. In den ersten Blöcken wurde die nicht-sichtbare Bedingung der Stimuli und in den zweiten Blöcken die sichtbare Bedingung der Stimuli realisiert.

## 12.4 Experimentelles Design

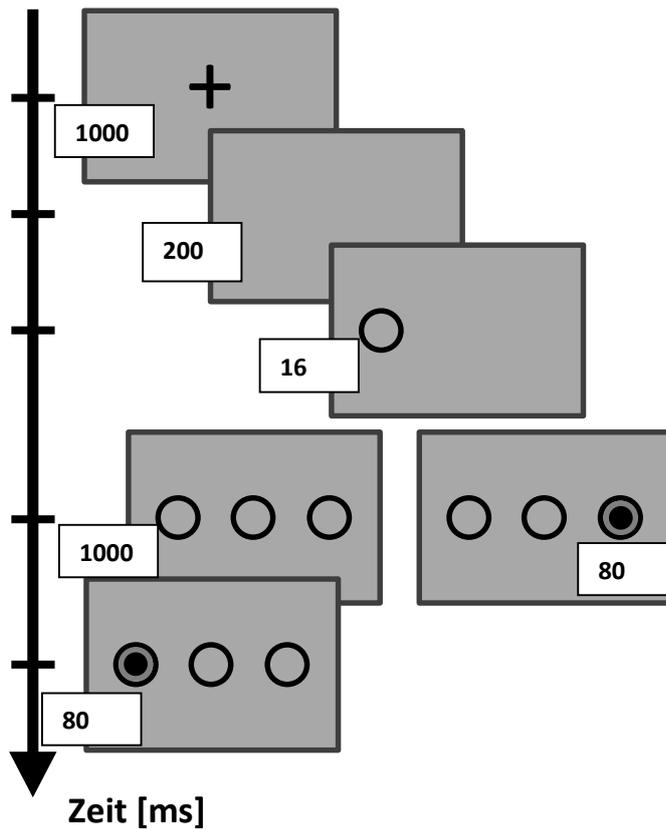
Sämtliche Reize wurden auf einem grauen Hintergrund mit einer Leuchtdichte von  $72,5 \text{ cd/m}^2$  vorgegeben. Die Helligkeit von Hinweisreiz, Platzhalter und Zielreiz hatte den gleichen Kontrast zum grauen Hintergrund des TFT-Bildschirms: Weber Kontrast  $c_w = 0,68$ .

### 12.4.1 Zielreiz-Detektionsaufgabe

Zu Beginn des Experiments erhielten die Versuchspersonen die schriftliche Instruktion nach dem Zielreiz, einer schwarzen Scheibe ( $l = 23 \text{ cd/m}^2$ ) mit einem Diameter von  $1,9^\circ$  auf grauem Hintergrund ( $l = 72,5 \text{ cd/m}^2$ ), zu suchen und bei Erkennung so schnell wie möglich die Leertaste zu drücken. Dieser Zielreiz war in 80 % der gesamten Durchgänge anwesend, während er in 20 % fehlte. Zu Beginn eines jeden Durchgangs wurde ein schwarzes Fixationskreuz in der Bildschirmmitte für 1000 ms präsentiert auf das die Versuchspersonen ihren Blick fixieren sollten. Daraufhin folgte für 200 ms ein leerer grauer Hintergrund, bevor der Hinweisreiz, ein schwarzer Ring ( $l = 23 \text{ cd/m}^2$ ) mit einem Diameter von  $3,0^\circ$  erschien. Dieser konnte entweder links oder rechts, mit einer Exzentrizität von  $6,7^\circ$  von der Bildschirmmitte erscheinen.

### Nicht-sichtbare Bedingung

Im ersten Block, welcher aus 120 Durchgängen bestand, erschienen 16 ms nach dem Hinweisreiz zwei in Form, Farbe und Kontrast mit dem Hinweisreiz idente Platzhalter, einer in der Mitte und der andere an der horizontal gegenüberliegenden Seite des Hinweisreizes. Der geringe zeitliche Abstand von 16 ms erschwerte den Versuchspersonen das Erkennen des alleinigen Beginns des früher erschienenen Hinweisreizes, da durch Flimmerverschmelzung der Eindruck entstand, daß alle drei Ringe zur gleichen Zeit dargeboten wurden. Der Zielreiz erschien für 80 ms entweder gleichzeitig mit den Distraktoren oder 1000 ms nach deren Auftreten in einem der beiden äußeren Ringe. Die Zielreizposition war somit entweder in dem äußeren Ring gegenüber vom Hinweisreiz aufzufinden oder alternativ dazu in dem als Hinweisreiz dienenden Ring selbst. Beide Intervalle zwischen dem Auftreten des Hinweis- und Zielreizes (16 ms bzw. 1016 ms), sowie die Positionen des Zielreizes (linker beziehungsweise rechter Ring) kamen gleich häufig vor und wurden in zufälliger Reihenfolge präsentiert.



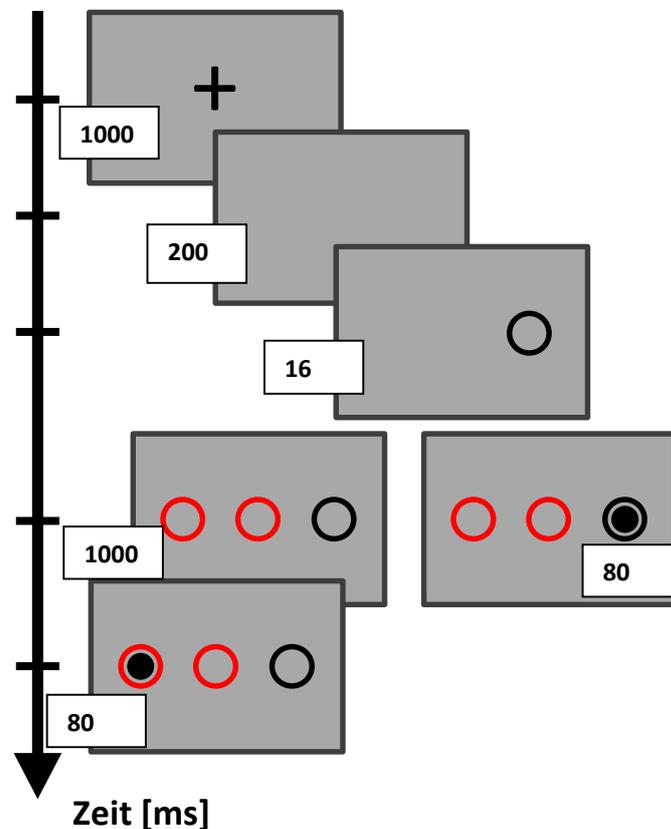
**Abb. 4** Schematische Darstellung der nicht-sichtbaren Bedingung

In Abbildung 4 sind zwei Realisierungen der vier möglichen Faktorstufenkombinationen unter Verwendung nicht-sichtbarer Hinweisreize dargestellt. Links unten ist ein valides Positionverhältnis im langen Intervall zu sehen, während der rechte Pfad nach Hinweisreizpräsentation einen nicht-validen Fall im kurzen Intervall abbildet.

Das Verhältnis der Positionen von Zielreiz und Hinweisreiz war zu 75% gegenüberliegend (nicht-valider Durchgang) und zu 25% an gleicher Stelle (valider Durchgang). Diese Operationalisierung der Variable Position sollte die Versuchspersonen zu strategischen Aufmerksamkeitsverlagerungen auf die Gegenseite der Hinweisreize bewegen. Jedoch wird das Erkennen des Hinweisreizes durch das unmittelbare Erscheinen identer Platzhalter in dieser Bedingung erschwert. Deswegen sollte der (erwartete) negative Positionseffekt, ausgedrückt durch kürzere Reaktionszeiten bei nicht-validen als bei validen Durchgängen, in der nachfolgend beschriebenen sichtbaren Bedingung stärker ausfallen.

## Sichtbare Bedingung

Der zweite Block bestand ebenfalls aus 120 Durchgängen, welche den Bedingungen des ersten Blocks glichen, jedoch mit einer Ausnahme: Statt schwarzen Platzhaltern, welche sich nur durch die zeitliche Verzögerung ihres Erscheinens und ihrer Position von dem Hinweisreiz unterschieden, wurden rote Platzhalter verwendet. Mit Ausnahme der Farbe wiesen sie die gleichen Eigenschaften wie die schwarzen Platzhalter aus dem ersten Block auf. Dies galt auch für ihren Luminanzwert ( $l = 23\text{cd/m}^2$ ). Somit waren sie von demselben Helligkeitsunterschied zum Hintergrund ( $c_w = -0,68$ ) gekennzeichnet wie die vorher verwendeten schwarzen Platzhalter, weswegen sie in Bezug auf den Kontrast als gleich salient erschienen.



**Abb. 5** Schematische Displayabfolge der sichtbaren Bedingung

Abbildung 5 zeigt zwei Durchgänge unter Verwendung sichtbarer Hinweisreize. Links unten ist ein nicht-valides Positionverhältnis im langen Intervall zu sehen, während der rechte Pfad nach Hinweisreizpräsentation einen validen Fall im kurzen Intervall abbildet.

## 12.4.2 Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe

### Nicht-sichtbare Bedingung

Im zweiten Teil der Untersuchung wurden die Versuchsteilnehmer zum ersten Mal durch die schriftliche Instruktion davon unterrichtet, dass ein äußerer Ring – der Hinweisreiz – früher erschien als die anderen beiden Ringe und vor die Aufgabe gestellt, diesen mittels Tastendruck zu lokalisieren. Die Tasten „x“ beziehungsweise „Komma“ einer Standardcomputertastatur dienten als Zuweisung für linkes beziehungsweise rechtes Erscheinen des vorzeitigen Ringes. Mit Ausnahme der Aufgabenstellung in der Instruktion, also die Position des Hinweisreizes anstelle der des Zielreizes zu berichten und dem Fehlen von „catch-trials“, also Fälle, in denen kein Zielreiz präsentiert wurde, glichen diese 40 Durchgänge den Durchgängen aus dem ersten Block der Detektionsaufgabe.

Übungsdurchgänge und schriftliches Feedback über richtiges beziehungsweise falsches Antwortverhalten wurden im zweiten Teil nicht gegeben.

### Sichtbare Bedingung

Hier wurde die gleiche Aufgabenstellung erteilt wie in der nicht-sichtbaren Bedingung der Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe, jedoch – parallel zur Abfolge der Aufgaben aus dem ersten Teil des Experimentes – diesmal mit roten Platzhaltern.

Die Hinweisreiz-Diskriminationsaufgabe diente der Überprüfung der Sichtbarkeitsmanipulation. Es sollte mittels dem Sensitivitätsindex  $d'$  festgestellt werden, ob die Erkennungsleistung in Bezug auf den Hinweisreiz zwischen der sichtbaren und nicht-sichtbaren Bedingung variierte. Bei erfolgreicher Manipulation, sollte der Wert von  $d'$  für die sichtbare Bedingung höher sein als für die nicht-sichtbare. Das Maß geht auf die Signalentdeckungstheorie zurück (Green & Svets, 1966) und lässt feststellen, inwiefern Menschen zwischen einem visuellen Stimulus und einem „Rauschen“ unterscheiden können. Es stellte sich als sensitives Maß zur Erfassung der Reizsichtbarkeit dar, da es unabhängig von Antworttendenzen misst (Reingold & Merikle, 1988): Die relative Häufigkeit der richtigen Antworten (engl. „hits“), also

Reizerkennung bei tatsächlich präsentierten Reizen, wird mit der relativen Häufigkeit der falschen Alarme (engl. „false alarms“), also fälschliche Reizerkennung bei nicht dargebotenen Reizen, verglichen. In der hier vorgestellten Aufgabe galt es als „Treffer“, wenn die linke Position des Hinweisreizes korrekt und als „falscher Alarm“, wenn die linke Position des Hinweisreizes nicht korrekt beantwortet wurde. Anschließend wurden die beiden Werte der Wahrscheinlichkeiten in normalverteilte  $z$ -Werte transformiert und subtrahiert  $d' = z(p \text{ Treffer}) - z(p \text{ falsche Alarme})$  und nachfolgend durch gerichtete  $t$ -Tests gegen Null getestet. Je näher sich der Index  $d'$  zu Null befindet, umso zufälliger das Antwortverhalten in Bezug auf die Reizerkennungsleistung. Bei einem Ergebnis, das nicht signifikant von Null verschieden ist, wird von einer Zufallsleistung bei nicht sichtbaren Stimuli ausgegangen.

## **13. Ergebnisse**

### **13.1 Nachweis der Sichtbarkeit der Hinweisreize**

Die Erkennungsleistung der Hinweisreize lag in beiden Bedingungen der Sichtbarkeit über dem Zufallsniveau. Für die nicht-sichtbare Bedingung ergab sich ein mittlerer Sensitivitätsindex von  $d' = 2.2$ ,  $t(17) = 12.1$ ,  $p < .001$  und für die sichtbare Bedingung  $d' = 3.7$ ,  $t(17) = 28.9$ ,  $p < .001$ . Der Vergleich zwischen der sichtbaren Bedingung, in der rote Platzhalter anwesend waren und der nicht-sichtbaren Bedingung mit schwarzen Platzhaltern bestätigte die signifikant höhere Diskriminationsfähigkeit der Hinweisreize aufseiten der Versuchspersonen in der sichtbaren Bedingung,  $t(17) = 1.5$ ,  $p < .001$ .

### **13.2 Analyse der Zielreizdetektionsaufgabe**

Die Daten von 18 Versuchspersonen wurden zur Analyse verwendet. Nur die Reaktionszeiten korrekt beantworteter Durchgänge mit Zielreiz-Präsentation wurden in die statistische Auswertung aufgenommen. Falsche sowie verabsäumte Eingaben wurden ebenso wie Werte, die mehr als zwei Standardabweichungen vom Gesamtmittelwert entfernt waren, ausgeschlossen. Die Versuchspersonen erbrachten in den Zielreizdetektionsaufgaben eine gute Leistung mit einer durchschnittlichen Fehlerrate von 1%.

Eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung wurde gerechnet. Die zweistufigen unabhängigen Variablen waren *Position* (valide, nicht valide), *Intervall* (16 ms, 1016 ms) und *Sichtbarkeit* (sichtbar, nicht-sichtbar). Die abhängige Variable war die gemessene *Reaktionszeit* richtigen Antwortverhaltens. Signifikanz wurde ab einer  $\alpha$ -Wahrscheinlichkeit von  $p < .05$  angenommen. Die nachfolgend dargestellten durchschnittlichen Reaktionszeiten wurden nach Bonferroni korrigiert.

### 13.2.1 Haupteffekte

#### Position

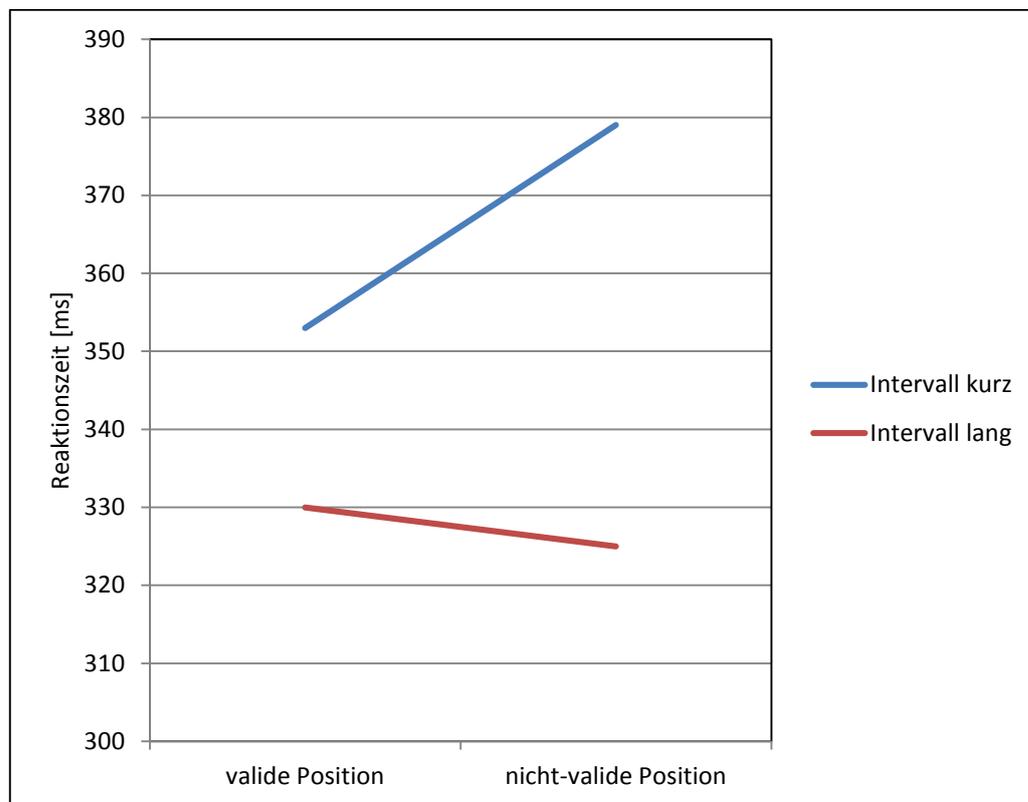
Dieser Faktor übte einen signifikanten Haupteffekt auf die Reaktionszeit aus,  $F(1, 17) = 41.1$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .71$ . Die mittleren Reaktionszeiten waren in der validen Bedingung mit 342 ( $SE = 7$ ) ms signifikant kürzer als in der nicht-validen mit 352 ( $SE = 7$ ) ms.

#### Intervall

Das Intervall zwischen Hinweis- und Zielreiz übte ebenfalls einen Haupteffekt auf die Reaktionszeit, mit  $F(1, 17) = 38.6$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .69$ , aus. Der Vergleich der Mittelwerte ergab, dass der Zielreiz im langen Intervall signifikant schneller ( $M = 328$  ms,  $SE = 8$ ) erkannt wurde als im kurzen Intervall ( $M = 366$  ms,  $SE = 7$ ).

## 13.2.2 Interaktionseffekte

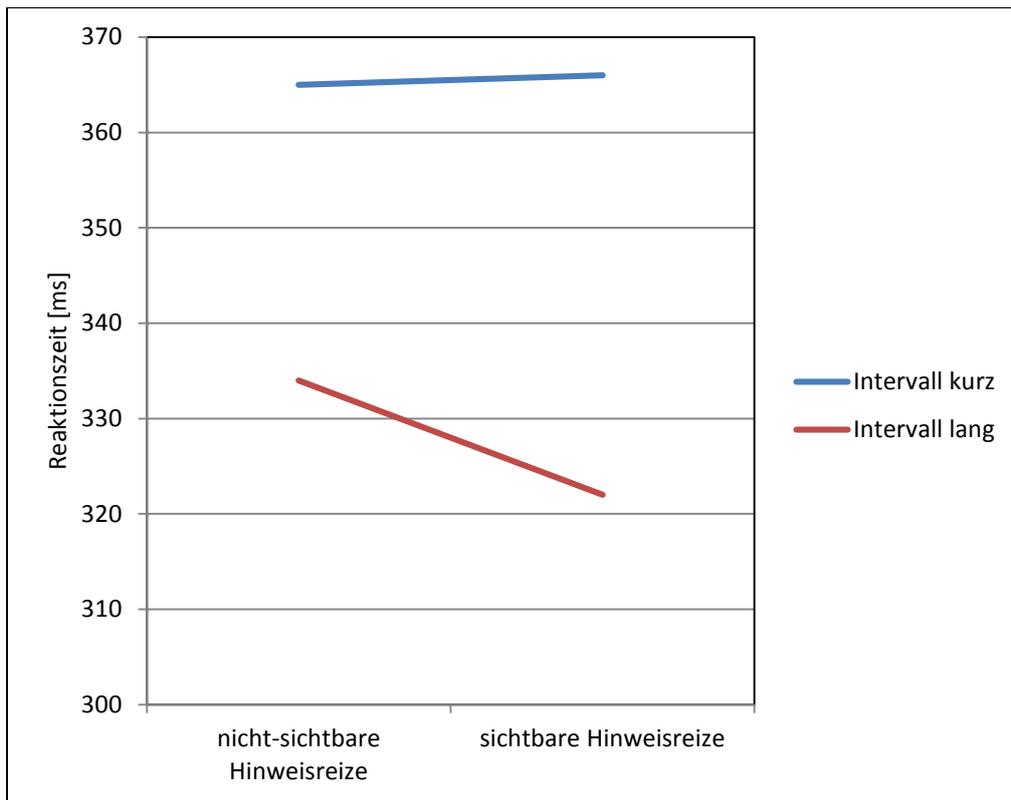
### Interaktion zwischen Position und Intervall



**Abb. 6** Gemittelte Reaktionszeiten der Interaktion von Position und Intervall

Es konnte eine signifikante Wechselwirkung zwischen Position und Intervall (Abb. 6) festgestellt werden,  $F(1, 17) = 38.8$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .7$ . Dies lässt darauf schließen, dass valide und nicht-valide Durchgänge unterschiedliche Auswirkungen auf die Reaktionszeiten ausübten und zwar in Abhängigkeit davon, ob das Intervall zwischen Hinweis- und Zielreiz lang (1016 ms) oder kurz (16 ms) war. Aus den Post-Hoc-Analysen (paarweise Mittelwertvergleiche) geht hervor, dass im kurzen Intervall die Reaktionszeiten in validen Durchgängen ( $M = 353$  ms,  $SE = 7$ ) signifikant kürzer waren als in nicht-validen Durchgängen ( $M = 379$  ms,  $SE = 7$ ), während sich keine bedeutenden Unterschiede der Reaktionszeiten zwischen validen ( $M = 330$  ms,  $SE = 9$ ) und nicht-validen Durchgängen ( $M = 325$  ms,  $SE = 7$ ) im langen Intervall ergaben.

## Interaktion zwischen Intervall und Sichtbarkeit



**Abb. 7** Gemittelte Reaktionszeiten der Interaktion von Intervall und Sichtbarkeit

Eine Wechselwirkung zwischen der Länge des Hinweis-Zielreiz-Intervalls und der Sichtbarkeit der Hinweisreize (Abb. 7) konnte festgehalten werden,  $F(1, 17) = 8.2$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .37$ . Diese Interaktion besagt, dass die zwei hergestellten Bedingungen der Sichtbarkeit der Hinweisreize (nicht-sichtbar, sichtbar) unterschiedliche Auswirkung auf die Reaktionszeiten hatten, je nachdem, ob sie in Durchgängen mit kurzen oder langen Reiz-Intervallen vorkamen. Die durchgeführten Post-Hoc-t-Tests mit Bonferroni-korrigierten Mittelwerten ergaben, dass keine signifikanten Reaktionszeiten-Unterschiede zwischen sichtbarer ( $M = 366$  ms,  $SE = 7$ ) und nicht-sichtbarer ( $M = 365$  ms,  $SE = 9$ ) Bedingung im kurzen Intervall bestanden, während im langen Intervall die sichtbaren Reize zu signifikant schnelleren ( $M = 322$  ms,  $SE = 7$ ) Reaktionen führten als nicht-sichtbare ( $M = 334$  ms,  $SE = 10$ ).

## 14. Diskussion

Diese Untersuchung versuchte folgende Fragestellungen zu beantworten: Zum einen wurde der Einfluss der Sichtbarkeit von Hinweisreizen auf strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen zur Gegenseite untersucht. Dieser Effekt sollte schnellere Reaktionszeiten in nicht-validen als in validen Durchgängen bedingen. Zum anderen sollte überprüft werden, inwiefern die Anwesenheit von Platzhaltern strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen zur Gegenseite beeinflussen. Für beide Bedingungen der Sichtbarkeit wurden keine signifikant unterschiedlichen Reaktionszeiten erwartet.

In nicht-validen Durchgängen wurde der Zielreiz nicht schneller erfasst als in validen. Entgegen der Erwartung traten sogar kürzere Reaktionszeiten zur Zielreizerfassung in der validen Bedingung auf. Die Versuchspersonen scheinen somit weder in der nicht-sichtbaren noch in der sichtbaren Bedingung das anti-prädiktive Positionsverhältnis von Hinweis- und Zielreiz entdeckt zu haben. Dies lässt darauf schließen, dass keine strategische Aufmerksamkeitsverlagerung zur Gegenseite der Hinweisreize stattfand.

Die Platzhalteranwesenheit in beiden Bedingungen der Sichtbarkeit wies keine signifikanten Unterschiede auf. Dieses Ergebnis entsprach damit den Annahmen. Die Reaktionszeiten zur Zielreizdetektion unterschieden sich nicht signifikant in nicht-sichtbaren und sichtbaren Durchgängen. Im kurzen Hinweis-Zielreiz-Intervall wurde unabhängig von der Sichtbarkeit signifikant schneller auf valide Zielreize reagiert. Dieser Validitätseffekt spricht für exogene Aufmerksamkeitsverlagerungen auf sichtbare wie nicht-sichtbare Hinweisreize. Jedoch konnte zudem kein negativer Positionseffekt im langen Intervall beobachtet werden, womit kein exogener Inhibitionseffekt (IOR) vorliegt. Dieser Umstand spricht gegen die Annahme eines biphasischen Verhältnisses zwischen exogener Aufmerksamkeitsattraktion und darauffolgender Rückkehrhemmung der Aufmerksamkeit bei der Darbietung subliminaler Hinweisreize, wie vertreten von Mulckhuyse et al. (2007) und Mulckhuyse und Theeuwes (2010).

Die Anwesenheit der Platzhalter hat die in Fuchs und Ansorge (2012) beobachtete strategische Aufmerksamkeitsverlagerung mit supraliminalen Hinweisreizen, das heißt, ohne Platzhalter, untergraben. Als mögliche Erklärung können Dilutionprozesse dienen,

wonach die Aufmerksamkeit auf dem Weg zur Gegenseite der Hinweisreize (vgl. Lichtkegelmetapher) durch die Anwesenheit von Platzhaltern abgeschwächt wird (Fuchs et al., 2015).

Ein signifikanter Unterschied ergab sich zwischen den Reaktionszeiten im kurzen und langen Intervall. Unabhängig von Sichtbarkeit und Position wurden signifikant kürzere Reaktionszeiten im langen Intervall beobachtet. Im langen Intervall lagen jedoch keine bedeutenden Unterschiede zwischen validem und nicht-validem Positionsverhältnis vor. Dies lässt vermuten, dass die Aufmerksamkeit nach anfänglicher exogener Aufmerksamkeitsattraktion (Validitätseffekt im kurzen Intervall) sich vom Hinweisreiz löste, ohne diesen zu inhibieren (Abwesenheit von IOR). Demnach besteht die Möglichkeit, dass in Antizipation des unsicheren Erscheinungsortes des Zielreizes die Aufmerksamkeit sich im langen Intervall auf eine neutrale Position zurückzog, welche gleich weit von den möglichen Zielreizpositionen entfernt lag. Reallokation beschreibt einen solchen Prozess des Loslösen der Aufmerksamkeit und Neuorientierung (vgl. Theeuwes, 2010).

In Bezug auf die Sichtbarkeit ergab sich ein signifikanter Unterschied im langen Intervall. Die sichtbaren Hinweisreize führten zu einer signifikant kürzeren Zielreizerfassung im Vergleich zu nicht-sichtbaren. Eine mögliche Ursache hierfür wäre eine erhöhte Bereitschaft hinsichtlich des zeitlichen Auftretens des Zielreizes bedingt durch eine längere Vorbereitungsphase in Kombination mit erhöhter Sichtbarkeit der Hinweisreize. Durch die längere Vorbereitungszeit erhöht sich die Präsentationsdauer zwar nur geringfügig (16 ms), könnte jedoch in einen signifikanten Reaktionsvorteil resultieren (Fuchs et al., 2015).

Die unterschiedliche Diskriminationsfähigkeit der Hinweisreize ( $d'$ ) in Bezug auf die Sichtbarkeit wurde nachgewiesen. Die Versuchspersonen konnten den Erscheinungsort sichtbarer Hinweisreize mit höherer Genauigkeit identifizieren, wobei auch in der nicht-sichtbaren Bedingung die Zuweisungsrate über dem Zufallsniveau lag. Die Abwesenheit der Anzeichen endogener Aufmerksamkeitsverlagerungen im Sinne der Annahmen könnten zumindest teilweise im Versuchsaufbau begründet sein. Die Problematik ergibt sich daraus, dass selbst bewusst wahrnehmbare anti-prädiktive Hinweisreize auf den

bloßen Informationsgehalt ihrer Position schwer zu deuten sind. Uninformierte Versuchspersonen müssen ausgiebig üben, um anti-prädiktive Positionsverhältnisse mit schnelleren Reaktionen auf der Gegenseite der Hinweisreize zu beantworten (vgl. Ansorge, Heumann, & Scharlau, 2002). Bei unbewusst wahrgenommenen Reizen kann zwar gemäß aufgabenrelevanter Kriterien selektiert werden, Versuchspersonen sind aber nicht in der Lage, eine passende Suchstrategie auf Grundlage des verfügbaren Informationsgehaltes auszubilden (Ansorge, Kiss, & Eimer, 2009).

## **15. Konklusion**

Die vorliegende Studie unterstützt die Annahme, dass die Anwesenheit von Platzhaltern eine entscheidende Rolle bei der strategischen Verlagerung von Aufmerksamkeit auf die Gegenseite von nicht-sichtbaren sowie sichtbaren anti-prädiktiven Hinweisreizen spielt.

## Literaturverzeichnis

- Ansorge, U. (2000). *Direkte Parameterspezifikation durch Positionsinformation: sensumotorische Effekte maskierter peripherer Hinweisreize*. (Dissertation, Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft, Universität Bielefeld).
- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, 57, 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, M. & Worschech, F. (2010) Attentional capture by masked colour singletons. *Vision Research*, 50, 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, 648-653.
- Ansorge, U., Kiss, M., Worschech, F., & Eimer, M. (2011). The initial stage of visual selection is controlled by top-down task set: new ERP evidence. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 113-122.
- Ansorge, U., & Leder, H. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. VS Verlag: Wiesbaden.
- Awh, E., & Pashler, H. (2000). Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 834-846.

- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, *55*, 485-496.
- Berlucchi, G., Tassinari, G., Marzi, C. A., & Di Stefano, M. (1989). Spatial distribution of the inhibitory effect of peripheral non-informative cues on simple reaction time to non-fixated visual targets. *Neuropsychologia*, *27*, 201-221.
- 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*, 648-663.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Burnham, B. R. (2007). Displaywide visual features associated with a search display's appearance can mediate attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 392-422.
- Burnham, B. R., & Neely, J. H. (2008). A static color discontinuity can capture spatial attention when the target is an abrupt-onset singleton. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*, 831-841.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, *51*, 1484-1525.
- Chen, P., & Mordkoff, J. T. (2007). Contingent capture at a very short SOA: Evidence against rapid disengagement. *Visual Cognition*, *15*, 637-646.
- Chica, A. B., Martín-Arévalo, E., Botta, F., & Lupiáñez, J. (2014). The spatial orienting paradigm: How to design and interpret spatial attention experiments. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *40*, 35-51.

- Danziger, S., & Kingstone, A. (1999). Unmasking the inhibition of return phenomenon. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *61*, 1024-1037.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, *70*, 80-90.
- Egeth, H. (1967). Selective attention. *Psychological Bulletin*, *67*, 41-57.
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology*, *48*, 269-297.
- Eriksen, C. W., & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, *40*, 225-240.
- Folk, C. L., & Remington, R. (2006). Top-down modulation of preattentive processing: Testing the recovery account of contingent capture. *Visual Cognition*, *14*, 445-465.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 1030-1044.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Wright J. H. (1994). The structure of attentional control: Contingent attentional capture by apparent motion, abrupt onset, and color. *Journal of Experimental Psychology*, *20*, 317-329.
- 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., Ansorge, U., Huber-Huber, C., Höflich, A., & Lanzenberger, R. (2015). S-ketamine influences strategic allocation of attention but not exogenous capture of attention. *Consciousness and Cognition*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2015.01.009>.
- Fuchs, I., Ansorge, U., Redies, C., & Leder, H. (2011). Saliency in paintings: bottom-up influences on eye fixations. *Cognitive Computation*, *3*, 25-36.
- Fuchs, I., Theeuwes, J., & Ansorge, U. (2013). Exogenous attentional capture by subliminal abrupt-onset cues: Evidence from contrastpolarity independent cueing effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *39*, 974-988.
- Gibson, B. S., & Amelio, J. (2000). Inhibition of return and attentional control settings. *Perception & Psychophysics*, *62*, 496-504.
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). Signal detection theory and psychophysics (Vol. 1). New York: Wiley.
- Hunt, A. R., & Kingstone, A. (2003). Inhibition of return: Dissociating attentional and oculomotor components. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*, 1068-1074.
- Itti, L., & Koch, C. (2001). Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*, 194-203.
- Jans, B., Peters, J. C., & De Weerd, P. (2010). Visual spatial attention to multiple locations at once: the jury is still out. *Psychological review*, *117*, 637-684.
- 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.
- Kim, C. Y., & Blake, R. (2005). Psychophysical magic: rendering the visible 'invisible'. *Trends in cognitive sciences, 9*, 381-388.
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 138-147.
- Klein, R. M., & Pontefract, A. (1994). Does oculomotor readiness mediate cognitive control of visual-attention - revisited. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Hrsg.), *Attention and Performance Xv: Conscious and Nonconscious Information Processing, 15*, 333-350.
- Lamme, V. A., & Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends in neurosciences, 23*, 571-579.
- Lamy, D., & Egeth, H. E. (2003). Attentional capture in singleton-detection and feature-search modes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 29*, 1003-1020.
- Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2006). It's under control: Top-down search strategies can override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review, 13*, 132-138.
- Liu, T., Pestilli, F., & Carrasco, M. (2005). Transient attention enhances perceptual performance and fMRI response in human visual cortex. *Neuron, 45*, 469-477.
- 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., Klein, R. M., & Bartolomeo, P. (2006). Inhibition of return: Twenty years after. *Cognitive Neuropsychology, 23*, 1003-1014.

- Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattention blindness*. Cambridge, MIT Press.
- Martín-Arévalo, E., Kingstone, A., & Lupiáñez, J. (2013). Is “Inhibition of Return” due to the inhibition of the return of attention?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *66*, 347-359.
- McCormick, P. A. (1997). Orienting attention without awareness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *23*, 168-180.
- Merikle, P. M., Smilek, D., & Eastwood, J. D. (2001). Perception without awareness: Perspectives from cognitive psychology. *Cognition*, *79*, 115-134.
- Mulckhuyse, M., Talsma, D., & Theeuwes, J. (2007). Grabbing attention without knowing: Automatic capture of attention by subliminal spatial cues. *Visual Cognition*, *15*, 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*, 315-330.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. Enlewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Pestilli, F., & Carrasco, M. (2005). Attention enhances contrast sensitivity at cued and impairs it at uncued locations. *Vision research*, *45*, 1867-1875.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *32*, 3-25.

- Posner, I. M., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention & Performance X*, 32, 531-556.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General* 109, 160-174.
- Pratt, J., O'Donnell, C., & Morgan, A. (2000). The role of the fixation location in inhibition of return. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 54, 186.
- 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, 47-60.
- Ruz, M., & Lupiáñez, J. (2002). A review of attentional capture: on its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicologica*, 23, 283-309.
- Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1988). Using direct and indirect measures to study perception without awareness. *Perception & Psychophysics*, 44, 563-575.
- Schreij, D., Owens, C., & Theeuwes, J. (2008). Abrupt onsets capture attention independent of top-down control settings. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 70, 208-218.
- Schreij, D., Theeuwes, J., & Olivers, C. N. (2010). Irrelevant onsets cause inhibition of return regardless of attentional set. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 1725-1729.
- Schöberl, T., Fuchs, I., Theeuwes, J., & Ansorge, U. (2015). Stimulus-driven attentional capture by subliminal cues. *Attention, Perception & Psychophysics*, 77, 737-748.

- Shady, S, MacLeod, D., & Fisher, H.S. "Adaptation from invisible flicker." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101.14 (2004): 5170-5173.
- Steinman, B. A., Steinman, S.B., & Lehmkuhle, S. (1997). Transient visual attention is dominated by the magnocellular stream. *Vision Research*, 37, 17-23.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception and Psychophysics*, 51, 599-606.
- 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. *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII*, 105-124.
- Treisman, A. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. *Attention and performance*, 18, 73-103.
- Yantis, S., & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: Evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 95-107.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: evidence from selective search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 602-621.

Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*, 121-134.

Zhao, Y., Heinke, D. (2014) What causes IOR? Attention or perception? Manipulating cue and target luminance in either blocked or mixed condition. *Vision Research*, *105*, 37-46.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Schematische Displayabfolge bei der Darbietung peripherer Hinweisreize nach dem Grundparadigma von Posner (1980).....	17
Abb. 2 Schematische Darstellung eines validen (links) und nicht-validen (rechts) Durchganges bei Mulckhuyse et al., 2007.....	34
Abb. 3 Schematische Darstellung der supraliminalen Bedingung (Fuchs & Ansorge, 2012).....	38
Abb. 4 Schematische Darstellung der nicht-sichtbaren Bedingung.....	44
Abb. 5 Schematische Displayabfolge der sichtbaren Bedingung.....	45
Abb. 6 Gemittelte Reaktionszeiten der Interaktion von Position und Intervall.....	49
Abb. 7 Gemittelte Reaktionszeiten der Interaktion von Intervall und Sichtbarkeit.....	50

## Zusammenfassung

Das Ziel des vorliegenden Diplomprojektes war die Überprüfung der Sichtbarkeitsmanipulation plötzlich erscheinender, anti-prädiktiver Hinweisreize im Rahmen des Hinweisreizparadigmas (Posner, 1980) sowie deren Auswirkung auf die Detektionsleistung nachfolgender Zielreize. Fuchs und Ansorge (2012) verwendeten ein adaptiertes Versuchsdesign von Mulckhuyse, Talsma und Theeuwes (2007), um strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen als Reaktion auf die Darbietung anti-prädiktiver subliminaler beziehungsweise supraliminaler Hinweisreize zu messen. Um Hinweisreize der bewussten Auffassung zugänglich zu machen, wurden sie in der supraliminalen Bedingung in Isolation dargestellt. Dem entgegen wurden in der subliminalen Bedingung Hinweisreize durch anwesende Platzhalter maskiert. Strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen wurden bei Darbietung supraliminaler Hinweisreize festgestellt. Die zu klärende Frage dieser Arbeit war, ob die Abwesenheit der Platzhalter als hauptsächliche Ursache für strategische Aufmerksamkeitsverlagerungen zu verantworten ist oder, ob die Sichtbarkeit der Hinweisreize unter Platzhalteranwesenheit beziehungsweise -abwesenheit Einfluss auf die Detektionsleistung der Zielreize hat. Zur Klärung wurde ein Versuchsdesign von verwendet, in dem beide Bedingungen der Sichtbarkeit der Hinweisreize (sichtbar vs nicht-sichtbar) unter Platzhalteranwesenheit durchgeführt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Bedingungen gefunden, was zu der Annahme führt, dass die Platzhalteranwesenheit einen entscheidenden Einfluss auf die Sichtbarkeit der Hinweisreize ausübte und somit für die strategischen Aufmerksamkeitsverlagerungen bei Fuchs und Ansorge (2012) verantwortlich zeichnete.

## **Abstract**

The aim of the present study was to investigate the visibility of abrupt-onset anti-predictive cues within the cueing paradigm (Posner, 1980) as well as their influence on target detection. Fuchs and Ansorge (2012) applied an adapted experimental design first used by Mulckhuyse, Talsma and Theeuwes (2007) in order to measure strategic allocations of attention following subliminal and supraliminal cues. Conscious cues were presented in isolation, while subconscious cues were masked by present placeholders. Strategic allocations of attention were solely observed during conscious condition. To test whether placeholder presence is responsible for strategic allocation shifts or whether cue visibility with and without placeholder presence plays a significant role in the detection of the target, a new design was implemented. This allowed for two conditions of cue visibility (visible vs invisible) under placeholder presence in which no significant differences between strategic allocation shifts were found. The results led to the conclusion that the presence of the placeholders played a significant role in strategic attention shifts (Fuchs & Ansorge, 2012).

## Curriculum Vitae

Name	Alex Hanny Al-Falaki
Geboren	19.04.1979, Wien
Staatsbürgerschaft	Österreich
Adresse	Hutweidengasse 19/4/20, 1190 Wien
Telefon	+43/650 370 62 64
E-mail	<a href="mailto:a.feleki@gmx.net">a.feleki@gmx.net</a>

### Ausbildung

10/1998 – aktuell	Diplomstudium Psychologie, Universität Wien
09/2003 – 11/2006	Diplom zum Holistic Healing Trainer Holistic Healing Lehrgang der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für ganzheitliches Heilen unter Dr. med. Clemens Hanika
09/1997 – 05/1998	Präsenzdienst Jägerregiment 3, Amstetten/Korneuburg
05/1997	Reifeprüfungszeugnis am BRG XVIII Schopenhauerstr. 49, 1180 Wien