



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Ein Gespür für Formen und Farben? Unbewusste
Wahrnehmung und das beiläufige Lernen von
Formmerkmalen bei visueller Suche“

verfasst von / submitted by

Benedikt Tusche, BSc.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc.)

Wien, 2017

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

A 066840

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

Psychologie

Betreut von / Supervisor:

Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Vorwort und Motivation der Arbeit

Von der folgenden, berühmt-berüchtigten Studie haben die meisten von uns schon einmal gehört: Amerikanische WissenschaftlerInnen manipulierten demnach in den 1950ern die Einzelbilder eines Kinofilms, sodass während der Präsentation wiederholt für Sekundenbruchteile Abbildungen von Coca-Cola und Popcorn gezeigt wurden. Dies erfolgte so kurz, dass es für das menschliche Bewusstsein nicht wahrnehmbar war. Unterbewusst seien diese Bilder jedoch sehr wohl von unserem Gehirn verarbeitet worden und hätten sogar zu einer messbaren Absatzsteigerung von Cola und Popcorn in den betreffenden Kinos geführt. Dass sich diese vermeintliche Studie Jahre später als Schwindel eines Werbeunternehmens herausstellte, tat ihrer Bekanntheit keinen Abbruch. Viel zu groß ist die Faszination um die Vorstellung, dass es da vielleicht mehr gibt in unserem Bewusstsein, als es uns mit konventionellen Mitteln begreifbar scheint.

Psychologie zu studieren bedeutet oft, sich von seinem Umfeld mit derartigem vermeintlichen Vorwissen oder gängigen Klischees konfrontiert zu sehen. Dabei darf jedoch nie vergessen werden, was Psychologie eigentlich grundsätzlich ist: Eine Wissenschaft. Als selbige hat sie sich gezielt abzugrenzen von reißerischen Scheinweisheiten und unbegründeten Spekulationen; gute Wissenschaft basiert auf Kommunikation, Einsicht und dem stetigen Aufbau auf bereits erworbenem, belegbarem Wissen.

Diese Arbeit zum Thema der Aufmerksamkeit sowie ihrer zugehörigen, unbewussten Prozesse war für mich demnach aus zweierlei Hinsicht interessant: Einerseits war es für mich eine gute Übung, stets einen wissenschaftlichen Fokus auf das eigentliche Forschungsthema zu bewahren und nicht abzuschweifen in die zahlreichen, teils philosophisch anmutenden Grenzthematiken. Andererseits haben wir in unserem Studium bereits viel über die aufmerksamkeitsbezogenen Grundlagen gelernt und es war sehr interessant, dieses Wissen selbst einmal in Hypothesen, Experimenten und Auswertungen umsetzen zu können.

Besonderer Dank

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meiner Familie, meinem Freund und meinen Freunden für die durchgehende Motivation, finanzielle Unterstützung und entgegengebrachte Wertschätzung bedanken. Es ist ein großes Privileg, das studieren zu dürfen, was man liebt und ein noch viel Größeres, von seinen Liebsten auf diesem Weg begleitet zu werden.

Weiterhin danke ich meinen Betreuern Ulrich Ansorge und Tobias Schöberl für die tatkräftige Hilfe bei der Erstellung und Umsetzung des Experiments.

Inhalt

Vorwort und Motivation der Arbeit	i
Besonderer Dank	ii
Zusammenfassung.....	1
Abstract	1
1 Einleitung und theoretischer Hintergrund	3
1.1 Visuelle Aufmerksamkeit.....	3
1.1.1 Bewusste vs. unbewusste Verarbeitung	4
1.1.2 Offene und verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit	8
1.2 Top-down vs. bottom-up	9
1.2.1 Exogen bzw. bottom-up	10
1.2.2 Endogen bzw. top-down	11
1.2.3 Vergleich	12
1.3 Contingent Capture	12
1.4 Untersuchungsbedingungen visueller Suche	14
1.4.1 Maskierung	14
1.4.2 Eigenschaften visueller Reize.....	15
2 Fragestellungen	17
3 Methode	18
3.1 Versuchsplan / Untersuchungsdesign	18
3.2 Stichprobenbeschreibung	18
3.3 Messinstrumente / gemessene Variablen	19
3.4 Vorgehen.....	21
3.5 Fakultativ.....	22
4 Ergebnisse	23
4.1 Reaktionsgeschwindigkeit	23
4.2 Fehlerraten.....	25
5 Diskussion	27
5.1 Kontrolle der Hypothesen	27
5.1.1 Hypothese 1	27
5.1.2 Hypothese 2	28
5.2 Interpretation der Ergebnisse.....	28
5.3 Limitationen	30

5.4 Implikationen	31
Literaturverzeichnis	32
Abbildungsverzeichnis	40
Anhang	41

Zusammenfassung

Bis zum heutigen Tage diskutieren WissenschaftlerInnen, welche Prozesse bei der Selektion von Aufmerksamkeit eine Rolle spielen. Die vorliegende Arbeit untersucht in diesem Rahmen das Phänomen des *Contingent Capture*. In einem computerisierten spatial cuing Experiment wurde neben den gut erforschten Variablen der Farb- und Positionsvalidität zusätzlich noch der Einfluss verschiedener Formmerkmale erhoben. Obwohl die Form relevante Hinweise zur Lösung der Aufgaben bot, wurde selbiges nicht direkt instruiert, um somit eventuelle beiläufige Lernprozesse erfassen zu können. Die Ergebnisse konnten einen signifikanten Haupteffekt für Position sowie eine Interaktion bezüglich Position und Farbe zeigen, jedoch keine signifikanten Effekte der Variable Form. Das Experiment dient als Vorläuferstudie eines umfassenden Projekts der Universität Wien; die resultierenden Implikationen werden besprochen.

Abstract

To this day, scientists are not sure, which processes to focus on with regards to studying attention. This work examines the associated phenomena of *contingent capture*. A spatial cuing experiment was carried out to expand previous findings, regarding the validity of color and position, to the new variable of shape. Although it was - for the sake of examining incidental learning processes - not explicitly instructed to the participants, attending to features of shape could yield advantages for the task. The results showed a significant main effect of position as well as an interaction between position and color; nonetheless no effects were found for shape. The experiment will be used as a prestudy for a comprehensive research of the university of Vienna; possible implications are discussed.

Keywords: contingent capture, shape, color, learning, visual search, spatial cuing

“Attention is the rarest and purest form of generosity.”

- Simone Weil

1 Einleitung und theoretischer Hintergrund

Ganz gleich ob wir uns im Kino, im Restaurant oder in einem Wald befinden: Unsere Umwelt ist stets gespickt mit abertausenden Reizquellen, die um unsere Aufmerksamkeit buhlen. Um in dieser regelrechten Informationsflut nicht den Überblick bzw. Verstand zu verlieren, verfügt das menschliche Gehirn über ein ausgefeiltes System, um seine Besitzer souverän und zielgenau durch das Leben zu navigieren. Die nachfolgenden Kapitel sollen den LeserInnen einen Einblick in aktuelle wissenschaftliche Konzepte und Erkenntnisse aus diesem interessanten Forschungsgebiet gewähren, um diese Arbeit in einen breiteren Kontext setzen und die Ergebnisse interpretieren zu können.

1.1 Visuelle Aufmerksamkeit

Für das schüchterne Mauerblümchen ist sie ein Graus, für den extrovertierten Schauspieler eine Wonne; manchmal beflügelt sie einen für Stunden und manchmal kann man sie trotz aller Mühen nicht aufbringen: Kaum ein Begriff ist so selbstverständlich und doch vielseitig zugleich wie die Aufmerksamkeit. Aber was verbirgt sich eigentlich genau hinter diesem Alltagsphänomen?

Bereits 1890 formulierte William James, einer der Urväter der modernen Psychologie: *„Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind [...]. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others, and is a condition which has a real opposite in the confused, dazed, scatterbrained state which in French is called distraction, and Zerstreutheit in German.“* (S. 75). Da es Aufgabe aller WissenschaftlerInnen ist, die Welt so sparsam und doch so präzise wie möglich zu beschreiben, soll an dieser noch recht weitläufigen Definition im Folgenden weitergearbeitet werden.

Das Psychologiestudium lehrt: Aufmerksamkeit bezeichnet den Prozess, welcher bestimmte Information zur weiteren Verarbeitung auswählt, während andere Information verworfen wird (Ward, 2015). Visuelle Aufmerksamkeit bezeichnet demnach denjenigen Unterbereich unserer Aufmerksamkeit, welcher sich mit der Verarbeitung und Selektion optischer Reize befasst. Befinden wir uns beispielsweise im Straßenverkehr an einer Ampel, so ist die Information über die Ampelfarbe für uns wichtig und wird beachtet, ein vorbeifliegender Vogel dagegen in der Regel nicht. Derartige Entscheidungen über die Zuwendung von Aufmerksamkeit laufen bei uns

konstant und mit solch trügerischer Leichtigkeit ab, dass kaum jemand sich Gedanken über diese Prozesse macht. Tatsächlich ist diese Fähigkeit jedoch alles andere als trivial; so kann das visuelle System beispielsweise bei Weitem nicht die Gesamtheit aller Eindrücke wahrnehmen und arbeitet stets daran, einen guten Kompromiss zwischen Verarbeitungsaufwand und letztlichem Wahrnehmungsergebnis zu finden (Wolfe, 1994).

Da unser Gehirn zu jeder Zeit gezwungen ist, zwischen zahlreichen Informationsreizen die jeweils relevanten auszuwählen, ist es essentiell, Aufmerksamkeit in ihrer Schlüsselrolle auf dem Weg zu beinahe jeder anderen Form menschlicher Kognition zu verstehen (Priess, Heise, Fischmeister, Born, Bauer & Ansorge, 2014). Aufmerksamkeit und ihre Selektion werden sinnbildlich oft als „Torhüter des Bewusstseins“ dargestellt, was daher rührt, dass sie maßgeblich dafür verantwortlich sind, welche Inhalte wir wahrnehmen oder erinnern, was wir neu lernen und wie wir uns letztendlich verhalten (Yantis, Anderson, Wampler & Laurent, 2012).

Man muss sich nicht lange mit der Thematik befassen, bis klar wird, dass hinter dem vermeintlich trivialen Phänomen der Aufmerksamkeit ein vielschichtiges und multidimensionales Konstrukt steht, welches nur schwer in den Rahmen einer engen Definitionsabgrenzung gepresst werden kann. Im Folgenden soll daher auf einige wichtige Aspekte der Aufmerksamkeit weiter eingegangen werden.

1.1.1 Bewusste vs. unbewusste Verarbeitung

Folgendes Szenario dürfte einigen LeserInnen vielleicht bekannt vorkommen: Zwei Freunde beginnen aus heiterem Himmel die gleiche Melodie zu summen, obwohl diese nirgendwo in der Umgebung gespielt wird. Auf die Verwunderung der Beiden hin erklärt eine dritte Person, dass dieses Lied doch vorher die ganze Zeit im Supermarkt lief, es hätte nur anscheinend keiner der beiden bewusst registriert. Diese und viele weitere Beispiele zeigen auf, dass nicht alles, was wir tun oder wahrnehmen uns auch immer bewusst - oder von uns gewollt ist.

Vor über einem halben Jahrhundert schlug eine thematisch angelehnte Studie von McGinnes (1949) hohe Wellen: Hierin wurde postuliert, dass Wörter, welche von einer Person nicht bewusst identifiziert werden konnten, nichtsdestotrotz messbaren Einfluss auf deren geistige Verarbeitung nehmen würden, ausgedrückt durch erhöhte Werte in der elektrischen

Hautleitfähigkeit (electrodermal response). Diese unterschwellige Wahrnehmung („subliminal perception“ oder kurz „subception“) gab Anlass zu einer hitzigen Debatte über deren Ursprung, Existenz und Auswirkung, welche bis zum heutigen Tage andauert und WissenschaftlerInnen über den ganzen Globus beschäftigt (siehe zum Beispiel Eriksen, 1960; Greenwald, 1992; Merikle & Daneman, 1998; Reingold & Merikle, 1988, 1990).

Die Frage, ob unbewusste Wahrnehmung unser Verhalten beeinflussen kann, stellt hierbei einen der größten Diskussionspunkte dar (Draine & Greenwald, 1998; Holender, 1986). So wurde beispielsweise bereits lange argumentiert, dass ein gewisser Teil der visuellen Verarbeitung immer unbewusst abläuft (Münsterberg, 1910) und dass derartige unbewusste Prozesse Einfluss auf unsere weiteren Reaktionen nehmen (Leuthold & Kopp, 1998; Wolbers et al., 2006).

Evolutionsgeschichtlich gesehen erfüllt sowohl die Fähigkeit der bewussten – als auch unbewussten Verarbeitung einen wichtigen Zweck: Einerseits war der Mensch als soziales Wesen unter anderem auf zielgerichtete wie bedachte Interaktion mit seinen Mitmenschen angewiesen. Andererseits war jedoch in einer Zeit, in der Sekundenbruchteile den Unterschied zwischen Leben und Tod entscheiden konnten, auch derjenige im Vorteil, der im Angesicht wichtiger Ereignisse nicht erst ausführlich überlegen musste, sondern sprichwörtlich „die Beine in die Hand nahm“ und das Weite suchte. Die Kombination dieser zwei unterschiedlichen Verarbeitungsweisen ermöglichte dem Menschen sowohl zielgerichtetes Handeln als auch schnelle Reaktionen auf potentielle Gefahrensituationen und somit ein breites Anpassungspotential an verschiedenste Lebensumstände (Bundesen, 1990; Cave & Wolve, 1990; Yantis, 2000).

Auch in der heutigen Zeit ist eine gut funktionierende Fähigkeit zur bewussten- wie unbewussten Verarbeitung für unser alltägliches Leben essentiell, weshalb sie einen intensiv erforschten Gegenstand moderner Wissenschaft darstellt. Aktuelle Studien zu diesem Thema befassen sich eingehend mit den Ursprüngen und Mechanismen dieser gegensätzlichen Prozesse. Tatsächlich bestätigen zahlreiche Studien eine Diskrepanz zwischen unbewusster Verarbeitung und unserem letztendlichen Verhalten. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass visuelle Stimuli (Reize) nicht bewusst gesehen werden müssen, um dennoch starke Auswirkungen auf unsere nachfolgenden Handlungen zu haben (Vorberg, Mattler, Heinecke,

Schmidt & Schwarzbach, 2003). Die Bandbreite der möglichen Auswirkungen reicht hierbei unter anderem von einer Verschiebung der Aufmerksamkeit in bestimmte Raumrichtungen (Scharlau & Ansorge, 2003; Tapia, Breitmeyer & Shooner, 2010) über eine Beeinflussung von Geschwindigkeit und Korrektheit der Reaktion (Klotz & Neumann, 1999) bis hin zu einer generellen Aktivierung exekutiver (ausführender) Funktionen (Ansorge, Kunde & Kiefer, 2014).

Bewusste Wahrnehmung lässt sich gut mit Standardmethoden der modernen Psychophysik untersuchen, wie beispielsweise der Erkennung und Unterscheidung verschiedener, präsentierter Signalreize (Klotz & Neumann, 1999). Schwieriger gestaltet es sich jedoch bei Untersuchungen bezüglich der unbewussten Wahrnehmung. Überblicksmäßig kann an dieser Stelle für den visuellen Bereich festgehalten werden, dass unbewusste Wahrnehmung vor allem auf einige, distinkte Stimuluseigenschaften reagiert, beispielsweise plötzliches Auftauchen („abrupt onset“; Jonides, 1981) oder Neuheit eines Objekts (Franconeri, Hollingworth & Simons, 2005; Yantis & Jonides, 1990), Änderungen der Luminanz (also der Helligkeit, Lin, Franconeri & Enns, 2008) oder der generellen Salienz des Reizes (gemeint sind damit starke, auffallende Eigenschaften wie beispielsweise ein kräftiges Rot, Theeuwes, 1992).

Nimmt das visuelle System Reize mit derartigen Eigenschaften in seiner Umgebung wahr, so können aktuell laufende, zielgesteuerte Prozesse rasch unterbrochen werden, was eine weitere Analyse der auffälligen Reize ermöglicht (Horstmann & Ansorge, 2016). Derartige automatische bzw. unwillentliche Aufmerksamkeitszuwendung erfolgt hierbei innerhalb eines sehr kurzen Zeitfensters, welches nach Eintritt des Stimulus nur etwa 50ms andauert (Lachter, Forster & Ruthruff, 2004). Wesentlich langsamer läuft hingegen die willentliche Zuwendung von Aufmerksamkeit ab, mit Zeitfenstern von bis zu 200ms oder darüber (Lien, Ruthruff & Cornett, 2010). Doch was hat dies nun zu bedeuten, dass diese unterschiedlichen Arten der Aufmerksamkeitszuwendung auch unterschiedlich schnell ablaufen?

Da Aufmerksamkeit, wie bereits anfänglich erwähnt, ein derart multidimensionales und facettenreiches Phänomen ist, kann es helfen, einen kurzen Blick auf die zugehörigen anatomischen Korrelate zu werfen. Der für diese Arbeit relevante Prozess der visuellen Aufmerksamkeit findet seinen Ursprung im sogenannten visuellen Cortex, der zentralen Anlaufstelle optischer Sinneswahrnehmungen. Dieser Bereich befindet sich beim Menschen am unteren Hinterkopf und nimmt einen großen Teil des dort gelegenen Occipitallappens ein,

welcher für die visuelle Wahrnehmung zuständig ist. Bereits hier beginnen jedoch die Unterschiede: Während der Verarbeitungsprozess der unbewussten, von Reizen getriebenen Aufmerksamkeit in dem primären visuellen Cortex (V1) mit der Analyse einfachster visueller Merkmale beginnt, startet die bewusst gesteuerte Aufmerksamkeit in den benachbarten Bereichen bereits mit komplexeren Aspekten wie Farb- oder Bewegungswahrnehmung (V4 bzw. V5), bevor diese Informationen erst zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls im primären visuellen Cortex verarbeitet werden (Breitmeyer, Ogmen & Chen, 2004; Lamme, Super, Landman, Roelfsema & Spekreijse, 2000; Leopold & Logothetis, 1996; Super, Spekreijse & Lamme, 2001). Weiterhin postulieren ForscherInnen, dass es zwei verschiedene Routen visueller Verarbeitung gibt: Beginnend jeweils im Occipitalcortex unterscheidet man hierbei einerseits den dorsalen (oberen) Weg der Objekterkennung, welcher Verbindungen in den Frontalcortex aufweist, sowie andererseits den ventralen (unteren) Weg der Bewegungskontrolle, welcher in Gebiete des Inferotemporalcortex projiziert (Mishkin, 1982). Diese unterschiedlichen Routen, welche vereinfacht oft auch als „wo?“- bzw. „was?“-Routen bezeichnet werden, stellen einen der populärsten Erklärungsansätze für die unterschiedlichen Eigenschaften verschiedener visueller Verarbeitungsarten dar (Eimer & Schlaghecken, 1998; Leuthold & Kopp, 1998; Previc, 1998).

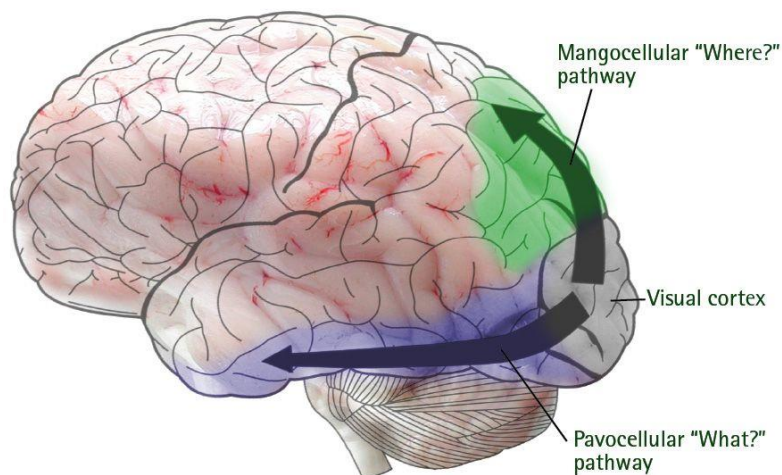


Abbildung 1. Der dorsale und ventrale Weg visueller Verarbeitung

Auch wenn die vermeintlich einfache Frage, wo und wie in unserem Gehirn optische Sinneseindrücke verarbeitet werden, noch bis zur heutigen Zeit NeurowissenschaftlerInnen vor große Herausforderungen stellt, soll dennoch mit Hilfe dieses kurzen Exkurses veranschaulicht

werden, dass das System der visuellen Aufmerksamkeit aus zumindest zwei Untersystemen zu bestehen scheint. Diese neurobiologische Grundlage fügt sich gut in das Bild der empirisch gefundenen Ergebnisse ein, wonach visuelle Aufmerksamkeit in unterschiedlichen Situationen in unterschiedlichen Verarbeitungsweisen agiert. Aktuelle elektrophysiologische sowie bildgebende Studien legen weiterhin die Vermutung nahe, dass diese Verarbeitungsweisen in ihrem Auftreten nicht exklusiv sind, sondern sich gegenseitig beeinflussen können (Bahrami, Lavie & Rees, 2007; Kiefer & Brendel, 2006; Tapia et al., 2010).

Zusammenfassend kann bis zu diesem Punkt also festgehalten werden, dass die Zuwendung visueller Aufmerksamkeit nicht immer gleich funktioniert und dass unsere Anatomie dafür auch eine Erklärung in Form von mindestens zwei unterschiedlichen Verarbeitungspfaden bereithält. Aufmerksamen LeserInnen wird aufgefallen sein, dass der Begriff des Bewusstseins synonym mit dem Begriff der Aufmerksamkeit verwendet wurde. Obgleich sich diese Begriffe vielfach überlappen (Rees & Lavie, 2001), gibt es in der psychologischen Wissenschaft dennoch definitorische Abgrenzungen (da Bewusstsein beispielsweise auch höhere, metakognitive Prozesse der Selbstreflexion und Selbstwahrnehmung umfasst, Lamme 2003; Schurger, Cowey, Cohen, Treisman & Tallon-Baudry, 2008). Aus diesem Grund wird im Folgenden ausschließlich der Begriff der visuellen Aufmerksamkeit verwendet.

1.1.2 Offene und verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit

Manchmal liest man ein Buch und bemerkt erst am Ende einer Seite, dass man die Zeilen zwar mit den Augen abgefahren hat, mit den Gedanken aber ganz woanders war und von dem Inhalt nichts mitbekommen hat. Ein ähnlicher Fall ist der, bei dem man in öffentlichen Verkehrsmitteln einen schrillen Fahrgast aus den Augenwinkeln beobachtet, ihn aber nicht direkt anstarren möchte. Das gemeinsame dieser beiden Situationen ist die – auf den ersten Blick kontraintuitive - Erkenntnis, dass unsere visuelle Aufmerksamkeit nicht immer an dem Ort sein muss, den unsere Augen gerade betrachten.

Die Psychologie bezeichnet visuelle Aufmerksamkeitsverlagerungen mit bzw. ohne einhergehende Augenbewegungen als „offen“ respektive „verdeckt“. Dies rührt daher, dass es in ersterem Fall offensichtlich ist, wohin eine Person ihre Aufmerksamkeit richtet, während es in letzterem Fall verdeckt passiert. Für WissenschaftlerInnen ist das Bewusstsein um die

Existenz dieses Phänomens essentiell, da es impliziert, dass visuelle Aufmerksamkeit nicht ohne Weiteres mit Augenbewegungen gleichgesetzt bzw. als solche erfasst werden kann.

Studien, welche sich eingehender mit dieser Thematik befassen, haben herausgefunden, dass die Verlagerung der visuellen Aufmerksamkeit verdeckt bereits vor der eigentlichen Ausführung einer zielgerichteten Blickbewegung (Sakkade) geschieht (Becker, Harris, Venini & Retell, 2014; Becker, Valuch & Ansorge, 2014; Remington, 1980; Sheliga, Riggio & Rizzolatti, 1995; Bichot, Rossi & Desimone, 2005; Moore & Armstrong, 2003). Ohne initiale, verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerungen sei es ForscherInnen zufolge bei kurzlebigeren Reizen unmöglich, selbst einfachste Salienzeigenschaften zu erkennen (Theeuwes, Van der Burg & Belopolsky, 2008). Weiterhin stellen verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerungen in diesen Fällen eine Voraussetzung für die Wahrnehmung zusätzlicher Eigenschaften - wie etwa der Form oder der Farbe - dar (Ansorge, Horstmann & Scharlau, 2011).

Zwischen offenen und verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerungen bestehen einige Unterschiede. So erfolgen verdeckte Verlagerungen beispielsweise schneller als offene; weiterhin orientieren sie sich mehr an tatsächlichen, objektiven Eigenschaften, was sie in der Konsequenz weniger anfällig für illusorische Erscheinungen als offene Aufmerksamkeitsverlagerungen macht (Breitmeyer et al, 2004; Bridgeman, Kirch & Sperling, 1981).

1.2 Top-down vs. bottom-up

Aufmerksamkeit und Augenbewegungen können entweder reflexartig von bestimmten Reizen in unserer Umgebung angezogen, oder zielgerichtet zu bestimmten Orten gelenkt werden (vgl. Jonides, 1981; Yantis, 1993, 2000). Sieht man beispielsweise unverhofft eine Sternschnuppe am Firmament vorüberziehen, wird dieser auffällige Reiz automatisch unseren Blick fesseln. Sucht man hingegen einen verlorenen Elternteil in einer Menschenmenge, wird die Betrachtungsweise systematisch ablaufen und auf bestimmte Eigenschaften (etwa die Kleidungs- oder Haarfarbe der Mutter) konzentriert sein.

Bereits 1958 schrieb Broadbent, Aufmerksamkeit werde bestimmt durch „*certain properties of the events and by certain states of the organism*“ (S. 297). Obgleich sich die Termini im Lauf der Zeit geändert haben, blieben die dahinterstehenden Grundprinzipien bis heute erhalten:

Reizgesteuerte visuelle Suche bezeichnet die moderne Wissenschaft hierbei als „*exogen*“, wogegen sie an Zielen und Absichten orientierte Suchmuster als „*endogen*“ titulierte. Eine bildhaftere Kategorisierung, welche ebenfalls im wissenschaftlichen Sprachgebrauch kursiert, ist die Unterteilung in „*bottom-up*“ respektive „*top-down*“ (Posner, 1980; Theeuwes, 1991; Yantis & Jonides, 1984). Diese Begrifflichkeit verweist auf Unterschiede der anatomischen Verarbeitungsrouten und ist zu dem oben angeführten Begriffspaar synonym. Gemeinsam wird diesen beiden Domänen die breite Aufgabe der Aufmerksamkeitsverteilung im visuellen System zugeschrieben (Corbetta & Shulman, 2002; Egeth & Yantis, 1997; Yantis, 2000).

Obleich die Abgrenzung zwischen *exogener* und *endogener* Selektion auch oft als Ausdruck unterschiedlicher, zugrundeliegender Aufmerksamkeitssysteme betrachtet wird (Jonides, 1981; Müller & Rabbit, 1989), verbleiben Fragen bezüglich Auslösern und Bedingungen bis heute als Gegenstand kontroverser Diskussion (Kiss, Jolicoeur, Dell’Acqua & Eimer, 2008). Während einige ForscherInnen für ein Primat *exogener* Aufmerksamkeitszuwendung argumentieren und willentlichen Einfluss weitestgehend ausschließen (Theeuwes, 1991, 1992, 1996), vertreten andere die Ansicht, dass sich derartige Aufmerksamkeitserfassung lediglich auf wenige, distinkte Stimuluseigenschaften bezieht (Yantis, 1993, 1996; Yantis & Hillstrom, 1994; Yantis & Jonides, 1990). Wieder andere postulieren, dass das Potential zur Aufmerksamkeitserfassung eines Stimulus von zuvor gebildeten Kontrolleinstellungen bezüglich der gesuchten Eigenschaft abhängt (Folk & Annett, 1994; Folk & Remington, 1994, 1996; Folk, Remington & Johnston, 1992, 1993; Folk et al., 1994).

Schnell zeigt sich, dass die Thematik in ihrer Komplexität nicht unterschätzt werden sollte. Um die verschiedenen Standpunkte argumentativ nachvollziehen zu können, soll im Folgenden auf die beiden zugrundeliegenden Mechanismen genauer eingegangen werden.

1.2.1 Exogen bzw. bottom-up

Visuelle Selektion wird als *exogen* bzw. *bottom-up* gesteuert bezeichnet, wenn unsere Aufmerksamkeit Objekte oder Ereignisse unwillentlich priorisiert, während Ziele oder Absichten der Betrachter ignoriert bzw. unterbrochen werden (Egeth & Yantis, 1997; Theeuwes, 1993; Yantis, 1993, 1996; Yantis et al., 2012). *Bottom-Up* Selektion reagiert vor allem auf Salienzkontraste und zwingt zur Betrachtung derjenigen Reize mit den auffälligsten

physikalischen Eigenschaften (Itti & Koch, 2000; Reynolds & Chelazzi, 2004; Van der Stigchel et al., 2009).

Die Existenz dieses Phänomens konnte in zahlreichen Studien bestätigt werden. So konnte gezeigt werden, dass beispielsweise die Suche nach einer vorgegebenen Form (wie einem Dreieck) unter weiteren, irrelevanten Formen (wie Vierecken) signifikant verlangsamt wird, wenn zusätzlich auch auffallende Farbreize (wie ein herausstechendes Rot) auf dem Suchdisplay erscheinen (Theeuwes, 1991). Dies legt die Vermutung nahe, dass die auffallenden Farbreize (obgleich für die Lösung der Aufgabe irrelevant) den Fokus der Aufmerksamkeit auf sich - und damit weg von den tatsächlichen Zielen gelenkt haben. Die hierbei verlängerte Bearbeitungszeit bekräftigt, dass die Aufmerksamkeit in einer *exogenen* Art und Weise von dem Farbreiz angezogen wird und ursprüngliche Aufgabenstellungen dabei ignoriert werden (Kiss et al., 2008). Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass auch das abrupte Auftauchen eines neuen Objektes Einfluss auf unsere Aufmerksamkeit nimmt, indem der Fokus an den Ort des Erscheinens gelenkt wird, selbst wenn dies den aktuellen Suchabsichten widerspricht (Yantis & Jonides, 1984).

1.2.2 Endogen bzw. top-down

Orientiert sich visuelle Selektion an perzeptuellen Zielen oder Absichten des Betrachters, so spricht man von einem *endogenen* bzw. *top-down* gesteuerten Prozess. Auf der Suche nach bestimmten Objekten, Eigenschaften oder an bestimmten Orten kann der Fokus der Aufmerksamkeit willentlich zu entsprechenden Objekten, Eigenschaften oder Orten gelenkt werden. Dies kann sowohl in Form einer offenen – als auch verdeckten Aufmerksamkeitsverlagerung erfolgen, zeigt positive Auswirkungen auf Schnelligkeit wie Genauigkeit der behavioralen Antwort (Pashler, 1998) und bewirkt eine starke Anpassung neuronaler Gehirnaktivität (Moran & Desimone, 1985; Yantis, 2008).

Die Hypothese *top-down* gesteuerter Aufmerksamkeitserfassung besagt weiterhin, dass Beobachter ihre Suchstrategie flexibel ändern können, um somit eine optimale Anpassung an spezifische Ziele visueller Suche zu gewährleisten (Kiss et al., 2008). Das jeweilige Vorwissen über die zu suchenden Reize wird dabei zur Erstellung einer attentionalen Sucheinstellung

(„attentional control setting“) verwendet, welche dann wie eine Schablone zur weiteren Suche genutzt werden kann (Bacon & Egeth, 1994; Egeth, Leonard & Leber, 2010).

1.2.3 Vergleich

Einige Studien argumentieren vehement, dass saliente Reize die Fähigkeit besitzen, automatisch die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen (Hickey, McDonald & Theeuwes, 2006; Schoeberl, Fuchs, Theeuwes & Ansorge, 2015; Theeuwes, 1992). Andere Studien lehnen dies klar ab (Bacon & Egeth, 1994; Folk et al., 1992; Fuchs & Ansorge, 2012; Scharlau & Ansorge, 2003) und postulieren, dass aktuelle Ziele und Absichten einen starken Einfluss auf derartige Aufmerksamkeitserfassung nehmen (Adamo, Wozny, Pratt & Ferber, 2010).

Da sich beide Hypothesen auf eine breite Zahl verschiedener Studienergebnisse stützen, kommen viele ForscherInnen zu dem Konsens, dass die Zuwendung von Aufmerksamkeit durch ein komplexes Wechselspiel zwischen *top-down* und *bottom-up* Prozessen entschieden wird (Awh, Belepolsky & Theeuwes, 2012; Carrasco, 2011). Obgleich demnach Aufmerksamkeitserfassung standardmäßig in einer automatisierten Art und Weise abläuft, scheint klar, dass auch *endogene* Modulation möglich ist (Ruz & Lupianez, 2002). Die letztliche Interaktion zwischen *bottom-up* Einflüssen und *top-down* Feedback ist entscheidend dafür, welche Reize Zugriff zu den beschränkten Verarbeitungskapazitäten - und somit den höheren kognitiven Arealen erhalten (Desimone & Duncan, 1995).

1.3 Contingent Capture

Da reine *top-down* bzw. *bottom-up* Theorien bestimmte Fälle uneindeutiger Aufmerksamkeitskontrolle nicht zu erklären vermögen, wurden von einigen ForscherInnen Hybridmodelle postuliert. Derartige Modelle adressieren Situationen, in denen Aufmerksamkeitszuwendung nicht zur Gänze willentlich erfolgt, sondern zumindest teilweise von erworbenem Vorwissen und aufgenommenen Informationen des Betrachters beeinflusst wird (Yantis et al., 2012).

Eines der prominentesten Vertreter dieser Hybridmodelle ist das sogenannte „*contingent attentional capture*“ Paradigma von Folk und Kollegen aus dem Jahre 1992. Diesem Modell

zufolge ziehen in visuellen Suchszenarien nur diejenigen Reize unsere Aufmerksamkeit an, welche zu einer vorab gebildeten Suchabsicht passen. Ist das Ziel beispielsweise durch rote Farbe charakterisiert, so wird auch nur ein roter Reiz in Folge unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, während Reize mit abweichenden oder unpassenden Eigenschaften ausgefiltert werden (Folk & Remington, 1998).

Diese Theorie untersuchten Folk und Kollegen (1992) mit Hilfe eines sogenannten spatial cuing Experiments. In einem derartigen Versuchsaufbau werden Probanden gebeten, Items anhand von bestimmten Eigenschaften zu selektieren; ein möglicher Versuchsaufbau wäre hier beispielsweise, einen roten Kreis unter weißen Kreisen zu finden. Wichtig ist, dass unmittelbar vor dieser Anordnung für kurze Zeit Hinweisreize („cues“) gezeigt werden. Diese Hinweisreize, (bestehend aus einem Set salienter Items) werden an den möglichen Zielorten vor jedem Hauptdurchgang eingeblendet und sollen von den VersuchsteilnehmerInnen ignoriert werden (Yantis et al., 2012). Die systematische Kombination verschiedener Ziel- und Hinweisreize ermöglicht sodann Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Aufmerksamkeitsprozesse.

Das Hauptergebnis der Studie von Folk und Kollegen (1992) war, dass Hinweisreize mit aufgabenrelevanten Eigenschaften die Aufmerksamkeit anziehen. Erschien der Hinweisreiz dabei an derselben Stelle wie der nachfolgende Zielreiz, so führte dies zu einer erhöhten Geschwindigkeit der Reaktion und damit zu einer kürzeren gemessenen Reaktionszeit. War der Hinweisreiz jedoch an einer anderen Stelle als der Zielreiz, so wurde die Aufmerksamkeit von dem relevanten Ort weggelenkt, was die Dauer der Reaktion erhöhte. Die zuvor gebildete Sucheinstellung führt die Aufmerksamkeit somit automatisch zu inhaltlich passenden Reizen; dies erfolgt selbst bei Reizen, welche als irrelevant bekannt sind (hier beispielsweise bei den zu ignorierenden Hinweisreizen; Anderson & Folk, 2010; Folk & Remington, 1998).

Die Hypothese des *Contingent Capture* beleuchtet die Aufmerksamkeitsdebatte in einem neuen Licht. Demnach ist es möglich, das System der *exogenen* Aufmerksamkeitszuwendung so zu konfigurieren, dass es nur noch auf diejenigen Reizeigenschaften reagiert, welche für eine optimale Aufgabenbearbeitung relevant sind (Belopolsky, Schreij & Theeuwes, 2010).

In ihrer ursprünglichen Studie von 1992 postulierten Folk und Kollegen zwei Arten von *top-down* Kontrolleinstellungen: Einstellungen für Farbe (oder statische Eigenschaften) und Einstellungen für abruptes Auftauchen (oder dynamische Eigenschaften). Als sich 1998

herausstellte, dass Kontrolleinstellungen sogar auf eine einzige Farbe konfiguriert werden können, revidierten sie diese zu allgemeine Kategorisierung jedoch wieder. Konkret konnten sie beobachten, dass Probanden bei der Suche nach roten Items die grünen ignorieren, während sie bei der Suche nach grünen Items die roten ignorieren.

1.4 Untersuchungsbedingungen visueller Suche

Bei komplizierten Diskussionen über die Ursprünge der Aufmerksamkeitserfassung ist es essentiell, verschiedene Ergebnisse stets auf ihre Vergleichbarkeit hin zu prüfen. So ist es beispielsweise möglich, dass Eigenschaften, welche sich auf den ersten Blick ähnlich sind, in Wirklichkeit durch komplett unterschiedliche Mechanismen verarbeitet werden. Missachtet man derartige Möglichkeiten, kann man den wissenschaftlichen Diskurs rasch zum Erliegen bringen; daher soll im Folgenden noch auf die relevanten Eigenschaften und Randbedingungen dieser Studie näher eingegangen werden.

1.4.1 Maskierung

Unbewusste visuelle Wahrnehmung kann auf vielerlei Art untersucht werden. Ein prominentes Beispiel ist hierbei die Untersuchung von Personen mit angeborenen oder erworbenen Läsionen der für die visuelle Verarbeitung zuständigen Gehirnarealen (Goodale, Milner, Jakobson & Carey, 1991). Da jedoch solche Untersuchungen oft mit zusätzlichen Problemen belastet sind (beispielsweise durch neuronale Plastizität verursachte Veränderungen der Gehirnstruktur), sind Methoden zu bevorzugen, welche die Untersuchung von gesunden Probanden ermöglichen (Ansorge et al., 2011; Ansorge et al., 2014). Obgleich in der Vergangenheit ein Großteil der Studien Wörter als Reizmittel zur Untersuchung gesunder TestteilnehmerInnen benutzten, ist bei spezifischen Studiendesigns das Prinzip der visuellen Maskierung eine bessere Wahl. Selbige erlaubt es ForscherInnen, auch einfachere Reize als Wörter zu verwenden (beispielsweise Farben) und diese in Beziehung zu der gemessenen Reaktionszeit zu setzen (Breitmeyer, 1984; Jaśkowski, Van Der Lubbe, Schlotterbeck & Verleger, 2002).

Der Zweck visueller Maskierung ist es, die Sichtbarkeit eines dargebotenen Reizes zu verringern oder ihn selbst unsichtbar zu machen (Breitmeyer, 1984). Um dies zu erreichen werden zwei

Reize in schneller zeitlicher Abfolge nacheinander präsentiert. Wird der zu maskierende Reiz hierbei vor dem Zielreiz gezeigt, so spricht man von einer Vorwärtsmaskierung; eine umgekehrte Reihenfolge wird als Rückwärtsmaskierung bezeichnet. Obgleich in seiner Sichtbarkeit gemindert, können visuell maskierte Reize dennoch dem kognitiven System zugänglich gemacht werden und somit Einfluss auf exekutive Funktionen nehmen, beispielsweise in Form von Reaktionsaktivierung, semantischer Verarbeitung oder einer Verlagerung der Aufmerksamkeit (Ansorge, Klotz & Neumann, 1998; Ansorge et al., 2014; Dolan, 2002; Morris & Dolan, 2001; Scharlau & Ansorge, 2003).

Visuelle Maskierung bedient sich hierbei eines Priming Effekts. Priming bedeutet, dass kürzlich gesehene Objekte besser erkannt - sowie schneller verarbeitet werden (Schacter & Buckner, 1998; Tulving & Schacter, 1990). Maskierte visuelle Primes können hierbei die Verarbeitung der Zielreize auf motorische, emotionale oder mentale Art beeinflussen und so beispielsweise die Aufmerksamkeit hin zu einem zukünftigen Zielort lenken (Breitmeyer et al., 2004; Dimberg, Thunberg & Elmehed, 2000; Dolan, 2002; Eimer & Schlaghecken, 2003; Morris & Dolan, 2001; Scharlau & Ansorge, 2003). Einige ForscherInnen vermuten die Ursache dieses Effekts in der anatomischen Grundlage und postulieren, dass bewusst wahrgenommene Reize sowohl in der dorsalen als auch ventralen Route verarbeitet werden, während die Spuren maskierter Reize für den dorsalen Weg zu schwach seien und somit lediglich ventral verarbeitet werden (Jaskowski et al., 2002).

Zusammenfassend ist visuelle Maskierung somit in der Lage, Reize einerseits von der bewussten Verarbeitung auszuschließen, andererseits jedoch ihre Auswirkungen auf die Reaktionsbildung zu erhalten (Klotz & Neumann, 1999), was sodann über verschiedene Erfassungsmethoden wie Reaktionszeitmessung oder EEG erhoben werden kann (Smid, Mulder & Mulder, 1990; Smid, Böcker, von Touw, Mulder & Brunia, 1996).

1.4.2 Eigenschaften visueller Reize

Untersuchungen zum Phänomen des *Contingent Capture* beziehen sich auf Reizeigenschaften, welche zur Bildung einer attentionalen Sucheinstellung genutzt werden können. Die Literatur listet hier einerseits visuelle Eigenschaften wie Farbe und Form auf, sowie andererseits zeitliche Eigenschaften wie Bewegung und abruptes Auftauchen (Adamo et al., 2010; Folk et al., 1994).

Die erste Reizeigenschaft mit Relevanz für diese Studie ist die Farbe. Als eine der grundlegendsten Eigenschaften unserer visuellen Welt war dieser Aspekt bereits in vielen Ursprungsstudien über Aufmerksamkeitserfassung inkludiert (beispielsweise Folk et al., 1992; Neumann & Klotz, 1994). Farben haben sich als gutes Reizmaterial für *Contingent Capture* Experimente bewiesen; so konnte vielfach gezeigt werden, dass bei der Suche nach einem bestimmten Farbreiz (zB. Rot) dieser schneller gefunden wird, wenn dort zuvor ein passender Hinweisreiz (roter Singleton) präsentiert wurde (Adamo et al., 2010; Breitmeyer, Ro & Singhal, 2004; Moore & Weissman, 2010). Interessanterweise konnte selbst der Name der gesuchten Reizeigenschaft („Rot“) die Reaktion vorbereiten und damit beschleunigen (Kim & Cho, 2016).

Die Form des Reizes stellt die zweite untersuchte Eigenschaft dieser Studie dar. Auch hier konnte in *Contingent Capture* Experimenten gezeigt werden, dass gesuchte Formen (zB. Vierecke) schneller gefunden werden, wenn an dem relevanten Ort zuvor ein Hinweisreiz mit dieser Form (Viereck Singleton) präsentiert wurde (Adamo et al., 2010; Breitmeyer et al., 2004, Breitmeyer et al., 2004; Jaskowski et al. 2002; Leuthold & Kopp, 1998; Wolbers et al, 2006). Generell führen maskierte Formreize zu einer Aktivierung von Reaktionsmustern (Tapia et al., 2010; Vorberg et al., 2003). Jedoch traten bei Formreizen vereinzelt Diskrepanzen auf; so konnte beispielsweise für Platzhalter (welche die Felder für die späteren Reize umranden) nachgewiesen werden, dass sie *Contingent Capture* Effekte für Form beeinflussen bzw. unterbinden können (Kim & Cho, 2016). Dass solche Platzhalter selbst bei der Ursprungsstudie von Folk und Kollegen (1992) verwendet wurden, unterstreicht die Notwendigkeit einer kritischen Auseinandersetzung mit der bestehenden Literatur.

Attentionale Sucheinstellungen sind nicht auf einzelne Eigenschaften begrenzt; vielmehr sind auch willkürliche Kombinationen (beispielsweise von Farbe und Form) möglich (Arguin & Cavanaugh, 1988; Shen, Reingold & Pomplun, 2000). So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Prinzipien des *Contingent Capture* selbst dann gelten, wenn mehrere Eigenschaftsdimensionen zur Zielreizerkennung beachtet werden (Adamo et al., 2010; Ito & Kawahara, 2016). Der Umstand, dass Reize nicht bewusst gesehen werden müssen, um die Reaktion zu beeinflussen, legt weiterhin nahe, dass Eigenschaften wie Farbe und Form bereits vor der bewussten Wahrnehmung bzw. vor einer Orientierungsreaktion selektiert werden (Ansorge et al., 2011; Neumann & Klotz, 1994).

2 Fragestellungen

Die Lektüre aktueller Literatur zum Thema *Contingent Capture* zeigt, dass einerseits bereits viel Forschung zu diesem Phänomen besteht, andererseits jedoch noch viele ungeklärte Fragen bezüglich der breiteren Wirkmechanismen verbleiben. Die aktuelle Arbeit möchte einen Beitrag zu diesen Themenkomplex leisten. Einerseits soll hierbei auf Basis des bestehenden Wissens ein *Contingent Capture* Effekt für aufgabenrelevante Farbreize repliziert werden. Andererseits soll zusätzlich ein neuartiger Aspekt eingebracht werden, welcher sich mit dem Einfluss von Reizmerkmalen beschäftigt, die nicht vorher explizit instruiert wurden. Genauer gesagt geht es hierbei um den Einfluss der Variable Form, welche einen großen Vorteil zur Lösung der Aufgabe bietet (der gesuchte Zielreiz ist immer ein Form-Singleton). Derartige unbewusste Lernprozesse sind nach Wissen des Autors noch nicht im Kontext des *Contingent Capture* Paradigmas untersucht worden und könnten das Forschungsgebiet um eine große Erkenntnis erweitern.

Die erste Hypothese repliziert einen *Contingent Capture* Effekt für Farbreize. Die von der Literatur abgeleitete Vermutung ist hierbei, dass Reaktionszeiten wie Fehlerraten geringer ausfallen werden, wenn der Hinweisreiz kongruent und valide zum nachfolgenden Zielreiz ist.

Hypothese 1: Reaktionszeiten und Fehlerraten sind geringer

bei passenden Farb-Hinweisreizen.

Es ist interessant, zu veranschaulichen, wie diese Hypothese im Licht einer reinen Salienztheorie aussehen würde. Hierbei würde die Übereinstimmung von Hinweis- und Zielreiz keine Auswirkung auf die Bearbeitung haben, da die Aufmerksamkeit von allen auffallenden Farbreizen (auch den Distraktorfarben) angezogen würde.

Die zweite Hypothese untersucht erstmals, ob nicht instruierte, attentionale Suchabsichten während dem Testverlauf unbewusst gelernt werden können. Die Literatur legt nahe, dass eine Sucheinstellung *top-down* vor der Aufgabenbearbeitung erstellt werden muss, um in Folge in einer *bottom-up* getriebenen Art und Weise die Aufmerksamkeit auf relevante Zielreize zu

lenken. Laut der *Contingent Capture* Theorie werden demnach Formeigenschaften – obgleich sie einen großen Vorteil für die Aufgabe bieten würden – keinen Einfluss auf die Bearbeitungsdauer nehmen.

Hypothese 2: Reaktionszeiten und Fehlerraten werden nicht durch

Form-Hinweisreize beeinflusst.

Auch hier ist interessant, eine Alternative abseits des *Contingent Capture* anzudenken: Sollten Probanden tatsächlich in der Lage sein, unbewusst die Formeigenschaften zu ihrem Vorteil zu nutzen, so sollten formspezifische Übereinstimmungen der Hinweis- und Zielreize zu einer kürzeren Bearbeitungszeit sowie einer geringeren Fehlerrate führen.

3 Methode

3.1 Versuchsplan / Untersuchungsdesign

Bei diesem Experiment handelt es sich um ein Innersubjekt-Design. Bis auf die zufällig zugeteilte Zielreizfarbe (Rot oder Blau) durchliefen alle TeilnehmerInnen die selben Bedingungen und es gab keine Kontrollgruppe. Die Einteilung zu den Gruppen wurde randomisiert durchgeführt.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Vierundzwanzig deutschsprachige Personen haben an dieser Studie erfolgreich teilgenommen, zehn davon Frauen und vierzehn Männer. Bis auf zwei Personen waren alle TeilnehmerInnen Rechtshänder und alle hatten normales oder normal-korrigiertes Sehvermögen. Die Altersverteilung reichte von 19 bis 54 Jahre mit einem Durchschnittsalter von 27,5 Jahren ($SD=8,47$). Die Rekrutierung erfolgte über das Onlineportal des LABS der Universität Wien (Laboratory Administration for Behavioral Sciences) und alle TeilnehmerInnen erhielt für die erfolgreiche Teilnahme eine monetäre Entlohnung. Alle TeilnehmerInnen wurden über den Ablauf aufgeklärt und verschriftlichten ihre informierte Einwilligung (Einverständniserklärung siehe Anhang A.1).

3.3 Messinstrumente / gemessene Variablen

Das Experiment wurde in den Räumlichkeiten der Universität Wien durchgeführt. Die Stimuli wurden am PC auf einem 19-Zoll Monitor mit einer Auflösung von 1.280x1.024 Pixel und einer Aktualisierungsrate von 60 Hz präsentiert. Die Eingabe erfolgte über Tastendruck, indem mit dem linken und rechten Zeigefinger die „f“ bzw. „j“ Taste auf der Tastatur gedrückt wurde. Um den Abstand zum Bildschirm während des gesamten Tests konstant zu halten, wurde eine Kopfstütze mit 64cm Abstand zum Bildschirm angebracht.

Das Programm für das Experiment und die Zuweisung zu den Testbedingungen wurde von Dr. Tobias Schöberl in Matlab erstellt. Die Darbietung der Stimuli erfolgte auf einem grauen Hintergrund (CIE-Lab: 55.0, -2.3, -14.4). Jeder Durchgang begann mit einem schwarzen Fixationskreuz (Höhe und Breite $\sim 0.5^\circ$), auf welches nach 1500ms die Präsentation der jeweiligen Hinweisreize folgte. Hierbei wurden vier Scheiben (Durchmesser 2.0°) an den Positionen oben-links, oben-rechts, unten-links und unten-rechts um die Position des Fixationskreuzes dargestellt (Abstand 4.9° , siehe Abbildung 2.). Jeder dieser Scheiben bestand innen aus einer dunkelgrauen Scheibe (CIE-Lab: 35.2, 2.4, -8.7) und wurde außen von einer farbigen Scheibe umringt. Der äußere Ring konnte dabei entweder direkt an die innere Scheibe anschließen (eng anschließend, „tight fit“) oder durch einen Leerraum ($\sim 0.25^\circ$, Hintergrundfarbe) von ihr getrennt sein (locker anschließend, „loose fit“).

Es wurden im Hinweisreizdisplay stets drei Distraktoren präsentiert; alle hatten eine einheitliche Farbe und waren über die Versuchspersonen ausbalanciert. Zusätzlich zu den drei gleichfarbigen Distraktoren wurde in jedem Durchgang ein Hinweisreiz gezeigt, also ein Singleton mit einer einzigartigen Farbe. In validen Bedingungen war diese Farbe die selbe wie die des Zielreizes („matching color“), in invaliden Bedingungen eine andere („nonmatching color“).

Zusätzlich zur Farbe wurde in dieser Studie die Variable Form erhoben. Die Cues waren stets Form-Singletons. Der einen Hälfte der Probanden wurden tight fit Kreise unter loose fit Distraktoren gezeigt, der anderen Hälfte loose fit Kreise unter tight fit Distraktoren; wobei die Form des Singletons hier immer der Form des jeweiligen Zieltargets entsprach. Aus dieser Anordnung resultierten vier mögliche Hinweisreize: 1) matching color + nonmatching shape, 2)

matching color + matching shape, 3) nonmatching color + nonmatching shape sowie 4) nonmatching color + matching shape.

Der Bildschirm mit den Hinweisreizen wurde nach 50ms ausgeblendet. Auf die anschließende Präsentation eines leeren Bildschirms (200 ms, lediglich das Fixationskreuz war hier zu sehen) wurde für 200ms der Bildschirm mit den Zielreizen präsentiert. Es erschienen auch hier wieder vier Kreise. Diesmal war der Zielreiz jedoch nur durch eine einzigartige Form gekennzeichnet; die Farben wiesen keinen herausstechenden Singleton auf. Die Aufgabe der Probanden war es, auf die Ausrichtung eines hellen T-Buchstabens (CIE-Lab: 78.9, -4.0, -19.5) zu reagieren, welcher in der inneren schwarzen Scheibe des Zielreizes gezeigt wurde. War dieses T nach links gedreht, so sollte die „f“-Taste gedrückt werden, bei einer Drehung nach rechts die „j“-Taste. Bei den Probanden bestand Ungewissheit bezüglich des Erscheinungsortes des Zielreizes.

Zusätzlich zu dem Zielreiz erschienen jeweils drei Distraktoren auf dem Bildschirm, von denen jeder ein zufällig orientiertes T im Inneren der schwarzen Scheibe enthielt. Es wurde programmiert, dass immer zwei der Buchstaben nach rechts und zwei nach links zeigten. Die drei Distraktoren besaßen immer zwei verschiedene Farben. Die somit resultierenden fünf möglichen Farbreize des Experiments waren einerseits die Zielreizfarben Rot (CIE-Lab: 56.8, 72.5, 50.4) und Blau (CIE-Lab: 52.2, 75.5, -156.9), sowie andererseits die Distraktorfarben Grün (CIE-Lab: 53.2, -59.0, 34.0), Türkis (CIE-Lab: 55.4 -33.2 -24.2), Gelb (CIE-Lab: 56.5 -17.2 44.8) und Pink (CIE-Lab: 56.9, 80.8, -68.3).

Die Zielreizfarben wurden zufällig jeweils einer Hälfte der Stichprobe über die Instruktionen zugewiesen. Tight fit Zielreize wurden hierbei stets mit loose fit Distraktoren kombiniert und vice versa. Die Items wurden sowohl beim Cue- als auch Zielreizdisplay auf den selben Positionen dargeboten. Nach 200ms wurde der Zielreizbildschirm ausgeblendet und die TeilnehmerInnen hatten 1000ms Zeit für eine Eingabe.

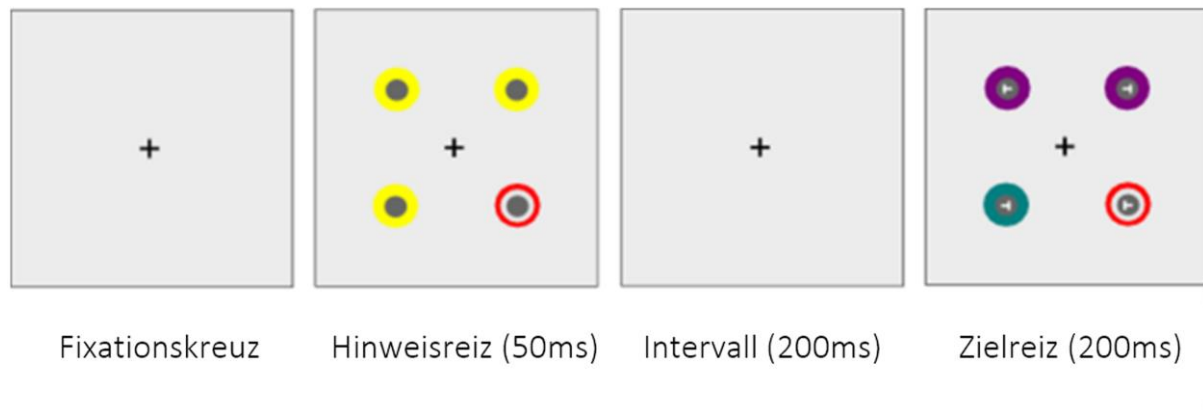


Abbildung 2. Beispielhafte Abfolge der Reizdarbietung

Insgesamt absolvierten die TestteilnehmerInnen pro Experiment 1152 Durchgänge. Zum Abschluss des Experimentes wurde durch Nachfrage erhoben, ob die TeilnehmerInnen sich nur an den Farben orientierten oder ob aufgrund von Auffälligkeiten eine andere Technik verwendet wurde. Dies beinhaltet gleichzeitig eine Kontrolle der Manipulation, da nach einer bewussten Wahrnehmung der Variable Form gefragt wurde. Von den 24 TeilnehmerInnen gab nur eine Person an, die Formunterschiede bemerkt zu haben.

3.4 Vorgehen

Die Probanden haben sich über die LABS Plattform zu der bezahlten Studie angemeldet und einen freien Termin ausgewählt. Die Untersuchung selbst begann mit einer generellen Aufklärung über den Ablauf des Experiments sowie der Rechte der TeilnehmerInnen wie Anonymität und Abbruch ohne Angabe von Gründen. Nach dem Unterschreiben der Einverständniserklärung wurden die Daten des Probanden abgeglichen, sowie weitere Merkmale, wie Augendominanz und Sehfähigkeit, getestet.

Nach einer schriftlichen Instruktion am PC absolvierten alle TeilnehmerInnen eine Übungsphase, um sich mit den Anforderungen der Aufgabenstellung vertraut zu machen. Ziel dieser Übungsphase war es, mindestens 70% richtig zu beantworten. Wurde länger als 1000ms nach Präsentation eines Zielreizes kein Tastendruck registriert, so wurde der Hinweis „bitte schneller reagieren“ eingeblendet und der Durchgang wurde als falsch gewertet. Der

Übungsblock wurde bis zur Zielerreichung wiederholt, was durchschnittlich zehn Minuten in Anspruch nahm. Danach wurde der eigentliche Test gestartet.

Ein kompletter Testdurchlauf umfasste 9 Blocks mit je 128 Trials, die Durchschnittsdauer der Testungen lag bei circa einer Stunde. Die TeilnehmerInnen wurden nach jedem Block über die bisherige Fehlerrate informiert. In den Pausen zwischen den Blocks war es den TeilnehmerInnen außerdem möglich, sich aus der Kopfstütze zu lösen und sich frei im Raum zu bewegen.

Nach erfolgreichem Abschluss des Experiments wurden die TestteilnehmerInnen bei Interesse über die Hintergründe des Experiments aufgeklärt und erhielten sieben Euro. Die Anwesenheit wurde im LABS System der Universität Wien bestätigt. Da die no-show Rate bei diesem freiwilligen, bezahlten Experiment bei über 50% lag und dies einen erheblichen Mehraufwand für die Erhebung bedeutete, wurde Nichterscheinen ebenfalls an das System rückgemeldet.

3.5 Fakultativ

Die statistische Analyse der Daten erfolgte in SPSS 22 (IBM Corporation, Armonk, USA). Insgesamt wurden 27.648 Durchgänge der vierundzwanzig Personen in die Berechnung einbezogen. Reaktionszeiten unter 150ms wurden von der Analyse ausgeschlossen, sowie Reaktionszeiten, welche mehr als 2,5 Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt waren. Dies resultierte im Ausschluss von 2,5% der Daten. Über die verbleibenden 97,5% wurden die Durchschnittswerte der jeweiligen Bedingungen gebildet und mit Hilfe einer 2x2x2 Repeated Measures Anova mit den Faktoren Color (match/nonmatch), Shape (match/nonmatch) und Position (same/different) ausgewertet. Berichtete paarweise Vergleiche wurden einer Bonferroni Korrektur unterzogen, was bedeutet, dass der kritische p-Wert der Signifikanz mit der Anzahl der Vergleiche multipliziert wurde. Für die Fehlerraten wurde zusätzlich eine Arcsin-Transformation der Daten durchgeführt.

4 Ergebnisse

Das Experiment konnte einige interessante Resultate erbringen. Diese sollen im Folgenden für erfasste Reaktionszeiten wie Fehlerraten separat dargestellt werden.

4.1 Reaktionsgeschwindigkeit

4.1.1 Haupteffekte

Es konnte ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Position mit $F(1,23) = 19.482$, $p < .01$ ($\eta^2 = .459$) gefunden werden. Die Aufgabe wurde demnach schneller bearbeitet, wenn Hinweis- und Zielreiz an derselben Stelle ($M=423.679\text{ms}$) erschienen, als wenn sie an unterschiedlichen Positionen ($M=545.100\text{ms}$) gezeigt wurden.

Dagegen fiel weder der Haupteffekt für Farbe noch der für Form signifikant aus:

Color $F(1,23) = .747$, $p = .396$ ($\eta^2 = .031$); Shape $F(1,23) = 1.043$, $p = .318$ ($\eta^2 = .043$).

4.1.2 Interaktionen

Des Weiteren ergab die Analyse eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Position und Farbe: Position*Color $F(1,23) = 49.738$, $p < .01$ ($\eta^2 = .684$).

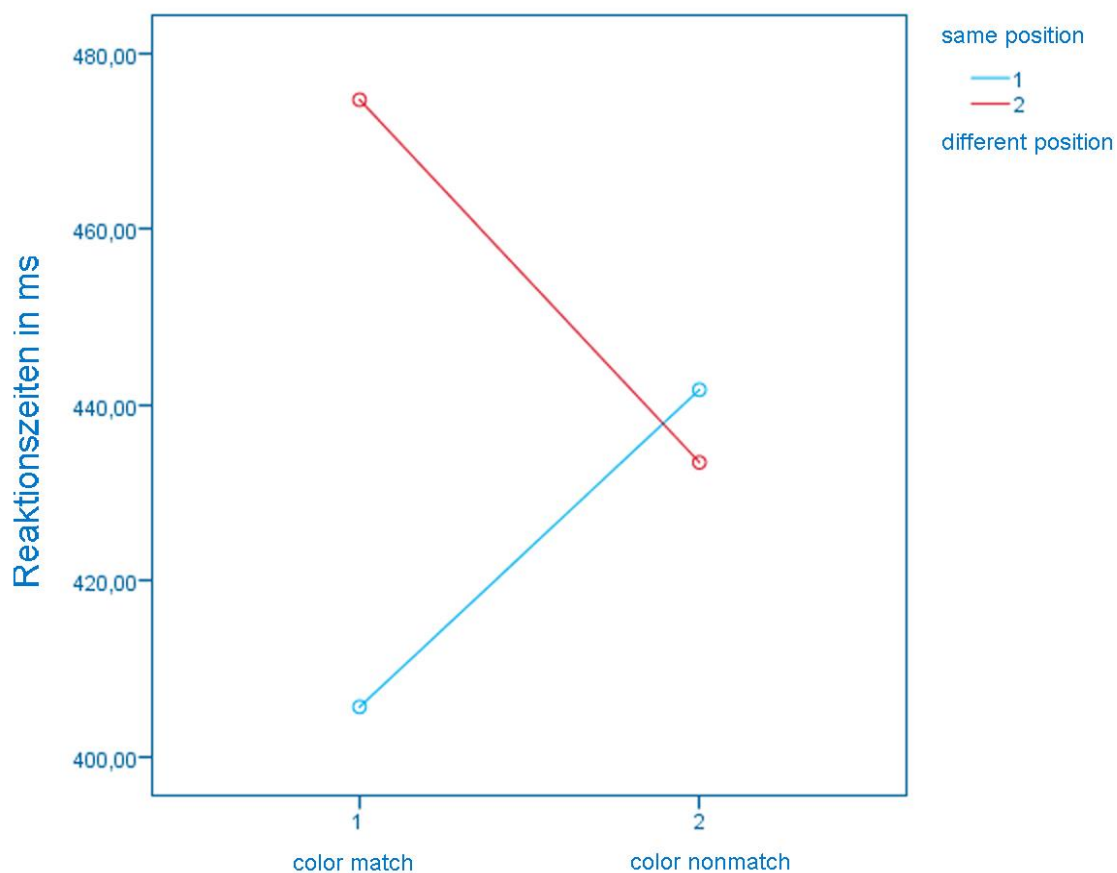


Abbildung 3. Interaktion zwischen den Faktoren Farbe und Position

Eine Interaktion über zwei verschiedene Faktoren besagt, dass sich die Ergebnisse einer Variablen über die Faktorstufen einer anderen Variablen unterscheiden. Betrachtet man die obige Grafik, so fällt auf, dass sich in Bedingungen mit farblich übereinstimmenden Hinweis- und Zielreizen (color match, siehe linke Seite der Abbildung 3.) die Reaktionszeiten deutlich unterscheiden. Erschien der farblich passende Hinweisreiz hierbei an derselben Stelle wie der nachfolgende Zielreiz (same position, blaue Linie), war die Reaktion deutlich schneller ($M=405,629$), als in Bedingungen, bei denen der Hinweisreiz an einer unpassenden Position erschien (different position, rote Linie; $M=474,733$). Für den Fall, dass die Farbe des Hinweisreizes nicht dem Zielreiz entsprach (color nonmatch, siehe rechte Seite) wurden auch keine Kosten oder Nutzen für die Bearbeitung festgestellt.

Die verbleibenden Interaktionen konnten nicht als signifikant bestätigt werden:

Position*Shape $F(1,23) = 1.752$, $p = .199$ ($\eta p^2 = .071$);

Color*Shape $F(1,23) = 1.134$, $p = .298$ ($\eta p^2 = .047$);

Position*Color*Shape $F(1,23) = .506$, $p = .484$ ($\eta p^2 = .022$).

4.2 Fehlerraten

4.1.1 Haupteffekte

Auch hier konnte ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Position mit $F(1,23) = 25.021$, $p < .01$ ($\eta p^2 = .521$) gefunden werden. Bei der Aufgabe wurden demnach mehr richtige Antworten gegeben, wenn der Hinweis- und Zielreiz an derselben Stelle ($M=20.272$) erschienen, im Vergleich zu unterschiedlichen Positionen ($M=24.241$).

Genau wie bei der Reaktionsgeschwindigkeit fielen die weiteren Haupteffekte weder für Farbe noch für Form signifikant aus: Color $F(1,23) = .581$, $p = .454$ ($\eta p^2 = .025$); Shape $F(1,23) = .033$, $p = .856$ ($\eta p^2 = .001$).

4.1.2 Interaktionen

Die weitere Analyse bestätigte eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Position und Farbe: Position*Color $F(1,23) = 26.197$, $p < .01$ ($\eta p^2 = .532$).

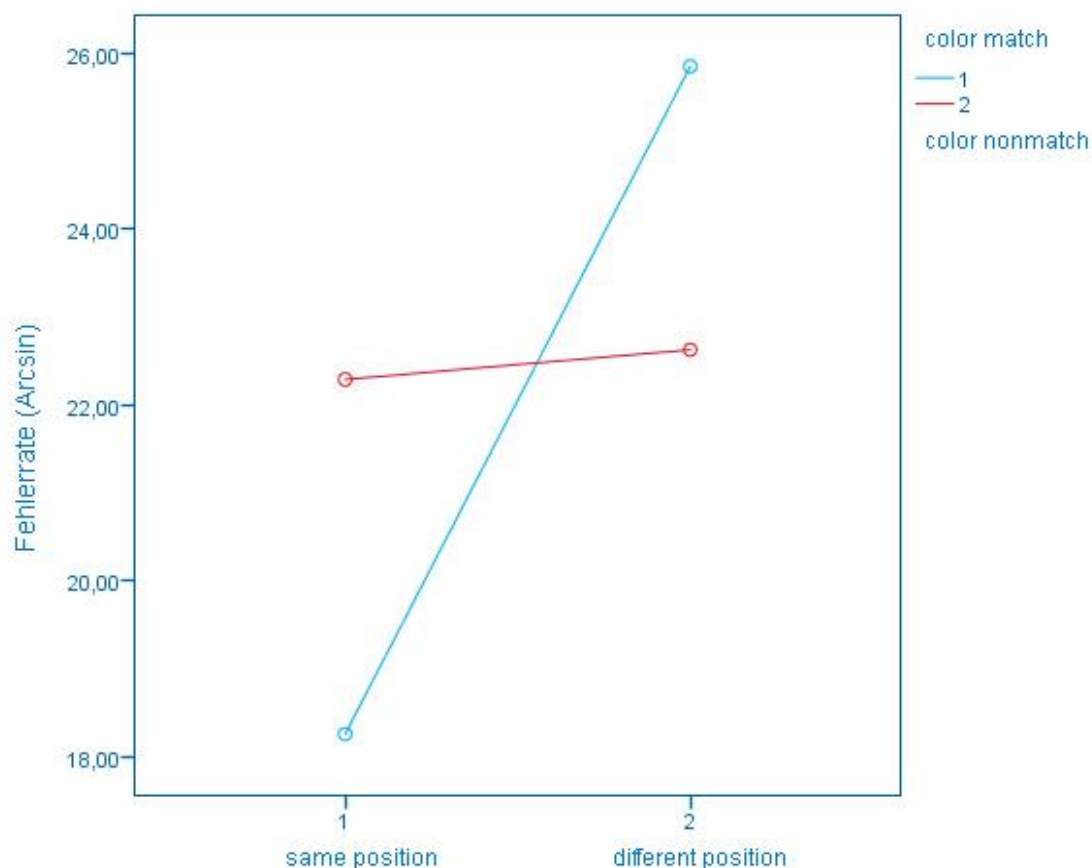


Abbildung 3. Interaktion zwischen den Faktoren Farbe und Position

Die Interaktion zeigt für die Fehlerraten ein ähnliches Bild wie bei den Reaktionszeiten. Um den LeserInnen das gefundene Bild noch in einem anderen Licht zu präsentieren, wurden diesmal die Achsen vertauscht. Auch diesmal ist deutlich sichtbar, dass in Bedingungen mit farblich übereinstimmenden Hinweis- und Zielreizen ein großer Unterschied besteht zwischen Hinweisreizen an der richtigen bzw. falschen Position ($M=18,253$ bzw. $M=25,854$; siehe ansteigender Verlauf der blauen Linie). Bei nicht übereinstimmenden Farbmerkmalen konnten jedoch auch hier weder Nutzen noch Kosten beobachtet werden (siehe gleichbleibender Verlauf der roten Linie)

Die verbleibenden Interaktionen konnten nicht als signifikant bestätigt werden:

Position*Shape $F(1,23) = .000$, $p = 1$ ($\eta^2 = .000$);

Color*Shape $F(1,23) = 2.081$, $p = .163$ ($\eta^2 = .083$);

Position*Color*Shape $F(1,23) = .631$, $p = .435$ ($\eta^2 = .027$).

5 Diskussion

Diese Arbeit verfolgte zwei Hauptziele: Einerseits sollte das Paradigma des *Contingent Capture* mit Hilfe der gut untersuchten Reizeigenschaft Farbe repliziert und bestätigt werden. Andererseits sollte das Forschungsgebiet um einen interessanten Aspekt erweitert werden, indem der Einfluss des unbewussten Lernens nicht instruierter Formmerkmale in das Studiendesign inkludiert wurde. Die folgenden Abschnitte sollen gefundene Ergebnisse evaluieren, sowie Bedeutungen und Grenzen aufzeigen.

5.1 Kontrolle der Hypothesen

5.1.1 Hypothese 1

Die erste Hypothese postuliert, dass Reaktionszeiten und Fehlerraten geringer bei passenden Farb-Hinweisreizen ausfallen. Ein Farb-Hinweisreiz wird dabei als zum Zielreiz passend bezeichnet, wenn er zwei Bedingungen erfüllt: Einerseits muss der Hinweisreiz valide zum Zielreiz sein, was bedeutet, dass er über die selbe Farbeigenschaft verfügt. Andererseits müssen die Reize kongruent sein, was bedeutet, dass sie an derselben Stelle auftauchen.

Die Ergebnisse konnten einen signifikanten Haupteffekt der Variable Position nachweisen. Demnach wurde auf den Zielreiz schneller und mit mehr richtigen Antworten reagiert, wenn der zuvor präsentierte Hinweisreiz (also der auffallende Singleton unter den Distraktoren) an der gleichen Stelle erschien. Ein Haupteffekt für Farbe konnte hingegen nicht gefunden werden; demnach war es nicht ausreichend, dass ein Hinweisreiz lediglich die selbe Farbe wie der spätere Zielreiz besaß, um Einfluss auf Reaktionsgeschwindigkeit oder Korrektheit der Antworten zu nehmen.

Betrachtet man jedoch die Interaktion dieser zwei Faktoren, so zeigt sich ein signifikantes Ergebnis. Die Farbvalidität übt demnach sehr wohl einen Einfluss auf die Aufgabenbearbeitung aus; dies ist jedoch abhängig davon, ob eine Kongruenz zwischen Hinweis- und Zielreiz besteht. Die erste Hypothese kann demnach als bestätigt angenommen werden.

5.1.2 Hypothese 2

Die zweite Hypothese besagt, dass die Variable Form keinen Einfluss auf Reaktionsgeschwindigkeit wie Fehlerraten nehmen wird. Auch diese Hypothese kann wieder in die Bedingung der Validität (diesmal: Hinweisreiz-Singleton besitzt die selbe Form wie Zielreiz) sowie Kongruenz unterteilt werden.

In der statistischen Analyse konnte kein signifikanter Haupteffekt der Variable Form gefunden werden. Die Übereinstimmung zwischen Hinweis- und Zielreiz bezüglich loose oder tight fit konnte demnach weder die Reaktionsgeschwindigkeit noch die Fehlerrate beeinflussen. Weiterhin konnten für diese Hypothese keine signifikanten Interaktionen gefunden werden, weder in Wechselwirkung mit der Variable Position, noch mit der Variable Farbe. Da dies den Vermutungen entspricht, kann somit auch die zweite Hypothese als bestätigt angenommen werden.

5.2 Interpretation der Ergebnisse

Diese Studie soll die Aussagen des *Contingent Capture* auf den Prüfstand stellen. Hierbei konnte gezeigt werden, dass die gefundenen Ergebnisse theoriekonform sind.

Auf der einen Seite konnte der erwartete *Contingent Capture* Effekt für die Interaktion von Position und Farbe gezeigt werden. So hatten Hinweisreize, welche in ihrer Farbe nicht mit dem Zielreiz übereinstimmten, auch keine Auswirkungen auf die Bearbeitung der Aufgabe. Besaß hingegen der Hinweisreiz die selbe Farbe wie der zu suchende Zielreiz, so konnte dieser die Aufmerksamkeit auf den Ort des Erscheinens lenken. Falls an diesem Ort im Anschluss auch der Zielreiz erschien, hatte dies positive Auswirkungen auf Schnelligkeit wie Korrektheit der Bearbeitung, da die Aufmerksamkeit bereits auf den relevanten Ort gelenkt wurde. Erschien der Hinweisreiz jedoch an einer anderen Stelle als der nachfolgende Zielreiz, so wurde die Aufmerksamkeit von dem eigentlichen Ziel weggelenkt, was die Bearbeitung verlangsamte und die Fehlerquote erhöhte.

Auf der anderen Seite blieben Effekte bezüglich der Variable Form wie erwartet aus. So konnte weder ein Haupteffekt für Form, noch eine Interaktion mit einer der anderen Variablen als signifikant bestätigt werden. Laut Literatur kann dies auf drei verschiedene Ursachen zurückzuführen sein, welche im Folgenden ausgeführt werden sollen.

Die erste Erklärungsmöglichkeit bezüglich der Abwesenheit spezifischer Einflüsse der Variable Form besagt, dass die Probanden schlichtweg nicht in der Lage waren, diese Merkmale für sich zu nutzen. Wichtig ist hierbei, dass die Beachtung der Formmerkmale zwar potentiell große Vorteile für die Bearbeitung der Aufgabe bot, in der Instruktion jedoch hierauf nicht explizit hingewiesen wurde. Die initiale Absicht, auf eine bestimmte Eigenschaft zu achten, scheint demnach eine notwendige Voraussetzung zu sein, um anschließend in einer unbewussten Art und Weise auf diese Spezifika reagieren zu können (Ansorge et al., 2014; Scharlau & Ansorge, 2003).

Die zweite mögliche Erklärung besteht darin, dass Formmerkmale einen Spezialfall des *Contingent Capture* darstellen. Noch ist weitestgehend unklar, welche Prozesse unbewusstem Priming zugrunde liegen und auf welchen Ebenen sie agieren. Hinweise sprechen jedoch dafür, dass Farb- und Formverarbeitung zu großen Teilen auf unterschiedlichen kortikalen Routen basieren (Breitmeyer et al., 2004; DeYoe & Van Essen, 1988). So vermuten Breitmeyer und Kollegen (2004) etwa den Ursprung der kortikalen Farbverarbeitung in frühen V1 Arealen, wohingegen die unbewusste Verarbeitung von Formmerkmalen auf späteren Stufen basiert. Dies geht einher mit Erkenntnissen, wonach Farbeigenschaften generell stärkere Aufmerksamkeitseffekte produzieren (Adamo et al., 2010) und schneller verarbeitet werden als Formen (Ito & Kawahara, 2016; Quinlan & Humphreys, 1987). Somit besteht die Möglichkeit, dass mit der Variable Form tatsächlich eine komplexere Eigenschaft von höherer Ordnung als beispielsweise Farbe verwendet wurde (Becker et al., 2014).

Der dritte Erklärungsansatz schlussendlich besagt, dass die Erklärung nicht in dem Reiz selbst, sondern in der Stichprobe zu suchen sein könnte. Die Probanden dieser Studie sind allesamt deutschsprachige Muttersprachler und somit aufgewachsen in einer westlichen, individualistischen Kultur. Seit langer Zeit postulieren SprachwissenschaftlerInnen, dass die Muttersprache einer Person maßgeblich die Art ihres Denkens bestimmt (Boroditsky, 2001; Sapir & Whorf, 1956). Es wäre daher möglich, dass Stichproben aus anderen Sprach- oder Kulturkreisen sensibler für formspezifische Merkmalsunterschiede sind.

5.3 Limitationen

Die erhobenen Daten unterliegen diversen methodischen Limitationen, welche im Folgenden aufgeführt werden sollen.

Eine potentielle Einschränkung betrifft die Umsetzung der attentionalen Sucheinstellung. Die Studie wurde so konzipiert, dass die TeilnehmerInnen eine geeignete *top-down* Sucheinstellung bilden sollten, um die Übungsphase erfolgreich zu absolvieren. Obgleich es nun für die Bearbeitung vorteilhaft war, sich an die Instruktionen zu halten, kann eine vorgabengemäße Bearbeitung für jeden einzelnen Durchgang lediglich angenommen – nicht aber nachgewiesen werden. Aussetzer der attentionalen Sucheinstellung über die Länge des Experiments könnten in nicht spezifizierten Aufmerksamkeitserfassungen resultieren und die Reaktionen anderweitig beeinträchtigt haben (Belopolsky et al., 2010).

Eine weitere Limitation betrifft die Variable Form. Wie bereits erwähnt, verursachen generell Formmerkmale einen schwächeren *Contingent Capture* Effekt als beispielsweise Farbreize (Adamo et al., 2010). Weiterhin wurden die Formen zweidimensional dargeboten; unser visuelles System ist jedoch auf Interaktionen in einer dreidimensionalen Welt ausgelegt. Möglicherweise wurden die Formreize hierdurch abstrahiert und eine automatische Verarbeitung zusätzlich erschwert.

Die Umsetzung einer relativ neuartigen Hypothese beinhaltet in den meisten Fällen einen methodischen Kompromiss zwischen Aufwand und potentielltem Ergebnis. Obgleich die Erhebung von offenen Verhaltensmaßen, wie der Reaktionszeit oder der Fehlerrate, hier eine gute Möglichkeit darstellt, sind derartige Methoden nicht ohne Nachteile; beispielsweise gibt es meist mehrere Alternativerklärungen, wie diese Werte genau entstanden sind (Lien et al., 2010). So postuliert beispielsweise Becker (2013) die Anfälligkeit manueller Reaktionszeiten für weitere Primingeffekte, wohingegen die Erfassung von Augenbewegungen gegen derartige Einflüsse weitestgehend immun ist. Weitere Studien sollten daher Maße in ihr Design implementieren, welche direkte Rückschlüsse auf die visuelle Selektion erlauben (Becker et al., 2014).

Schlussendlich ist die Untersuchung eines latenten Konstruktes wie der visuellen Aufmerksamkeit komplex und erfordert viel wissenschaftliche Präzision. Es soll daher im Hinblick auf die aktuelle Untersuchung noch erwähnt werden, dass sich die gefundenen

Ergebnisse auf die spezifischen Randbedingungen des zugehörigen Experiments beziehen und in Folge abzugrenzen sind von Studiendesigns, welche auf anderen Zeitintervallen, Reizmaterialien oder Erhebungsmethoden basieren.

5.4 Implikationen

Die vorliegende Arbeit wurde so konzipiert, dass die Ergebnisse für zwei unterschiedliche Forschungsfragen verwendet werden können. Einerseits bestand ein Hauptziel darin, den bestehenden Wissensstand des *Contingent Capture* Paradigmas zu überprüfen und zu erweitern. In der heutigen Zeit besteht großes Interesse daran, die Details des menschlichen Geistes zu erforschen, da das Wissen um die funktionalen Grundlagen dieser Prozesse vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten bietet. Wer beispielsweise in der Lage ist, die kognitiven Mechanismen des Menschen nachzuahmen, könnte einen Meilenstein bei der Erstellung der ersten künstlichen Intelligenz erreichen. Das Wissen um die Abläufe unserer Verarbeitung kann aber auch in anderen Gebieten helfen; so postulieren beispielsweise einige ForscherInnen, dass gelernte Erfassung der Aufmerksamkeit eine Schlüsselrolle in einer Vielzahl klinischer Syndrome spielt, angefangen von Suchtproblemen über Übergewicht und Aufmerksamkeits-Defizitsyndrom bis hin zu Pathologien wie Zwangsstörungen (Yantis et al., 2012).

Zusätzlich zum Bereich der *Contingent Capture* Aufmerksamkeitsforschung wurde dieses Experiment als Vorläuferstudie für ein weiteres Projekt der Universität Wien konzipiert. Selbiges besteht aus einer Kooperation mit koreanischen SprachwissenschaftlerInnen, welche möglicherweise ein ähnliches Experiment wie in dieser Arbeit replizieren werden. In der Verbindung dieser beiden Disziplinen hofft man, der Frage auf den Grund zu gehen, ob und welchen Einfluss Sprache auf unser Denken ausübt.

Literaturverzeichnis

- Adamo, M., Wozny, S., Pratt, J., & Ferber, S. (2010). Parallel, independent attentional control settings for colors and shapes. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(7), 1730-1735.
- Anderson, B. A., & Folk, C. L. (2010). Variations in the magnitude of attentional capture: Testing a two-process model. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(2), 342-352.
- Ansorge, U., Horstmann, G., & Scharlau, I. (2011). Top-down contingent feature-specific orienting with and without awareness of the visual input. *Advances in Cognitive Psychology*, 7(1), 108-119.
- Ansorge, U., Klotz, W., & Neumann, O. (1998). Manual and verbal responses to completely masked (unreportable) stimuli: Exploring some conditions for the metacontrast dissociation. *Perception*, 27(10), 1177-1189.
- Ansorge, U., Kunde, W., & Kiefer, M. (2014). Unconscious vision and executive control: How unconscious processing and conscious action control interact. *Consciousness and cognition*, 27, 268-287.
- Arguin, M., & Cavanagh, P. (1988). Parallel processing of two disjunctive targets. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 44(1), 22-30.
- Awh, E., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: A failed theoretical dichotomy. *Trends in cognitive sciences*, 16(8), 437-443.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & psychophysics*, 55(5), 485-496.
- Bahrami, B., Lavie, N., & Rees, G. (2007). Attentional load modulates responses of human primary visual cortex to invisible stimuli. *Current Biology*, 17(6), 509-513.
- Becker, S. I. (2013). Simply shapely: Relative, not absolute shapes are primed in pop-out search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(5), 845-861.
- Becker, S. I., Harris, A. M., Venini, D., & Retell, J. D. (2014). Visual search for color and shape: When is the gaze guided by feature relationships, when by feature values?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(1), 264.
- 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, 289.

- Belopolsky, A. V., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2010). What is top-down about contingent capture?. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(2), 326-341.
- Bichot, N. P., Rossi, A. F., & Desimone, R. (2005). Parallel and serial neural mechanisms for visual search in macaque area V4. *Science*, 308(5721), 529-534.
- Breitmeyer, B. G., Hoar, W. S., Randall, D. J., & Conte, F. P. (1984). *Visual masking: An integrative approach*. Clarendon Press.
- Breitmeyer, B. G., Ogmen, H., & Chen, J. (2004). Unconscious priming by color and form: Different processes and levels. *Consciousness and cognition*, 13(1), 138-157.
- Breitmeyer, B. G., Ro, T., & Singhal, N. S. (2004). Unconscious color priming occurs at stimulus-not percept-dependent levels of processing. *Psychological Science*, 15(3), 198-202.
- Bridgeman, B., Kirch, M., & Sperling, A. (1981). Segregation of cognitive and motor aspects of visual function using induced motion. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 29(4), 336-342.
- Broadbent, D. E. (1958). Perception and communication.
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought?: Mandarin and English speakers' conceptions of time. *Cognitive psychology*, 43(1), 1-22.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological review*, 97(4), 523.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision research*, 51(13), 1484-1525.
- Cave, K. R., & Wolfe, J. M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive psychology*, 22(2), 225-271.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual review of neuroscience*, 18(1), 193-222.
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological science*, 11(1), 86-89.
- DeYoe, E. A., & Van Essen, D. C. (1988). Concurrent processing streams in monkey visual cortex. *Trends in neurosciences*, 11(5), 219-226.
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *science*, 298(5596), 1191-1194.

Egeth, H. E., Leonard, C. J., & Leber, A. B. (2010). Why salience is not enough: Reflections on top-down selection in vision. *Acta psychologica*, 135(2), 130.

Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual review of psychology*, 48(1), 269-297.

Eimer, M., & Schlaghecken, F. (1998). Effects of masked stimuli on motor activation: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(6), 1737.

Eimer, M., & Schlaghecken, F. (2003). Response facilitation and inhibition in subliminal priming. *Biological psychology*, 64(1), 7-26.

Eriksen, C. W. (1960). Discrimination and learning without awareness: A methodological survey and evaluation. *Psychological review*, 67(5), 279.

Folk, C. L., & Annett, S. (1994). Do locally defined feature discontinuities capture attention?. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 56(3), 277-287.

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, 1030-1030.

Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1993). Contingent attentional capture: A reply to Yantis (1993).

Folk, C. L., Remington, R. W., & Wright, J. H. (1994). The structure of attentional control: contingent attentional capture by apparent motion, abrupt onset, and color. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 20(2), 317.

Folk, C. L., & Remington, R. W. (1996). When knowledge does not help: Limitations on the flexibility of attentional control.

Folk, C. L., & Remington, R. (1998). Selectivity in distraction by irrelevant featural singletons: evidence for two forms of attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 24(3), 847.

Franconeri, S. L., Hollingworth, A., & Simons, D. J. (2005). Do new objects capture attention?. *Psychological science*, 16(4), 275-281.

Fuchs, I., & Ansorge, U. (2012). Unconscious cueing via the superior colliculi: Evidence from searching for onset and color targets. *Brain sciences*, 2(1), 33-60.

- Goodale, M. A., Milner, A. D., Jakobson, L. S., & Carey, D. P. (1991). Perceiving the world and grasping it. A neurological dissociation. *Nature*, *349*, 154-156.
- Greenwald, A. G. (1992). New Look 3: Unconscious cognition reclaimed. *American Psychologist*, *47*(6), 766.
- Greenwald, A. G., & Draine, S. C. (1998). Distinguishing unconscious from conscious cognition—Reasonable assumptions and replicable findings: Reply to Merikle and Reingold (1998) and Doshier (1998).
- Hickey, C., McDonald, J. J., & Theeuwes, J. (2006). Electrophysiological evidence of the capture of visual attention. *Journal of cognitive neuroscience*, *18*(4), 604-613.
- Holender, D. (1986). Semantic activation without conscious identification in dichotic listening, parafoveal vision, and visual masking: A survey and appraisal. *Behavioral and brain Sciences*, *9*(01), 1-23.
- Horstmann, G., & Ansorge, U. (2016). Surprise capture and inattention blindness. *Cognition*, *157*, 237-249.
- Ito, M., & Kawahara, J. I. (2016). Contingent attentional capture across multiple feature dimensions in a temporal search task. *Acta psychologica*, *163*, 107-113.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision research*, *40*(10), 1489-1506.
- James, W. (1890). The Principles of. *Psychology*, *2*.
- Jaśkowski, P., Van Der Lubbe, R. H., Schlotterbeck, E., & Verleger, R. (2002). Traces left on visual selective attention by stimuli that are not consciously identified. *Psychological Science*, *13*(1), 48-54.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye. *Attention and performance*, *9*, 187-203.
- Kiefer, M., & Brendel, D. (2006). Attentional modulation of unconscious “automatic” processes: Evidence from event-related potentials in a masked priming paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(2), 184-198.
- Kim, S., & Cho, Y. S. (2016). Memory-based attentional capture by colour and shape contents in visual working memory. *Visual Cognition*, *24*(1), 51-62.

- Kiss, M., Jolicoeur, P., Dell'Acqua, R., & Eimer, M. (2008). Attentional capture by visual singletons is mediated by top-down task set: New evidence from the N2pc component. *Psychophysiology*, 45(6), 1013-1024.
- Klotz, W., & Neumann, O. (1999). Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(4), 976.
- Lachter, J., Forster, K. I., & Ruthruff, E. (2004). Forty-five years after Broadbent (1958): still no identification without attention. *Psychological review*, 111(4), 880.
- Lamme, V. A. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in cognitive sciences*, 7(1), 12-18.
- Lamme, V. A., Supèr, H., Landman, R., Roelfsema, P. R., & Spekreijse, H. (2000). The role of primary visual cortex (V1) in visual awareness. *Vision research*, 40(10), 1507-1521.
- Leuthold, H., & Kopp, B. (1998). Mechanisms of priming by masked stimuli: Inferences from event-related brain potentials. *Psychological Science*, 9(4), 263-269.
- Leopold, D. A., & Logothetis, N. K. (1996). Activity changes in early visual cortex reflect monkeys' percepts during binocular rivalry. *Nature*, 379(6565), 549.
- Lien, M. C., Ruthruff, E., & Cornett, L. (2010). Attentional capture by singletons is contingent on top-down control settings: Evidence from electrophysiological measures. *Visual Cognition*, 18(5), 682-727.
- Lin, J. Y., Franconeri, S., & Enns, J. T. (2008). Objects on a collision path with the observer demand attention. *Psychological Science*, 19(7), 686-692.
- McGinnes, E. (1949). Emotionality and perceptual defense. *Psychological review*, 56(5), 244.
- Merikle, P. M., & Daneman, M. (1998). Psychological investigations of unconscious perception. *Journal of consciousness studies*, 5(1), 5-18.
- Mishkin, M. (1982). A memory system in the monkey. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 298(1089), 85-95.
- Moore, T., & Armstrong, K. M. (2003). Selective gating of visual signals by microstimulation of frontal cortex. *Nature*, 421(6921), 370-373.
- 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.

- Moran, J., & Desimone, R. (1985). Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Front. Cogn. Neurosci*, 229, 342-345.
- Morris, J. S., & Dolan, R. J. (2001). Involvement of human amygdala and orbitofrontal cortex in hunger-enhanced memory for food stimuli. *Journal of Neuroscience*, 21(14), 5304-5310.
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental psychology: Human perception and performance*, 15(2), 315.
- Münsterberg, H., Ribot, T. A., Janet, P., Jastrow, J., Hart, B., & Prince, M. (1910). *Subconscious phenomena*. RG Badger.
- Neumann, O., & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli: Where is the limit of direct parameter specification. *Attention and performance XV: Conscious and nonconscious information processing*, 123-150.
- Pashler, H. E., & Sutherland, S. (1998). *The psychology of attention* (Vol. 15). Cambridge, MA: MIT press.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, 32(1), 3-25.
- Previc, F. H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological bulletin*, 124(2), 123.
- Priess, H. W., Heise, N., Fischmeister, F., Born, S., Bauer, H., & Ansorge, U. (2014). Attentional capture and inhibition of saccades after irrelevant and relevant cues. *Journal of ophthalmology*, 2014.
- Quinlan, P. T., & Humphreys, G. W. (1987). Visual search for targets defined by combinations of color, shape, and size: An examination of the task constraints on feature and conjunction searches. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 41(5), 455-472.
- Rees, G., Frith, C., & Lavie, N. (2001). Processing of irrelevant visual motion during performance of an auditory attention task. *Neuropsychologia*, 39(9), 937-949.
- Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1988). Using direct and indirect measures to study perception without awareness. *Perception & Psychophysics*, 44(6), 563-575.
- Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1990). On the Inter-relatedness of Theory and Measurement in the Study of Unconscious Processes. *Mind & language*, 5(1), 9-28.
- Remington, R. W. (1980). Attention and saccadic eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6(4), 726.

- Reynolds, J. H., & Chelazzi, L. (2004). Attentional modulation of visual processing. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 611-647.
- Ruz, M., & Lupiáñez, J. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*, 23(2), 283-309.
- Sapir, E., & Whorf, B. (1956). The relation of habitual thought and behavior to language. *Language, Thought and Reality*, 134-159.
- Schacter, D. L., & Buckner, R. L. (1998). Priming and the brain. *Neuron*, 20(2), 185-195.
- Scharlau, I., & Ansorge, U. (2003). Direct parameter specification of an attention shift: Evidence from perceptual latency priming. *Vision Research*, 43(12), 1351-1363.
- Schoeberl, T., Fuchs, I., Theeuwes, J., & Ansorge, U. (2015). Stimulus-driven attentional capture by subliminal onset cues. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(3), 737-748.
- Schurger, A., Cowey, A., Cohen, J. D., Treisman, A., & Tallon-Baudry, C. (2008). Distinct and independent correlates of attention and awareness in a hemianopic patient. *Neuropsychologia*, 46(8), 2189-2197.
- Sheliga, B. M., Riggio, L., & Rizzolatti, G. (1995). Spatial attention and eye movements. *Experimental brain research*, 105(2), 261-275.
- Shen, J., Reingold, E. M., & Pomplun, M. (2000). Distractor ratio influences patterns of eye movements during visual search. *Perception*, 29(2), 241-250.
- Smid, H. G., Böcker, K. B., van Touw, D. A., Mulder, G., & Brunia, C. H. (1996). A psychophysiological investigation of the selection and the use of partial stimulus information in response choice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(1), 3.
- Smid, H. G., Mulder, G., & Mulder, L. J. (1990). Selective response activation can begin before stimulus recognition is complete: A psychophysiological and error analysis of continuous flow. *Acta psychologica*, 74(2), 169-210.
- Super, H., Spekreijse, H., & Lamme, V. A. (2001). A neural correlate of working memory in the monkey primary visual cortex. *Science*, 293(5527), 120-124.
- Tapia, E., Breitmeyer, B. G., & Shooner, C. R. (2010). Role of task-directed attention in nonconscious and conscious response priming by form and color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(1), 74.

- Theeuwes, J. (1991). Cross-dimensional perceptual selectivity. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 50(2), 184-193.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 51(6), 599-606.
- Theeuwes, J. (1993). Visual selective attention: A theoretical analysis. *Acta psychologica*, 83(2), 93-154.
- Theeuwes, J. (1996). Visual search at intersections: An eye-movement analysis. *Vision in vehicles*, 5, 125-134.
- Theeuwes, J., Van der Burg, E., & Belopolsky, A. (2008). Detecting the presence of a singleton involves focal attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(3), 555-560.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247(4940), 301.
- Van der Stigchel, S., Belopolsky, A. V., Peters, J. C., Wijnen, J. G., Meeter, M., & Theeuwes, J. (2009). The limits of top-down control of visual attention. *Acta psychologica*, 132(3), 201-212.
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T., & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(10), 6275-6280.
- Ward, J. (2015). *The student's guide to cognitive neuroscience*. Psychology Press.
- Wolbers, T., Schoell, E. D., Verleger, R., Kraft, S., McNamara, A., Jaśkowski, P., & Büchel, C. (2006). Changes in connectivity profiles as a mechanism for strategic control over interfering subliminal information. *Cerebral Cortex*, 16(6), 857-864.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic bulletin & review*, 1(2), 202-238.
- Yantis, S. (1993). Stimulus-driven attentional capture and attentional control settings.
- Yantis, S. (1996). Attentional capture in vision.
- Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. *Attention and performance*, 18, 73-103.
- Yantis, S. (2008). The neural basis of selective attention: Cortical sources and targets of attentional modulation. *Current Directions in Psychological Science*, 17(2), 86-90.

Yantis, S., Anderson, B. A., Wampler, E. K., & Laurent, P. A. (2012). Reward and attentional control in visual search. In *The Influence of Attention, Learning, and Motivation on Visual Search* (pp. 91-116). Springer New York.

Yantis, S., & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(1), 95.

Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 10(5), 601.

Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 16(1), 121.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. *Der dorsale und ventrale Weg visueller Verarbeitung* – S. 7

Quelle: <https://aspergerhuman.wordpress.com/tag/visual-pathways>

Abbildung 2. *Beispielhafte Abfolge der Reizdarbietung* – S. 21

Abbildung 3. *Interaktion zwischen den Faktoren Farbe und Position* – S. 24

(Reaktionszeiten)

Abbildung 3. *Interaktion zwischen den Faktoren Farbe und Position* – S. 26

(Fehlerraten)

Anhang

Anhang 1. Einverständniserklärung

**universität
wien**

Fakultät für Psychologie der Universität Wien
Liebiggasse 5
1010 Wien, Österreich

Versuchspersonen-Information und Einverständniserklärung

Wir laden Sie ein, an einer experimental-psychologischen Untersuchung mit dem Titel:

freiwillig als Versuchsperson teilzunehmen. Ziel dieser Studie ist aufzuklären, welche kognitiven Prozesse an der Bearbeitung der gestellten Aufgaben beteiligt sind.

Ihre Rechte:

Selbstverständlich können Sie vor und jederzeit während der Studie weitere Informationen über Zweck, Ablauf, etc. der Studie von den studiendurchführenden Personen erfragen. Gerne werden Sie auch nach Ende der Studie über die Ergebnisse der Untersuchung informiert. Sie können die Untersuchung jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, von sich aus abbrechen.

Datenschutz:

Sämtliche Ihre Person betreffenden Daten werden getrennt von den erhobenen Daten aufbewahrt, sodass Ihre Anonymität gewahrt bleibt. Es ist geplant, die im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten in einer wissenschaftlichen Zeitschrift zu veröffentlichen.

Einverständniserklärung:

Durch Ihre Unterschrift bestätigen Sie, dass Sie die Versuchspersoneninformation gelesen und verstanden haben. Sie erklären sich mit der Teilnahme an dieser Studie, sowie der Analyse Ihrer Daten durch befugte Personen einverstanden.

Name: _____

Geboren am: _____ in: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____