



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Bahnung der Aufmerksamkeit auf Farben durch
relevante und irrelevante Wortprimes“

verfasst von / submitted by

Lukas Naderer

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. Nat.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Psychologie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage, welchen Einfluss reizgetriebene Prozesse und Ziele des Beobachters auf die Lenkung der Aufmerksamkeit haben, wobei vor allem auf die Rolle von Bahnungseffekten eingegangen wird. Basierend auf einer Studie, die die automatische Bahnung von attentionaler Kontrolle für relevante Farben durch zuvor präsentierte Farbwörter zeigt (U. Ansorge, & S. Becker, 2012), wurde untersucht, ob auch irrelevante Farben solchen (automatischen) Bahnungseffekten unterliegen, oder ob diese Erleichterung (strategisch) auf relevante Farben begrenzt ist. Dazu wurde ein experimentelles „Cueing“-Paradigma verwendet, in welchem kongruente und inkongruente Farbwörter mit absoluter Sicherheit auf die nachfolgende Zielreizfarbe hinwiesen. Es zeigte sich, dass in inkongruenten Durchgängen gebahnte Farben in gleichem Ausmaß die Aufmerksamkeit auf sich lenkten wie ungebahnte Farben, was gegen eine automatische Bahnung durch die Farbwörter spricht. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Teilnehmer (zumindest in inkongruenten Durchgängen) die Farbwörter nicht zur Etablierung eines attentionalen Kontrollsets für die aktuelle gesuchte Farbe verwendet haben und diese inkongruenten Informationen erfolgreich ignoriert werden konnten.

Schlüsselbegriffe: attentionale Kontrollsets, Aufmerksamkeitssteuerung, , Bahnung, Farbe, Hinweisreize

Abstract

The present study addresses the question of the influence of stimulus-driven processes and goals of the observer on the allocation of attention, especially expanding on the role of priming. Based on a paper which showed automatic priming of attentional control for relevant colors by previously presented color-words (U. Ansorge, & S. Becker, 2012), it has been investigated whether irrelevant colors are also underlying such (automatic) priming, or whether this kind of facilitation is (strategically) restricted to relevant colors. Therefore, an experimental „cueing“-paradigm was used, in which congruent and incongruent color-words indicated the color of the upcoming target with absolute certainty. It showed, that in incongruent trials, primed colors captured attention to the same extent as unprimed colors, in contrast to automatic priming by the color-words. The results indicate that (at least in incongruent trials) participants did not use the color-words to establish an attentional control set (ACS) for the searched-for target-color and that this incongruent information was successfully ignored.

Keywords: attentional control, attentional control settings, color, cueing, priming

Zusammenfassung	4
Abstract	5
1 Einleitung	9
2 Theoretischer Hintergrund	10
2.1 Selektive Aufmerksamkeit	10
2.2 Klassische Ansätze der Aufmerksamkeit	10
2.3. Der Gegenstand der Selektion	13
2.3.1. Ortsbezogene Aufmerksamkeit	13
2.3.1.1. Das „räumliche Hinweisreiz-Paradigma“ (Posner, 1980)	13
2.3.1.2. Inhibition of return (IOR)	16
2.3.1.3. Das Flankierreiz-Paradigma (Eriksen & Eriksen, 1974)	17
2.3.2. Objektbezogene Aufmerksamkeit	17
2.3.3. Merkmals- bzw. dimensionsbezogene Aufmerksamkeit	18
2.3.3.1. Das Paradigma der visuellen Suche	18
2.3.3.2. Theorien der merkmals- und dimensionsbezogenen Aufmerksamkeit ...	19
2.4. Die Steuerung der Aufmerksamkeit	20
2.4.1. Reizgetriebene Kontrolle („stimulus-driven control“)	21
2.4.2. Zielgetriebene Kontrolle („goal-driven control“)	22
2.4.2.1. Attentionale Kontrollsets	23
2.4.2.2 Die Rolle relationaler Information	26
2.4.3 Reizgetriebene vs. zielgetriebene Aufmerksamkeitslenkung	27
2.4.3.1 Singleton- und Merkmalssuchmodus	27
2.4.3.2 „Rapid disengagement“	28
2.4.4 Der Einfluss vorgehender Erfahrungen	29
2.4.4.1 Die Rolle von Primingeffekten bei der Aufmerksamkeitslenkung	30
2.4.4.2 „Top-down“-Abhängigkeit von impliziten Erfahrungen	33
2.2.5 Herleitung der Fragestellung	36
3 Methode	41
3.1 Teilnehmer	41
3.2 Stimuli und Versuchsaufbau	41
3.3 Design	43
4 Ergebnisse	45
4.1 Prime-Diskrimination	45
4.2 Target-Suche	45
4.2.1 Reaktionszeiten-Analyse	46
4.2.2 Fehlerraten	48
4.2.3 „Inter-trial“-Priming-Analyse	50

5 Diskussion und Ausblick	51
6 Referenzen	54
7 Anhang	62
7.1 Eidesstattliche Erklärung	62
7.2 Lebenslauf	63

1 Einleitung

Stellen Sie sich vor, Sie seien in einer Bibliothek, um ein bestimmtes Buch auszuleihen. Nachdem Sie in Erfahrung gebracht haben, in welchem Gang es sich befinden sollte, gehen Sie nun auf das richtige Regal zu, den Blick auf das Smartphone in Ihrer Hand gerichtet. Sie stehen mittlerweile vor dem Regal, es ist vollgeschichtet. Zufälligerweise sind alle Bücher darin grau eingebunden, bis auf zwei. Eines davon ist rot und steht in der mittleren Reihe des Regals links, das andere ist hellblau und steht in derselben Reihe, allerdings rechts. Aufgrund der Information eines freundlichen Angestellten wissen Sie, dass das von Ihnen gesuchte Werk jenes mit dem hellblauen Einband ist.

Welches Buch werden Sie zuerst bemerken, wenn Sie Ihren Blick auf das Regal richten? Das ins Auge springende, rote Buch, oder das weniger auffällige hellblaue Buch, das Sie benötigen? Dieses simple Beispiel soll eine Debatte illustrieren, die die Aufmerksamkeitsforschung seit Jahrzehnten beschäftigt, nämlich jene, ob sich die visuelle Aufmerksamkeit zuerst auf besonders hervorstechende Reize richtet, oder ob jene bevorzugt beachtet werden, die für ihr Vorhaben relevant sind. Diese zwei Möglichkeiten stellen gewissermaßen die Endpunkte eines theoretischen Kontinuums dar, die einerseits durch eine reizgetriebene, auf Auffälligkeit basierende (engl.: „stimulus-driven“ bzw. „saliency-driven“) und andererseits durch eine zielgetriebene, von den Handlungszielen abhängige (engl.: „goal-driven“) Lenkung der Aufmerksamkeit repräsentiert werden.

Einen wesentlichen Aspekt der diesbezüglichen Forschung stellt der Einfluss der vergangener Erfahrungen (vgl. Awh, Belopolsky & Theeuwes, 2012) dar, dem in der vorliegenden Arbeit durch die Untersuchung von Bahnungseffekten (synonym: Primingeffekte; vgl. Abs. 2.4.4.1) innerhalb eines experimentellen „Hinweisreiz-Paradigmas“ (Posner, 1980; vgl. Abs. 2.3.1.1) Rechnung getragen wird. Konkreter beschäftigt sich der Autor mit der Frage, ob s, die zu Beginn eines Versuchsdurchgangs präsentiert werden, strategisch verwendet werden oder automatisch die Aufmerksamkeit auf bedeutungskongruente Reize bahnen (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Selektive Aufmerksamkeit

Wenn wir uns in unserer Umwelt bewegen, sind wir ständig unzähligen verschiedenen Reizen ausgesetzt, die nicht alle relevant für uns sind (vgl. Worschech & Ansorge, 2012). Es ist uns nicht möglich, all diese Informationen gleichzeitig zu verarbeiten, da wir diesbezüglich nur über eine limitierte Kapazität verfügen (z.B.: Broadbent, 1958). Um uns aber doch in dieser Fülle von Reizen zu Recht zu finden und in Folge zielgerichtet handeln zu können, ist es essentiell, den Fokus auf bestimmte Reize richten zu können und anderen keine Beachtung zu schenken. Die Fähigkeit, in einer Situation nur bestimmte Informationen zu beachten, wird als (selektive) Aufmerksamkeit bezeichnet (Pashler, 1998) und ermöglicht es, diese Reize einer tiefer gehenden Verarbeitung zugänglich zu machen (vgl. Worschech & Ansorge, 2012).

Visuell-räumliche (selektive) Aufmerksamkeit dient Menschen dabei, einen Reiz aus dem visuellen Feld auszuwählen, um diesen in Folge zur Diskriminierung, Identifizierung und zu einem (zielgerichteten) Handeln zu verwenden (Ansorge & Becker, 2012). Im Rahmen der Forschung zur selektiven Aufmerksamkeit entwickelten sich im Laufe der Zeit mehrere Ansätze, die diesen Mechanismus zu beschreiben und illustrieren gedachten.

2.2 Klassische Ansätze der Aufmerksamkeit

Eine der grundlegenden Fragen der Aufmerksamkeitsforschung ist jene, warum wir (selektive) Aufmerksamkeit benötigen, um uns in unserer Umwelt zurecht zu finden (vgl. Ansorge & Leder, 2011). Einerseits gehen die sogenannten Kapazitätsmodelle (z.B.: Broadbent, 1958; Treisman, 1964; Deutsch & Deutsch, 1967) von einem Mangel an Ressourcen zur Informationsverarbeitung aus, der es notwendig macht, bestimmte (relevante) Informationen zu selektieren. Zum anderen beschreiben Tätigkeitstheorien („selection-for-action“; z.B.: Allport, 1989) die Aufmerksamkeit als Mechanismus, der für eine zielgerichtete Handlungssteuerung von Nöten ist.

Eines der ersten Kapazitätsmodelle stellt die Filtertheorie von Broadbent (1958) dar. Sie besagt, dass Reize auf parallelem, simultanem Weg auf uns eintreffen, für kurze Zeit in einem sensorischen Speicher „festgehalten“ und aufgrund von physikalischen Reizmerkmalen gefiltert werden, sodass nur bestimmte Informationen zur nachfolgenden seriellen, bewussten Verarbeitung „zugelassen“ werden. Ausgangspunkt dieser Theorie ist die Untersuchung der sogenannten psychologischen Refraktärzeit (engl.: psychological refractory period, PRP) von Welford (1952). Sie beschreibt den Zeitraum, der nach einem (psychologischen) Mechanismus vergehen muss, bevor dieser Mechanismus wieder in Gang gesetzt werden kann (Ansorge & Leder, 2011). Welford konnte zeigen, dass die Zeit zwischen dem Auftreten zweier Reize („stimulus onset asynchrony“, SOA) entscheidend für die Reaktionszeit auf den zweiten Stimulus ist, wobei niedrige SOAs eine längere Reaktion auf den nachkommenden Reiz zur Folge haben. Er schloss daraus, dass zunächst die Verarbeitung des ersten Reizes abgeschlossen werden muss, bevor jene des zweiten Reizes beginnen kann, was für eine serielle Verarbeitung und eine limitierte Kapazität der Informationsverarbeitung spricht (Welford, 1952; vgl. Müller, Krummenacher, Schubert, 2014). Er zeichnete damit die Analogie zu einem Flaschenhals („bottle-neck“), der nur eine bestimmte Menge an Wasser auf einmal aufnehmen kann. Broadbent (1958) griff diese Idee auf und nahm in seiner Theorie die Existenz eines einzelnen, seriellen Verarbeitungschanals („Einkanalhypothese“) an, der über eine limitierte Kapazität verfügt und nur durch schnelles Umschalten zwischen verschiedenen Reizquellen Informationen dem Bewusstsein zugänglich machen kann. Die Selektion der Reize findet demnach früh statt („early selection“) und erfolgt nach dem „Alles-oder-Nichts“-Prinzip (vgl. Müller et al., 2014). Jedoch kann diese Theorie einige Phänomene der selektiven Aufmerksamkeit nicht erklären. So kann man beispielsweise bei einer Veranstaltung, bei der im Umfeld viele Gespräche ein regelrechtes Gewirr an Geräuschen erzeugen, einer bestimmten Konversation folgen, während man andere mehr oder weniger ausblenden kann („Cocktail-Party“-Phänomen, vgl. Cherry, 1953). Wird jedoch in der nicht beachteten Geräuschperipherie ein relevanter Reiz – wie etwa der eigene Name – ausgesprochen, kann sich die Aufmerksamkeit sofort auf die Quelle dieses Reizes richten (z.B.: Moray, 1959). Dies zeigt, dass Informationen mit aufgenommen werden können, auch wenn sie nicht bewusst selektiert werden, was gegen eine Verarbeitung im Stile eines „Alles-oder-Nichts“-Prinzips spricht.

Treisman (1964) versuchte dieser Problematik mit ihrer „Attenuations-Theorie“ der Aufmerksamkeit zu begegnen. Sie postuliert, dass die Informationen parallel weiterverarbeitet werden und irrelevante Reize – kapazitätsabhängig – durch einen Mechanismus der Attenuation (= Dämpfung) nach einem „Mehr-oder-weniger“-Prinzip abgeschwächt werden, worauf dann die bewusste, serielle Verarbeitung folgt. Auch sie geht hierbei von einer relativ frühen Selektion der Reize aus. Im Gegensatz dazu nehmen Deutsch und Deutsch (1963) in ihrer Theorie der späten Selektion an, dass die Informationen nach dem Verweilen in einem sensorischen Kurzzeitspeicher auf parallelem Wege weiterverarbeitet werden. Sie durchlaufen dabei einen „Merkmalsdetektor“, der die Reizeigenschaften analysiert und werden anschließend aufgrund ihrer Aufgabenrelevanz gewichtet, bevor sie einer höheren kognitiven (semantischen bzw. behavioralen) Ebene zugänglich werden (vgl. Müller et al., 2014; siehe Abb.1 für eine schematische Darstellung der angesprochenen Theorien).

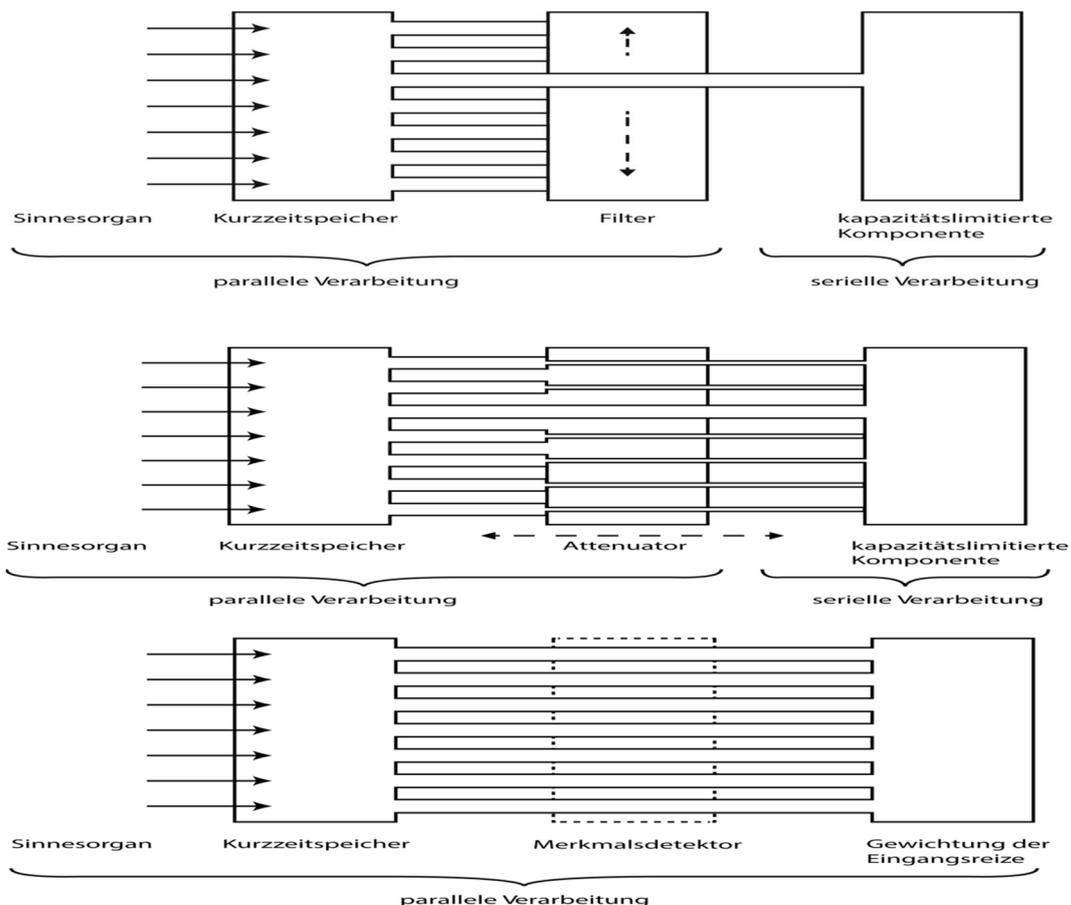


Abbildung 1. Schematische Darstellung (von oben nach unten) der Theorien von Broadbent (1958), Treisman, (1964) und Deutsch & Deutsch (1963) zur selektiven Aufmerksamkeit (Müller et al., 2014).

Im Gegensatz zu den Kapazitätsmodellen sehen Tätigkeitstheorien („selection-for-action“, z.B. Allport, 1989) selektive Aufmerksamkeit nicht als Ergebnis mangelnder kognitiver Ressourcen, sondern als Errungenschaft, die es uns möglich macht, unsere Handlungen effektiv zu initiieren bzw. steuern. Demnach ist sie notwendig, um unsere begrenzte Anzahl an körperlichen Effektoren (z.B.: unsere Hände und Beine) auf ein bestimmtes Handlungsziel auszurichten (vgl. Ansorge & Leder, 2011). Dies kann in einem evolutionsbiologischen Kontext veranschaulicht werden – als Beispiel möge hier die Notwendigkeit dienen, den Fokus auf einen bestimmten Apfel eines Baumes zu richten, um diesen schließlich mit den Händen ergreifen zu können (vgl. Allport, 1989). Um dieses „Ziel“ zu erreichen, ist es wichtig, dass relevante, zu den Absichten passende (z.B. runde und rote) Reize bevorzugt bzw. selektiert werden können (vgl. Worschech & Ansorge, 2012).

2.3. Der Gegenstand der Selektion

2.3.1. Ortsbezogene Aufmerksamkeit

Theorien der ortbezogenen Aufmerksamkeit gehen davon aus, dass die selektive Aufmerksamkeit immer einem *Ort* im Blickfeld zugewandt wird. Als wesentlich für die Untersuchung der ortbezogenen Aufmerksamkeit haben sich zwei experimentelle Paradigmen herausgestellt, einerseits das von Michael Posner (1980) entwickelte „räumliche Hinweisreiz-Paradigma“ (engl. „Spatial-Cueing-Paradigm“), und andererseits das von Eriksen und Eriksen (1974) verwendete „Flankierreiz-Paradigma“ (engl.: „Flanker-Paradigm“), aus welchen sich auch zwei unterschiedliche Metaphern der räumlichen Aufmerksamkeit herausbildeten. Im Folgenden wird genauer auf das „räumliche Hinweisreiz-Paradigma“ von Posner (1980) eingegangen, da es einen wesentlichen Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung darstellt.

2.3.1.1. Das „räumliche Hinweisreiz-Paradigma“ (Posner, 1980)

Hierbei wird die Lenkung der Aufmerksamkeit auf Zielreize mittels sogenannten „Hinweisreizen“ (engl. „Cues“; die beiden Begriffe werden im Folgenden synonym verwendet) untersucht, die Informationen über den (wahrscheinlichen) Ort des Zielreizes beinhalten. Nach

dem Erscheinen des Zielreizes sollen die Teilnehmer möglichst schnell eine korrekte Antwort auf den Zielreiz ausführen, was üblicherweise mittels einer motorischen Reaktion (z.B.: Tastendruck) umgesetzt wird.

Auch Posner (1980) geht von zwei Modi der Orientierung aus, die er als „exogen“ („automatisch“) und „endogen“ (durch Erwartungen/Absichten kontrolliert) bezeichnet¹. Im „Spatial-Cueing“-Paradigma kann diesbezüglich zwischen zentralen und peripheren Hinweisreizen unterschieden werden. Periphere Hinweisreize erscheinen an den möglichen Auftrittsorten der Zielreize und können somit eine direkte Information über die Position des Zielreizes am Bildschirm liefern. Solche Stimuli treten etwa in Form von plötzlich auftauchenden Reizen („onset“), Luminanzänderungen (Veränderung der Helligkeiten bzw. Kontraste) oder sogenannten „Singletons“ auf. Als „Singleton“ wird ein Reiz bezeichnet, der ein Merkmal (z.B. das Merkmal *Kreis* oder *rot*) besitzt, das sich innerhalb seiner Dimension (*Form* oder *Farbe*) von allen anderen (in Bezug auf diese Dimension) merkmals-homogenen Reizen des Displays unterscheidet (vgl. Worschech & Ansorge, 2012) und somit „ins Auge springt“ („pop-out“-Effekt; vgl. Abschnitt 2.3.3.1). So stellt beispielsweise ein grüner Kreis unter roten Kreisen ein Farbsingleton, und ein Viereck unter Kreisen ein Formsingleton dar. Solche peripheren Hinweisreize sollen die Aufmerksamkeit auf eine exogene, „automatische“ Art und Weise attrahieren (Posner, 1980). Im Gegensatz zu peripheren Hinweisreizen befinden sich zentrale Hinweisreize in der Mitte des Bildschirms. Sie enthalten keine direkte räumliche Information über die Zielreize, sondern bedienen sich bestimmter Merkmale wie Formen (beispielsweise ein Pfeil), um auf die Position des Zielreizes hinzuweisen. Diese Merkmale müssen in ihrer repräsentierenden Symbolik erst interpretiert werden, was zu einer endogenen Verarbeitung der Hinweisreize führt (Jonides, 1981).

Valide (=gültige) periphere Cues erscheinen am selben Ort wie der Zielreiz („same position“; SP), nicht-valide (periphere) Cues an anderen möglichen Positionen („different position“; DP). Bei der Suche führt dies zu einer kürzeren Reaktionszeit (Ersparnis) in validen Durchgängen (= „Trials“) und zu längeren Reaktionszeiten (Kosten) in nicht-validen

¹ Die beiden Mechanismen werden in der Literatur mit verschiedensten Adjektivpaaren beschrieben (z.B.: reizgetrieben – zielgetrieben, „bottom-up“ – „top-down“, exogen – endogen, parallel – seriell; automatisch – kontrolliert, unwillentlich – willentlich, passiv – aktiv, unbewusst – bewusst, prä-attentiv – attentiv; vgl. Anderson, 2011). Diese Terminologie impliziert oftmals eine strikte dichotome Trennung, die kritisch zu betrachten ist, da sie vielen Ergebnissen zur Aufmerksamkeitsforschung nicht gerecht wird (vgl. Anderson, 2011; Wolfe, 1998). Zudem sind einige dieser Begriffe nicht synonym zu verstehen, da beispielsweise eine „unwillentliche“ und „automatische“ Lenkung der Aufmerksamkeit auf einen Reiz sehr wohl von den Zielen einer Person bestimmt sein kann (Folk, Remington & Johnston, 1992). Manche Autoren argumentieren auch, dass endogene (in der Person angesiedelte) Faktoren nicht immer durch aktuelle Handlungsziele zu erklären seien (z.B.: Awh et al., 2012; vgl. Abs. 2.4.4).

Durchgängen im Vergleich zu neutralen, was als Validitätseffekt (auch Cueingeffekt bzw. „Capture“-Effekt; die Begriffe werden in der vorliegenden Arbeit synonym verwendet) bezeichnet wird (Posner, 1980). Dies ist die Folge von der Verlagerung der Aufmerksamkeit auf den Ort des Cues, sodass in nicht-validen Durchgängen im Vergleich zu validen Durchgängen der Fokus der Aufmerksamkeit danach von der Position des Cues auf die Position des Zielreizes gerichtet werden muss. Im Gegensatz zur direkten Ortsübereinstimmung bei peripheren Cues bedeutet ein valider Durchgang bei zentralen Cues die korrekte (indirekte) Vorhersage für den Auftrittsort des Zielreizes (Ansorge, 2006). Zur Illustration sind in der folgenden Graphik jeweils ein valider und ein nicht-valider Durchgang unter Verwendung von peripheren und zentralen Cues dargestellt (Abbildung 2).

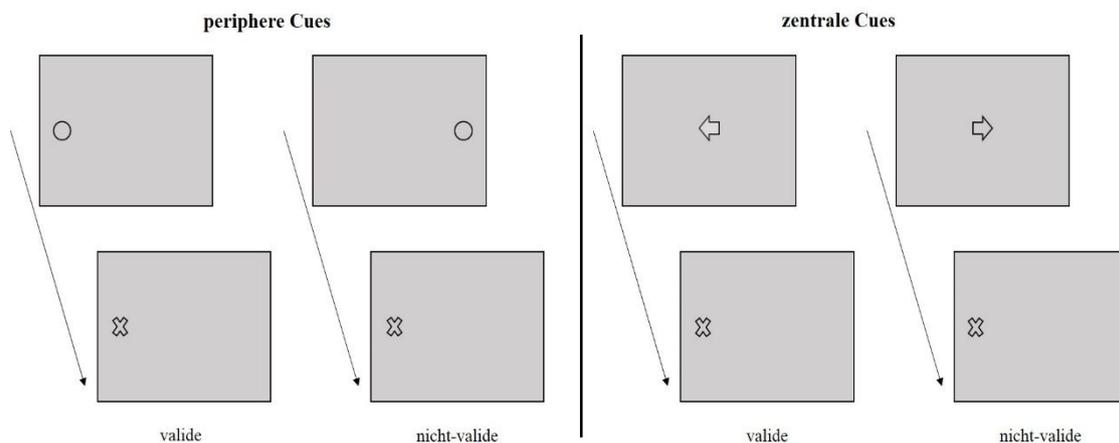


Abbildung 2: Valide und nicht-valide Durchgänge mit peripheren und zentralen Hinweisreizen (nach Ansorge, 2006). Die Pfeile stellen hier und in Folge den zeitlichen Verlauf eines Versuchsdurchgangs (von oben nach unten) dar. Diese und alle weiteren Abbildungen sind ausschließlich vom Autor erstellt.

Die Variation der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Hinweisreiz valide oder nicht-valide ist – dessen Vorhersagekraft – spielt bei Cueing-Experimenten eine entscheidende Rolle. So können beispielsweise – wie in Posners Experiment (Posner, 1980) – Cues, die den Ort des Zielreizes (engl.: „target“; die Begriffe werden synonym verwendet) in 80% der Durchgänge korrekt anzeigen, die Versuchspersonen dazu veranlassen, diese für die Suchaufgabe zu verwenden. Demgegenüber sollte es bei Cues, die dies nicht überzufällig oft tun (z.B.: je 50 % valide und nicht valide Durchgänge bei 2 potentiellen Zielreizpositionen), keinen Grund für die Teilnehmer geben, diese zu nutzen, da sie keine Vorhersagekraft haben (vgl. Ansorge, 2006).

Während zentrale Cues ohne Vorhersagekraft erfolgreich ignoriert werden können, ziehen periphere Cues die Aufmerksamkeit auch ohne Vorhersagekraft auf sich und können selbst entgegen den Intentionen nur schwer ignoriert werden (z.B.: Jonides, 1981), was scheinbar für eine „automatische“ Aufmerksamkeitslenkung durch periphere Cues spricht. Jedoch konnten spätere Studien zeigen, dass diese Effekte nur teilweise automatischen Charakter haben und von endogenen Faktoren wie Absichten und Wissen über die Vorhersagekraft beeinflusst sind (z.B.: Folk et al., 1992; vgl. Ansorge, 2006; Müller et al., 2014; siehe Abs. 2.3.2).

2.3.1.2. Inhibition of return (IOR)

Eine weitere Variable bei der Untersuchung stellt die Zeitspanne zwischen dem Erscheinen des Hinweisreizes und dem des Zielreizes (SOA, vgl. Abschnitt 2.2) dar. Posner und Cohen (1984) beobachteten im Rahmen des Spatial-Cueing-Paradigmas erstmals den Effekt der Rückkehrhemmung (engl.: „Inhibition-of-return“; IOR). Dieser beschreibt eine aktive Unterdrückung der Aufmerksamkeitszuwendung an einem zuvor durch einen peripheren Cue indizierten Ort, wenn zwischen der Präsentation des Hinweisreizes und der nachfolgenden Darbietung eines Zielreizes an dieser Stelle eine vergleichsweise lange Zeitspanne liegt, wie etwa ein SOA von 300-500 Millisekunden (ms). Das hat zur Folge, dass sich die bei kleineren Intervallen durch den Cue resultierende Reaktionszeitersparnis bei größeren SOAs in Reaktionszeitkosten umkehrt (Posner & Cohen, 1984). Es wird angenommen, dass dieser Effekt nur bei einer unwillentlichen Lenkung auf einen Ort durch periphere Cues auftritt, sodass er zur Untersuchung automatischer Aufmerksamkeitsprozesse dient (vgl. Lamy, Leber & Egeth, 2012).

Posner (z.B.: Posner & Petersen, 1990) geht in Schlussfolgerung seiner Experimente von drei Prozessen der räumlichen Aufmerksamkeit aus, der Kopplung („engagement“) der Aufmerksamkeit an einen Ort, der Loslösung („disengagement“) von diesem und der dann möglichen Verschiebung („shifting“) der Aufmerksamkeit auf einen anderen Ort. Seine Theorie bietet die berühmte „spotlight“-Metapher (Posner, 1980), die die selektive Aufmerksamkeit als Lichtkegel darstellt, der nur einen Ort im visuellen Feld zu „erhellen“ vermag, an welchen die Verarbeitung der Reize schneller und genauer von Statten geht (vgl. Müller et. al, 2014). Seiner Vorstellung nach ist dieses „spotlight“ unflexibel, besitzt also eine konstante Größe (Posner, 1980).

2.3.1.3. Das Flankierreiz-Paradigma (Eriksen & Eriksen, 1974)

Im Flankierreizparadigma (z.B.: Eriksen & Eriksen, 1974) wird die Interferenz (= ablenkende Wirkung) von Distraktoren (irrelevante Reize, die nie den Zielreiz darstellen), die einen zentralen Zielreiz flankieren (also rechts und links davon erscheinen), untersucht. Zielreiz und Distraktoren können hierbei beispielsweise – wie beim Ausgangsexperiment von Eriksen & Eriksen (1974) – aus Buchstaben bestehen. Dabei wurde je einem Set aus Zielreizen (Set 1: H und K; Set 2: S und C) eine bestimmte Reaktion (in Form eines Tastendrucks) zugeordnet, sodass beispielsweise die linke Taste zu drücken war, wenn der Zielreiz Set 1 (H oder K), oder die rechte Taste, wenn er Set 2 (S und C) zugehörte. In kompatiblen Bedingungen bestanden Zielreiz und Distraktoren aus demselben Set (z.B.: KKKHKKK), während sie in inkompatiblen Bedingungen aus beiden Sets zusammengesetzt waren (z.B.: KKKCKKK). Obwohl immer der zentrale Reiz zu verarbeiten war, zeigten sich Einflüsse der Flankierreize (Distraktoren) auf die Reaktionszeiten. Diese waren in inkompatiblen Bedingungen länger als in kompatiblen Bedingungen, was auf einen Interferenzeffekt der Distraktoren – und somit eine Mitverarbeitung eben dieser – hindeutete (Eriksen & Erikson, 1974).

Weitere Untersuchungen von Eriksen und Kollegen führten zu einer Vorstellung der selektiven Aufmerksamkeit als Art „Gummilinse“ („zoom-lens“-Metapher), die in ihrer Größe variabel ist und dementsprechend – je nach Umfang – eine genauere (fokussierte) bzw. oberflächlichere (unfokussierte) Verarbeitung erlaubt (Eriksen & James, 1986).

2.3.2. Objektbezogene Aufmerksamkeit

Der Theorie der objektbezogenen Aufmerksamkeit zufolge richtet sich die Aufmerksamkeit immer nur auf ein *Objekt* zu einem bestimmten Zeitpunkt, auch wenn sich mehrere Objekte am selben Ort befinden. Duncan (1984) beispielsweise geht in seiner Theorie der objektbezogenen Aufmerksamkeit davon aus, dass potentiell relevante Objekte den Fokus auf sich lenken und die Informationen, die das Objekt beinhaltet, schneller und genauer verarbeitet werden.

2.3.3. Merkmals- bzw. dimensionsbezogene Aufmerksamkeit

Im Gegensatz zur ortsbezogenen Aufmerksamkeit, die von räumlicher Information (z.B. in der Form von Hinweisreizen) gelenkt wird, kann dies auch aufgrund von Merkmalseigenschaften oder Dimensionen, die unabhängig von räumlicher Information sind, geschehen. Dies ermöglicht es uns, die begrenzten Ressourcen, die uns für die Verarbeitung von visuellem Input zu Verfügung stehen, auf aufgabenrelevante *Merkmale* zu richten (vgl. Theeuwes, 2013).

Dabei stellt sich die Frage, ob Informationen über Form oder Farbe des zu suchenden Objekts gleichwertig zu ortsbezogenen Informationen zur Effizienz der Selektion beitragen. Während Posner (1980) davon ausgeht, dass nur ortsbezogene Informationen die Selektion von Reizen beschleunigen, nehmen andere Autoren (z.B.: Wolfe, 1994) an, dass auch nicht-örtliche Informationen – also Merkmale wie eine bestimmte Farbe, Form, Bewegung oder Helligkeit – zu diesen ebenbürtig seien (vgl. Theeuwes, 2013). Einige Studien weisen auch darauf hin, dass merkmalsbasierte Information dominanter als ortbezogene sein könnte, da auch Stimuli außerhalb des attentionalen Fokus die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn sie beispielsweise eine Farbe haben, die für uns relevant ist (z.B.: Folk, Leber & Egeth, 2002; vgl. Du, Zhang & Abrams, 2014).

Viele Theorien der dimensions-/ bzw. merkmalsbezogenen Aufmerksamkeit gründen ihre Annahmen auf dem Paradigma der visuellen Suche (vgl. Müller et al., 2014), dass im Folgenden näher beschrieben werden soll.

2.3.3.1. Das Paradigma der visuellen Suche

Bei einer visuellen Suchaufgabe werden auf einem Bildschirm (=„Display“) unterschiedliche Reize präsentiert, die meist bei einer Hälfte der Durchgänge aus einem Zielreiz und Distraktoren (positive Trials; „target present“), und bei der anderen Hälfte nur aus Distraktoren (negative Trials; „target absent“) bestehen. Die Aufgabe der Versuchsteilnehmer besteht darin, möglichst schnell und fehlerfrei via Tastendruck zu „berichten“, ob sie der zuvor festgelegte Zielreiz anwesend oder nicht. Hierbei steht als abhängige Variable die Reaktionszeitanalyse im Vordergrund, allerdings können auch Fehlerraten (inkorrekte „Antworten“ in % innerhalb einer Bedingung) Rückschlüsse auf zugrunde liegende Mechanismen bieten (vgl. Wolfe, 1998). Die Anzahl der Reize auf dem Bildschirm wird dabei

als „Set-size“ (= „Display-size“) bezeichnet. Dabei ergibt sich ein weiteres Maß, das Interpretationen der Aufmerksamkeitsprozesse zulässt, nämlich der Anstieg der Reaktionszeit in Abhängigkeit zu Displaygröße in Millisekunden (ms) pro zusätzlichen Reiz („search reaction time function“, vgl. Müller et al, 2014).

Im Rahmen der Annahme von getrennten parallelen und seriellen Verarbeitungsstufen (z.B.: Broadbent, 1958) könnte einerseits eine flache Suchfunktion auf eine parallele Verarbeitung hinweisen, da sich die Reaktionszeit mit größerer Display-size kaum oder nur geringfügig verlängert. Solche flachen Kurven können hauptsächlich in sogenannten „pop-out“-Suchen (= Singleton-Suche) beobachtet werden, bei denen nach einem Singleton-Zielreiz gesucht werden soll. Demgegenüber können steile Suchfunktionen dahingehend interpretiert werden, dass die Reaktionszeit mit zunehmender Reizanzahl deswegen ansteigt, weil mehrere Elemente seriell abgesucht werden müssen, was wiederum Aufmerksamkeitskapazitäten beansprucht. Solche „Set-size-Effekte“ zeigen sich vor allem in einer Merkmalsuche (= „Konjunktionssuche“), bei der der Zielreiz nur durch eine Kombination aus Merkmalen mehrerer Dimensionen eindeutig identifiziert werden kann (vgl. Treisman & Gelade, 1980). Beispiele einer „pop-out“-Suche und einer Konjunktionssuche sind in Abbildung 3 dargestellt.

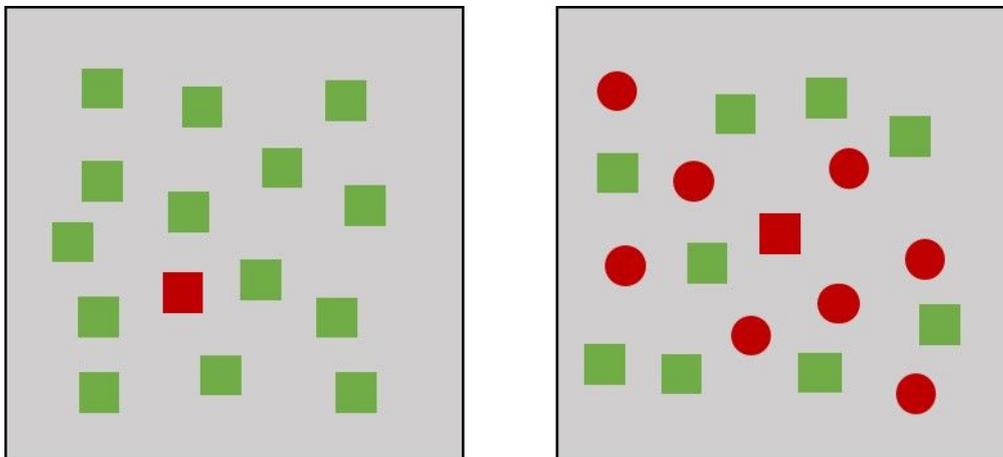


Abbildung 3: „Pop-out“-Suche (links) und Konjunktionssuche (rechts)

2.3.3.2. Theorien der merkmals- und dimensionsbezogenen Aufmerksamkeit

Theorien der dimensions- und merkmalsbezogenen Aufmerksamkeit gehen also davon aus, dass sich die selektive Aufmerksamkeit auf bestimmte Dimensionen wie Form oder Farbe bzw. auf konkrete Merkmale einer Dimension (wie die Farbe „Rot“ oder die Form „Kreis“)

richtet. Welche Rollen die Dimensionen und konkrete Merkmale beim visuellen Selektionsprozess spielen, versuchten einige Modelle zu beschreiben, beispielsweise die einflussreiche Merkmalsintegrationstheorie visueller Aufmerksamkeit (engl. „Feature-Integration-Theory“; Treisman und Gelade, 1980). Sie besagt, dass mithilfe prä-attentiver, paralleler Prozesse zuerst repräsentative Merkmalskarten (engl. „feature-maps“) jeder Dimension im visuellen Feld erstellt werden, wobei verschiedene Reize innerhalb einer Dimension einen unterschiedlichen Aktivierungsgrad aufweisen. Nach diesem reizgesteuerten Prozess kann die Aufmerksamkeit willentlich auf einen Ort gerichtet werden (attentiv), an dem die Merkmalskarten in Folge zu einer „master-location-map“ verbunden (engl. „binding“) werden und somit zu einer Objektrepräsentation führen (Treisman & Gelade, 1980). Hierbei wird die frühe Phase des Selektionsprozesses ohne den Einfluss von „top-down“-Prozessen beschrieben. Wolfe (z.B.: 1994; 1998) begegnet diesem Gedanken mit seinem „Guided-Search“-Modell, in dem auch Salienzkarten (salient = auffällig, hervorstechend) verschiedener Dimensionen mit Aktivierungsgraden einzelner Merkmale erstellt werden. Jedoch greift hier eine „top-down“ gesteuerte Gewichtung ein, die – je nach Relevanz – gewisse Merkmale der Salienzkarten modulieren (verstärken oder abschwächen) kann, woraufhin sich der attentionale Fokus auf das Objekt mit der höchsten Gewichtung verlagert.

Ebenfalls eine top-down-modulierte Gewichtung von auf Reizeigenschaften beruhenden Salienzkarten nehmen Found und Müller (1996) in ihrem „dimensional-weighting-account“ (DWA) an. Jedoch beruht das Modell nicht auf Merkmalen, sondern auf dimensionsbasierten Karten, auf denen die Kontraste der jeweiligen Dimension repräsentiert werden.

2.4. Die Steuerung der Aufmerksamkeit

Eine schon seit vielen Jahren heftig umstrittene Frage innerhalb der Aufmerksamkeitsforschung ist jene, welchen Einfluss Reizeigenschaften („stimulus-driven“) und Suchabsichten („goal-driven“) auf die Selektion von Reizen haben. Dabei steht das Phänomen der Aufmerksamkeitskaperung (engl.: „attentional capture“) im Mittelpunkt, womit in der vorliegenden Arbeit die unwillentliche Aufmerksamkeitslenkung auf irrelevante Reize beschrieben wird (vgl. Folk & Remington, 1998). Wie bereits erwähnt, gehen einige Theorien der Aufmerksamkeit von einer (prä-attentiven) „bottom-up“-Verarbeitung aus, die auf einer Analyse von elementaren Reizeigenschaften (z.B.: Farbe, Orientierung, Form, Helligkeit) der

visuellen Szene beruht und anschließend in Verbindung mit Handlungszielen (attentiv) die Aufteilung von Aufmerksamkeitsressourcen bestimmt (z.B.: Treisman & Gelade, 1980). Jedoch ist umstritten, ob nicht auch die prä-attentive Phase der selektiven Aufmerksamkeit von endogenen Faktoren moduliert wird (vgl.: Ansorge, Horstmann & Scharlau, 2010; Lamy et al., 2012; Theeuwes, 2010; 2013). Diese Debatte wird innerhalb eines theoretischen Spektrums geführt, dessen Endpunkte einerseits eine rein reizgetriebene und andererseits eine absichtsgesteuerte Aufmerksamkeitskontrolle darstellen (vgl. Vecera, Cosman, Vatterott & Roper, 2014). Im Folgenden soll auf diese beiden konträren Standpunkte, die sich aus unterschiedlichen experimentellen Paradigmen ergeben, näher eingegangen werden.

2.4.1. Reizgetriebene Kontrolle („stimulus-driven control“)

Bei der reizabhängigen Aufmerksamkeitslenkung wird davon ausgegangen, dass die – im Sinne der größten lokalen Merkmalskontraste – salientesten Reize immer automatisch und unabhängig von Suchabsichten die Aufmerksamkeit auf sich ziehen (z.B.: Theeuwes, 1992). Theeuwes (1992) formulierte dies durch die „stimulus-driven(-attentional-capture)“-Hypothese. Demzufolge würden (im Rahmen der merkmalsbasierten Aufmerksamkeit) Handlungsziele erst nach der initialen (prä-attentiven) Aufmerksamkeitslenkung durch Reizeigenschaften („bottom-up“), also beim post-selektiven Vergleich, ob der Stimulus im attentionalen Fokus mit einer „Schablone“ mentaler Repräsentationen übereinstimmt, eine Rolle spielen (z.B.: Theeuwes 2010, Theeuwes, 2013; Theeuwes, Reimann & Mortier, 2006).

Diese Annahme gründet auf Ergebnissen, die mittels des „additional-singleton“-Paradigmas (z.B.: Theeuwes, 1992) gezeigt wurden. Hierbei stellte der Zielreiz immer ein Singleton (beispielsweise einen Kreis unter mehreren Vierecken) dar. Während in einer Bedingung alle Distraktoren dieselbe Farbe (grün) hatten, wurde in der anderen Bedingung ein Viereck in einer anderen Farbe präsentiert (rot), was es zu einem zusätzlichen Farbsingleton(distraktor) – dem „additional singleton“ – machte (vgl. Abbildung 3). Die Anwesenheit des zusätzlichen Farbsingletons verlangsamte die Suche nach dem Zielreiz nur dann, wenn es salienter als der Zielreiz (das Formsingleton) war. Dies brachte Theeuwes (1992) zu der Conclusio, dass die Reize in der Reihenfolge ihrer Auffälligkeit die Aufmerksamkeit auf sich lenken würden, was für eine reizgesteuerte Selektion ohne Einfluss von Handlungszielen (die Suche nach dem Formsingleton) sprechen würde (vgl. Bacon & Egeth, 1994; Lamy & Kristjánsson, 2013).

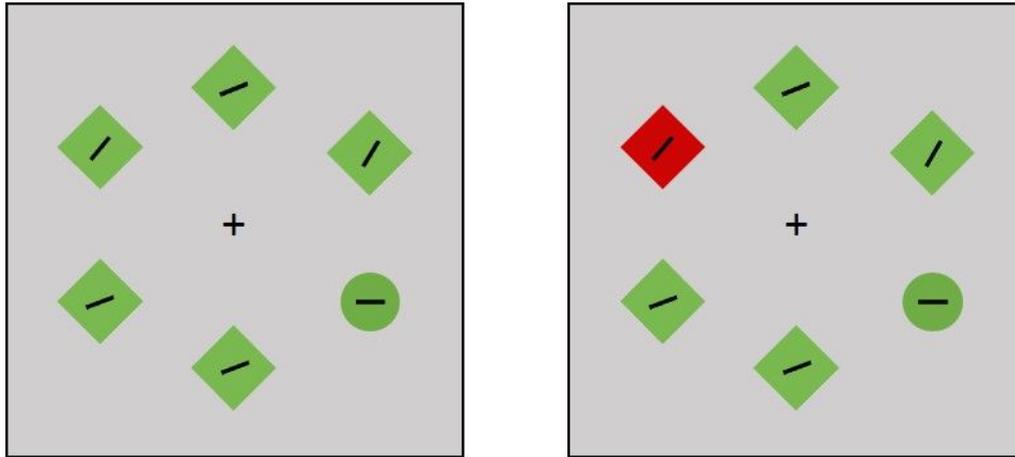


Abbildung 4: Schematische Darstellung des „additional-singleton“-Paradigmas (z.B.: Theeuwes, 1992) ohne (links) und mit einem zusätzlichen Farbsingleton (rechts).

2.4.2. Zielgetriebene Kontrolle („goal-driven control“)

Demgegenüber steht die Annahme, dass alle Aspekte selektiver Aufmerksamkeit – und somit auch die prä-attentive Aufmerksamkeit – von den Handlungszielen gelenkt („goal-driven“) werden und somit „top-down“-moduliert seien. Im Sinne dieser „contingent-capture“-Hypothese (= „contingent involuntary orienting“-Hypothese; z.B.: Folk et al., 1992; Folk & Remington, 1998) richtet sich die Aufmerksamkeit immer zunächst auf die für die Aufgabe relevante Reize, während irrelevante Reize ignoriert werden können.

In ihren Experimenten verwendeten Folk et al. (1992) eine abgeänderte Form des „spatial-cueing“-Paradigmas (Posner, 1980, vgl. Abschnitt 2.3.1.1). Sie konnten zeigen, dass nicht-valide „onset“-Cues nur dann Reaktionszeitkosten zur Folge hatten, wenn die Teilnehmer nach einem „onset“-Target (im Vergleich zu Farb-Targets) suchten (Exp.1; Folk et al., 1992). War der Zielreiz durch die Farbe definiert, zeigten sich längere Reaktionszeiten bei nicht-validen Farbcues im Vergleich zu nicht-validen „onset“-Cues (Exp.2, Folk et al., 1992), was einerseits ebenso auf „contingent-capture“ hinweist, zum anderen aber auch die Sonderstellung von Onset-Reizen zeigt, da diese scheinbar verstärkt die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und schwerer ignoriert werden können (z.B.: Yantis & Jonides, 1984; vgl. Folk & Remington, 2015). Beispiele der Versuchsanordnung von Folk et al. (1992) sind in Abbildung 5 dargestellt.

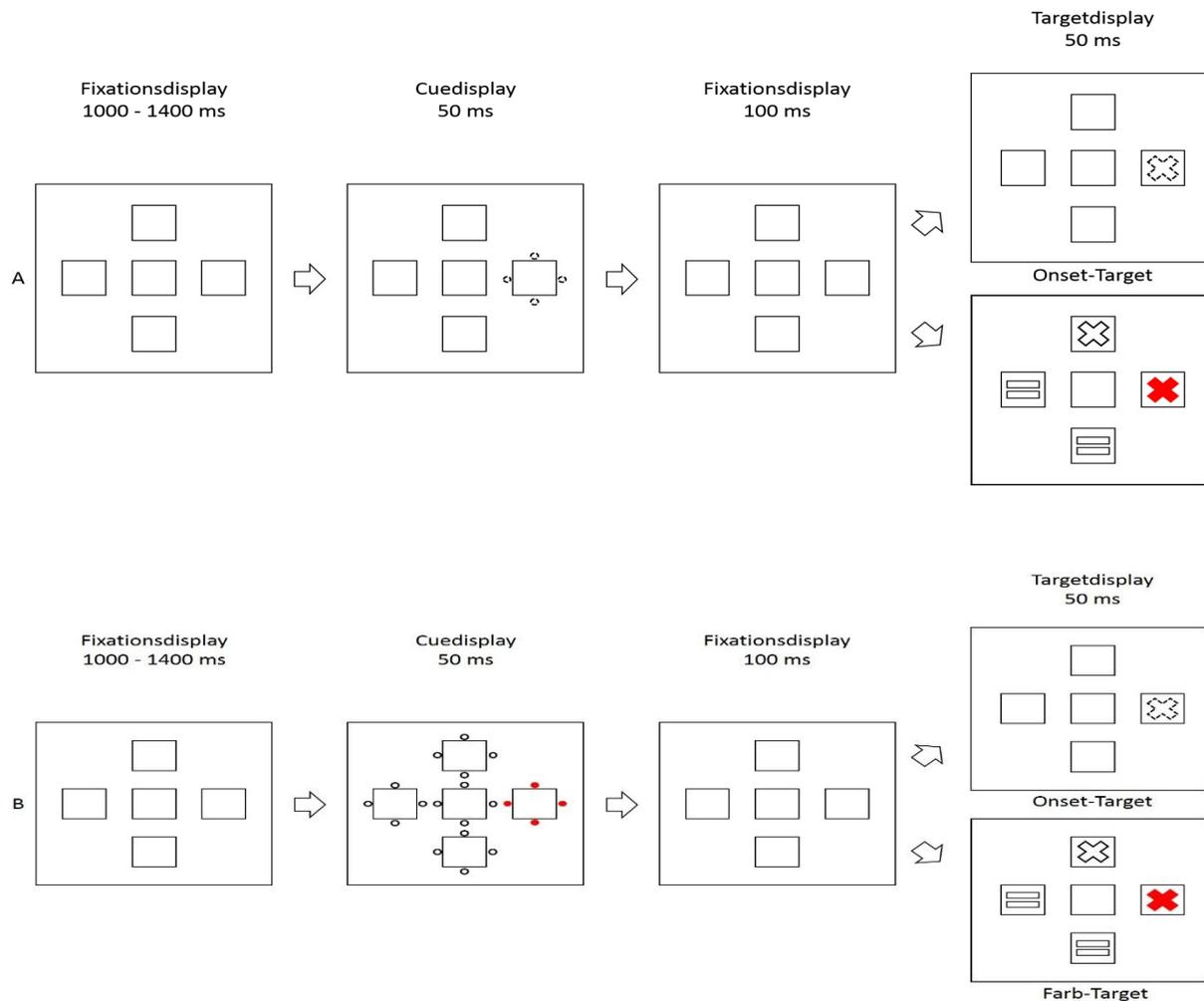


Abbildung 5: Darstellung des Versuchsaufbaus von Folk et al., (1992) mit einem validen „onset“-Cue (A) und einem validen Farbcue (B).

2.4.2.1. Attentionale Kontrollsets

Laut der „contingent-capture“-Hypothese bildet man zunächst anhand von Information über aufgabenrelevante Reizmerkmale ein attentionales Kontrollset (engl. „attentional control setting“, ACS) – also eine Repräsentation der Merkmale im Arbeitsgedächtnis (Duncan & Humphreys, 1989) – worauf die selektive Aufmerksamkeit in Folge nur auf die zu dem Kontrollset passenden Reize gerichtet wird (z.B.: Folk et al., 1992).

Ursprünglich gingen Folk et al. (1992) aufgrund ihrer Ergebnisse davon aus, dass man solche attentionalen Kontrollsets nur auf der Basis von 2 breiten Kategorien bilden kann, die sie einerseits als dynamische Diskontinuitäten, die Änderungen im Laufe der Zeit beschreiben (engl. „dynamic discontinuities“; z.B.: „onsets“ oder Bewegungen von Reizen) und andererseits als statische Diskontinuitäten (engl. „static discontinuities“; z.B.: die Farbe oder Form von

Reizen) bezeichnen (vgl. Du et al., 2014; Folk & Remington, 2015; Irons, Folk & Remington, 2012). In Folge konnte eine Vielzahl an Forschern zeigen, dass Menschen in der Lage sind, diese Kontrollsets wesentlich differenzierter aufgrund von verschiedensten Reizmerkmalen zu bilden, wie etwa aufgrund einer bestimmten Farbe (z.B.: Folk & Remington, 1998) oder Größe (Becker, 2008a).

Für Farben deuten weiters einige Studien (z.B.: Anderson & Folk, 2010; Ansorge & Heumann, 2003; Ansorge & Horstmann, 2007) darauf hin, dass auch dem Zielreiz (z.B.: grün) ähnliche Cues („better matching“, z.B.: grün-blau) stärkere „capture“-Effekte hervorrufen als unähnliche („less matching“, z.B.: blau), was auch als „similarity“-Effekt bezeichnet wird (vgl. Becker, Folk & Remington, 2013). Dies steht scheinbar im Widerspruch zu Ergebnissen, in denen ähnliche Farben keinen Validitätseffekt hervorriefen (Irons et al., 2012). Allerdings ist dieser Unterschied dadurch zu erklären, dass einerseits der Zielreiz als Farbsingleton präsentiert wurde (z.B.: Anderson & Folk, 2010), während bei Irons et al. (2012) auch die Distraktoren (zum Zielreiz ähnliche) Farben besitzen konnten. Dies weist darauf hin, dass die attentionalen Kontrollsets – je nach Aufgabenstellung – auf breitere oder feinere Regionen des Farbraums angepasst werden können (vgl. Irons et al., 2012).

Auch wenn einige Modelle der visuellen Aufmerksamkeit postulieren, dass attentionale Kontrollsets immer nur ein Merkmal einer Dimension beinhalten können und somit unabhängig voneinander bestehen (z.B.: Wolfe, 1994), scheint es auch möglich, simultan multiple Kontrollsets innerhalb einer Dimension zu bilden, wie etwa für zwei potentielle Zielreizfarben (z.B.: Irons et al., 2012; Moore & Weissman, 2010, Worschech & Ansorge, 2012). Dies äußerte sich in diesen Arbeiten dadurch, dass Validitätseffekte nur für Cues gefunden wurden, die eine der beiden Zielreizfarben besaßen (im Vergleich zu Cues mit irrelevanten Farben).

Allerdings zeigen andere Studien auf, dass die Suche nach mehreren potentiellen Zielreizmerkmalen unter gewissen Umständen nicht effizient ist, sodass auch irrelevante Cues bzw. Distraktoren die Aufmerksamkeit auf sich lenken können. So zeigten Grubert und Eimer (2013) durch die Messung von Reaktionszeiten und dem Auftritt von ERP-Komponenten², dass

² ERP („event-related potentials“)-Messungen sind Aufzeichnungen mittels Elektroencephalogramm (EEG), die unter anderem zur Untersuchung kognitiver Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit dienen (vgl. Ansorge, Kiss, Worschech & Eimer, 2011; Müller et al., 2014). Während die „N2pc“-Komponente die Aufmerksamkeitslenkung auf ein Objekt anzeigt (vgl. Eimer & Kiss, 2008; Sawaki & Luck, 2010), deutet die P_D („contralateral distractor positivity“)-Komponente auf die Unterdrückung eines Reizes hin (Hickey, Di Lollo & Mc Donald, 2009). Beide zeigen sich ungefähr 200 ms nach Reiz-, „onset“ (vgl. Ansorge et al., 2011; Sawaki & Luck, 2010).

die visuelle Suche nach zwei Zielreizfarben ineffizienter (längere Reaktionszeiten und ein späterer Auftritt der N2pc-Komponente) als jene nach nur einer Farbe war, und Distraktoren mit irrelevanten Farben dabei zumindest teilweise die Aufmerksamkeit auf sich lenkten – wenn auch in einem geringeren Ausmaß als solche mit relevanten Farben (Grubert & Eimer, 2013). Der Vergleich von Reaktionszeiten und dem Auftritt der N2pc-Komponente bei der Suche nach einer Zielreizfarbe im Gegensatz zu der Suche nach zwei relevanten Farben zeigte hierbei, dass die Verzögerung bei der Suche nach zwei Farben bei beiden Messmethoden ähnlich ausfiel und legt somit nahe, dass der Unterschied zwischen beiden Aufgaben die initiale Phase der Selektion und nicht die (post-selektive) Antwortebene betrifft (vgl. Grubert & Eimer, 2013). Der Unterschied zwischen den Studien von Irons et al. (2012) bzw. Moore und Weissman (2010) einerseits und den Ergebnissen von Grubert & Eimer (2013) andererseits könnte dadurch erklärt werden, dass die Loslösung der Aufmerksamkeit (z.B.: Theeuwes, Atchley & Kramer, 2000; vgl. Abs. 2.4.3.2) von irrelevanten Reizen derart schnell von Statten geht, sodass sich dieser Mechanismus nicht in Reaktionszeitanalysen (z.B.: Irons et al., 2012; Moore & Weissman, 2010) niederschlägt und lediglich in der sensitiveren ERP-Messung zu beobachten ist (vgl. Ansorge & Becker, 2014; Grubert & Eimer, 2013). Folk & Anderson (2010) gehen wiederum davon aus, dass die Anforderung der Aufgabe die Inhalte der Kontrollsets beeinflusst und man bei Unsicherheit bezüglich der aktuellen Zielreizfarbe (durch zufällige Variation roter und grüner Targets) ein allgemeines Set für Farbsingletons etabliert (vgl. Abs. 2.4.3.1). Dies könnte daran liegen, dass die Aufrechterhaltung multipler Kontrollsets (für zwei Farben) mehr kognitive Ressourcen beansprucht und die allgemeine Effizienz durch die Suche nach Farbsingletons maximiert wird, auch wenn dadurch irrelevante Reize ebenfalls die Aufmerksamkeit auf sich lenken (Folk & Anderson, 2010; vgl. Folk & Remington, 2015).

Du et al. (2014) untersuchten die Rolle von zeitlicher Information auf die Flexibilität von multiplen Kontrollsets, indem sie ihre Versuchspersonen innerhalb eines Versuchsdurchgangs nach zwei verschiedenfarbigen Zielreizen, die in den Teilnehmern bekannter Reihenfolge erschienen, suchen ließen. Es zeigte sich, dass sowohl Distraktoren, die die Farbe des aktuellen Zielreizes (T1) besaßen, als auch solche mit der Farbe des nachfolgenden Zielreizes (T2) die Aufmerksamkeit auf sich zogen (Du et al., 2014). Dies deutet darauf hin, dass beide Zielreizfarben simultan in attentionalen Kontrollsets aktiviert waren und diese somit nicht an die Reihenfolge des Auftritts der Zielreize angepasst wurden, was den Autoren nach dazu dienen könnte, entsprechende Kosten durch den Wechsel zwischen zwei verschiedenen Kontrollsets zu vermeiden (vgl. Du et al., 2014).

Neben dem Mechanismus der Lenkung der Aufmerksamkeit auf zu dem Zielreiz passende (gleiche oder ähnliche) Farben könnte allerdings auch die Unterdrückung von Distraktoren für top-down-Einflüsse verantwortlich sein („feature-similarity-view“ vs. „nontarget-inhibition-view“, vgl. Becker et al., 2013). Duncan & Humphreys (1989) beispielsweise gehen in ihrer „attentional-engagement“-Theorie davon aus, dass beide Prinzipien, also sowohl die Ähnlichkeit zu Zielreizmerkmalen, als auch die Unähnlichkeit zu Nicht-Zielreizmerkmalen, die endogene Kontrolle bestimmen. Im Einklang damit räumten Folk & Remington (2015) kürzlich ein, dass attentionale Kontrollsets nicht nur – wie ursprünglich im Sinne der „contingent-capture“-Theorie angenommen – (positiv) auf Zielreizmerkmale ausgerichtet werden, sondern auch durch Informationen über die Distraktoren modelliert werden können. Jedoch zeigen sie sich skeptisch gegenüber einer aktiven Unterdrückung irrelevanter Distraktoren, wie sie von manch anderen Autoren angenommen wird (z.B. „signal-suppression“-Theorie; Sawaki & Luck, 2010).

2.4.2.2 Die Rolle relationaler Information

Im Unterschied zu diesen Ansätzen, die von der Aufmerksamkeitslenkung aufgrund einer bestimmten Merkmalswertigkeit (z.B.: ähnlich zu rot) ausgehen, konnten einige Studien der letzten Jahre zeigen, dass die relationale Information über den Unterschied zwischen dem Zielreiz und irrelevanten Reizen für die Selektion bestimmter Reize entscheidend sein könnte („relational account“; z.B.: Becker, 2010a, Becker et al., 2013). So würde z.B. die wesentliche Information über einen orangen Zielreiz zwischen gelben Distraktoren darin bestehen, dass dieser „rötlicher“ ist als der Rest der Stimuli. Dabei muss ein Reiz nicht ähnlich zum Zielreiz sein, um die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. So können unähnliche Reize auch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn sie sich in selber Weise vom Kontext (die Gesamtheit aller Nicht-Zielreize in einem Display) unterscheiden wie der Zielreiz (Becker et al., 2013). Zum Beispiel zieht bei der Suche nach einem orangen Ziel unter gelb-orangen Reizen ein roter Distraktor mehr Aufmerksamkeit auf sich als ein orangefarbener Distraktor, was als Indiz für ein relationales „top-down“-Suchset (hier „rötlicher“) gesehen werden kann (Becker, 2010a).

Auch wenn der relationale Ansatz durchaus konsistent mit Ergebnissen, die für einen merkmalsbasierten „similarity“-Effekt sprechen (z.B.: Anderson & Folk, 2010; Ansorge & Heumann, 2003; vgl. Becker et al., 2013) ist, bedeutet das nicht, dass es keine merkmalsbasierte Lenkung der Aufmerksamkeit gibt. Allerdings werden relationale Informationen bevorzugt, wenn beide Strategien eingesetzt werden können (Harris, Remington & Becker, 2013). Dies

impliziert auch weitreichende Konsequenzen für einige sehr einflussreiche Modelle der Aufmerksamkeitslenkung, die auf Merkmalskarten basieren (z.B.: Treisman & Gelade, 1980; Wolfe, 1994), da diese einige Ergebnisse des relationalen Ansatzes nicht erklären können (vgl. Harris et al., 2013).

2.4.3 Reizgetriebene vs. zielgetriebene Aufmerksamkeitslenkung

Auch wenn die meisten Theorien sowohl von einem reizgetriebenen als auch von einem zielgetriebenen Einfluss auf die Kontrolle der Aufmerksamkeit ausgehen (z.B.: Found & Müller, 1996; Wolfe, 1994; vgl. Lamy & Kristjánsson, 2013; Theeuwes, 2013), führten die Ergebnisse der Arbeiten, die für die „stimulus-driven-attentional-capture“-Hypothese (z.B.: Theeuwes, 1992) beziehungsweise die „contingent-capture“-Hypothese (z.B.: Folk et al., 1992, Folk & Remington, 1998) sprechen, in weiterer Folge zu einer langen, immer noch andauernden Debatte um die Mechanismen, die der selektiven Aufmerksamkeitslenkung zugrunde liegen (vgl. Ansorge et al., 2010; Lamy et al., 2012; Theeuwes, 2010; Theeuwes 2013).

Beispielsweise erklären Folk und Kollegen (z.B.: Folk & Remington, 1998; Folk, 2013) die von Theeuwes (1992) beobachteten Reaktionszeitkosten bei Anwesenheit eines irrelevanten, aber salienten Reizes (des „additional Singletons“) damit, dass solche Reize dann zwar um die Verlagerung der Aufmerksamkeit konkurrieren, aber prä-attentiv in einem Zeit beanspruchendem Prozess herausgefiltert werden („filtering costs“).

2.4.3.1 Singleton- und Merkmalssuchmodus

Auch Bacon und Egeth (1994) nehmen eine zielgetriebene Verlagerung der Aufmerksamkeit an, indem sie eine alternative Erklärung für die Ergebnisse des „additional-singleton“-Paradigmas (z.B.: Theeuwes, 1992) bieten. Demnach werden Singletons, die (durch ihre Salienz) vermeintlich automatisch die Aufmerksamkeit auf sich lenken, aufgrund eines aktiven attentionalen Kontrollsets für Singletons („singleton-detection-mode“), also einer Suchstrategie, die auf die größten Merkmalskontraste abzielt, zuerst beachtet (Bacon & Egeth, 1994; vgl. Anderson & Folk, 2012; Lamy et al., 2012). Diese Suchstrategie ist vorteilhaft, wenn der Zielreiz wie bei Theeuwes (1992) immer ein Singleton darstellt, was in Folge aber dazu führt, dass auch irrelevante Singletons die Aufmerksamkeit auf sich lenken (vgl. Geyer, Müller & Krummenacher, 2008). Dies impliziert, dass sich klare Evidenz für eine rein reizgetriebene

Aufmerksamkeitssteuerung nur dann finden lässt, wenn die Aufmerksamkeit auf Reize gelenkt wird, für die aufgrund der Aufgabenstellung kein attentionales Kontrollset gebildet werden kann („exogenous-capture“-Kriterium; vgl. Ansorge et al., 2010, Folk & Remington, 2015).

Wenn allerdings der Zielreiz seinen „pop-out“-Status verliert, indem er sich mit mehreren Distraktoren zumindest ein Merkmal einer Dimension teilt (Konjunktionssuche; vgl. Abs. 2.3.3.1), kann die nicht mehr effiziente Singletonsuche durch eine Merkmalsuche („feature-search-mode“) ersetzt werden. In diesem Suchmodus können irrelevante Singletons ignoriert werden (Bacon & Egeth, 1994; Leber & Egeth 2006a), was dafür spricht, dass die aktivierte Suchstrategie beeinflusst, ob irrelevante Singletons Interferenzeffekte hervorrufen oder nicht (vgl. Geyer et al., 2008).

2.4.3.2 „Rapid disengagement“

Theeuwes, Atchley und Kramer (2000) boten auch für die „contingent-capture“-Hypothese (z.B. Folk et al., 1992) eine alternative Erklärung. Sie nahmen an, dass die Aufmerksamkeit dennoch zuerst automatisch auf die salienteren Reize (z.B.: „onset“-cues) gelenkt wird, aber eine schnellere Loslösung von diesen stattfindet, wenn diese nicht dem attentionalen Kontrollset entsprechen („rapid-disengagement“-Hypothese; Belopolsky, Schreij & Theeuwes, 2010; Hickey, Mc Donald & Theeuwes, 2006; Theeuwes et al., 2000; vgl. Anderson & Folk, 2012; Ansorge et al., 2010, Mc Donald, Green, Jannali & Di Lollo, 2013; Theeuwes, 2010a). Demnach würden top-down-Prozesse erst nach der initialen Selektion des salienten Reizes darauf Einfluss nehmen, wie schnell sich die Aufmerksamkeit wieder loslöst (Theeuwes, 2010a). Allerdings könnten einige Ergebnisse, die für eine solche schnellere Loslösung sprechen (z.B.: Belopolsky et al., 2010; Hickey et al., 2006), auch durch die Adaption eines allgemeinen Singleton-Suchmodus (Bacon & Egeth, 1994) erklärt werden (vgl. Ansorge et al., 2010; Gaspenin, Leonard & Luck, 2015). Zudem fand sich in Folge auch in neueren Arbeiten (Anderson & Folk, 2012, Gaspenin et al., 2015; Mc Donald et al., 2013; Sawaki & Luck, 2010) keine Evidenz für die „rapid-disengagement“-Hypothese. So konnten ERP-Studien zeigen, dass einerseits keine Aufmerksamkeitsverlagerung auf irrelevante Singletondistraktoren stattfindet, wenn sie nicht dem attentionalen Kontrollset entsprechen (z.B.: Eimer & Kiss, 2008), und diese zum anderen bereits zuvor aktiv unterdrückt werden können (z.B.: Gaspenin et al., 2015; Mc Donald et al., 2013, Sawaki & Luck, 2010). Zusätzlich konnten einige Autoren nachweisen, dass relevante Merkmale bereits in der initialen, prä-

attentiven Phase die Aufmerksamkeit auf sich lenken können (z.B.: Ansorge, et al., 2011; Zhang und Luck, 2009)

In Summe muss also davon ausgegangen werden, dass die „rapid-disengagement“-Hypothese nicht als alternative, reizbasierte Erklärung für „contingent-capture“-Effekte gelten kann (vgl. Anderson & Folk, 2012; Ansorge et al., 2010; Becker, Ansorge & Horstmann, 2009; Folk, 2013; Lamy, 2010; Mc Donald et al., 2013).

Wie hier ausgeführt, deuten viele Ergebnisse unterschiedlichster Forschungsparadigmen auf eine wesentliche Rolle von absichtsbhängigen, einen top-down-Einfluss darstellenden attentionalen Suchsets bei der visuellen Aufmerksamkeitslenkung hin. Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte wurde die Debatte um die Rolle von reiz- und absichtsgesteuerten Komponenten der selektiven Aufmerksamkeit allerdings von einem wesentlichen Kritikpunkt beeinflusst, der im folgenden Abschnitt genauer erläutert werden soll.

2.4.4 Der Einfluss vorgehender Erfahrungen

Einige Autoren haben in jüngerer Vergangenheit Zweifel an der Sinnhaftigkeit einer Dichotomie aus reizgetriebener und zielgetriebener Steuerung der Aufmerksamkeit geäußert und den Einfluss von Erfahrung bzw. der „Selektionshistorie“ auf die Lenkung der Aufmerksamkeit betont (z.B. Awh et al., 2012; Vatterott & Vecera, 2012).

So argumentieren beispielsweise Awh et al. (2012), dass implizite Wiederholungs- (z.B.: Maljkovic & Nakayama, 1994; vgl. Abs. 2.4.4.1) oder Belohnungseffekte (z.B.: Hickey, Chelazzi & Theeuwes, 2010) zwar endogen (also in der Person angesiedelt) sind, aber nicht durch Salienz oder aktuelle Ziele erklärt werden können (Awh et al., 2012). Aus diesem Grund schlagen sie eine Differenzierung zwischen zielgesteuerter Kontrolle und anderen „top-down“-Mechanismen und die Etablierung eines von den aktuellen Zielen unabhängigen Prinzips der Aufmerksamkeitskontrolle – jenes der „Suchhistorie“ („selection history“; Awh et al., 2012) vor.

Vecera und Kollegen wiederum sehen „Erfahrung“ mit einer Aufgabe und ihren Stimuli, sowie deren Beziehung zueinander nicht als eigenen Mechanismus, sondern als „Mediator“ auf einem Kontinuum zwischen reizgesteuerter und zielgesteuerter Lenkung der Aufmerksamkeit

(„experience-based attentional tuning“; z.B.: Vatterott & Vecera, 2012, Vecera et al., 2014). Beispielsweise kann die Aufmerksamkeit auch von der „Erfahrung“ mit einem zuvor benötigten Suchmodus (Leber & Egeth, 2006a; Vatterot & Vecera, 2012; vgl. Bacon & Egeth, 1994) oder von der Assoziierung eines relevanten Merkmals mit einem irrelevanten Hintergrund (z.B.: Cosman & Vecera, 2013a) beeinflusst werden (vgl. Folk & Remington, 2015). So ließen Leber & Egeth (2006a) in einer Übungsphase einen Teil ihrer Versuchsteilnehmer eine Singleton-Suche, und den anderen Teil eine Merkmalsuche bearbeiten (vgl. Bacon & Egeth, 1994). Nach dieser Übungsphase folgte die eigentliche Testphase, bei der beide Strategien verwendet werden konnten. Es zeigte sich, dass jene Teilnehmer, die zuvor die Singleton-Suche absolviert hatten, weiter verstärkt irrelevante Singletons beachteten, während bei der Gruppe, die die Merkmalsuche (z.B.: Suche nach roten Zielreizen) trainiert hatte, die Aufmerksamkeit nur von aufgabenrelevanten (roten) Distraktoren auf sich gezogen wurde und insgesamt kleinere „capture“-Effekte auftraten. Vatterott und Vecera (2012) konnten zudem nachweisen, dass bei Verwendung einer Merkmalsuche irrelevante Farbsingletons erst mit zunehmender Häufigkeit ihrer Präsentation unterdrückt werden können und eine „neue“ Distraktorfarbe wieder zur Aufmerksamkeitskaperung durch die Distraktoren führt. So würde die Erfahrung mit einer Aufgabe und ihren Stimuli zu größerer zielgesteuerter Kontrolle führen, während ohne Erfahrung noch die reizgetriebene Komponente im Vordergrund stünde (Vecera et al., 2014).

Im Folgenden wird allerdings vor allem auf einen Aspekt der „Suchhistorie“ eingegangen, der von einigen Autoren (z.B.: Theeuwes, 2013; Theeuwes et. al., 2006) als alternative Erklärung für Ergebnisse, die für eine (frühe) zielgetriebene Aufmerksamkeit sprechen, angeführt wurde und so die Debatte um die Kontrolle der Aufmerksamkeit wesentlich befeuert hat.

2.4.4.1 Die Rolle von Primingeffekten bei der Aufmerksamkeitslenkung

„Priming“ (= „Bahnung“) bedeutet im Allgemeinen eine erhöhte Sensitivität gegenüber einem bestimmten Reiz aufgrund einer vorherigen Erfahrung und stellt einen impliziten, nicht bewussten (Gedächtnis-)Prozess dar (vgl. Jacoby, 1983). So könnte vor einer Suchaufgabe die

Präsentation des zu suchenden Reizes oder eines Merkmals (z.B.: rot), dass den Zielreiz definiert, die Lenkung der Aufmerksamkeit auf den Zielreiz bei der Suche erleichtern („bahnen“). In den letzten Jahren wurden „capture“-Effekte von aufgabenrelevanten Merkmalen („contingent capture“) wiederholt auf solche Primingeffekte zurückgeführt (z.B.: Theeuwes et al., 2006; Theeuwes, 2010a, Theeuwes 2013). Theeuwes (2013) beispielsweise vertritt diesbezüglich einen sehr radikalen Standpunkt, indem er im Rahmen der merkmalsbasierten Aufmerksamkeit jeglichen Einfluss von zielgesteuerter Kontrolle bei der initialen (prä-attentiven) Informationsverarbeitung negiert.

Diese Einwände gegenüber manchen Ergebnissen, die für die eine zielgerichtete Steuerung der Aufmerksamkeit sprechen, beruhen auf einem Effekt, den Maljkovic & Nakayama (1994) als „Priming-Of-Pop-Out“ (PoP) bezeichneten. Sie zeigten, dass die Suche nach einem Merkmalssingleton (z.B.: ein rotes Viereck zwischen grünen Vierecken) schneller war, wenn die Ziel- und Distraktorfarben zwischen zwei Durchgängen gleich blieben, als wenn sie wechselten („switch costs“; Maljkovic & Nakayama, 1994, vgl. Becker, Valuch & Ansorge, 2014). Demnach könnte die Beachtung eines (farbigen) Zielreizes im vorlaufenden Versuchsdurchgang (n -1) die Aufmerksamkeit auf einen gleichfarbigen Reiz im folgenden Durchgang (n) erleichtern („inter-trial“-Priming). Dieser Effekt würde demnach vor allem in Experimenten auftreten, in denen sich das Zielreizmerkmal innerhalb eines Blocks (der aus mehreren Versuchsdurchgängen besteht) nicht ändert („blocked-target-paradigm“) und der zu den Suchabsichten passende Cue in Durchgang n dieselbe Farbe hat wie der Zielreiz im vorlaufenden Durchgang (z.B. Folk et al., 1992; Folk & Remington, 1998; vgl. Lamy & Kristjánsson, 2013). Dieser Erklärung zufolge würde bei der Suche nach roten Zielreizen ein roter Cue im Vergleich zu einem grünen Cue nicht aufgrund eines attentionalen Kontrollsets für die Farbe Rot die Aufmerksamkeit auf sich ziehen („contingent capture“), sondern aufgrund der automatischen Selektion der Farbe, die der Zielreiz vorhergehenden Durchgang hatte (z.B.: Theeuwes et al., 2006; vgl. Ansorge & Becker, 2012; Lamy & Kristjánsson, 2013).

Weiters könnten nicht nur Reizmerkmale, sondern auch die Dimension des Zielreizes (in n-1) ähnliche Wiederholungseffekte hervorrufen („dimension-priming“), eine Möglichkeit, die im „dimensional-weightening-account“ (DWA; z.B.: Found & Müller, 1996) durch die verstärkte Gewichtung einer zuvor verarbeiteter Zielreizdimension bereits enthalten ist (vgl. Lamy & Kristjánsson, 2013). Maljkovic und Nakayama (1996) zeigten zudem, dass auch die Position, an der im Durchgang n-1 ein Zielreiz erschienen ist, Primingeffekten unterliegen kann („position-POP“).

Analog zum „relational account“ (z.B.: Becker 2010a, Becker et al., 2013) konnten Becker et al. (2014) zeigen, dass auch „inter-trial“-Priming auf der Verarbeitung relationaler Information basieren kann. So konnte eine Zeitersparnis nur dann beobachtet werden, wenn die Farbrelationen (z.B.: gelber) von Durchgang n-1 zum aktuellen gleich blieben – bzw. tauchten Kosten der Änderung der Farben („switch costs“) nur dann auf, wenn sich die Relation zwischen Zielreiz und Nichtzielreizen von Durchgang zu Durchgang änderten – nicht aber, wenn sich nur die Zielreizfarbe änderte und die Relation zu den Distraktoren konstant gehalten wurde (Becker et al., 2014).

Da allerdings in der vorliegenden Untersuchung kategoriale Farben verwendet wurden (rot, grün, blau), und diese nicht in gesicherten Relationen zueinander stehen (Ansorge & Becker, 2014; Becker et al, 2014), kann davon ausgegangen werden, dass die absoluten Farbmerkmale verarbeitet werden sollten (vgl. Harris et al., 2013).

In der Literatur wurde bisweilen angeregt darüber debattiert, ob Priming auf einer selektiven, perzeptuellen Ebene („visual-selection-view“; z.B.: Becker et al., 2014; Becker, 2008b; Maljkovic & Nakayama, 1994, 1996; Wolfe, Butcher, Lee & Hyle, 2003), oder auf einer post-selektiven, nicht den Aufmerksamkeitsprozess beeinflussenden Ebene („response-selection-view“; z.B.: Huang, Holcombe & Pashler, 2004) zum Tragen kommt.

Des Weiteren stellt sich die Frage, ob sich etwaige post-selektive Einflüsse bei der Diskriminierung des Antwortmerkmals (dezisionale Ebene; z.B. Huang et al., 2004) und/oder bei der Ausführung der motorischen Reaktion (motorische Ebene; z.B.: Lamy, Yashar & Ruderman 2010; Yashar & Lamy, 2011) manifestieren, da üblicherweise innerhalb eines Experiments (oder Blocks) auf ein bestimmtes Antwortmerkmal dieselbe, entsprechende motorische Reaktion ausgeführt wird (vgl. Yashar, Makovski & Lamy, 2013). So gehen beispielsweise Huang et al. (2004) in ihrem „episodic retrieval account“ davon aus, dass nach der Auswahl eines Targets sowohl das Zielreiz- als auch das Antwortmerkmal sowie etwaige andere aufgabenirrelevante Merkmale des Zielreizes mit den Eigenschaften des vorhergehenden Zielreizes abgeglichen werden. Wenn nun alle oder keine der Merkmale des aktuellen Zielreizes (n) dem des vorhergehenden (n-1) entsprechen, hat dies schnellere Antworten zur Folge, als wenn ein Teil der Merkmale übereinstimmt, da in diesem Fall eine zusätzliche Verifikation von Nöten ist (vgl. Yashar & Lamy, 2011).

Ob und zum welchem Grad nun eine motorische Reaktion in Durchgang n-1 für den Auftritt von Primingeffekten in Durchgang n verantwortlich ist, war Gegenstand weiterer Untersuchungen. So zeigte sich etwa in der Studie von Yashar et al. (2013), dass nach

Durchgängen, die keine „Antwort“, sondern nur ein Beachten des Bildschirms verlangten („no-go-trial“), kleinere Primingeffekte zu beobachten waren – im Gegensatz zu Trials, denen eine motorische Reaktion vorausging (n-1 als „go-trial“) - was dafür spricht, dass eine motorische Reaktion nicht für den Auftritt aller Komponenten des „inter-trial“-Primingeffekts verantwortlich ist.

Lamy und Kollegen kamen in Folge dessen zu dem Schluss, dass „inter-trial“-Priming sowohl perzeptuelle als auch postperzeptuelle Prozesse beeinflusst („dual-stage-account“; Lamy et al., 2010; Yashar & Lamy, 2011; Yashar et al., 2013).

Ohne Zweifel bieten die Einflüsse von Primingeffekten (z.B.: Maljkovic & Nakayama, 1994) eine Grundlage dafür, die Rolle der zielgetriebenen Prozesse im Rahmen der visuellen Aufmerksamkeitslenkung differenzierter zu betrachten. Allerdings zeigte sich auch in Anbetracht der dieser Einwände (z.B.: Theeuwes et al., 2006; Theeuwes, 2013) klare Evidenz dafür, dass „inter-trial“-Priming nicht, oder nur zu einem kleinen Teil die „capture-Effekte“ relevanter Merkmale erklären kann (z.B.: Ansorge & Heumann, 2004; Ansorge & Horstmann, 2007; Folk & Remington, 2008; Irons et al., 2012; vgl. Becker et al., 2009; Lamy & Kristjánsson, 2013). So mussten z.B. die Versuchsteilnehmer von Ansorge & Heumann (2004) nach Zielen suchen, die entweder rot oder grün sein konnten. Es zeigte sich, dass auch Distraktoren, die die andere Farbe (z.B. grün) als der Zielreiz im vorangehenden Durchgang (hier rot) besaßen, die Aufmerksamkeit auf sich lenken, beziehungsweise dies auch tun können, wenn das Target im vorigen sowie im aktuellen Trial die andere Farbe hatte (z.B.: Distraktor in Durchgang n grün, Target in n-1 sowie n rot; vgl. Ansorge & Horstmann, 2007). Wenn allerdings ein irrelevanter Distraktor einer Farbe, die nicht dem Suchset entsprach (z.B.: blau), präsentiert wurde, konnte dieser im Sinne der „contingent-capture“-Hypothese erfolgreich ignoriert werden (Ansorge & Heumann, 2004). Dies zeigt auf, dass die größeren Capture-Effekte von Distraktoren mit relevanten Merkmalen nicht aufgrund der Zielreizfarbe des vorigen Durchgangs, sondern vor allem wegen der Aufgabenrelevanz eines ihrer Merkmale (in diesem Fall für die Suche nach roten und grünen Zielreizen) zu beobachten sind.

2.4.4.2 „Top-down“-Abhängigkeit von impliziten Erfahrungen

Einige Autoren sehen „inter-trial“-Priming als automatischen, reizgesteuerten Prozess ohne Einfluss willentlicher Komponenten (z.B.: Belopolsky et al., 2010; Maljkovic &

Nakayama, 1994, 1996; Theeuwes et al., 2006; Theeuwes 2010). Demgegenüber legen Studien nahe, dass Priming verstärkt für aufgabenrelevante Merkmale – also jene, die zur Diskrimination des Zielreizes von den Distraktoren unterscheidbar machen – auftreten, während irrelevante und Antwortmerkmale kleine oder gar keine Primingeffekte hervorrufen (z.B.: Becker, 2008a; vgl. Ansorge & Becker, 2014; Becker et al., 2009). Diesen „top-down“-Einfluss von attentionalen Kontrollsets auf Primingeffekte beschreibt beispielsweise die „contingent-Priming“-Hypothese (Becker, 2007). Demnach laufe Priming zwar automatisch ab, jedoch würden „top-down“-Prozesse bestimmen, welche Merkmale von einem Versuchsdurchgang zum nächsten transferiert werden, wodurch automatische Primingprozesse und „contingent-capture“-Effekte auf einen gemeinsamen Mechanismus zurückgeführt werden könnten (vgl. Becker et al., 2009). So würde die einmalige Beachtung von einem bestimmten Reiz dazu führen, dass folgende Reize, die gleiche Merkmale wie der vorherige besitzen, deren Selektion automatisch erleichtert (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Ähnliche Beobachtungen konnten auch in Experimenten zum Arbeitsgedächtnis gemacht werden, die meistens mit Hilfe eines „dual-task“-Paradigmas durchgeführt werden (z.B.: Olivers, 2009). In einem solchen sollen sich die Teilnehmer ein Objekt (oder bestimmte Merkmale des Objekts) für eine spätere Aufgabe („memory-task“) einprägen und dazwischen eine visuelle Suchaufgabe („search-task“) durchführen. In der Suchaufgabe ist der Zielreiz durch ein anderes Merkmal definiert und wird mit einer Reihe an irrelevanten Distraktoren präsentiert (vgl. Ansorge & Becker, 2012). Dabei fanden sich Hinweise darauf, dass die für die Suchaufgabe irrelevanten Merkmale des eingepprägten Objekts die Aufmerksamkeit während der Suche auf Distraktoren lenken können, wenn diese ein Merkmal dessen besitzen (Olivers, 2009). Dies deutet darauf hin, dass ein Merkmal, sobald es einmal für relevant (z.B.: für die Merkaufgabe) befunden wurde, in das attentionale Kontrollset implementiert wird und scheinbar automatisch die Aufmerksamkeit auf gleiche oder ähnliche Merkmale lenkt, auch wenn es für aktuelle Anforderungen nicht gebraucht wird (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Dafür, dass solche Anpassungen des attentionalen Kontrollsets auch strategisch kontrolliert werden können, sprechen beispielsweise Ergebnisse, die einen Einfluss der erhaltenen und subjektiv erwarteten Belohnung in vorhergehenden Durchgängen auf „inter-trial“-Primingeffekte nahelegen. So konnten etwa Kristjánsson, Sigurjónsdóttir und Driver (2010) zeigen, dass höhere Belohnungen für das Finden eines Zielreizes in Durchgang n-1

größere „inter-trial“-Primingeffekte des entsprechenden Merkmals in Durchgang n zur Folge haben, als dies bei niedrig belohnten Merkmalen der Fall war, was auf eine strategische Verwendung der (höher) belohnten Merkmale hinweist (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Dass „inter-trial“-Priming auf aufgabenrelevante Merkmale begrenzt sein könnte, legen auch Studien nahe, die zeigen, dass die „capture“-Effekte von Singletons mit irrelevanten im Vergleich zu Singletons mit relevanten Merkmalen mit zunehmender Auftrittswahrscheinlichkeit abgeschwächt – also strategisch vermieden – werden können (Geyer et al., 2008; Müller, Geyer, Zehetleitner & Krummenacher, 2009; vgl. Ansorge & Becker, 2014; Folk & Remington, 2015; Lamy & Kristjánsson, 2013; Vecera, et al., 2014).

Einen noch direkteren Einfluss (von aktuellen Zielen) auf „inter-trial“-Priming zeigte beispielsweise Fecteau (2007). Er präsentierte seinen Versuchsteilnehmern Displays mit je einem Farb- und einem Formsingleton, wobei deren Merkmale (grün und rot bzw. rund und eckig) zufällig variierten. Vor jedem Durchgang wurden die Teilnehmer darüber informiert, welche Dimension (Farbe oder Form) der zu suchende Singleton-Zielreiz mit absoluter Sicherheit haben werde (100% valides „pre-cueing“). Es zeigte sich, dass „inter-trial“-Priming nur zu finden waren, wenn sich das relevante Merkmal (z.B.: rot bei der Suche nach Farbsingletons in Durchgang n-1 und n) wiederholte, während die Wiederholung des Merkmals der irrelevanten Dimension (z.B.: rund oder eckig) keinen Effekt hatte. So konnte ein Zielreiz in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen rot sein, jedoch hatte diese Merkmalswiederholung nur schnellere Reaktionszeiten zur Folge, wenn in beiden Durchgängen nach einem Farbsingleton gesucht wurde, also die Farbe (z.B.: rot) das relevante Merkmal darstellte (Fecteau, 2007; vgl. Ansorge & Becker, 2014). Dies deutet darauf hin, dass die willentliche Adjustierung attentionaler Kontrollsets (hier das „Umschalten“ zwischen der Suche nach einem Farbsingleton und einem Formsingleton) einen Einfluss auf Primingeffekte hat, und das Bereitstellen 100% valider Informationen über das relevante Merkmal vor einem Versuchsdurchgang Primingeffekte abschwächen bzw. eliminieren kann (Fecteau, 2007; Folk & Remington, 2008; vgl. Ansorge & Becker, 2012; Becker et al., 2009).

In Summe deuten viele Ergebnisse darauf hin, dass „inter-trial“-Priming nicht, wie von manchen Autoren vorgeschlagen (z.B.: Belopolsky et al., 2010; Theeuwes 2010; Theeuwes, 2013; Theeuwes et al., 2006), als reizgesteuerte Erklärung für „contingent-capture“-Effekte gelten kann (z.B.: Ansorge & Heumann, 2003; Becker et al., 2009; Folk & Remington, 2008; vgl. Lamy & Kristjánsson, 2013). Vielmehr scheinen solche selbst unter „top-down“-Kontrolle (z.B.: Kristjánsson et al., 2010; Wolfe et al., 2003) bzw. von der Aufgabenrelevanz der wiederholten Merkmale abhängig zu sein (z.B.: Fecteau, 2007; Geyer et al., 2008; vgl. Ansorge & Becker, 2014).

2.2.5 Herleitung der Fragestellung

Wie bereits beschrieben, können valide Informationen über das kommende Zielreizmerkmal (z.B.: Fecteau, 2007; Leonard & Egeth, 2008) „inter-trial“-Primingeffekte abschwächen oder gar zur Gänze beseitigen. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass diese Informationen nicht strategisch verwendet werden, sondern die Aufmerksamkeit automatisch in Richtung der relevanten Reize bahnen (Ansorge & Becker, 2012)³. Dieser Frage gingen Ansorge und Becker (2012) in mehreren Experimenten nach, die den Ausgang der vorliegenden Studie bilden.

Zunächst testeten sie den Effekt von (vor jedem Durchgang dargebotenen) informativen (75% valide) und uninformativen (50% valide) Farbwörtern auf Capture-Effekte von farbigen Cues. So wies z.B. das Farbwort „Rot“ in der informativen Bedingung in $\frac{3}{4}$ der Fälle auf einen roten Zielreiz hin, während der Zielreiz in 25% der Fälle grün war. Die Probanden wurden vor der Bearbeitung eines Versuchsblocks über den Validitätsgehalt der Farbwörter, der nur zwischen, aber nicht innerhalb der Blöcke variierte, informiert. Es zeigte sich, dass die Farbwörter automatisch die Aufmerksamkeit auf die jeweils angekündigte Farbe lenkten (Ansorge & Becker, 2012), da die „capture“-Effekte der Cues unabhängig vom Informationsgehalt der Blöcke größer waren, wenn sie der angekündigten Farbe entsprachen. Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Untersuchung war die Tatsache, dass sich keine „inter-trial“-Primingeffekte zeigten. Dies konnte den Autoren nach daran liegen, dass das Farbwort

³ Hierbei ist es wichtig zu verstehen, dass die vor dem Suchdisplay präsentierten Informationen (hier Farbwörter), die in den vorher beschriebenen Studien (z.B.: Fecteau, 2007; Leonard & Egeth, 2008) als Precues bezeichnet wurden, auch (potentielle) Primes für die verwendeten Farben darstellen und deshalb in Folge als Wortprimes (bzw. Farbwörter) bezeichnet werden.

am Beginn des aktuellen Durchgangs die zuletzt beachtete Farbinformation „überschrieben“ haben könnte (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Eine Limitation des ersten Experiments der Studie ist, dass die Validität der Farbwörter in 75 % der Durchgänge der informativen Blöcke zwar dazu anregte, diese Information immer zu verwenden, jedoch nicht notwendigerweise die tatsächlichen Erwartungen der Teilnehmer bezüglich der Farbe des nächsten Zielreizes in jedem Trial reflektierte (Wolfe et al., 2003). So hätte in den informativen Blöcken die subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit geringer als die objektive Wahrscheinlichkeit eines validen Durchgangs sein können (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Um die Erwartungen in jedem Versuchsdurchgang zu erfassen, verwendeten die Autoren in Folge (Exp.2; Ansorge & Becker, 2012) ein Design, das auf Wortpriming verzichtete und stattdessen zwischen den subjektiven Erwartungen (in den prospektiven Blöcken) und dem Einfluss der letzten Zielreizfarbe (also die Erinnerung an die letzte relevante Farbinformation; retrospektive Blöcke) unterschied. So sollten im Falle eines Einflusses der Erwartungen auf die Aufmerksamkeitslenkung größere „capture“-Effekte (DP-SP) der Hinweisreize gefunden werden, wenn diese der erwarteten Farbe entsprachen. Ebenso sollten die erinnerten Zielreizfarben bei strategischer Anpassung der Kontrollsets keinen Effekt auf die Aufmerksamkeit haben, da die Versuchsteilnehmer wussten, dass diese in keinem Zusammenhang mit der aktuellen Zielreizfarbe standen. Wenn allerdings im Gegensatz zu diesen Annahmen die repräsentierten (erinnerten bzw. vorhergesagten) Merkmale automatisch auf die attentionalen Kontrollsets wirken, sollten diese sowohl in den retrospektiven als auch in den prospektiven Blöcken zu größeren Capture-Effekten der dazu passenden Cues führen. Dies war schließlich auch zu beobachten. In Übereinstimmung mit Fecteau (2007) zeigte sich ebenfalls kein Einfluss von „inter-trial“-Priming, wenn die vorhergesagte Zielreizfarbe das Kontrollset innerhalb eines Durchgangs primte. Dies könnte darauf hindeuten, dass Primingeffekte, nicht wie von einigen Autoren (z.B.: Maljkovic & Nakayama, 1994; Belepolsky et al., 2010) angenommen, automatisch ablaufen, sondern die Erwartungen der Probanden zu Beginn jedes Durchgangs widerspiegeln – eine Möglichkeit, die schon zuvor von manchen Autoren in Betracht gezogen wurde (Wolfe et al., 2003; vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Die in Experiment 1 und 2 beobachteten Ergebnisse weisen also auf die Möglichkeit hin, dass die Repräsentation einer Farbe zu Beginn eines Versuchsdurchgangs nicht strategisch verwendet wird, sondern das attentionale Kontrollset automatisch in Richtung dieser Farbe bahnt, was allerdings nicht zwingend der Fall sein muss. Zum einen hätten weder die in 75%

der Fälle validen Farbwörter (Exp. 1), noch die Erwartungen einer unvorhersagbaren Farbe (Exp.2) dazu in der Lage sein können, die Teilnehmer davon zu überzeugen, die repräsentierte Farbe strategisch zu verwenden. So könnte erst dann eine strategische Kontrolle der attentionalen Suchsets zu beobachten sein, wenn die bereitgestellten Informationen zu 100% auf das nächste Target hinweisen, wie es bei Fecteau (2007) oder Leonard und Egeth (2008) der Fall war. Zum anderen ist in Betracht zu ziehen, dass die Farbwörter nur deshalb automatischen Einfluss auf die Aufmerksamkeitslenkung nehmen hätten können, weil das eigentlich relevante Antwortmerkmal nicht die Farbe des Zielreizes, sondern die Orientierung der einzigen (an der Position des Zielreizes) präsentierten Linie darstellte und die Teilnehmer deswegen versuchen hätten können, die Farbmanipulationen zu ignorieren und sich lediglich auf die Antwortdimension „Form“ zu konzentrieren (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Um diese Einwände zu berücksichtigen, wurden in Experiment 3 (Ansorge & Becker, 2012) einerseits Wortprimen verwendet, die in allen Fällen mit absoluter Sicherheit eine der zwei möglichen (kommenden) Zielreizfarben (rot oder grün) anzeigten, also zu 100% valide waren. Zum anderen wurden nun zwei Balken im Suchdisplay gezeigt, von denen einer immer grau (der Distraktor) und der andere immer farbig (der Zielreiz) war, womit der Zielreiz nun durch ein Farbmerkmal definiert war und sich eindeutig vom Antwortmerkmal (vertikal oder horizontal) unterschied. Es wurden dabei zwei Bedingungen realisiert, in denen einerseits kongruente (zur Farbe des Zielreizes passende) und andererseits inkongruente (auf eine relevante Farbe hinweisende, aber farblich nicht dem Zielreiz im selben Durchgang passende) Wortprimen auf die Farbe des nächsten Zielreizes hinwiesen. So zeigte beispielsweise das Wort „Rot“ in einer kongruenten Bedingung mit absoluter Sicherheit an, dass der darauf folgende Zielreiz rot sein würde, während in der inkongruenten Bedingung das Wort „Grün“ auf ein rotes Target hinwies.

Die Zielreize tauchten danach entweder oberhalb oder unterhalb der Bildschirmmitte in Form eines farbigen Balkens (rot oder grün) auf, wobei der graue Balken immer an der jeweils anderen Position gezeigt wurde. Zudem wurden den Versuchspersonen gleichzeitig an beiden Positionen Kreise (Cues) präsentiert, sodass beide Balken von einem Kreis umschlossen wurden. Jeweils einer dieser Cues war grau, während der andere farbige war. Dieser farbige Cue befand sich in der Hälfte der Durchgänge an dem Ort des Zielreizes (SP) und war in der anderen Hälfte am Ort des Distraktors (DP) lokalisiert. Die Farbe des Cues konnte dabei in 50% der Durchgänge einer für die Suche relevanten Farbe (rot oder grün) entsprechen oder (in den anderen 50%) völlig irrelevant (blau) sein. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand also darin, zuerst durch die Wortprimis Suchabsichten für die Zielreize zu bilden, diese dann möglichst schnell zu identifizieren und deren Orientierung (horizontal oder vertikal) mittels Tastendruck zu „berichten“ (vgl. Abbildung 6).

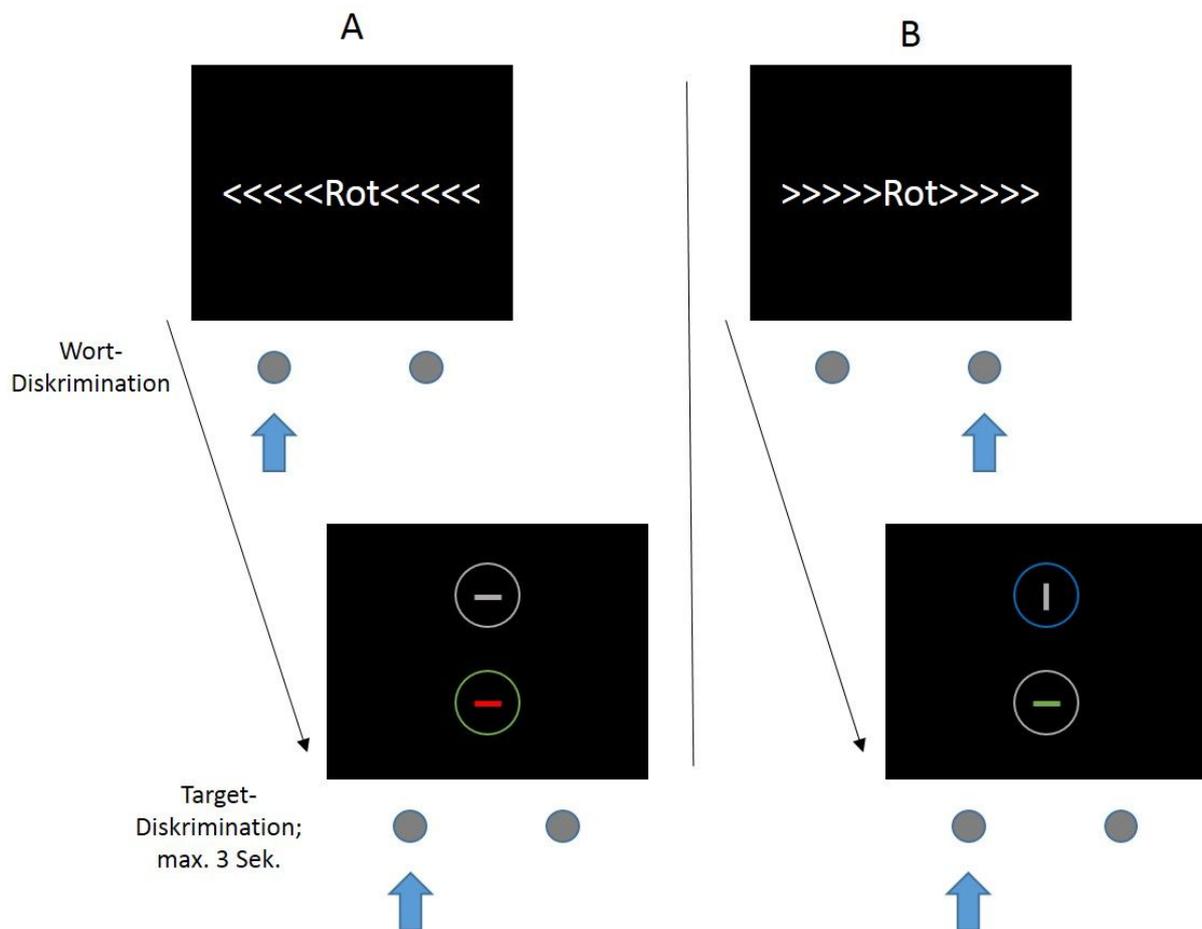


Abbildung 6: Verlauf eines kongruenten Durchgangs mit einem relevanten SP-Distraktor (A) und eines inkongruenten Durchgangs mit einem irrelevantem DP-Distraktor (B).

Die Ergebnisse von Experiment 3 zeigten wiederum eine automatische Bahnung der attentionalen Kontrollset durch die Farbwörter, im Gegensatz zu deren strategischer Verwendung. Dies ließ sich durch die größeren Capture-Effekte von Cues beobachten, die eine dem Wortprime entsprechende Farbe besaßen. In Summe fand sich also einerseits eine größere Lenkung der Aufmerksamkeit auf relevante Cues (z.B.: grün) in inkongruenten Bedingungen („Grün“ weist auf ein rotes Ziel hin), im Vergleich zu kongruenten Bedingungen („Rot“ weist auf ein rotes Ziel hin). Zum anderen zeigte sich nur in inkongruenten Bedingungen eine größere Aufmerksamkeitsverlagerung auf relevante Cues (grün) im Vergleich zu irrelevanten (blau). Diesen – selbst bei 100 % validen Wortprimen entstandenen – Effekt der temporären Anpassung der attentionalen Kontrollsets durch automatisches Priming bezeichneten die Autoren als „Bahnung innerhalb des Sets aus relevanten Merkmalen“ (Ansorge & Becker, 2012).

Bezüglich möglicher „inter-trial“-Primingeffekte konnte gezeigt werden, dass einerseits die vorhergehende Zielreizfarbe (des Durchgangs n-1) keinen signifikanten Einfluss auf die Erwartungen der Probanden (Exp. 2) betreffend der aktuellen Zielreizfarbe (Durchgang n) hatte und andererseits die attentionalen Kontrollsets nur durch die Farbwörter der aktuellen Durchgänge geprimt wurden, da diese die letzte (relevante) Farbinformation darstellten (Ansorge & Becker, 2012; vgl. Fecteau, 2007). Die Ergebnisse implizieren, dass bei der Verwendung von Informationen (wie etwa Wörtern und Symbolen), die auf ein Merkmal des nachkommenden Zielreizes hinweisen (z.B: Fecteau, 2007; Leonard & Egeth, 2008), auf mögliche automatische Primingeffekte bedeutungskongruenter attentionaler Kontrollsets Rücksicht genommen werden muss (vgl. Ansorge & Becker, 2012).

Im Lichte dieser Ergebnisse und durch die Beschreibung des Effekts, den Ansorge und Becker (2012) als „automatische Bahnung innerhalb des Sets aus relevanten Merkmalen“ bezeichnen, stellt sich nun die Frage, ob Priming des attentionalen Kontrollsets durch „relevante“ (einer dem Suchset entsprechenden Farbe) Farbwörter dieselben Effekte hervorruft wie durch „irrelevante“ Farbwörter (welche eine Farbe bezeichnen, die nie den Zielreiz definiert). Könnte so beispielsweise ein (100%) valider, inkongruenter Wortprime (z.B. „Blau“), der mit der Farbe eines irrelevanten Cues (blau) übereinstimmt, den Validitätseffekt dieses irrelevanten Cues auch bahnen?

Im Sinne einer strategischen Verwendung der Wortprimes sollten die (für die Suchabsichten) relevanten, gebahnten Reize stärker die Aufmerksamkeit auf sich ziehen als relevante, ungebahnte Reize. Zudem sollten irrelevante, gebahnte Reize in geringerem Ausmaß die Aufmerksamkeit auf sich lenken, als relevante, gebahnte Reize.

Ziel des folgenden Experiments ist es, diese Hypothesen innerhalb eines experimentellen Cueing-Paradigmas zu untersuchen, dass auf dem Experiment 3 von Ansorge & Becker (2012) basiert.

3 Methode

3.1 Teilnehmer

An dem Experiment nahmen auf freiwilliger Basis 24 Studenten (15 weiblich, 9 männlich; Alter zwischen 19 und 30 Jahren, Altersdurchschnitt 22,42 Jahre) der Universität Wien teil. Als Vergütung für die Absolvierung des Experiments konnte auf Wunsch der Versuchspersonen eine Versuchspersonenstunde gutgeschrieben werden. Alle Probanden, die am Experiment teilnahmen, hatten eine normale Sehstärke oder verwendeten Sehhilfen (Brille, Kontaktlinsen), um eine vorhandene Sehschwäche zu korrigieren. Andere Einschränkungen der Sehleistung (z.B.: rot-grün-Blindheit) wurden von keinem Teilnehmer berichtet. Zusätzlich wurde die Händigkeit erfragt: von den 24 Teilnehmern gaben 20 an, dass ihre rechte Hand ihre dominante sei. Vor der Testung wurden alle Versuchspersonen darüber informiert, dass es sich um ein „Wahrnehmungsexperiment“ handle und dass die Dauer circa 60 Minuten betrage. Daraufhin mussten sie für die Teilnahme eine Einverständniserklärung unterschreiben.

3.2 Stimuli und Versuchsaufbau

Das Experiment fand in einem Laborraum des Instituts für Grundlagenforschung und Forschungsmethoden der Fakultät für Psychologie an der Universität Wien statt. Die Versuchspersonen nahmen dabei in einem verdunkelten Raum vor einem Computerbildschirm Platz. Die Anzeige wurde auf einem 15-Zoll-VGA- Farbröhrenbildschirm (CRT-Monitor) mit einer Bildwiederholungsfrequenz von 59,1 Hertz präsentiert. Hinter dem Monitor befand sich eine indirekte kleine Lichtquelle, sodass keine Reflektionen am Bildschirm den Ablauf des

Experiments oder die Konzentration der Teilnehmer stören konnten. Zudem wurden die Anzeigeräte vor jedem Experiment vom Versuchsleiter auf Verunreinigungen überprüft und gegebenenfalls gereinigt. Die Versuchspersonen sollten die Sitzhöhe vor dem Experiment justieren und ihr Kinn auf eine fixierte Kinnstütze legen, sodass der Blick gerade und zentral auf den Bildschirm treffen konnte. Der Abstand zum Monitor betrug 57 cm, sodass 1 cm Abweichung von der Bildschirmmitte 1° Neigung des Blickwinkels bedeutete. Die Antworten der Teilnehmer wurden durch Druck der linken bzw. rechten „Strg“-Taste einer herkömmlichen Computertastatur registriert, wobei ihre Zeigefinger auf den entsprechenden Tasten zu liegen hatten.

Die Stimuli bestanden zunächst aus 100%-validen Wortprimen, die den Teilnehmern anzeigten, welche Farbe der darauf folgende Zielreiz aufweisen würde. Die Tatsache, dass die Farbwörter mit absoluter Sicherheit die kommende Zielreizfarbe anzeigen würden, wurde den Teilnehmern dabei im Rahmen der schriftlichen und mündlichen Instruktion bewusst gemacht. Flankiert wurden Primes von Pfeilen, die in eine Richtung (links oder rechts) zeigten und dazu dienten, durch Druck der entsprechenden „Strg“-Taste die Anzeige (max. 20 Sekunden) zu „bestätigen“ und die visuelle Suche zu starten. Da durch die Wortprimen eine Suchabsicht für eine bestimmte Farbe initiiert werden sollte, wurde durch die Diskriminationsaufgabe sichergestellt, dass diese nicht „weggedrückt“ wurden, ohne zuvor bewusst beachtet zu werden. Pro Versuchsperson kamen 2 potentielle Zielfarben (relevante Farben, z.B.: rot und grün) sowie eine nicht zum Suchset passenden irrelevante Farbe (im Beispiel: blau) zum Einsatz. In kongruenten Bedingungen deutete der Wortprime – analog zum Experiment 3 von Ansorge und Becker (2012) – zu 100% auf den dem Wort entsprechenden Zielreiz hin (also z.B.: „Rot“ sagt ein rotes Target an), im Gegensatz dazu zeigte in den inkongruenten Bedingungen entweder ein relevantes oder ein irrelevantes Farbwort eine andere (dem Farbwort nicht entsprechende), zuvor festgelegte Zielreizfarbe an. Ein relevanter inkongruenter Wortprime deutete demnach anhand einer Farbe, die zum Suchset gehörte (und somit relevant war), auf die jeweils andere, dem Suchset angehörige Farbe hin, während der irrelevante inkongruente Wortprime dies mit der anderen Zielreizfarbe anhand einer Farbe tat, die nicht zum Suchset gehörte (und somit irrelevant war). So zeigte beispielsweise bei der Suche nach roten und grünen Zielreizen das Wort „Rot“ einen grünen Zielreiz, und das Wort „Blau“ einen roten Zielreiz an. Nach der Diskriminationsaufgabe, die eine Repräsentation der Zielreizfarbe (also ein Modulierung des attentionalen Kontrollsets) bewirken sollte, folgte der horizontal geteilte, schwarze Suchdisplay. In einer Hälfte war ein farbiger Balken (der Zielreiz) zu sehen, während in der anderen Hälfte ein grauer Balken (der Distraktor) präsentiert wurde, sodass jene 2 Reize (Breite:

0,08°, Länge 0,8°) niemals dieselbe Position innehatten. Jeweils einer oder beide dieser Balken konnten in vertikaler oder horizontaler Orientierung auftreten. Zusätzlich zu dem Target und dem Distraktor wurden um beide Balken Cues (Kreise; Durchmesser: 1°, Strichstärke 0,08°) präsentiert. Einer dieser Kreise wurde in Grau gehalten, der andere war farbig. Der farbiges Cue wiederum konnte ebenfalls relevant (der zweiten Farbe des attentionalen Kontrollsets entsprechend) oder irrelevant sein, also die Farbe besitzen, die nicht zum Set der Zielreizfarben (z.B. blau) gehörte. Die CIE-Farbkoordinaten der Ziel- und Hinweisreize blieben über die gesamte Untersuchung konstant (rot: .640/.347; grün: .261/.561; blau: .157/.107). Die Position der farbigen Cues entsprach in der Hälfte der Durchgänge jener des Zielreizes (valide; SP), und in der anderen Hälfte wurden sie an der Position des Distraktors (nicht valide; DP) präsentiert.

Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, die Orientierung des Zielreizes möglichst schnell und fehlerfrei zu erkennen und diese durch Drücken der zugeordneten Steuerungstaste zu „berichten“, wobei diese Zuordnung (vertikal/horizontal) bei der Hälfte der Teilnehmer verändert wurde. Vergingen bis zur Antwort mehr als 1,25 Sekunden, wurde die Versuchsperson darauf hingewiesen, im folgenden Durchgang schneller zu antworten. Auch wenn die falsche Antworttaste gedrückt wurde, wurde dies als Fehler gewertet und den Teilnehmern am Bildschirm angezeigt.

Vor jedem Experiment wurden die Versuchspersonen - zusätzlich zur schriftlichen Instruktion, die auf dem Bildschirm präsentiert wurde - verbal vom Versuchsleiter über den Ablauf informiert. Es fand eine kurze Übungsphase statt, sobald sich die Teilnehmer ausreichend informiert und sicher fühlten, wurde das Experiment vom Versuchsleiter gestartet, welcher daraufhin den Raum verließ, um etwaige ablenkende Einflüsse zu verhindern. Eine Hälfte der Teilnehmer bearbeitete die 6 alternierenden Blöcke zu je 128 Durchgängen („Trials“) beginnend mit einem kongruenten (k) Block (k-i-k-i-k-i), die andere in umgekehrter Reihenfolge, beginnend mit inkongruenten (i) Bedingungen (i-k-i-k-i-k). Zwischen den Blöcken war eine kurze Pause für die Probanden eingeplant, bevor sie mit der Instruktion für den nächsten Block inklusive der zugehörigen Information der Prime-Zielreizfarben-Beziehung fortfahren konnten.

3.3 Design

Das Experiment bestand aus 3 Bedingungen, die verschiedenen Priming-Stufen zugeordnet werden konnten. In der kongruenten Bedingung (Wortprime kongruent mit Target)

wurde der Zielreiz gebahnt, während dies in einer inkongruenten Bedingung der Cue wurde [relevanter inkongruenter Wortprime (z.B.: „Rot“) verwies auf ein grünes Target, dass mit einem roten Cue präsentiert wurde]. In der zweiten inkongruenten Bedingung wurden weder der Zielreiz noch der Cue geprimt (z.B. zeigte das Wort „Rot" an, dass das Ziel grün ist und es wurde ein blauer Cue präsentiert). Die Teilnehmer begannen damit, den ersten von 6 Blöcken mit jeweils 128 Durchgängen zu bearbeiten. Die Blöcke wurden alternierend kongruent und inkongruent über die Versuchspersonen balanciert dargeboten, sodass kongruente und inkongruente Durchgänge gleich häufig vorkamen. Ebenso änderten sich die irrelevanten bzw. die Zielreizfarben, sowie die Belegung der Antworttasten (vertikal / horizontal), sodass innerhalb der 24 Teilnehmer jeweils nur 2 davon die gleiche Kombination bearbeiteten. Jeder Block bestand aus Kombinationen der 2 Zielreizfarben * 2 Zielreizorientierungen (vertikal/horizontal) * 2 Zielreizpositionen (oberhalb/unterhalb der Bildschirmmitte) * 2 Cue-Farben (relevant/irrelevant) * 2 Cue-Positionen (SP/DP).

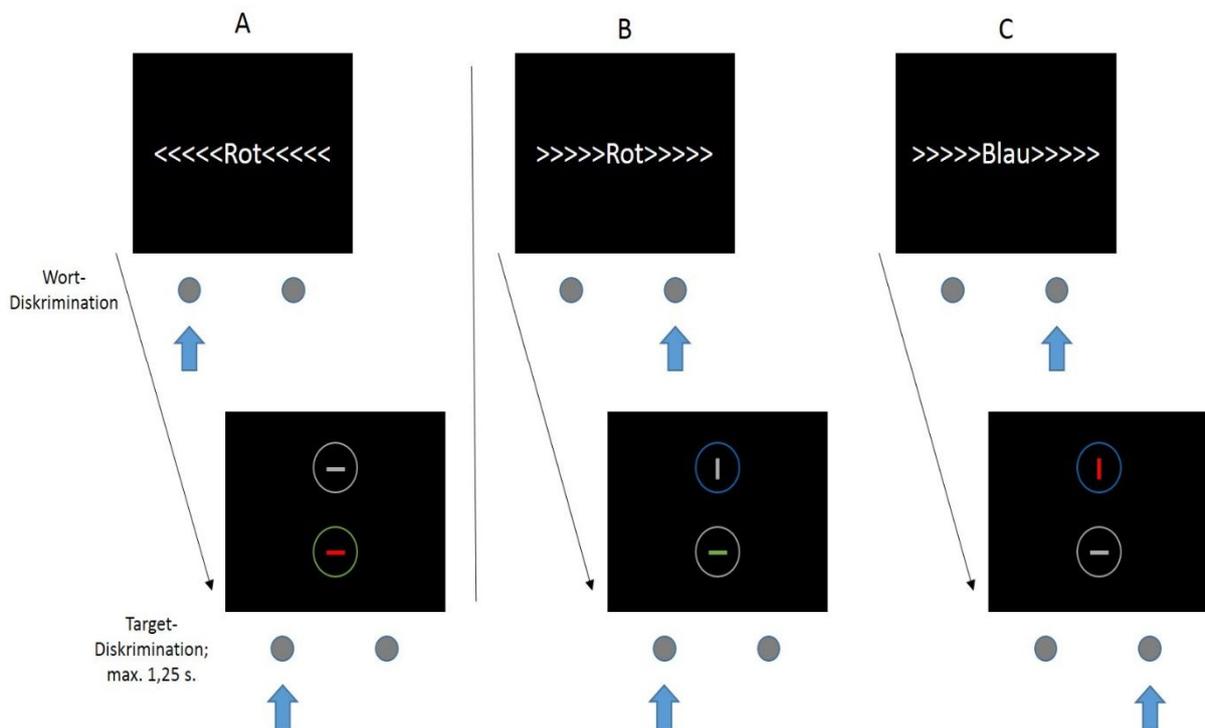


Abbildung 7: Suche nach roten bzw. grünen Zielreizen: Darstellung eines kongruenten Durchgangs mit relevantem SP-Cue (A), sowie je eines inkongruenten Durchgangs mit einem irrelevanten DP-Cue (B) und einem irrelevanten SP-Cue (C). Das „Mapping“ (=Zuweisung der Tasten zu den Antwortmerkmalen) ist in diesem Fall links für horizontale und rechts für vertikale Zielreize.

4 Ergebnisse

Zunächst wurden die Daten jener Personen ausgeschlossen, die weniger als 10 Durchgänge pro Zelle „gültig“ bearbeiteten, was bei 3 Teilnehmern der Fall war.

Weiters wurden insgesamt 6.9% der Daten ausgeschlossen, weil die entsprechenden Durchgänge am Anfang eines Blockes waren (und so nicht zur ‚inter-trial‘-Priming-Analyse beitrugen), oder weil die Reaktionszeit um mehr als zwei Standardabweichungen (SD) vom bedingungspezifischen Mittelwert der korrekten Antwortzeiten abwich.

4.1 Prime-Diskrimination

Vor jedem Durchgang hatten die Versuchspersonen die Aufgabe, auf die Pfeile, die mit dem Bahnungswort (das die darauf folgende Zielreizfarbe angab) präsentiert wurden, per Tastendruck zu reagieren. Die Diskriminationsleistung lag hierbei in kongruenten Blöcken bei 99,14% und in inkongruenten Blöcken bei 99,32%, es gab somit keine signifikanten Unterschiede ($t < 1$).

4.2 Target-Suche

Die Ergebnisse basieren auf jenen Durchgängen, in denen die Diskriminationsaufgabe korrekt durchgeführt wurde. Zum Vergleich der Mittelwerte wurden vierfaktorielle Varianzanalysen („repeated-measures“-ANOVA) durchgeführt. Um die für die Varianzanalyse essentielle Voraussetzung der Sphärizität zu überprüfen, wurde der Mauchly-Test verwendet. War diese Annahme nicht gegeben, wurden die Freiheitsgrade mittels Greenhaus-Geisser ϵ angepasst, um einen exakteren F -Test zu erhalten.

Die Analyse beinhaltete einen Faktor *Priming* mit den Faktorstufen „Target-geprimed“ (kongruent; z.B. sagte das Wort „Rot“ an, dass das Target rot sein würde), „unprimed“ (inkongruent; "Rot" deutete auf einen roten Zielreiz hin, während ein irrelevanter, blauer Cue gezeigt wurde) und „Cue-geprimed“ (inkongruent, „blau“ deutete mit Sicherheit darauf hin, dass das Ziel rot sein würde, woraufhin ein blauer Cue bei der Suchaufgabe erschien). Die weiteren Faktoren wurden als *Cue-Farbe* (relevant: Farbe gehörte zum relevanten Suchset / irrelevant: Farbe gehörte nicht zum Suchset), *Cue-Position* [(SP): Cue und Zielreiz befanden sich am selben Ort / (DP): Cue und Zielreiz befanden sich an unterschiedlichen Orten] und *Orientierung* („shape“) *Target/Distraktor* („Sh-Congruent“: Orientierung der Balken von

Target und Distraktor gleich / „Sh-Incongruent“: Orientierung der Balken unterschiedlich) bezeichnet.

4.2.1 Reaktionszeiten-Analyse

Es konnte ein signifikanter Validitätseffekt (= Cueingeffekt) gefunden werden $F(1, 20) = 61,307$, $p < .001$ ($\eta^2 = .75$), in SP-Trials (600,24 ms) wurden im Vergleich zu DP-Trials (678,39 ms) schnellere Antworten gegeben. Als weiterer Haupteffekt war die Relevanz der Cue-Farbe zu beobachten [$F(1, 20) = 39.96$, $p < .001$, ($\eta^2 = .67$)], mit längeren Reaktionszeiten für die Suche mit relevanten Cues ($M = 653$ ms) als mit irrelevanten ($M = 626$ ms). Es zeigte sich auch ein signifikanter Einfluss der Relevanz der Cues auf die Validitätseffekte (Interaktion *Cue-Farbe x Cue-Position*: $F(1, 20) = 19,59$, $p < .001$, ($\eta^2 = .5$)), der Capture-Effekt (RZ in DP-Trials minus RZ in SP-Trials) betrug bei relevanten Farben 100 ms ($t(20) = -7.76$), während er bei irrelevanten Farben mit 56 ms signifikant niedriger ausfiel ($t(20) = -6.23$), was so auch zu erwarten war. Dies zeigt, dass Cues mit einer relevanten Farbe stärker die Aufmerksamkeit auf sich zogen als solche mit einer aufgabenirrelevanten Farbe. Ebenso war eine signifikante Interaktion der *Orientierung Target/Distraktor x Cue-Position* ($F(1, 20) = 15.31$, $p < .01$, ($\eta^2 = .43$)) zu beobachten (kongruente Orientierung: 55 ms [$t(20) = -6.85$] / inkongruente Orientierung: 101 ms [$t(20) = -7.09$]), der Validitätseffekt war also bei gleicher Orientierung kleiner. Schließlich gab es auch eine signifikante Interaktion zwischen den Bahnungsbedingungen und den Cue-Positionen [*Priming x Cue-Position*: ($F(1.66, 33.27) = 17.9$, $p < .001$, ($\eta^2 = .47$), vgl. Abb. 2], bei einem geprimten Target (kongruente Bahnungsbedingung) betrug der Validitätseffekt 45 ms ($t(20) = -4.71$), während er in den inkongruenten Bahnungsbedingungen höher ausgeprägt war (ungeprimt-Bedingung: 97 ms [$t(20) = -7.295$] bzw. Cue-geprimt-Bedingung: 93 ms [$t(20) = -8.21$]). Alle erwähnten T-Tests waren hoch signifikant (p -Werte $< .001$). Die Mittelwerte der Reaktionszeiten waren in der kongruenten (Target-)Prime-Bedingung kürzer (SP: 583 ms / DP: 628 ms) als in den inkongruenten Prime-Bedingungen, innerhalb derer sie sich kaum unterschieden (ungeprimt: SP: 610 ms / DP: 706 ms bzw. Cue-geprimt: SP: 608 ms / DP: 701 ms), was sich auch in einem signifikanten Effekt der Bahnungsbedingungen niederschlägt [$F(1.22, 24.45) = 21.5$, $p < .001$, ($\eta^2 = .52$)]. Darüber hinaus antworteten die Versuchspersonen signifikant schneller, wenn die Orientierung des Targets und des Distraktors kongruent war ($M = 618$ ms), im Vergleich zu inkongruenter Orientierung ($M = 660$ ms), $F(1, 20) = 26.16$, $p < .001$, ($\eta^2 = .58$). Um die die Interaktion der Faktoren Prime-Bedingung und Orientierung [*Priming x Orientierung*

Target/Distraktor: $F(1.7, 34.06) = 7.24, p < .01, (\eta^2 = .27)$] zu hinterleuchten, wurden zwei Follow-up-ANOVAs (Orientierung kongruent vs. inkongruent) durchgeführt. Wenn die Orientierung der Balken gleich war (kongruent), war der Effekt der Prime-Bedingungen kleiner [$F(1.48, 29.64) = 12.87, p < .001, (\eta^2 = .39)$] als bei inkongruenter Orientierung [$F(1.2, 24.1) = 24.82, p < .001, (\eta^2 = .55)$]. Es zeigten sich wieder kürzere Reaktionszeiten bei kongruenter Orientierung, aber auch ein geringer Unterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Prime-Bedingungen. Die mittleren Reaktionszeiten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 4.1: *Mittlere Reaktionszeiten (n=21) und Standardabweichung (SD)*

Prime	Cue-Farbe	Cue-Position	Orientierung	Reaktionszeit (SD)
Target geprint	relevant	SP	kongruent	575 (20)
			inkongruent	597 (22)
	irrelevant	DP	kongruent	627 (27)
			inkongruent	669 (35)
		SP	kongruent	579 (23)
			inkongruent	583 (20)
Ungeprint	relevant	DP	kongruent	589 (25)
			inkongruent	627 (29)
	irrelevant	SP	kongruent	606 (19)
			inkongruent	621 (23)
		DP	kongruent	692 (25)
			inkongruent	774 (34)
irrelevant	SP	kongruent	594 (20)	
		inkongruent	617 (22)	
	DP	kongruent	647 (26)	
		inkongruent	712 (33)	
Cue geprint	relevant	SP	kongruent	600 (21)
			inkongruent	616 (23)
	irrelevant	DP	kongruent	680 (23)
			inkongruent	772 (31)
		SP	kongruent	591 (19)
			inkongruent	623 (23)
irrelevant	DP	kongruent	641 (22)	
		inkongruent	709 (32)	

Es zeigte sich keine Evidenz für automatisches Priming innerhalb des Sets aus relevanten Merkmalen (Ansorge & Becker, 2012), die Interaktion zwischen *Cue-Farbe*, *Cue-Position* und *Priming* war nicht signifikant ($F < 1$). Ungeprimte relevante Cues riefen demnach gleich ausgeprägte Capture-Effekte (119 ms) hervor wie geprimte relevante (118 ms), sowie auch ungeprimte irrelevante Cues (74 ms) im Vergleich zu geprimten irrelevanten Cues (68 ms). So hatte Priming in den inkongruenten Bedingungen nicht nur bei irrelevanten Farben, sondern generell keinen signifikanten Einfluss auf die Validitätseffekte (vgl. Abb. 8).

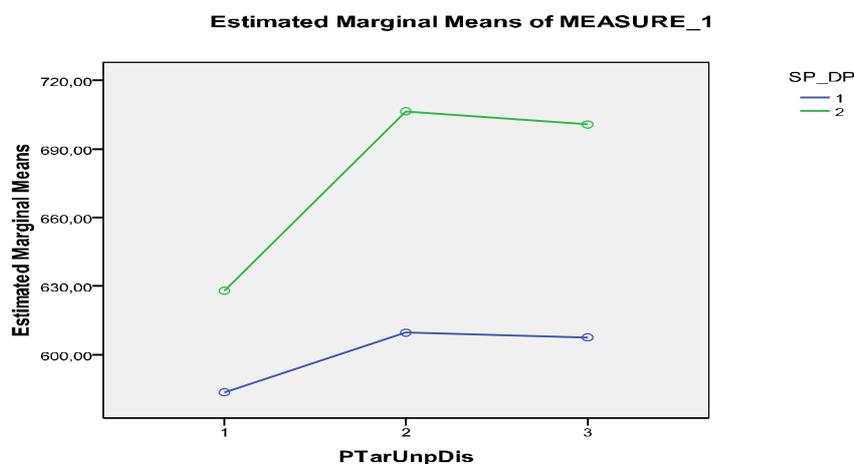


Abbildung 8: Capture-Effekte der Bedingungen (1)kongruent/Zielreiz geprimt, (2) inkongruent/ungeprimt und (3) inkongruent/Cue geprimt. Die blaue Linie steht hierbei für valide (SP), die grüne hingegen für nicht-valide (DP) Durchgänge.

4.2.2 Fehlerraten

Es konnte ebenfalls ein signifikanter Validitätseffekt der Cues gefunden werden $F(1, 20) = 25,67$, $p < .001$ ($\eta^2 = .56$), in SP-Trials (2,9%) wurden im Vergleich zu DP-Durchgängen (5,6%) vermehrt falsche Antworten gegeben. Analog zu den Reaktionszeiten gab es ebenfalls einen Haupteffekt der Relevanz der Cue-Farbe [$F(1, 20) = 8.6$, $p < .01$, ($\eta^2 = .3$)], mit höheren Fehlerraten bei relevanten Farben (4,9%) im Vergleich zu irrelevanten (3,5%). Hinsichtlich des Cueingeffekts zeigte sich allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen relevanten und irrelevanten Farben (Interaktion *Cue-Farbe* \times *Cue-Position*), auch wenn relevante Cues im Vergleich zu irrelevanten einen größeren Anstieg der Fehlerraten bewirkten. Während die Priming-Stufen keine signifikanten Einfluss auf die Fehlerraten hatten, konnte wie bei den Reaktionszeiten ein Haupteffekt des Faktors *Orientierung Target/Distrakor* gefunden werden

[$F(1, 20) = 10.6, p < .01, (\eta^2 = .35)$], mit weniger Fehlern bei kongruenter (2.94 %) gegenüber inkongruenter Orientierung (5.5%). Allerdings hatten die Priming-Bedingungen einen signifikanten Einfluss auf die Capture-Effekte [$F(1.73, 34.6) = 3.88, p < .05, (\eta^2 = .16)$], sodass in inkongruenten Bedingungen im Gegensatz zur kongruenten Bedingung signifikante Validitätseffekte [ungeprimt: $t(20) = -3.87$ bzw. Cue-geprimt: $t(20) = -3.6$, beide $ps < 0.01$] gefunden wurden. Analog zur Analyse der Reaktionszeiten fand sich auch bei den Fehlerraten kein Hinweis auf automatisches Priming durch inkongruente Farbwörter. Die mittleren Fehlerprozentraten sind nachfolgend in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 4.2: Mittlere Fehlerprozentraten und Standardabweichungen(SD) ($n=21$)

Prime	Cue-Farbe	Cue-Position	Orientierung	Fehlerrate (SD)
Tagret geprimt	relevant	SP	kongruent	1,9 (3)
			inkongruent	4,1 (5,6)
	irrelevant	DP	kongruent	3,2 (4,1)
			inkongruent	7,4 (9,2)
		SP	kongruent	3,7 (4)
			inkongruent	3,0 (6,6)
DP	kongruent	1,6 (3,7)		
	inkongruent	4,1 (5,8)		
Ungeprimt	relevant	SP	kongruent	1,3 (3,2)
			inkongruent	3,4 (5,2)
	irrelevant	DP	kongruent	5,5 (6,7)
			inkongruent	9,5 (10,3)
		SP	kongruent	1,9 (4,1)
			inkongruent	3,4 (5)
	DP	kongruent	3,6 (5,6)	
		inkongruent	7,3 (8,7)	
Cue geprimt	relevant	SP	kongruent	3,6 (5,5)
			inkongruent	4,2 (5,8)
	irrelevant	DP	kongruent	4,5 (7)
			inkongruent	10,7 (11,1)
		SP	kongruent	1,7 (4,3)
			inkongruent	2,3 (4,3)
	DP	kongruent	3,0 (5,9)	
		inkongruent	6,6 (8,8)	

4.2.3 „Inter-trial“-Priming-Analyse

Zur Analyse der „inter-trial“-Primingeffekte wurde eine 3x2-ANOVA mit den Faktoren *Priming* [Inter-Trial-Priming einer relevanten Farbe (PRel), z.B. Target (n-1) = rot und Cue (n) = rot) / ungeprimte relevante Farbe (URel), z.B. Target (n-1) = grün und Cue (n) = rot bzw. relevant / ungeprimete irrelevante Farbe (UIrr), z.B. Target (n-1) = rot und Cue (n) = blau] und *Cue-Position* (SP/DP) durchgeführt.

Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Faktors *Priming* [$F(1.98, 39.62) = 39.24$, $p < .001$, ($\eta^2 = .66$)] sowie eine signifikante Interaktion *Priming* x *Cue-Position* [$F(1.37, 27.35) = 19.15$, $p < .001$, ($\eta^2 = .49$)]. Eine ANOVA nur der relevanten Farben (geprimt/ungeprimt) zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Cueingeffekte ([$F(1, 20) = 10$, $p < .01$, ($\eta^2 = .33$)], [DP-SP: geprimt: 96 ms / ungeprimt 78 ms]), in DP-Trials zog der inter-trial-geprimte Cue mehr Aufmerksamkeit auf sich. Auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Primingstufen zeigten sich in allen Bedingungen signifikante Validitätseffekte [PRel: $t(20) = -7.23$ / URel: $t(20) = -6.76$ / UIrr: $t(20) = -5.89$, alle p -Werte $< .001$].

Bei den Fehlerraten konnte im Gegensatz zu den Reaktionszeiten kein Effekt der Inter-Trial-Primingstufen bei relevanten Farben und keine Interaktion mit den Validitätseffekten beobachtet werden (alle $F_s < 1$). Die Mittelwerte lagen in der Priming-Bedingung bei 3.13 % (SP-Cue geprimt) bzw. 6.99% (DP- Cue geprimt) und in der der Bedingung mit ungeprimten relevanten Farben bei 2.83% (SP-Cue ungeprimt) bzw. 6.69% (DP-Cue ungeprimt). Die Überprüfung der Validitätseffekte innerhalb der einzelnen Bedingungen mittels T-Tests brachte ebenfalls bei allen signifikante Unterschiede der Mittelwerte zum Vorschein [PRel: $t(20) = -3.82$ / URel: $t(20) = -3.95$, alle $p < 0.01$ / UIrr: $t(20) = -2.52$, $p < .05$].

5 Diskussion und Ausblick

Zum Abschluss sollen die Ergebnisse anhand der Studie von Ansorge und Becker (2012), die als Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit diente, interpretiert und diskutiert werden. Im Speziellen wird dabei auf das Experiment 3 eingegangen, dessen Design hier um eine Bedingung erweitert wurde.

Zunächst wurde in dieser Arbeit ein signifikanter Validitätseffekt der Cues (DP-SP) gefunden. Allgemein sollten in einem Spatial-Cueing-Paradigma die Reaktionszeiten in validen Trials kürzer sein, also wenn der Hinweisreiz (hier der farbige Cue) an der Position des Zielreizes erscheint. In nicht-validen Bedingungen wird die Aufmerksamkeit zuerst auf die indizierte Position gelenkt und muss von dieser erst wieder weg verlagert werden, wodurch Reaktionszeitkosten entstehen (Posner, 1980). Die hier signifikanten längeren Reaktionszeiten in DP- Trials im Vergleich zu SP-Trials zeigen, dass dies durch die Cues, die unvorhersagbar zu jeweils 50% an einer der beiden Stellen erschienen, der Fall war und diese somit die Suche beeinflusst haben (vgl. Irons et al., 2011). Wie zu erwarten war, zeigte sich ein größerer Validitätseffekt von Cues mit relevanten Farben im Vergleich zu irrelevanten Cues, was sich in einer signifikanten Interaktion zwischen den Faktoren Cue-Farbe und Cue-Position äußerte. Dies zeigt ein zielgetriebene Lenkung der Aufmerksamkeit im Sinne der „contingent-Capture“-Hypothese (Folk et al., 1998), da die dem attentionalen Kontrollset entsprechenden (relevanten) Farben in einem größeren Ausmaß die Aufmerksamkeit auf sich lenkten.

Was den Einfluss der Bahnungsbedingungen betrifft, zeigte sich hierbei ein signifikanter Haupteffekt, wobei in der kongruenten Bedingung (Wortprime zeigte die entsprechende Zielreizfarbe an) wenig überraschend schnellere Reaktionszeiten gefunden wurden als in den inkongruenten Bedingungen. Dies könnte einerseits darauf hindeuten, dass in kongruenten Bedingungen die Aufrechterhaltung des attentionalen Suchsets für die Zielreizfarben leichter fällt als in inkongruenten Bedingungen, in denen zusätzliche „Übersetzungskosten“ anfallen würden. Andererseits könnte dies (zusätzlich) auch an der Bahnung des Zielreizes liegen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die Unterdrückung oder Nicht-Beachtung der Wortprimen in inkongruenten Bedingungen einen zeitraubenden Prozess darstellt, der teilweise für die längeren Reaktionszeiten verantwortlich sein könnte (vgl. Folk & Remington, 1998).

In Bezug auf die Ausgangsstudie (Ansorge & Becker, 2012) zeigte sich, keine automatische Bahnung von Farben durch zuvor präsentierte Farbwörter. Es ist wahrscheinlich, dass dies der (zumindest in inkongruenten Bedingungen) mangelnden Beachtung bzw. Verwendung der Farbwörter seitens der Versuchsteilnehmer geschuldet war, wofür – wie bereits angedeutet – mehrere Indizien sprechen.

Zunächst fanden sich zwischen den inkongruenten Bahnungsbedingungen keine Unterschiede in den Reaktionszeiten und keine Unterschiede in den Validitätseffekten der Cues. So könnten 100%-valide Precues (hier die potentiellen Wortprimen) in Aufgaben, in denen der Zielreiz auch ohne Hilfe dieser Information zu identifizieren ist (der farbige Balken), nicht verwendet werden (z.B.: Davis & Gibson, 2012), was zumindest in inkongruenten Bedingungen der Fall gewesen sein könnte (vgl. Ansorge & Becker, 2012). Auch wenn die mangelnde Verwendung eines Precues, der mit absoluter Sicherheit auf ein Merkmal des Zielreizes hinweist, irrational zu sein scheint, könnte dies in Anbetracht des Aufwands, den das Enkodieren des (inkongruenten) Farbprimen in ein attentionales Kontrollset nötig macht, zu Gunsten der allgemeinen Effizienz geschehen sein (vgl. Gibson & Sztybel, 2014). Gegeben, dass auch nicht bewusst beachtete Reize (automatische) Primingeffekte hervorrufen (z.B.: Martens, Ansorge & Kiefer, 2011), ist es allerdings verwunderlich, dass geprimte Cues keine größeren „Capture“-Effekte zeigten als ungeprimte. Dies könnte daran liegen, dass inkongruente Information, die zu einem Konflikt (Reaktionszeitkosten durch Beachtung der geprimten Cues) führt, ignoriert werden konnte („conflict-monitoring“; Botvinick, Braver, Barch & Carter, 2001).

Weiters zeigte sich auch ein signifikanter Kongruenzeffekt betreffend der Orientierung des Zielreizes und des Distraktors, mit schnelleren Reaktionszeiten bei kongruenter im Vergleich zu inkongruenter Orientierung. Dieser Kongruenzeffekt interagierte unter anderem mit dem Faktor Cue-Position, sodass die Validitätseffekte der Cues (DP-SP) bei gleicher Orientierung wesentlich kleiner ausfielen als bei unterschiedlicher Orientierung. Gleiches zeigte sich auch im Ausgangsexperiment und könnte darauf hindeuten, dass die Teilnehmer in Trials mit gleicher Orientierung nicht auf eine bestimmte Zielreizfarbe, sondern verstärkt auf die Antwortmerkmale achteten (vgl. Ansorge & Becker, 2012). Da relevante im Vergleich zu irrelevanten Farbcues größere Validitätseffekte zeigten, kann angenommen werden, dass das attentionale Kontrollset nicht generell auf farbige Balken ausgerichtet wurde, sondern auf relevante Farben beschränkt war (vgl. Ansorge & Becker, 2012). Allerdings könnten auch parallel zu attentionalen Selektionsprozessen motorische Primingeffekte (vgl. Eriksen & Eriksen, 1974) die Auswahl der Antwort erleichtert und somit die Validitätseffekte der Cues

abgeschwächt haben. Zudem zeigte sich nach Analyse der Interaktionen zwischen den Primingstufen und den Orientierung der Target- und Distraktorbalken, dass bei gleicher Orientierung der Effekt der Primingbedingungen kleiner ausfiel als bei inkongruenter Orientierung. So kam es bei gleicher Orientierung einerseits zu kürzeren Reaktionszeiten, aber auch zu einem geringeren Unterschied zwischen den kongruenten und inkongruenten Bahnungsbedingungen.

Zu guter Letzt zeigten sich auch in Studien, bei denen Informationen zu Beginn jedes Trials das Zielreizmerkmal mit absoluter Sicherheit anzeigten keine signifikanten Einflüsse von Intertrial-Priming (z.B.: Fectau, 2007). Die vorliegenden Ergebnisse stehen insofern im Widerspruch zu diesen Arbeiten, als dass Interaktionen von Inter-trial-Priming mit anderen Faktoren zu beobachten waren, und die Informationen des vorhergehenden Zielreizes somit nicht, wie etwa von Ansorge & Becker (2012) gezeigt, durch die letzten Farbinformationen (die Farbprimas) relativiert bzw. „überschrieben“ wurden.

In Summe sprechen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit einerseits dafür, dass die Effekte aufgabenrelevanter Merkmale im Sinne der „contingent-capture“-Hypothese (z.B.: Folk et al., 1992) nicht – wie von einigen Autoren (z.B.: Belopolsky et al., 2010; Theeuwes, 2006; Theeuwes, 2010; Theeuwes, 2013) postuliert – alternativ durch „inter-trial“-Priming zu erklären sind, sondern nur für einen kleinen Teil davon verantwortlich sind (z.B.: Ansorge & Horstmann, 2007; Folk & Remington, 2008; Irons et al., 2012; vgl. Lamy & Kristjánsson, 2013).

Zum Anderen deuten sie auch darauf hin, dass die Annahme, dass Primingeffekte losgelöst von aktuellen Zielen oder Suchstrategien sind (z.B.: Awh et al., 2012; Majlkovic & Nakayama, 1994; Theeuwes et al., 2006; Theeuwes, 2010), zu kurz greift. So konnten diese offenbar durch die Nicht-Beachtung der inkongruenten Farbwörter bzw. durch eine Strategie, vorwiegend auf das Zielreizmerkmal zu achten, eliminiert werden. Dass sich ein „inter-trial“-Primingeffekt der vorhergehenden Zielreizfarbe auf die Validitätseffekte zeigte, könnte daran liegen, dass Zielreizmerkmale, genauso wie kongruente Farbwörter, im Vergleich zu inkongruenten Farbwörtern als relevant oder nützlich erachtet werden und so Primingeffekte „zugelassen“ werden (vgl. Becker et al., 2009), was ebenfalls für einen strategischen Einfluss spricht.

Um einen möglichen Unterschied der Primingeffekte durch relevante und irrelevante Farbwörter zu zeigen, könnte es nötig sein, Designs zu verwenden, die die Teilnehmer dazu zwingen, Wörter am Beginn eines Durchgangs in ein attentionales Kontrollset zu enkodieren

um den Zielreiz eindeutig vom Distraktor zu unterscheiden, (vgl. Gibson & Sztybel, 2014). Dies könnte weitere Antworten auf die Frage liefern, ob Primingeffekte von 100% validen Informationen automatischer Natur sind oder strategisch moduliert sind.

6 Referenzen

- Anderson, B. (2011). There is no such thing as attention. *Frontiers in Psychology*, 2, 246.
- Anderson, B. A., & Folk, C. L. (2010). Variations in the magnitude of attentional capture: Testing a two-process model. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 342-352.
- Anderson, B. A., & Folk, C. L. (2012). Dissociating location-specific inhibition and attention shifts: Evidence against the disengagement account of contingent capture. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 1183-1198.
- Allport, D., A., (1989). Visual attention. In M. A. Posner (Hrsg.), *Foundations of cognitive science*, 631-682. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, 57, 2-12.
- Ansorge, U., & Becker, S. I. (2012). Automatic priming of attentional control by relevant colors. *Attention, Perception & Psychophysics*, 74, 83-102.
- Ansorge, U., & Becker, S. I. (2014). Contingent capture in cueing: the role of color search templates and cue-target color relations. *Psychological Research*, 78, 209-221.
- 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., & Heumann, M. (2004). Peripheral cuing by abrupt-onset cues: the influence of color in S-R corresponding conditions. *Acta Psychologica*, 116, 115-143.
- Ansorge, U., & Horstmann, G. (2007). Preemptive control of attentional capture by color: Evidence from trial-by-trial analysis and ordering of onsets of capture effects in RT distributions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 952-975.
- Ansorge, U., Horstmann, G., & Scharlau, I. (2010). Top-down contingent attentional capture during feed-forward visual processing. *Acta Psychologica*, 135(2), 123-126.
- 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(1), 113-122.
- Ansorge, U., & Leder, H. (2011). Lehrbuch Basiswissen Psychologie: *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Awh, E., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: A failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Science*, 16, 437-443.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, 55, 485-49.

- Becker, S. I. (2007). Irrelevant singletons in pop-out search: Attentional capture or filtering costs? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *33*, 764.
- Becker, S. I. (2008a). Can intertrial effects of features and dimensions be explained by a single theory? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*, 1417.
- Becker, S. I. (2008b). The stage of priming: Are intertrial repetition effects attentional or decisional? *Vision Research*, *48*(5), 664-684.
- Becker, S. I. (2010a). The role of target–distractor relationships in guiding attention and the eyes in visual search. *Journal of Experimental Psychology: General*, *139*, 247–265.
- Becker, S. I., Ansorge, U., & Horstmann, G. (2009). Can intertrial priming account for the similarity effect in visual search?. *Vision Research*, *49*, 1738-1756.
- Becker, S. I., Folk, C. L., & Remington, R. W. (2010). The role of relational information in contingent capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *36*, 1460-1476.
- Becker, S. I., Folk, C.L., & Remington, R.W. (2013). Attentional capture does not depend on feature similarity, but on target-nontarget relations. *Psychological Science*, *24*(5), 634-647.
- Becker, S. I., Valuch, C., & Ansorge, U. (2014). Color priming in pop-out search depends on the relative color of the target. *Frontiers in Psychology*, *5*.
- Belopolsky, A. V., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2010). What is top-down about contingent capture? *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*, 326 – 341.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological review*, *108*, 624.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. New York: Pergamon.
- Cherry, E. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, *25*, 975-979.
- Cosman, J. D., & Vecera, S. P. (2013a). Context-dependent control over attentional capture. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *39*, 836–848.
- Davis, G. J., & Gibson, B. S. (2012). Going rogue in the spatial cuing paradigm: high spatial validity is insufficient to elicit voluntary shifts of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *38*, 1192.

- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Du, F., Zhang, K., & Abrams, R. A. (2014). Hold the future, let the past go: Attention prefers the features of future targets. *Cognition*, 131, 205-215.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 501.
- Duncan, J., & Humphreys, G.W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Eimer, M. & Kiss, M. (2008). Involuntary attentional capture is determined by task set: Evidence from Event-related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(8). 1423-1433.
- Eriksen, B. A., & Eriksen C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W., & James, J. D. S. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception and Psychophysics*, 40, 225–240.
- Fecteau, J. H. (2007). Priming of pop-out depends upon the current goals of observers. *Journal of Vision*, 7(6), 1:1-11.
- Folk, C. L. (2013). Dissociating compatibility effects and distractor costs in the additional singleton paradigm. *Frontiers in Psychology*, 4, 434.
- Folk, C. L., & Anderson, B. A. (2010). Target-uncertainty effects in attentional capture: Color-singleton set or multiple attentional control settings? *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 421-426.
- Folk, C. L., Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2002). Made you blink! Contingent attentional capture produces a spatial blink. *Perception & Psychophysics*, 64, 741-753.
- Folk, C. L., & Remington, R. W. (1998). Selectivity in distraction by irrelevant featural Singletons: Evidence for two forms of attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 847-858.
- Folk, C.L., & Remington, R.W. (2008). Bottom-up Priming of top-down Attentional Control Settings. *Visual Cognition*, 16, 215-231.
- Folk, C. L., & Remington, R. (2010). A critical evaluation of the disengagement hypothesis. *Acta Psychologica*, 135, 103-105.
- Folk, C. L., & Remington, R. W. (2015). Unexpected abrupt onsets can override a top-down set for color. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 41, 1153-1165.

- 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.
- Found, A., & Müller, H. (1996). Searching for unknown feature targets on more than one dimension: Investigating a “dimension-weighting” account. *Perception & Psychophysics*, *58*, 88-101.
- Gaspelin, N., Leonard, C. J., & Luck, S. J. (2015). Direct evidence for active suppression of salient-but-irrelevant sensory inputs. *Psychological Science*, *26*, 1740-1750.
- Geyer, T., & Müller, H. J. (2009). Distinct, but top-down modifiable color and positional priming mechanisms in visual pop-out search. *Psychological Research*, *73*, 167-176.
- Geyer, T., Müller, H. J., & Krummenacher, J. (2008). Expectancies modulate attentional capture by salient color singletons. *Vision Research*, *48*, 1315-1326.
- Gibson, B. S., & Sztybel, P. (2014). The spatial semantics of symbolic attention control. *Current Directions in Psychological Science*, *23*, 271-276.
- Harris, A. M., Remington, R. W., & Becker, S. I. (2013). Feature specificity in attentional capture by size and color. *Journal of Vision*, *13*, 1-15.
- Hickey, C., Chelazzi, L., & Theeuwes, J. (2010). Reward changes salience in human vision via the anterior cingulate. *The Journal of Neuroscience*, *30*, 11096-11103.
- Hickey, C., Di Lollo, V., & McDonald, J. J. (2009). Electrophysiological indices of target and distractor processing in visual search. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*, 760-775.
- Hickey, C., McDonald, J. J., & Theeuwes, J. (2006). Electrophysiological evidence of the capture of visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*, 604-613.
- Grubert, A., & Eimer, M. (2013). Qualitative differences in the guidance of attention during single-color and multiple-color visual search: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *39*, 1433-1442.
- Irons, J. L., Folk, C. L., & Remington, R. W. (2012). All Set! Evidence of simultaneous attentional control settings for multiple target colors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *38*, 758-775.
- Jacoby, L. L. (1983). Perceptual enhancement: persistent effects of an experience. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *9*, 21.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. B. Long & A. D. Baddeley (Hrsg.), *Attention and Performance IX* (S. 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Kristjánsson, Á., Sigurjónsdóttir, Ó., & Driver, J. (2010). Fortune and reversals of fortune in visual search: Reward contingencies for pop-out targets affect search efficiency and target repetition effects. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 1229-1236.
- Lamy, D. (2010). Reevaluating the disengagement hypothesis. *Acta Psychologica*, 135, 127-129.
- Lamy, D., Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2012). Selective Attention. In A.F. Healy & R.W. Proctor (Eds.), *Experimental Psychology. Volume 4 in I.B. Weiner (Editor-in-Chief), Handbook of Psychology*, New York: Wiley.
- Lamy, D., & Kristjánsson, Á. (2013). Is goal-directed attentional guidance just intertrial priming? A review. *Journal of Vision*, 13, 1-19.
- Lamy, D., Yashar, A., & Ruderman, L. (2010). A dual-stage account of inter-trial priming effects. *Vision Research*, 50, 1396-1401.
- Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2006a). It's under control: top-down search strategies can override attention capture. *Psychonomic Bulletin Review*, 13, 132-138.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out: I. Role of features. *Memory & Cognition*, 22, 657-672.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1996). Priming of pop-out: II. The role of position. *Perception & psychophysics*, 58(7), 977-991.
- Martens, U., Ansorge, U., & Kiefer, M. (2011). Controlling the unconscious attentional task sets modulate subliminal semantic and visuomotor processes differentially. *Psychological Science*, 22, 282-291.
- McDonald, J. J., Green, J. J., Jannati, A., & Di Lollo, V. (2013). On the Electrophysiological Evidence for the Capture of Visual Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 849-860.
- Moore, K. S., & Weissman, D. H. (2010). Involuntary transfer of a top-down attentional set into the focus of attention: Evidence from a contingent attentional capture paradigm. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(6), 1495-1509.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly journal of experimental psychology*, 11, 56-60.
- Müller, H. J., Heller, D., & Ziegler, J. (1995). Visual search for singleton feature targets within and across feature discriminations. *Perception & Psychophysics*, 57, 1-17.
- Müller, H. J., Krummenacher, J., & Schubert, T. (2014). *Aufmerksamkeit und Handlungssteuerung: Grundlagen für die Anwendung*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

- Olivers, C. N. (2009). What drives memory-driven attentional capture? The effects of memory type, display type, and search type. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 1275.
- Pashler, H. (1988). Cross-dimensional interaction and texture segregation. *Perception & Psychophysics*, 43, 307-318.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32A, 3-25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma, & D. G. Bouwhuis (Hrsg.), *Attention and Performance X*, 531-556. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Reviews in Neuroscience*, 13, 25-42.
- Sawaki, R., & Luck, S. J. (2010). Capture versus suppression of attention by salient singletons: Electrophysiological evidence for an automatic attend-to-me signal. *Attention Perception & Psychophysics*, 72(6), 1455-1470.
- Schreij, D., Theeuwes, J., & Olivers, C. N. L. (2010). Irrelevant onsets cause inhibition of return regardless of attentional set. *Attention Perception & Psychophysics*, 72(7), 1725-1729.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual Selectivity for Colour and Form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599-606.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135, 77-99.
- Theeuwes, J. (2013). Feature-based attention: it is all bottom-up priming. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 368(1628), 20130055.
- Theeuwes, J., Atchley, P., & Kramer, A. F. (2000). On the time course of top-down and bottom-up control of visual attention. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Attention and performance XVIII* (pp. 105-125). Cambridge: MIT Press.
- Theeuwes, J., Reimann, B., & Mortier, K. (2006). Visual search for featural singletons: No top-down modulation, only bottom-up priming. *Visual Cognition*, 14, 466-489.
- Treisman, A. M. (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.

- Vatterott, D. B., & Vecera, S. P. (2012). Experience-dependent attentional tuning of distractor rejection. *Psychonomic bulletin & review*, *19*(5), 871-878.
- Vecera, S. P., Cosman, J. D., Vatterott, D. B., & Roper, Z. J. (2014). The control of visual attention: Toward a unified account. *Psychology of learning and motivation*, *60*, 303-347.
- Welford, A., T. (1952). The 'psychological refractory period' and the timing of high-speed performance – A review and a theory. *British Journal of Psychology General Section*, *43*, 2–19.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0. A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*, 202-238.
- Wolfe, J. M. (1998). Visual search. *Attention*, *1*, 13-73.
- Wolfe, J. M., Butcher, S. J., Lee, C., & Hyle, M. (2003). Changing your mind: On the top-down and bottom-up guidance in visual search for feature singletons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *29*, 483-502.
- Worschech, F., & Ansorge, U. (2012). Top-down search for color prevents voluntary directing of attention to informative singleton cues. *Experimental Psychology*, *59*, 153-162.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *10*, 601-621.
- Yashar, A., & Lamy, D. (2011). Refining the dual-stage account of intertrial feature priming: Does motor response or response feature matter? *Attention, Perception, & Psychophysics*, *73*, 2160-2167.
- Yashar, A., Makovski, T., & Lamy, D. (2013). The role of motor response in implicit encoding: Evidence from intertrial priming in pop-out search. *Vision Research*, *93*, 80-87.
- Zhang, W., & Luck, S. J. (2009). Feature-based attention modulates feedforward visual processing. *Nature Neuroscience*, *12*, 24-25.

7 Anhang

7.1 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die Diplomarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

7.2 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Lukas Naderer
Staatsangehörigkeit: Österreich

Ausbildung

seit 2004 Studium Psychologie an der Universität Wien
2003-2004 Studium Landschaftsplanung und Maschinenbau
1997-2003 Europagymnasium Baumgartenberg
1995-1997: Ostarrichi- Gymnasium Amstetten

Relevante Berufserfahrung

Seit 2014 Autistenzentrum „Arche Noah“ Wien
2012 Wissenschaftliche Mitarbeit/
Psychotherapeutische Praxis Mag. Juan José Rios
2011 – 2014 Selbständiger Behindertenbetreuer

Weiterbildung und Praktika

2011 Lern- und Kreativitätstechniken (Bildungsforum)
2005 4-wöchiges Praktikum im Landespflegeheim
Wallsee-Sindelburg
2002 Kurzpraktikum in einer Integrationsklasse /
Kindergarten Perg

Sprachen

Englisch: sehr gute Kenntnisse in Wort und Schrift
Französisch: Grundkenntnisse
Spanisch: Grundkenntnisse