

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Top-down Contingent-Capture bei natürlichen Objekten“

verfasst von

Julia Peham

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt: Psychologie

Betreuerin / Betreuer: Dr. Ulrich Ansorge

Danksagung

Bedanken möchte ich mich zu allererst bei Prof. Dr. Ulrich Ansorge und Herrn Nils Heise für die Unterstützung bei dieser Diplomarbeit.

Ein großer Dank gebührt auch Carina Reitner, die meine Diplomarbeit korrekturgelesen hat, mir einige wertvolle Hinweise gegeben hat und vor allem gegen Ende des Schreibprozesses eine große Motivation für mich war.

Besonderer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, ohne die ich nicht so schnell so weit gekommen wäre. Vor allem meinen Eltern, die mich bei allem unterstützen und immer an mich glauben, bin ich unendlich dankbar!

Auch meine Freunde und mein Freund waren eine große Stütze für mich, haben mich motiviert und aufgebaut, und waren immer mit einem offenen Ohr und viel Geduld für mich da. Danke dafür, ihr seid die Besten!

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	7
Abstract.....	9
Einleitung.....	11
Theoretischer Hintergrund	
Aufmerksamkeit.....	12
Selektive Aufmerksamkeit.....	13
Visuell-räumliche Aufmerksamkeit.....	14
Verdeckte und offene Aufmerksamkeitsverlagerungen.....	15
Theorien der visuellen Informationsverarbeitung.....	16
Conjunction Search.....	17
Methoden zur Untersuchung der Aufmerksamkeit.....	18
Aufmerksamkeitsverlagerung / Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit.....	19
Bottom-up Theorie.....	20
Top-down Contingent-Capture Theorie.....	22
Top-down vs. Bottom-up Debatte.....	25
Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen.....	28
Rolle von Farbe.....	28
Natürliche/ Polychromatische Reize.....	30
Methoden	
Ziel & Fragestellung.....	31
Hypothesen.....	33
Stichprobe.....	34
Design & Technische Daten.....	34
Durchführung.....	40
Ergebnisse.....	43
Diskussion.....	50
Literaturverzeichnis.....	53
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	58
Anhang.....	60
Lebenslauf.....	63

Zusammenfassung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, einerseits einen Beitrag zur aktuellen Forschungsdebatte, ob Aufmerksamkeitsverlagerung „top-down“ (zielgerichtet) oder „bottom-up“ (reizgetrieben) verläuft, zu leisten. Andererseits soll die *Top-down Contingent-Capture Theorie*, also die absichtsgetriebene Aufmerksamkeitssteuerung, im Hinblick auf natürliche Reize genauer untersucht werden, da dieser Effekt bis jetzt hauptsächlich mit monochromatischen Reizen (farbigen Symbolen oder anderen unnatürlichen Objekten) gezeigt wurde. In dieser Studie wird um diese Annahmen zu untersuchen ein Visual-Search Experiment mit Bildern von Früchten verwendet. Es wurde an 24 Versuchspersonen getestet, die zwischen Ablenkerreizen (sogenannten Distraktoren), die entweder zum Suchset des Zielreizes passten oder nicht, einen von zwei Zielreizen finden mussten. Reize die relevantfarbig waren, also dazu passten, zogen mehr Aufmerksamkeit auf sich, was für *Contingent-Capture* spricht. Die Ergebnisse zeigten jedoch auch „Bottom-up“-Effekte. Diese können aber als Fehler der „top-down“-Verarbeitung betrachtet werden, die unter diesen erschwerten Suchbedingungen durch polychromatische und Farbspektren-überlappende Reize auftreten.

Schlüsselwörter: Aufmerksamkeit, Aufmerksamkeitsverlagerung, top-down Contingent Capture, natürliche Objekte, polychromatisch

Abstract

The goal of this study is on the one hand, to contribute the actual debate whether attention capture is “top-down” or “bottom-up”. On the other hand we want to investigate the *Top-down Contingent-Capture Theory* in terms of natural objects, since this effect was mostly shown with monochromatic cues (coloured symbols or other items). Therefor we used a Visual-Search experiment with photos of fruits. It was tested on 24 participants, who had to find one of two searched-for targets, that were shown between distractor-cues (who matched the attentional set or not). Matching cues caused more capture, which speaks for contingent capture. “*Bottom-up capture*” was also found, but it can be interpreted as failures of the “top-down” processing, which appear under these difficult conditions of polychromatic cues and overlapping of the colour spectra of the cues.

key words: attention, attentional capture, top-down contingent capture, natural objects, polychromatic

Einleitung

Thema dieser Diplomarbeit ist die Aufmerksamkeitsverlagerung in der visuellen Suche bei natürlichen Objekten mit polychromatischen (mehrfarbigen) Reizen.

In der Forschungsliteratur gibt es zwei grundsätzliche Annahmen: Einerseits wird angenommen, dass diese zielgesteuert („top-down“) oder reizgetrieben („bottom-up“) verläuft.

Einführend ein Beispiel zur besseren Veranschaulichung.

Sie besuchen eine Lehrveranstaltung und sind auf der Suche nach einem Sitzplatz. Sie lassen Ihren Blick durch den Hörsaal schweifen und konzentrieren sich darauf, Ihre Kollegin mit den braunen langen Haaren zu entdecken, zu der Sie sich setzen möchten. Alle weiblichen Personen mit braunen Haaren ziehen dabei Ihren Blick auf sich, solange bis Sie Ihre Freundin unter den vielen MitstudentInnen gefunden haben. Dies ist ein Beispiel für die *Top-down Contingent-Capture Theorie* von Folk, Remington und Johnston (1992). Wir können unsere Aufmerksamkeit also zielgerichtet und kontrolliert („top-down“) darauf lenken, was für unsere Suche relevant ist.

Im Gegensatz dazu steht jene Theorie welche davon ausgeht, dass die Aufmerksamkeit durch auffällige Reize auf sich gezogen wird- die stimulus-driven (reizgetriebene) „*Bottom-up-Theorie*“ (Theeuwes, 1992). Während also Ihr Blick auf der Suche nach braunen Haaren durch die Reihen wandert, würde er laut dieser Theorie von einer Person mit knallig roten Haaren angezogen werden. Auch wenn diese Haarfarbe nicht jene ist nach der Sie suchen, wäre dies ein auffälliger (salienter) Reiz, der die Aufmerksamkeit auf sich zieht, auch wenn dieses Kriterium für die Suche nicht relevant ist.

Theoretischer Hintergrund

Aufmerksamkeit

Das Thema dieser Studie ist Teil der selektiven visuellen Aufmerksamkeit, weshalb zum besseren Verständnis die vorhandenen Theorien hierzu eingangs erklärt werden. Davor ist es jedoch wichtig, die grundlegenden Begriffe die wir dafür benötigen, zu klären. Zu Beginn stellt sich die Frage, was genau unter Aufmerksamkeit zu verstehen ist. Um diese Frage beantworten zu können, sollen in weiterer Folge einige Definitionen angeführt werden.

Ansorge und Leder beschreiben Aufmerksamkeit als „Selektivität der Wahrnehmung“, Wahrnehmung wiederum definieren sie als einen „Vorgang der unmittelbaren und aktiven Teilhabe des Geistes (oder der Psyche) an seiner (oder ihrer) Umgebung“ (Ansorge & Leder, 2011, S.9).

William James definierte Aufmerksamkeit schon 1890 und zwar wie folgt:
„Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration, of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others, ... „

„Jeder weiß, was Aufmerksamkeit ist. Es ist die Besitzergreifung des Geistes, in klarer und lebendiger Form, durch Objekte oder Gedankengänge, aus wie es scheint vieler verschiedener gleichzeitig möglicher. Fokussierung und Konzentration des Bewusstseins sind ihrer essentiell. Sie impliziert Entziehung einiger Dinge, um mit anderen effektiv umgehen zu können...“ (James, 1890, S.403)

William James unterschied zwischen aktiver und passiver Aufmerksamkeit.

Aufmerksamkeit sei entweder passiv, was bedeutet, dass sie reflexartig, unwillkürlich und mühelos von statten gehe; oder aber sie sei aktiv, also willkürlich. (James, 1890)

Diese Einteilung ist auch heute noch gültig. Posner (1980) unterscheidet weiters zwischen einem endogenen und einem exogenen Aufmerksamkeitssystem: Das endogene System wird von den Erwartungen und Erfahrungen des Betrachters kontrolliert, das exogene System verschiebt die Aufmerksamkeit wiederum auf auffällige Reize (Posner, 1980).

Aufmerksamkeit wird allgemein als „top-down“ bezeichnet (was soviel wie „von oben nach unten“ bedeutet), wenn sie von den Zielen des Betrachters und dessen Erwartungen kontrolliert erfolgt. „Bottom-up“ („von unten nach oben“) beschreibt im Gegensatz dazu, dass die Aufmerksamkeit von äußerlichen Reizen geleitet wird. Auf diese Differenzierung wird später genauer eingegangen. (Eysenck & Keane, 2010)

Aufmerksamkeit lässt sich ebenso in fokussierte und geteilte Aufmerksamkeit unterteilen, also ob sie selektiv auf eine Sache, ein Objekt, etc. fokussiert wird, oder ob sie aufgeteilt auf mehrere Dinge gleichzeitig ist. (Eysenck & Keane, 2010)

Selektive Aufmerksamkeit

Wir sind ständig vielen Reizen ausgesetzt. Tagtäglich, jede Minute, jede Sekunde, nehmen wir viele unterschiedliche Reize wahr. Jedoch nicht alle Reize sind für uns relevant und die Verarbeitungskapazität unseres Gehirns ist beschränkt, weshalb die vorhandenen Ressourcen darauf gelenkt werden sollten, was für unsere aktuellen Ziele wichtig ist. Würden wir permanent alles aufnehmen was rund um uns passiert und zu sehen und zu hören ist, wären wir überfordert und würden von den Reizen überflutet werden. Selektive Aufmerksamkeit ist demzufolge eine wichtige Eigenschaft, welche wir im Alltag andauernd einsetzen. Es bedeutet beispielsweise fokussiert auf einen Gegenstand, eine Person, oder eine Tätigkeit zu sein. Aber wie geht diese Fokussierung genau vor sich? Hierzu gibt es bereits viele wissenschaftliche Studien und es wird aktuell immer weiter daran geforscht.

Cherry (1953) beschäftigte sich mit dem sogenannten „Cocktailparty-Phänomen“ und untersuchte, wie Menschen einer Konversation folgen können, wenn gleichzeitig viele andere Gespräche im selben Raum stattfinden. Er stellte fest, dass physikalische Unterschiede (Stimmintensität, weibliche oder männliche Stimme), hilfreich waren um sich auf eine Stimme und somit auf ein Gespräch zu konzentrieren. Es ist jedoch schwierig, sich auf eine von zwei Nachrichten zu konzentrieren, wenn diese ähnliche Eigenschaften haben und sich die Stimmen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Bei den Studien von Cherry wurden die Nachrichten nicht binaural (mit beiden Ohren) sondern dichotisch gehört, also mittels Kopfhörer auf jedem Ohr eine Nachricht. So fällt es den Zuhörern leichter, zu verstehen was sie hören, jedoch können sie sich nur auf eine Nachricht konzentrieren, während sie von der anderen Nachricht am anderen Ohr kaum etwas mitbekommen. Selbst Sprachwechsel wurden dort meist nicht erkannt, physikalische Änderungen wiederum meist schon. (Cherry, 1953)

Broadbent (1958) versuchte, die Ergebnisse des dichotischen Hörens zu erklären und entwickelte eine Theorie, nach der die Aufmerksamkeit einem Filter entspricht. Dieser Filter wird über bestimmte Merkmale der Botschaften gesteuert, die bereits präattentiv (also vorbewusst und unterschwellig) wahrgenommen werden, bevor die Aufmerksamkeit direkt zugewandt wird. Botschaftsmerkmale sind zum Beispiel die Position oder die Stimme der Botschaft. Zwei Reize bzw. Nachrichten die zur gleichen Zeit präsentiert werden, werden parallel aufgenommen, jedoch nur eine der beiden wird durch den Filter gelassen. In späteren

Untersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, dass auch Teile der Bedeutung der anderen, nicht beschatteten Nachricht (die Versuchspersonen mussten eine Nachricht nachsprechen, was „beschatten“ genannt wird) gehört werden können, wenn dies zum Beispiel der eigene Name ist. Diese Filtertheorie der selektiven Aufmerksamkeit von Broadbent war die erste Informationsverarbeitungstheorie der Aufmerksamkeit und Ausgangspunkt für spätere Theorieerweiterungen. (Broadbent, 1958; Eysenck & Keane, 2010; Ansorge & Leder, 2011)

Unklarheiten in Broadbents Theorie führten zu einer Weiterentwicklung von Treisman (1964) mit der „Attenuationstheorie“, sowie von Deutsch und Deutsch (1963) mit der „Theorie der späten Selektion“. Die Autoren wollten überprüfen, warum Informationen dennoch durch den Filter gelangen, obwohl dies Broadbent zufolge nicht möglich sei. Deutsch und Deutsch (1963) waren der Ansicht, dass alle Reize vollständig analysiert werden und die wichtigsten oder relevantesten Reize die Reaktion steuern. Laut Treisman sind diese Filter viel flexibler als bisher angenommen. Die Analyse der Reize erfolgt laut Treisman (1964) hierarchisch, angefangen bei physikalischen Merkmalen, einfachen Wörtern bis hin zu grammatikalischen Strukturen und der Bedeutung der Nachricht. Wenn die Verarbeitungskapazität überstiegen wird, wird die Informationsaufnahme etwas abgeschwächt. So erklärt Treisman (1964) wie beispielsweise der eigene Name, wenn er im nicht-beachteten Ohr eingelangt, trotzdem gehört werden kann. Diese Theorie wird heute als die adäquateste gesehen. (Eysenck & Keane, 2010, S.156)

Die oben erläuterten Filtertheorien sind ebenso für die visuelle Wahrnehmung anwendbar und werden in den folgenden Absätzen näher behandelt.

Visuelle-räumliche Aufmerksamkeit

Visuelle Aufmerksamkeit wird von Yantis (1998) als ein Mechanismus beschrieben, der verwendet wird um Objekte durch visuelles Selektieren von relevanten oder salienten (auffälligen) Teilen, nach und nach als Ganzes zu erkennen.

Im Alltag müssen wir oft nach bestimmten Dingen suchen, sei es eine bestimmte Person in einer Menschenmenge oder ein bestimmtes Puzzleteil unter vielen ähnlichen Teilen. Die Frage welche viele Wissenschaftler aktuell beschäftigt ist, ob dieser visuelle Vorgang bei komplexeren Suchen zielgerichtet (also „top-down“) erfolgen kann, oder ob die Aufmerksamkeitsverlagerung reizgetrieben („bottom-up“) erfolgt und durch auffällige Reize abgelenkt wird.

Bevor wir auf die Unterschiede zwischen „top-down“ und „bottom-up“-Verarbeitung zu sprechen kommen, werden hier noch einige Theorien zur Visuellen Informationsverarbeitung erläutert.

Die Anfänge der modernen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung lassen sich auf das 19. Jahrhundert datieren. Hermann von Helmholtz entdeckte 1866 das Phänomen der „verdeckten Verlagerung der visuellen Aufmerksamkeit“. Er konnte nicht nur zeigen, dass es möglich ist, die Aufmerksamkeit gezielt auf etwas zu lenken, sondern auch, dass wenn Versuchspersonen ihre Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Punkt richten sollten, also die Richtung der Aufmerksamkeit manipuliert wurde, Aufmerksamkeitsverlagerungen nicht abhängig von Augenbewegungen waren. (Ansorge, Horstmann & Carbone, 2005; Posner, 1980)

Verdeckte und offene Aufmerksamkeitsverlagerung

Es wird demnach zwischen verdeckter („covert orienting“) und offener („overt orienting“) Aufmerksamkeitsverlagerung unterschieden, wobei letztere durch Kopf- und Augenbewegungen Zustandekommen und verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerung ohne Kopf- und Augenbewegungen stattfindet. Die Aufmerksamkeit kann also unabhängig von der Blickrichtung verlagert werden. (Posner, 1980; Ansorge & Leder, 2011)

In dieser Diplomarbeitsstudie wurde mit verdeckter Aufmerksamkeit gearbeitet. Genauer gesagt wurde die Richtung der Aufmerksamkeit manipuliert, was bedeutet, dass die Versuchspersonen ihren Kopf auf einer Kinnstütze ablegen mussten und instruiert wurden, den Blick auf das Fixationskreuz in der Mitte zu legen und die Reize die rundherum aufscheinen, nur aus den Augenwinkeln wahrzunehmen.

Um verdeckte Aufmerksamkeit zu untersuchen, werden „Cueing“-Aufgaben oder „Visual Search“-Aufgaben (wie in der von uns durchgeführten Studie) verwendet. In Aufgaben zur Visuellen Suche (Visual-Search) wird einem Suchdisplay, in dem nach etwas Bestimmtem gesucht werden muss, nach einem sogenannten Zielreiz, mehrere irrelevante Reize (engl.: „distractor“, Ablenkerreiz) hinzugefügt. Dies wird gemacht, um zu untersuchen, ob und wie ein irrelevanter Reiz Aufmerksamkeit auf sich zieht während die VersuchsteilnehmerInnen nach dem Zielreiz suchen sollen. (Becker, Folk & Remington, 2013) In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass Ablenkerreize die dem Zielreiz ähnlicher sind, mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als Ablenkerreize die dem Zielreiz unähnlicher sind. (Ansorge & Heumann, 2003; Folk & Remington, 1998). Dies spricht für die *Contingent-Capture* Theorie. Wenn also ein irrelevanter Reiz Aufmerksamkeit auf sich zieht, hängt das von den „top-down“ Aufmerksamkeitssteuerungseinstellungen ab (Folk, Remington & Johnston, 1992).

Theorien der Visuellen Informationsverarbeitung

Bei der Aufmerksamkeitsselektion spielen verschiedene Mechanismen eine Rolle:

Nach der Ähnlichkeitstheorie von Duncan und Humphreys (1989) bilden Menschen im Kopf Suchschablonen, welche die Merkmale eines zu suchenden Reizes (eines Zielreizes) repräsentieren, um den zu suchenden Reiz finden zu können. Dies sind bspw. Farbe oder Form. Während der visuellen Suche werden die Reize mit der Suchschablone verglichen. Zielreize haben die meiste Ähnlichkeit mit den Suchschablonen und so werden sie gefunden, jedoch verlängern Ablenkerreize (sogenannte Distraktoren oder Distraktorreize) diesen Prozess wenn sie dem Zielreiz ähnlich sind. (Duncan & Humphreys, 1989)

Treisman und Gelade (1980) haben für die Aufmerksamkeitssteuerung eine andere Erklärung: Laut ihrer „Feature-Integration-Theory“ (Merkmalsintegrationstheorie) können einzelne Merkmale durch parallele Suche überall gleichzeitig gefunden werden. Unterscheiden sich die Reize jedoch in einer Kombination von Merkmalen, muss seriell nach ihnen gesucht werden (also einer nach dem anderen). Die Eigenschaften eines Objekts werden zuerst in einer präattentiven, frühen Phase der Informationsverarbeitung automatisch und parallel aufgenommen werden und können erst später identifiziert werden. Diese Eigenschaften können Farbe, Form, Orientierung, Helligkeit/Kontrast oder Richtung der Bewegung sein. In einem seriellen Prozess müssen später die verschiedenen Merkmale zu einem Objekt zusammengefügt werden, wenn mehr als ein Merkmal erforderlich ist, um ein Objekt zu identifizieren. Hierzu wird fokussierte Aufmerksamkeit benötigt. Dieser Prozess ist langsamer und limitiert. (Treisman & Gelade, 1980). Sie untersuchten diese Annahmen in einem Experiment mit „X“ und „O“ Zeichen: Ein „X“ unter vielen „O“-Zeichen war leicht zu erkennen, ganz egal wie viele Ablenkerreize vorhanden waren. Bestand der Zielreiz aber aus mehr als einem Merkmal besteht, muss also eine Kombination von Merkmalen erkannt werden, bspw. ein rotes „X“ aus roten „O“ und grünen „X“-Zeichen, erfolgt die Suche seriell und langsamer. (Treisman & Gelade, 1980)

Laut Wolfe (1994) und seinem „Guided Search Model“ (Modell der gerichteten Suche) wird die Aufmerksamkeit durch die präattentiven Prozesse zu den vielversprechendsten Reizen gelenkt. Diesem Modell zufolge wird ein Ranking bezüglich der Wichtigkeit erstellt. Dies bedeutet, dass bei der visuellen Suche die Aufmerksamkeit zuerst zu dem Reiz gelenkt wird der die höchste Wichtigkeit hat. Ist dies nicht passend, wandert die Aufmerksamkeit zum nächsten Objekt weiter. (Wolfe, 1994)

Visuelle Informationsverarbeitung erfolgt laut diesen Theorien in zwei Stufen. Es gibt eine frühe, präattentive Phase, die parallel verläuft und keine Aufmerksamkeitsressourcen

benötigt und die später abgelöst wird durch eine kapazitätslimitierte Phase, in der eine komplexere Analyse durchgeführt wird. In dieser Phase sind jedoch nur Ressourcen für ein Objekt oder einige wenige Objekte, vorhanden. (Treisman & Gelade, 1980; Broadbent, 1958; Folk, Remington & Johnston, 1992) Über die Gültigkeit dieses Systems wird aktuell diskutiert, jedoch bleibt dieses Grundkonzept weiterhin gültig (Duncan & Humphreys, 1989; Theeuwes, 2010). Am besten untersuchen kann man dies, indem man Versuchspersonen nach zwei Zielreizen suchen lässt. Dies ist in diesem Diplomarbeitsexperiment auch der Fall.

Conjunction Search

Neben dem Merkmals-Suchmodus wird in der Forschung auch von einer „Conjunction Search“ gesprochen, der Suche nach Reizen die durch eine Kombination von Merkmalen definiert werden. Laut Duncan und Humphreys (1989) ist die „Conjunction-Search“ der Merkmalssuche sehr ähnlich. Jedoch ist die Suche nach einer Kombination von Merkmalen statt nur einem Merkmal schwieriger als die Suche nach einem Reiz der sich nur in einem Merkmal von den anderen unterscheidet (Treisman & Gelade, 1980).

Aufmerksamkeit kann auf mehrere Eigenschaften abgestimmt werden: Bewegung, Größe, Farbe und sogar Kategorien. Wie grob oder fein die Suchabsichten abgestimmt sind, hängt vom Ziel des Beobachters sowie von der Differenziertheit des Zielreizes ab (Bacon & Egeth, 1994). Laut Treisman und Gelade (1980) muss die Suche nach mehreren Merkmalen bei einem Reiz, seriell erfolgen, weil dies mit präattentiven Prozessen nicht möglich ist. Dadurch verlängert sich die Suchzeit. Bacon und Egeth (1994) erklären dies durch eine Vergrößerung des Aufmerksamkeitsfensters bei einfachen Suchaufgaben, was eine parallele Suche möglich macht. Sie machen auch darauf aufmerksam, dass je schwieriger eine Aufgabe wird, umso kleiner das Aufmerksamkeitsfenster wird, und es wird zu einer seriellen Suche gewechselt (Bacon & Egeth, 1994). Diese Theorien zeigen auf, wie komplex und schwierig die Suche nach bestimmten Reizen ist.

Nach Kiss, Grubert und Eimer (2013) ist die visuelle Suche in der Realität wohl nicht auf ein einziges Merkmal gerichtet, sondern noch viel komplexer. Ein Beispiel hierfür wäre, dass man auf der Suche nach einer Kirsche nicht bloß nach etwas Rotem, sondern nach etwas Kleinem, Rotem, Runden. Dies kann einerseits dargestellt werden als eine „independent feature list“ (unabhängige Eigenschafts“liste“). Dies bedeutet, dass alle verschiedenen Eigenschaften unabhängig voneinander sind und bei der Suche nach einem bestimmten Objekt alle Eigenschaften unabhängig und getrennt repräsentiert werden. Demnach soll jedes visuelle Objekt welches auch nur in einer Eigenschaft passt, Aufmerksamkeit auf sich ziehen,

also bei der Suche nach der Kirsche alle Objekte die rund oder rot oder in der Größe einer Kirsche sind. (Kiss, Grubert & Eimer, 2013) Diese Theorie stimmt mit den Hauptansätzen anderer Theorien überein, bspw. der „Feature Integration Theory“ von Treisman und Gelade (1980) und dem „Guided Search Model“ von Wolfe (1994). Eine andere Erklärung wäre laut Kiss, Grubert und Eimer (2013) jedoch die Theorie der „fully integrated object representations“ (vollständige Objekt-Repräsentationen). Sie schlagen ein Modell eines zweistufigen Prozesses vor, wenn nach zwei unterschiedlichen Merkmalen gesucht werden muss: Die Aufmerksamkeit wird zunächst von Objekten angezogen die in allen Eigenschaften mit dem Zielreiz übereinstimmen und wird dann aber zurückgezogen von Objekten die einige aber nicht alle Eigenschaften des aktuellen Zielreizes teilen. (Kiss, Grubert & Eimer, 2013)

Zu dem genauen Vorgang bei der visuellen Suche gibt es also viele verschiedene Theorien und es wird aktuell noch weiter daran geforscht. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze bei den Experimenten um dies bestmöglich zu überprüfen:

Methoden zur Untersuchung der Aufmerksamkeit

Visuelle Aufmerksamkeit wird in „Cueing“ (Hinweisreiz-) Experimenten und Experimenten zur visuellen Suche (engl.: „visual search“) untersucht. Unter Aufgaben zur visuellen Suche versteht man Experimente, in denen nach relevanten Zielreizen unter irrelevanten Ablenkerreizen gesucht werden muss. Um die einzelnen Leistungen miteinander vergleichen zu können werden die Reaktionszeiten und die Antwortgenauigkeit analysiert. Je ähnlicher die Ablenkerreize den Zielreizen sind, desto schwieriger wird die Suche. (Duncan & Humphreys, 1989; Posner, 1980). Für die Studie dieser Diplomarbeit wurde eine „Visual Search“ Aufgabe vorgegeben.

Angefangen haben die Untersuchungen der visuellen Aufmerksamkeit mit den Hinweisreiz-Aufgaben von Posner (1980).

Es gibt mehrere Arten von Hinweisreizen (engl.: „cues“): Einerseits gibt es Hinweisreize die vor dem Zielreiz erscheinen und anzeigen wo der Zielreiz erscheinen wird (durch einen Pfeil auf die Stelle oder einen Reiz an genau der Stelle an der danach der Zielreiz erscheint). Diese Art des Hinweisreizes nennt Posner (1980) einen validen (gültigen) Hinweisreiz. Oder aber er zeigt die falsche Stelle an, er ist also ein invalider, also ungültiger, Hinweisreiz. (Posner, 1980)

In der Hinweisreiz -Aufgabe von Posner (1980), welche schon in vielen weiteren Studien verwendet wurde, mussten TeilnehmerInnen einen farblichen Zielreiz-Buchstaben identifizieren der an einer von vier räumlichen Positionen am Bildschirm erscheinen kann. Vor dem Zielreiz wurde ein Hinweisreiz an einer der Stellen präsentiert (oder als Pfeil auf die Stelle zeigend).

Die räumliche Hinweisreiz-Aufgabe basiert auf der Annahme, dass die Zeit die benötigt wird um den Zielreiz zu erkennen, durch einen Hinweisreiz beeinflusst wird, was zeigt, dass dieser Reiz Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Wenn der Zielreiz an derselben Stelle wie der Hinweisreiz (valider Durchgang) erscheint, werden die Reaktionszeiten reduziert, da die räumliche Aufmerksamkeit bereits auf der richtigen Stelle liegt, vor allem im Vergleich zur neutralen Bedingung ohne Hinweisreiz. Wenn jedoch der Zielreiz an einer anderen Stelle erscheint (invalider Durchgang), sind die Reaktionszeiten verlangsamt, da die Aufmerksamkeit ein zweites Mal von der Hinweisreiz-Stelle zur Zielreiz-Stelle verschoben werden muss und somit erschwert wird. Ein signifikanter Unterschied zwischen validen und invaliden Aufgaben (Validitäts-Effekt) wird als Beweis gesehen, dass der Hinweisreiz Aufmerksamkeit auf sich zieht. (Irons, Folk & Remington, 2012; Posner, 1980)

Aufmerksamkeitsverlagerung/Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit

Aktuell wird in diesem Bereich versucht herauszufinden, wieviel Kontrolle die Beobachter über die Aufmerksamkeit und ihre Verlagerung haben, wie gut sie es schaffen, sich auf bestimmte Objekte zu konzentrieren während sie andere ignorieren. Ob die Aufmerksamkeit unwillkürlich, also reizgetrieben und „bottom-up“ oder zielorientiert, willkürlich und „top-down“ erfolgt, ist eine Frage, die aktuell heftig diskutiert und untersucht wird. Auf der einen Seite gibt es die Befürworter der *Top-Down Contingent-Capture Hypothese*. Diese behaupten, dass nur jene Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, die mit unseren Suchabsichten, also unseren Zielen, übereinstimmen. (Folk, Remington & Johnston, 1992; Bacon & Egeth, 1994). Auf der anderen Seite stehen die Vertreter der *Bottom-up Capture Theorie* (Theeuwes, 1992, 1994)

Bottom-up-Theorie

Theeuwes (1992, 1994) ist ein Vertreter der „bottom-up“ Hypothese. Er geht davon aus, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung nicht „top-down“ sondern „bottom-up“, also reizgetrieben, erfolgt.

Laut Theeuwes (1992, 1994, 2004, 2010) spielt die Salienz von Reizen eine große Rolle. Saliente Reize sind solche, die aus anderen Reizen hervorstechen, weil sie besonders auffällig sind- nach Yantis (1998) werden sie Singleton-Reize genannt wenn sie diesen beiden Kriterien (nach Duncan & Humphreys, 1989) entsprechen: Ein Singleton-Reiz muss sich in einer Eigenschaft von seiner Umgebung unterscheiden und (die Reize) diese(r) Umgebung muss/müssen hinsichtlich dieser Eigenschaften homogen sein. (Yantis, 1998, S.242) Ein auffälliger, salienter Reiz, zieht demnach die Aufmerksamkeit zuerst an sich, auch wenn dies nicht den Zielen des Beobachters und dessen Suchabsichten entspricht.

Die reizgetriebene *Bottom-up Hypothese* hat ihren Ursprung in der schon beschriebenen Merkmalsintegrationstheorie von Treisman und Gelade (1980), die besagt, dass einzelne Merkmale wie Farbe oder Helligkeit schon in der frühen Phase der Informationsverarbeitung erkennbar ist.

Die Basis für die *Bottom-up Theorie* legte Theeuwes schon in den frühen 1990er Jahren mit der Annahme, dass die präattentiven Prozesse, also die anfängliche Selektion, auf „bottom-up“ Faktoren wie die Salienz basieren. Die Aufmerksamkeit wird automatisch auf die auffälligsten Reize gelenkt - dies nennt sich „attentional capture“ (Aufmerksamkeitserfassung oder -verlagerung). Erst nachdem ein Reiz selektiert wurde, kann er identifiziert werden. Es wird also erst dann klar, dass ein Singleton ein Farb- oder Luminanzsingleton ist. In dieser präattentiven Phase wird somit lokalisiert, wo sich jener Reiz befindet der durch seine Salienz heraussticht, aber es ist noch nicht ersichtlich, weshalb er dies ist. Die „attentional capture“ ist laut dieser Hypothese also ein Resultat von reizgetriebenen „bottom-up“ Mechanismen. In dieser anfänglichen Phase sind nur die Unterschiede in den Eigenschaften der Reize wirksam, der salienteste Reiz wird gefunden. Erst später kommt es zu einer genaueren Analyse, weshalb laut Theeuwes die „top-down“ Prozesse erst später einen Einfluss nehmen können. (Theeuwes, 2010)

In seinen Singleton-Aufgaben konnte Theeuwes 1992 *Bottom-up Capture* zeigen: Die TeilnehmerInnen mussten nach einem grünen Viereck unter grünen Kreisen suchen. Die Reize waren kreisförmig angeordnet und jeder Reiz hatte einen vertikalen oder horizontalen Strich in sich. Ob dieser Strich nun vertikal oder horizontal ist, mussten die Versuchspersonen (mittels Tastendruck) angeben, um zu zeigen, dass sie den Reiz gefunden haben. In der

Distraktor-Bedingung war der Ablenkerreiz ein rotes Viereck. Die Ergebnisse, die anhand von Unterschieden in den Reaktionszeiten ermittelt wurden, implizieren einerseits, dass Unterschiede bezüglich der Form nicht so schnell erkannt werden wie Unterschiede bei der Farbe. Wichtiger aber: Die Reaktionszeit in jener Bedingung in welcher ein Ablenkerreiz mit dem irrelevantfarbigen Singleton gezeigt wurde, war höher als bei Abwesenheit eines Ablenkerreizes. Ein irrelevanter Ablenkerreiz zog aber nur dann Aufmerksamkeit auf sich, wenn er salienter als der Zielreiz war. Auch nach intensivem Training zogen die salienten irrelevanten Reize mehr Aufmerksamkeit auf sich. Diese Ergebnisse sprechen laut Theeuwes dafür, dass die Aufmerksamkeitsverlagerung reizgetrieben erfolgt. die „top-down“ Kontrolle im Vergleich zu den salienten Reizen nicht vorhanden, sondern zu schwach ist. Theeuwes (1992) erklärt weiter, dass es durchaus möglich ist, dass die visuelle Suche auch top-down erfolgen kann. Voraussetzung dafür ist, dass alle präsentierten Reize homogen sind. (1992).

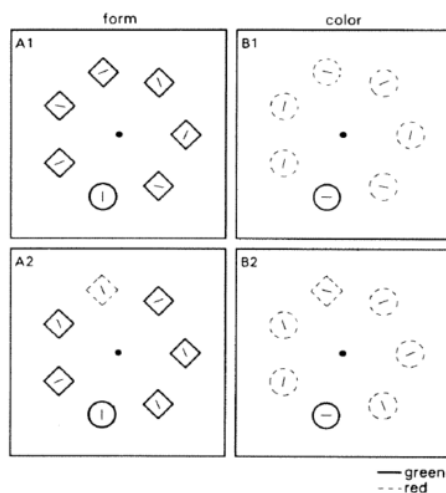


Abbildung 1: Theeuwes (1992)

Die TeilnehmerInnen mussten immer nach einem grünen Kreis suchen der entweder von grünen Quadraten (linke Seite, A1 und A2) oder roten Kreisen (rechte Seite, B1 und B2) umgeben war und entweder mit einem Ablenkerreiz (Grafiken unten (A2, B2) oder ohne (A1, B1).

Theeuwes betont, dass Aufmerksamkeit nicht ausschließlich „bottom-up“ sei, sondern dass es durchaus möglich ist, unsere Aufmerksamkeit zu lenken, dass sie jedoch zuerst von den Reizen getrieben ist und erst danach der „top-down“-Prozess beginnen kann. Die anfängliche Selektion basiert demzufolge auf Prozessen basierend auf „bottom-up“ Salienz-Signalen und erst dann sollen „top-down“ Einflüsse die Selektion in Richtung der aufgabenrelevanten Reize leiten. (Theeuwes, 2010)

Top-down Contingent-Capture Theorie

Folk, Remington und Johnston konnten (1992) *Top-Down Contingent-Capture* Effekte in ihrer Studie, die anschließend näher erklärt wird, nachweisen.

Laut ihnen wird das exogene Aufmerksamkeitssystem von Aufmerksamkeitssteuerungseinstellungen (engl.: „attentional control settings“, kurz: „ACS“) gesteuert. Es werden durch diese Aufmerksamkeitssteuerungseinstellungen Suchsets gebildet, welche auf die Merkmale und Eigenschaften eines Zielreizes abgestimmt sind.

Die Rolle dieser „ACS“ ist es, abzusichern, dass die Aufmerksamkeit auf Objekte oder Orte, die für die aktuelle Aufgabe relevant sein könnten, gerichtet wird. Das Blickfeld wird anfangs präattentiv (vorbewusst und unterschwellig) analysiert und die Aufmerksamkeit wird auf alle jene Reize gerichtet, die Eigenschaften enthalten welche den Suchsets entsprechen. (Folk, Remington & Johnston, 1992)

Als Beispiel: Wenn man in einem Geschäft nach einer Zitrone sucht, sucht man in der Obst und Gemüseabteilung nach der Farbe Gelb und nach einer runden bzw. ovalen Form. Wenn solche Suchsets festgelegt sind, wird die sensorische Verarbeitung eingestellt auf Reize, deren Eigenschaften mit den Settings übereinstimmen, wodurch relevante Reize Eingang finden in die kapazitäts- limitierten Systeme (Corbetta & Shulman, 2002, vgl. Sledge-Moore & Weissman; 2010)

Demnach ist die Erregung der Aufmerksamkeit abhängig von den Zielen des Betrachters, weshalb diese Theorie auch „contingent attentional capture“ (abhängige Aufmerksamkeitsverlagerung) genannt wird. Dieser Theorie entsprechend sollten nur Reize, die zu den Suchsets passen, Aufmerksamkeit auf sich ziehen, während alle anderen Reize ignoriert werden. (Folk, Remington, Johnston, 1992) Somit können auch irrelevante Reize, also Ablenkerreize, zu Aufmerksamkeitsablenkung führen, wenn sie zu den Suchabsichten passen. Dies konnte bereits in mehreren Studien nachgewiesen werden (vgl. Folk, Remington & Johnston, 1992; Irons, Folk & Remington, 2012).

In dem Experiment von Folk, Remington und Johnston (1992), welches aus vier Teilexperimenten bestand, mussten TeilnehmerInnen einen Zielreiz (engl.: „target“) erkennen, der entweder ein „X“ oder ein „=“ war. Der Zielreiz wurde an einer von vier möglichen Positionen gezeigt (siehe Abbildung 2). Es gab zwei Bedingungen: In einer Bedingung war der Zielreiz ein „abrupt onset“, hier erschien plötzlich an einer der Positionen ein Symbol, was eben den Zielreiz ausmachte. In der zweiten Bedingung war der Zielreiz durch seine Farbe (Zielreiz: rot, andere Reize: weiß) zu erkennen.

Weiters gab es Hinweisreize (engl.: „cue“). Bevor der Zielreiz zu sehen war, erschienen (in jeder der zwei Bedingungen) rund um eine der vier Positionen plötzlich erscheinende Lichtreize. Diese konnten entweder richtig (valid) oder falsch (invalid) sein. Pro TeilnehmerIn gab es aber entweder 100% valide oder 100% invalide Hinweisreize, nicht beides. (Folk, Remington & Johnston, 1992)

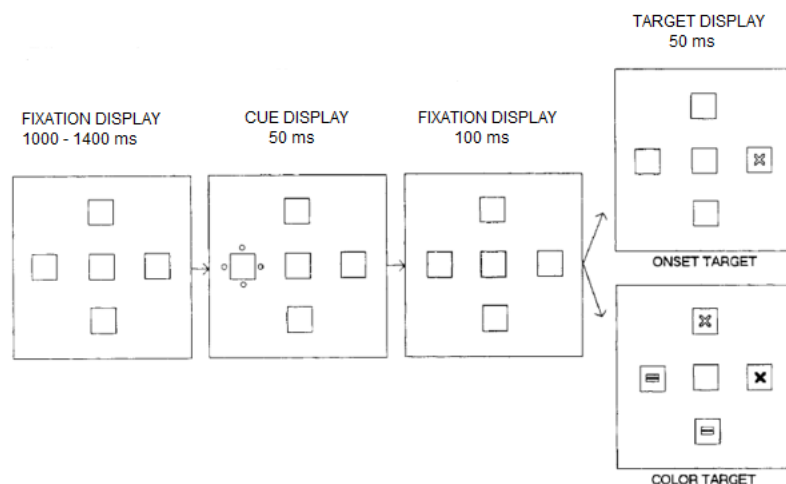


Abbildung 2: Folk, Remington & Johnston (1992)

Experiment 1, es werden invalide Hinweisreize gezeigt.

Bei invaliden Hinweisreizen sollten Verarbeitungskosten (also längere Antwortzeiten) für „onset cues“ aber nicht für Farbcues entstehen. Laut Jonides und Yantis (1988) kommt es durch plötzlich auftauchende Reize zu Aufmerksamkeitsverlagerungen. Bei herausstechenden Farbreizen sollte dies jedoch nicht der Fall sein. Folk, Remington und Johnston (1992) konnten hingegen in ihrem ersten Experiment zeigen, dass „abrupt onset“ Hinweisreize nur dann Aufmerksamkeit auf sich zogen, wenn die TeilnehmerInnen nach einem „abrupt onset“ Zielreiz suchen mussten, nicht aber wenn der Zielreiz durch seine Farbe erkennbar ist. (Folk, Remington & Johnston, 1992)

In einem zweiten Experiment untersuchten Folk, Remington und Johnston (1992) ihre Hypothese, dass jene Merkmale eines Reizes zu einer Aufmerksamkeitsablenkung führen, wenn sie mit den Merkmalen die für die Suche des Zielreizes verwendet werden, übereinstimmen. Die Hinweisreize waren nun vier kleine Kreise rund um die Positionen an denen die Zielreize erschienen. Um drei Positionen waren die Kreise weiß und um eine Position waren sie rot (siehe Abbildung 3). (Folk, Remington & Johnston, 1992)

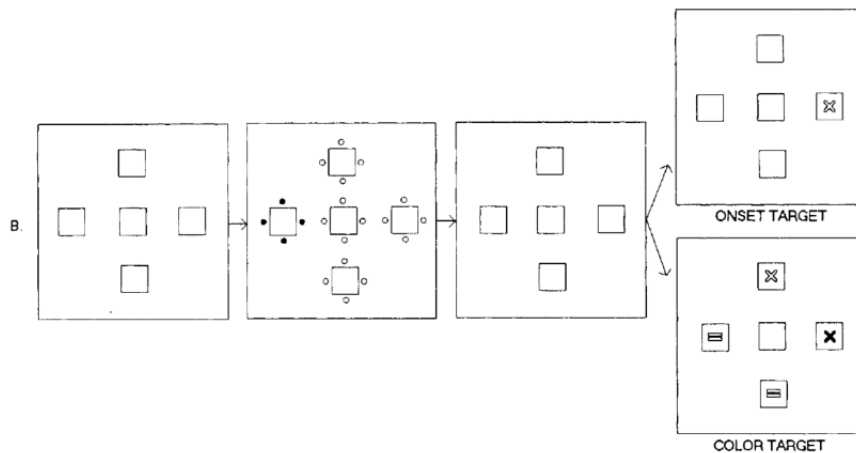


Abbildung 3: Folk, Remington & Johnston (1992)

Experiment 2: das Beispiel zeigt wiederum einen invaliden Hinweisreiz-Durchgang

Nach Folk, Remington und Johnston (1992) sollte nur der rote Hinweisreiz Aufmerksamkeit auf sich ziehen (also eine Verlangsamung der Antwort hervorrufen) und nur wenn nicht nach „abrupt onsets“ sondern nach Reizen die durch ihre Farbe erkennbar waren, gesucht werden musste. Es sollte also nur zu Aufmerksamkeitsverlagerungen kommen wenn der Hinweisreiz ein Merkmal hat, auf welche die Versuchsperson zu reagieren eingestellt ist, also wenn er die gleiche Farbe hat. (Folk, Remington & Johnston, 1992)

Die gefundenen Ergebnisse von Folk, Remington und Johnston (1992) sprechen für *Contingent-Capture*. Dementsprechend zogen die roten Kreise Aufmerksamkeit auf sich wenn nach einem roten Zielreiz gesucht wurde. War der Zielreiz jedoch ein „Onset“-Singleton, also das „=“ oder das „X“ alleine erschien, und dadurch erkennbar war und nicht durch Farbe, wurde keine Aufmerksamkeitsverlagerung durch die Hinweisreize (die kleinen Kreise) gefunden, da es nicht relevant für die Suche des Zielreizes war. Es kommt also zu keiner Aufmerksamkeitsverlagerung bei auffälligen Reizen wenn diese irrelevant sind, also wenn sie keine Merkmale mit dem Zielreiz gemeinsam haben, jedoch kommt es zu einer Aufmerksamkeitsverlagerung durch Reize, die ein Merkmal mit dem Zielreiz gemeinsam haben, und folglich zu den Suchabsichten passen. (Folk, Remington & Johnston, 1992)

Folk et al (1992) stellten mit ihren Experimenten eine neue Theorie bezüglich der Aufmerksamkeitsverlagerung auf. Demzufolge ist die Aufmerksamkeitsverlagerung von den Eigenschaften die sich die Reize teilen abhängig, also den „attentional control settings“, auf die eine Person eingestellt ist, um erfolgreich nach einem Zielreiz suchen zu können (Folk, Remington & Johnston, 1992).

Top-down vs. Bottom-up Debatte

Folk und Remington (1998) zeigten, dass wenn nach einem roten Zielreiz gesucht werden muss, rote Hinweisreize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, grüne jedoch nicht und umgekehrt. Es wird daher auf der Suche nach einer bestimmten Farbe nicht einfach nach Farb-Singletons gesucht, wie von Vertretern der *Bottom-up Hypothese* angenommen. Das Aufmerksamkeitsset wird auf dieses Merkmal, diese Farbe, eingestellt und so kann es jedoch passieren, dass irrelevante Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn sie zum Suchset passen. Dies nennt sich „contingent attentional capture“, oder auch absichtsgetriebene Aufmerksamkeitsverlagerung. (Folk & Remington, 1998)

Die von Theeuwes gefundenen längeren Antwortzeiten bei salienten Reizen erklären Vertreter der *Contingent-Capture Theorie* nicht als „attentional capture“ (in Theeuwes Fall reizgetriebene Aufmerksamkeitsverlagerung), sondern sie entstehen demzufolge durch erhöhte Filterkosten. (Folk & Remington, 1998; Folk, Remington & Johnston, 1992) Diese Filterkosten wurden in den vorhergehenden Theorien (Ähnlichkeitstheorie von Duncan und Humphreys (1989), Merkmalsintegrationstheorie von Treisman und Gelade (1980)) schon angeführt. Wenn ein Ablenkerreiz vorhanden ist, sei die Reaktionszeit daher erhöht, da dieser ausgefiltert werden muss (Folk & Remington, 1998).

Die selektive visuelle Aufmerksamkeit wird demnach vollkommen zielgerichtet kontrolliert und deshalb ziehen nur diejenigen Reize unsere Aufmerksamkeit auf sich, die mit unseren Zielen und Absichten konform sind. (z.B.: Ansorge, Horstmann & Worschech, 2010; Bacon & Egeth, 1994; Folk & Remington, 1998; Folk, Remington & Johnston, 1992)

Wie kann man nun aber diese Unterschiede bei den Ergebnissen der verschiedenen Experimente erklären? Die Experimente von Theeuwes (1992) und Folk, Remington und Johnston (1992) waren nicht gleich aufgebaut. Bei letzteren erschienen Ablenker- und Zielreiz nicht gleichzeitig. Es muss ein Reiz ignoriert werden, der 150ms vor der Präsentation des Zielreizes gezeigt wird. Bei Theeuwes (1992) war der Zielreiz und der Singleton-Ablenkerreiz gleichzeitig präsent und er argumentiert, dass die salienten Reize deshalb zu keiner verminderten Reaktionszeit führten, was von Folk, Remington und Johnston (1992) als keine Aufmerksamkeitsablenkung interpretiert wird, weil diese Ablenkung bis die anderen Reize bzw. der Zielreiz erschienen, überwunden wurde. Chen und Mordkoff (2007) untersuchten, ob diese Effekte durch die Contingent-Capture Theorie oder eine „Disengagement“-Theorie (dass saliente Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, aber nur für einen kurzen Zeitraum, dann wird sie wo anders hingelenkt) dafür verantwortlich sind. Um

diese Annahme zu überprüfen veränderten sie das Experiment von Folk, Remington und Johnston (1992), indem sie statt den 150ms SOA („stimulus onset asynchrony“: die Zeit zwischen dem Erscheinen des einen bis zum Erscheinen eines anderen Reizes) 35ms SOA verwendeten. Auch bei kürzeren SOAs konnte kein Beleg für irrelevante aber saliente Reize gefunden werden. (Chen & Mordkoff, 2007) Auch Ansorge und Heumann (2003) untersuchten die Effekte mit noch differenzierteren SOAs und zwar 0 ms, 17 ms und 34 ms. Auch ihre Ergebnisse sprechen für die *Contingent-Capture Theorie*. Reize die nicht zum Aufmerksamkeitsset passen, konnten erfolgreich ignoriert werden.

Theeuwes (1992, 1994, 2004, 2010) war wie schon erwähnt der Ansicht, dass es in der ersten, präattentiven Phase, rein zu „bottom-up“ Verarbeitung kommt, also die salienten Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, noch bevor „top-down“ Verarbeitung zum Tragen kommt. Laut Folk, Remington und Johnston (1992) ist aber auch diese erste Phase schon „top-down“ und die Verarbeitung verläuft demnach zielgerichtet. Dies konnten auch Eimer und Kiss (2008) zeigen, die dies mit beim EEG sichtbaren ERPs nachweisen. ERPs (engl.: „event related potentials“) sind ereigniskorrelierte Potentiale. Sie konnten dieselben Ergebnisse von Folk, Remington und Johnston (1992) zeigen. Reize lösten nur dann Reaktionen aus, wenn diese ein relevantes zielreizdefinierendes Merkmal hatten. Jedoch wurden diese Effekte nur gezeigt, wenn der Zielreiz durch die Farbe, nicht aber wenn er durch seine Größe definiert wurde.

Auch Bacon und Egeth (1994) vertreten die zielgesteuerte Hypothese: Sie variierten die „additional cueing“ Aufgabe von Theeuwes (1992) und fügten weitere Formen hinzu. Laut Bacon und Egeth kommt es nur dann zu einer Aufmerksamkeitsablenkung durch Singletons wenn die Beobachter im Singleton-Suchmodus sind und dieser sei ja ein „top-down“ Mechanismus, da vom Betrachter kontrolliert, konträr zur Annahme von Theeuwes (1992, 1994, 2010), dass dies für *Bottom-up Capture* spräche.

Bacon und Egeth (1994) fügten weitere Formen wie Quadrate und Dreiecke hinzu, um von einem Singleton-Suchmodus in einen Merkmals- Suchmodus zu kommen. Wenn man sich nun auf einen Merkmals-Suchmodus einstellt, richtet man die Aufmerksamkeit nur auf relevante Reize und irrelevante Reize können zu keiner Aufmerksamkeitsablenkung mehr führen (Bacon & Egeth, 1994). Sie meinen damit, dass selbst ein Singleton-Suchmodus gewählt wird, dies also zielgerichtet verläuft, also Leute willentlich nach auffälligen Reizen suchen und nicht wie von Theeuwes behauptet, die Aufmerksamkeit von diesen Reizen unwillentlich angezogen wird. (Bacon & Egeth, 1994)

Dem Zielreiz ähnliche Reize ziehen stärker Aufmerksamkeit auf sich als unähnliche Reize (siehe bspw. Ansorge & Horstmann, 2007; Ansorge, Horstmann & Carbone, 2005; Ansorge & Heumann, 2003). Dies wird bezeichnet als Ähnlichkeitseffekt (similarity effect), d.h. dass ähnliche Reize („better-matching“) mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als unähnliche („less-matching“) Reize.

Wichtig zu beachten ist aber auch, dass bestimmte Merkmale die in einem Durchgang wahrgenommen werden, auf den darauffolgenden Durchgang wirken können (Becker, 2010). Diese Effekte die für die *Contingent-Capture* Theorie sprechen, könnten also auch von reizgetriebenen Intertrialpriming-Effekten abhängen, welche von Maljkovic und Nakayama 1994 zum ersten Mal berichtet wurden. Hier waren die Reaktionszeiten auf der Suche nach einem roten Zielreiz unter grünen irrelevanten Reizen (oder umgekehrt) langsamer, wenn die Zielreiz-Nichtzielreiz-Farben im Durchgang davor gleich waren, als wenn sie Durchgang davor farblich umgekehrt waren (Maljkovic & Nakayama, 1994).

In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass die stärkere Aufmerksamkeitsablenkung durch ähnliche Reize nicht von der Farbe im Durchgang zuvor abhängt (bspw. Ansorge & Horstmann, 2007; Ansorge & Heumann, 2003). Becker, Ansorge und Horstmann (2008) fanden in ihren Experimenten, dass Ablenkerreize welche dieselbe Farbe hatten wie der Zielreiz im vorigen Durchgang, durchaus mehr Aufmerksamkeit auf sich zogen als Reize mit einer anderen Farbe. Jedoch waren diese Effekte zu klein um sie völlig für die Ähnlichkeitshypothese verantwortlich zu machen.

Diese „Bottom-up“/ „Top-down-Debatte“ ist nun seit mehr als 20 Jahren ein vieldiskutiertes Thema in der Aufmerksamkeitsforschung. Die meisten Ergebnisse von wissenschaftlichen Studien sprechen jedoch für die *Top-down Contingent-Capture Theorie*. In dieser Diplomarbeit geht es also darum, einen Beitrag zu dieser Debatte zu leisten, bzw. Effekte der *Top-down Contingent-Capture Theorie* zu finden und ihre Grenzen auszutesten. Dies soll anhand von mehreren Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen (Suchsets), die aufrechterhalten werden müssen, sowie mit natürlichen Reizen, die die Suchbedingungen erschweren, untersucht werden.

ACS: Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen

Bezogen auf die *Top-down Contingent-Capture Theorie* gibt es bereits viele Studien, wobei die meisten dieser überprüften, ob die „ACS“ für ein einziges relevantes Merkmal die Ablenkung durch ein irrelevantes hervorstechendes Merkmal bewältigen können. (Irons, Folk & Remington, 2012) Eine Erklärung für diese Annahme wäre, dass in der realen Welt Dinge durch mehr als eine Eigenschaft definiert sind. Wenn also nach etwas gesucht wird, müssen oft mehrere Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen gleichzeitig aufrechterhalten werden. Die Effizienz dessen wird aktuell in einigen Studien untersucht:

Bei den Experimenten von Dombrowe und Donk (2011) zeigte sich, dass es durchaus möglich sei, zwei Suchsets gleichzeitig aufrecht zu erhalten und sie untersuchten weiters, wie das Wechseln zwischen diesen Sets von sich gehe: es ist mit erhöhten Kosten verbunden.

Irons, Folk und Remington (2012) konnten einige frühere Studien widerlegen die davon ausgingen, dass „ACS“, also Suchsets für mehrere Merkmale, nicht effizient seien. Sie konnten zeigen, dass diese sehr flexibel und viel präziser und komplexer sind als ursprünglich gedacht. Mehrere „ACS“ können demnach gleichzeitig aufrechterhalten werden, sowie auch für zwei Farben gleichzeitig.

Top-down Contingent-Capture ist jedoch trotz aller Flexibilität limitiert, z.B. wenn nach mehr als einer Farbe oder mehr als einem Merkmal gesucht werden muss, kann es zu mehr Fehlern kommen. Wenn bei einem Experiment nach mehr als einem Farbreiz gesucht wird, können auch weniger passende Reize fälschlicherweise Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Ansorge & Becker, 2013; Ansorge & Horstmann, 2007; Folk & Anderson, 2010). „Less-matching“ Singletons können aber besser als „Better-matching“ Singletons ignoriert werden, was dafür spricht, dass bereits in der präattentiven Phase „top-down“ Prozesse wirken (Ansorge & Horstmann, 2007).

Rolle von Farbe

Farbe ist ein wichtiges Merkmal bei der Reizunterscheidung. Da Farben gut für experimentelle Manipulation geeignet sind, sind sie ein optimales Mittel um die Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen und somit *Contingent-Capture* Effekte zu überprüfen.

Die Rolle der Farbe in Bezug auf Aufmerksamkeit und Aufmerksamkeitsverlagerung wurde schon in mehreren Studien untersucht, unter anderem bei Ansorge und Heumann (2003) - Reize die dem Zielreiz farblich unähnlich sind, werden eher ignoriert als Reize, die den Zielreizen farblich ähnlich sind. Laut Worschech und Ansorge (2012) kann auch nach zwei Farben gleichzeitig gesucht werden, während eine dritte Farbe erfolgreich ignoriert wird. Nach Irons, Folk und Remington (2012) funktioniert dies auch, wenn die irrelevante Farbe im

Farbspektrum (des CIE Farbraumes) zwischen den beiden zu suchenden Farben liegt.

Zur Farbwahrnehmung gibt es verschiedene Theorien. Einerseits, dass Farben aus verschiedenen Kategorien unabhängig voneinander präsentiert werden, andererseits dass sie zusammengehöriger sind (siehe „4-channel“ Modell). D’Zmura zufolge ist eine erfolgreiche Suche nur dann möglich, wenn lineare Teilbarkeit der Farben (im CIE Farbraum) von Zielreiz und Ablenkerreiz gegeben ist (Lineare Separabilitätstheorie, 1991).

Bezüglich dem kategorialen, „4-channel“ (Vier-Kanal-)Modell von Wolfe (1994), wird die Aufmerksamkeit auf die Reize über einen von vier breiten Farbkategorie-Kanäle (rot, gelb, grün, blau) gesteuert, welche abhängig von ihrer Wellenlänge und Überlappung ihrer angrenzenden Farbkanäle angeordnet sind (Ansorge & Becker, 2013). Dies ist ähnlich den „opponent color processing“-Modellen, laut denen Farbe durch rot-grün und gelb-blau Komplementär-Farb-Prozessmechanismen kodiert wird. Anders die Lineare Separabilitätstheorie, sie besagt, dass Ablenkerreize mit Farben die im CIE Farbraum durch eine gerade Linien von der Farbe des Zielreizes getrennt werden, ignoriert werden können und die Aufmerksamkeit nur auf die gesuchte Farbe gelenkt wird. Da aber nicht alle Farben voneinander getrennt werden können, muss zumindest eine Farbe Aufmerksamkeit auf sich ziehen. (Ansorge & Becker, 2013) Eine dritte Theorie ist der „relational account“ von Becker, Folk und Remington (2010), der davon ausgeht, dass bspw. auf der Suche nach einem orangen Zielreiz unter gelben anderen irrelevanten Reizen, die Aufmerksamkeit auf alle rötteren Reize gelegt wird, oder auf gelbere Reize wenn der orange Zielreiz neben roten Ablenkerreizen präsentiert wird. (Ansorge & Becker, 2013; Becker, Folk & Remington, 2010)

Die Ergebnisse von Ansorge und Becker (2013) konnten das 4-Kanal-Modell und das Lineare Separabilitäts-Modell nicht unterstützen, jedoch auch die „Relational Search“ konnte nicht vollständig bewiesen werden. (Ansorge & Becker, 2013) Becker, Folk und Remington (2013) konnten mit Experimenten zur Suche nach farbigen „T“ und „L“ Symbolen jedoch zeigen, dass die Aufmerksamkeitsablenkung durch einen irrelevanten Ablenkerreiz nicht von Merkmalsähnlichkeit abhängt, sondern davon, ob der Ablenkerreiz den relativen Merkmalen des Zielreizes ähnelt. Beispielsweise zieht ein Hinweisreiz Aufmerksamkeit auf sich, wenn er nicht dieselbe Farbe wie der Zielreiz hat, aber beide im Vergleich rötter sind, oder ein Hinweisreiz mit derselben Farbe wie der Zielreiz zieht keine Aufmerksamkeit auf sich, wenn die Relationen der Hinweisreize nicht mit den Relationen der Zielreize übereinstimmen, bspw. ein oranger Reiz zwischen gelben und roten. (Becker, Folk & Remington, 2013)

Zu den Theorien der Farbwahrnehmung muss noch weiter geforscht werden. Des weiteren muss auch noch geklärt werden, ob das CIE-Farbraum-Modell das geeignete ist, um die Theorien zu erklären. (Ansorge & Becker, 2013)

Natürliche Objekte /Polychromatische Reize

Untersucht wurden all diese Effekte bis jetzt hauptsächlich mit farbigen Symbolen oder anderen unnatürlichen Objekten. In dieser Studie wird untersucht, ob dieser Effekt auch bei natürlichen Objekten auftritt, da Ablenkerreize in unserem Umfeld, in der realen Welt, ja viel komplexer sind und aus vielen verschiedenen Merkmalseigenschaften bestehen (verschiedenen Formen, Größen, Farbspektren,...).

Dadurch, dass Objekte ein Farbspektrum aufweisen, stellt sich die Frage, ob man sich deshalb bei der Suche immer noch auf die Farbe verlassen kann, da keine monochromatischen Zielreize wie in hoch-kontrollierten Experimenten verwendet werden. Weiters wird die zielgerichtete Suche erschwert, da mehr als eine Farbe (eine Farbkombination) gesucht werden muss und die Ablenkerreize weisen mit den Farbspektren der Zielreize Überlappungen auf.

Die in dieser Studie verwendeten Reize haben alle eine dominante Farbe, sie passen alle in eine Farbkategorie, bspw. ist ein grüner Apfel mehrheitlich grün, doch hat er auch gelbe Anteile oder hellere/dunklere Stellen. Es stellt sich die Frage, wie effektiv Suchsets gebildet werden können, wenn man sich auf natürliche Reize, also mehr als einen Farbwert des Farbspektrums einstellen muss, da die Belastung für das Arbeitsgedächtnis dadurch erhöht wird.

Dies wäre der Fall, wenn alle Farbwerte auf Übereinstimmung mit einem zu suchenden Reiz verglichen werden müssen, um diesen zu finden und wenn dies so ist, wenn es Merkmal für Merkmal, also seriell und somit zeitaufwändig funktioniert. Auch weisen die Ablenkerreize Überlappungen mit den Farbspektren der Zielreize auf, passen partiell zu den Suchsets. Da die Suche dadurch erschwert wird, könnte dies zu mehr reizgetriebener Aufmerksamkeitszuwendung führen.

Methoden

Ziel und Fragestellung

Ziel der im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführten Studie ist es, die *Top-down Contingent-Capture Theorie* mit einem Experiment zur Früchtesuche in Hinblick auf natürliche Reize zu untersuchen, da diese Effekte bis jetzt hauptsächlich mit farbigen Symbolen oder anderen unnatürlichen Objekten untersucht wurden. In unserer Studie wurden als natürliche Reize Bilder von Früchten verwendet. Dies waren rote Äpfel, gelbe Grapefruits, rote Tomaten, gelbe Zitronen, rote Äpfel und grüne Limetten.

Es wird versucht zu klären, ob die Aufmerksamkeit bei der visuellen Suche nach natürlichen Objekten mit polychromatischen Reizen, zielgerichtet und „top-down“, also nach der *Contingent-Capture Hypothese*, oder „bottom-up“, also reizgesteuert, abläuft.

Jede Versuchsperson saß vor einem PC und bekam anfangs zwei Früchte gezeigt die sie sich merken musste und von der jeweils immer nur eine pro Durchgang gezeigt wurde. Pro Person gab es zwei Testblöcke mit je 600 Durchgängen. In diesen zwei Blöcken musste nach dem bestimmten Zielreiz gesucht werden, jedoch in einem Block waren alle Bilder „normal“ und in dem anderen Block waren alle Bilder „cut-outs“, also kreisrunde Ausschnitte der Früchte. Die Bedingung der „cut-outs“ wurde zusätzlich durchgeführt, um die Rolle der Form und die Rolle der Farbe bei der Suche nach einem bestimmten Zielreiz zu untersuchen und zu vergleichen, bzw. um auszuschließen, dass die fruchtspezifischen Silhouetten als zusätzliche Hilfe herangezogen wird, da die Suche nach Farbe überprüft werden soll und die Form als alternatives Suchkriterium ausgeschlossen werden soll.

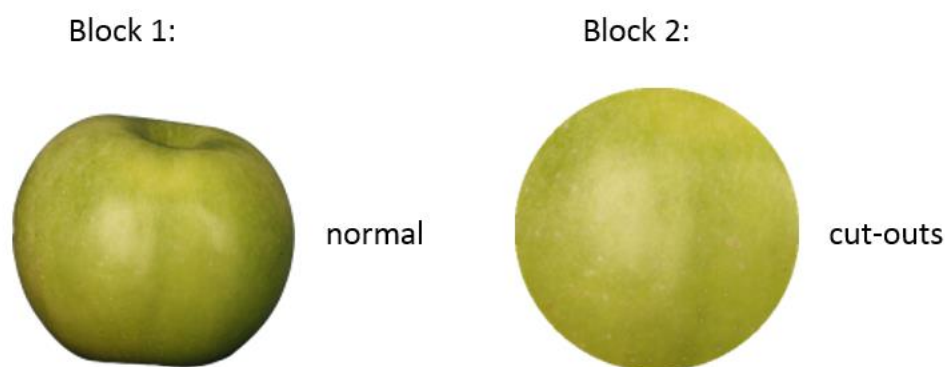


Abbildung 4: Beispiel-Reiz: Grüner Apfel einmal normal, als ganze Frucht, einmal als „cut-out“, kreisförmig ausgeschnitten

Gesucht werden müssen die Zielreize zwischen Ablenkerreizen, von denen es pro Durchgang neben mehreren unauffälligen Früchten einen oder keinen Ablenkerreiz geben kann und der die Suche nach dem Zielreiz erschwert. Die Ablenkerreize sind unterteilt in 3 Kategorien: ICD, SCD und RCD.

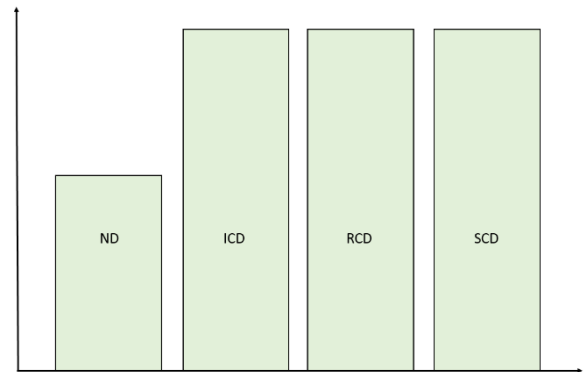
Der Ablenkerreiz in der Bedingung ICD (irrelevant colour distractor) ist eine Frucht, deren Farbe nicht zum Suchset passt. SCD (same colour distractor) und RCD (relevant colour distractor) sind Früchte, deren Farben zum Suchset passen. Bei SCD ist der Ablenkerreiz eine Frucht, die selbe Farbe hat wie die Frucht die gleichzeitig am Bildschirm erscheint, RCD ist eine Frucht mit der Farbe den die zweite Frucht hat die man sich merken muss, die aber zu diesem Zeitpunkt nicht auf dem Bildschirm gezeigt wird. ND (no distractor) ist die Bedingung, in der kein Ablenkerreiz vorhanden ist.

Es stellt sich nun die Frage, bei welchen Ablenkerreizen es zur meisten Aufmerksamkeitsablenkung kommt. Wenn die Reaktionszeit verlangsamt ist und es zu mehr Fehlern kommt spricht dies dafür, dass die Aufmerksamkeit während der Suche nach dem Zielreiz von diesen Ablenkerreizen auf sich gezogen wird.

Hypothesen:

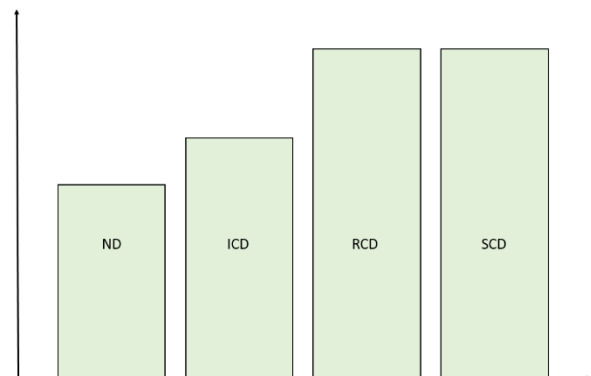
Die Balkendiagramme dienen zur Veranschaulichung der Hypothesen. Hohe Balken bedeuten, dass die Antwortzeit höher ist, also in dieser Bedingung mehr Aufmerksamkeit auf die Ablenkerreize gelenkt wird.

Hypothese 1) Wenn sich die Reaktionszeiten und die Antwortgenauigkeit bei den verschiedenen Bedingungen mit Ablenkerreizen (ICD, SCD und RCD) nicht voneinander unterscheiden, also auch die irrelevanten Ablenkerreize (ICD) Aufmerksamkeit auf sich ziehen, spricht dies gegen die *Top-down Contingent-Capture*

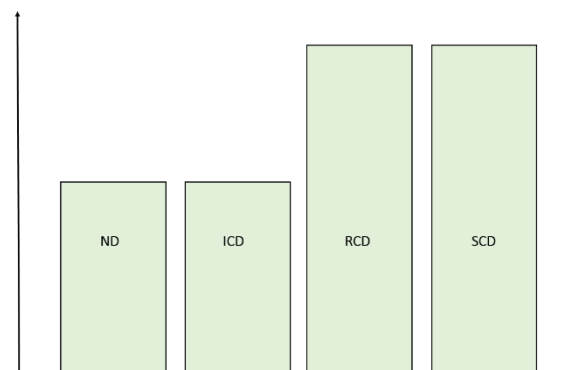


Theorie. Dies spräche dann für reines *Bottom-up-Capture*, wenn alle Ablenkerreize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, also bei ihnen allen langsamer und fehlerhafter reagiert wird, im Vergleich zur Bedingung ohne Ablenkerreiz.

Hypothese 2) Wenn relevante Ablenkerreize die zum Suchset passen (RCD und SCD) mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als irrelevante Ablenkerreize (ICD), also im Vergleich zur Bedingung ohne Ablenkerreiz bei den relevanten Ablenkerreizen signifikant verlangsamt und fehlerhafter reagiert wird als bei irrelevanten, spricht dies für *Contingent-Capture* zusätzlich zu *Bottom-up Capture*.



Hypothese 3) Wenn irrelevante Ablenkerreize (ICD) keine Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sondern nur relevante Ablenkerreize (RCD und SCD) zu langsameren und ungenaueren Antworten führen, spricht dies für *Top-down Contingent-Capture*.



Abbildungen 5, 6, 7: Beispiel-Balkendiagramme der Verteilung der Antwortzeit („response time“) um die Hypothesen darzustellen

Stichprobe:

An dem Experiment nahmen 24 Personen (15 weiblich, 9 männlich) im Alter von 18 bis 27 Jahren teil (mittleres Alter: 22,4 Jahre). 22 davon waren Rechtshänder, 2 waren Linkshänder. Alle Versuchspersonen waren Studenten der Universität Wien und bekamen für die Teilnahme einen Bonus für ihr Studium. Alle TeilnehmerInnen hatte normale oder korrigierte Sehkraft und ein normales Farbsehen. Mittels Einverständniserklärungen unterschrieben alle, dass sie am Experiment teilnehmen wollen. Als Rohdaten erhalten wir somit mit 24 Personen, 2 Blöcken pro Person („normal“ und „cut-outs“ bzw. „cuts“) und pro Block 600 Trials, insgesamt 28.800 Daten.

Design und technische Daten:

Die Studie wurde am Computer durchgeführt und zwar als Gruppentestung, mit je maximal 6 Leuten gleichzeitig in einem Raum, jeder auf seinem eigenen PC. Die Lichtverhältnisse, Sitzhöhe und der Abstand des Kopfes zum Bildschirm (58 cm) waren standardisiert: der Kopf musste auf einer Kinnstütze abgelegt werden.

Die Reize wurden kreisförmig angeordnet auf einem 19 Zoll Monitor eines PCs mit der Auflösung von 1.280×1024 Pixel dargeboten. Für die Durchführung des Experiments und die Datenaufzeichnung wurde die Software Matlab verwendet. Alle Stimuli wurden auf einem 50% grauen Hintergrund (Luminanz 28.68 cd/m²) präsentiert. Die Bildwiederholungsfrequenz betrug 60 Hz, DPI (Punkte pro Zoll): 86.27, Größe: 37.68cm $\times$ 30.15cm (14.84" $\times$ 11.87), Seitenverhältnis: 5 $\times$ 4 (Heise & Ansorge, 2013).

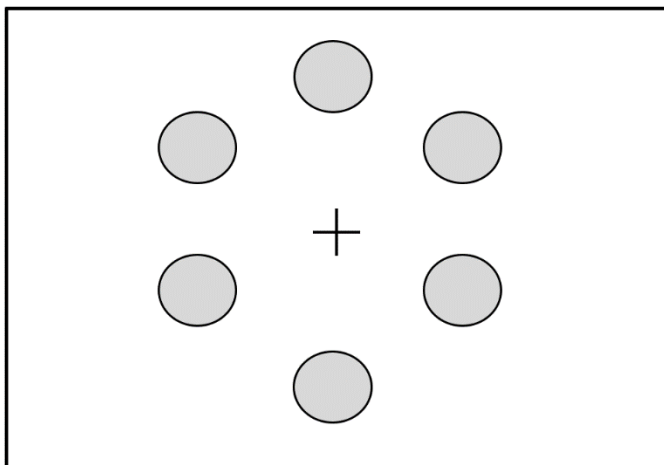


Abbildung 8: Anordnung der kreisförmig angeordneten Reize (Früchte) um das Fixationskreuz, wie den Versuchspersonen am Computerbildschirm vorgegeben

Als natürliche Reize wurden in dieser Studie Bilder von Früchten verwendet die auf dem Computerbildschirm gezeigt wurden und die entweder gelbe Grapefruits, grüne Äpfel, rote Tomaten, gelbe Zitronen, rote Äpfel oder grüne Limetten waren.

Alle Fruchtbilder waren Teil von mehreren 2010 auf der Universität Wien fotografierten Bildern, wobei eine CANON 500D Spiegelreflexkamera verwendet wurde. Bearbeitet wurden die Bilder mittels ADOBE Photoshop CS3, um den Hintergrund der Bilder auszuschneiden. Jede Frucht wurde aus 6 verschiedenen Ansichten fotografiert. Bei den 6 Früchten ergab dies 36 unterschiedliche Bilder und zusätzlich wurden als unauffällige Füll-Reize Bilder von einer Kartoffel, einer Zwiebel und einer Kiwi verwendet. Die annähernd runde Form sowie sechs verschiedene Ansichten pro Frucht sollten dafür sorgen, dass die Versuchspersonen aufgrund der Farben nach den Früchten zu suchen und nicht nach der Form. Um dies dennoch genauer untersuchen zu können, gab es die beiden Blöcke („normal“ und „cuts“). Alle Bilder der Früchte werden im Anhang gezeigt.

Aus diesen 6 Früchten wurden pro Versuchsperson die zwei Zielreize und auch die Ablenkerreize zugeteilt. All diese Früchte bzw. deren Bilder, sind polychromatisch, also haben auch andere Farbanteile, jedoch dennoch eine bestimmte „dominante“ Farbe. Das Bild des grünen Apfels als Beispiel weist, wie jeder Apfel in der Natur, verschiedene hellere und dunklere Grüntöne, sowie auch gelbe Farbanteile auf, unter anderem durch Druckstellen oder verschiedene Reifestadien. Als Füllerreize gibt es Bilder von einem Kartoffel, einer Zwiebel oder einer Kiwi, alle in braun gehalten, die keine Aufmerksamkeitsablenkung nach sich ziehen sollten, da sie weder rot noch grün noch gelb als dominante Farbe haben und keine Überlappungen der Farbspektren der anderen Reize haben.

rot	gelb	grün	braun
Apfel Tomate	Zitrone Grapefruit	Limette Apfel	Kartoffel Zwiebel Kiwi

Tabelle 1: Aufteilung der Reize in die Kategorien ihrer „dominanten“ Farbe

Da die Bilder polychromatisch sind, ist eine Bestimmung des genauen Farbwertes nicht möglich. Jedoch wurden verschiedene Punkte entnommen, deren Farbwert bestimmt und dann Mittelwerte berechnet. In der folgenden Tabelle werden diese Mittelwerte als LAB-Werte angegeben, mit denen eine Farbe exakt im Farbenraum beschrieben werden kann. L*-Werte beschreiben die Luminanz (Helligkeit), wobei „0“ reines schwarz und „100“ reines weiß ist. Die a*-Achse gibt den Rot- oder Grünanteil an, wobei negative Werte für Grün und positive für Rot stehen; die b*-Achse gibt den Gelb- oder Blauanteil einer Farbe an, wobei negative Werte für Blau und positive für Gelb stehen. (<http://www.cielab.de/>)

Reiz	L*	a*	b*
Grüner Apfel	98,73	-23,05	59,18
Grüne Limette	82,52	-24,05	54,93
Roter Apfel	76,4	70,13	53,45
Rote Tomate	85,00	72,45	64,55
Gelbe Zitrone	116,07	-1,52	90,47
Gelbe Grapefruit	110,63	12,87	77,52
Braune Kiwi	68,90	25,48	40,95
Braune Kartoffel	98,48	13,18	46,98
Braune Zwiebel	110,63	15,5	39,7

Tabelle 2: LAB-Werte: Mittelwerte der Farbwerte der verschiedenen entnommenen Punkte der verwendeten Reize

Alle Früchte hatten eine annähernd runde Form. Die „normalen“ Reize lagen sich im Winkel 1.97° (kurze Seite, durchschnittlich 3.62°) und 3.95° (lange Seite, durchschnittlich 3.78°) gegenüber. In der „cuts“ Bedingung wurden die Bilder kreisförmig ausgeschnitten in der Größe $3.95^\circ \times 3.95^\circ$. Die Früchte wurden präsentiert mit einer Exzentrizität von 10.23° zum Kreismittelpunkt und 8.18° zur zentralsten Stelle des Randes der Früchte. Dies war auch der Minimalwert der Exzentrizität der normalen, nicht-ausgeschnittenen Früchte. (Heise & Ansorge, 2013)

Jede(r) TeilnehmerIn musste nach zwei Früchten in zwei Farbkategorien suchen, weshalb es zwei Arten von relevanten Ablenkerreizen gab. Pro Durchgang erschien jedoch immer nur einer der beiden Zielreize, jedoch insgesamt gleich häufig. Die vier Bedingungen/Arten von Ablenkerreizen waren: ICD, SCD, RD und ND.

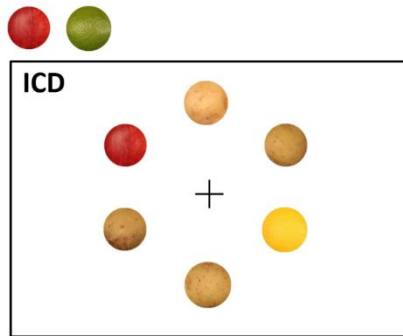
Zur besseren Veranschaulichung wird pro Bedingung ein Beispiel gegeben. Die Zielreize sind in diesem Fall der rote Apfel und die grüne Limette. In diesem Fall wären die verschiedenen Ablenkerreiz wie folgt:

Zielreiz 1 & 2	 
Relevante Ablenkerreize	 
Irrelevante Ablenkerreize	 
Füllerreize	   

Tabelle 3: Beispiel für die verschiedenen Ablenkerreiz-Bedingungen (relevantfarbige und irrelevantfarbige Ablenkerreize) bei dem roten Apfel und der grünen Limette als Zielreize

ND (engl.: „no distractor“, kein Ablenkerreiz): Bei dieser Bedingung ist am Bildschirm neben dem Zielreiz kein Ablenkerreiz vorhanden und somit befinden sich 5 statt 4 Füllerreizen am Bildschirm.

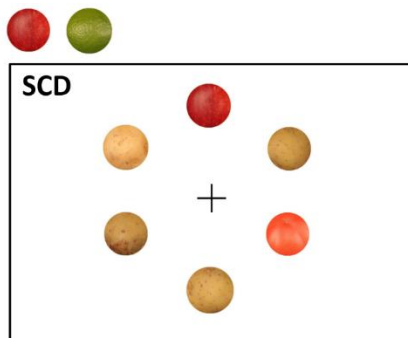
ICD (engl.: „irrelevant colour distractor“, irrelevantfarbiger Ablenkerreiz): ist ein „less-



matching distractor“. Seine Farbe passt nicht zum Suchset.

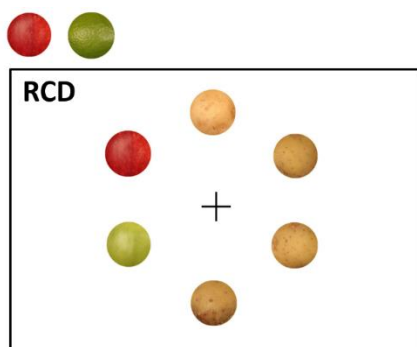
Die dominante Farbe des Ablenkerreizes ist keiner der beiden dominanten Farben der zu suchenden Zielreize ähnlich. Beispielsweise wenn bei der Suche nach dem roten Apfel und der grünen Limette eine gelbe Grapefruit als Ablenkerreiz gezeigt wird.

Die beiden „better-matching distractors“ sind SCD und RCD. Hier passen die dominanten Farben der Ablenkerreize zu den Suchsets, also der dominanten Farbe des Zielreizes.



SCD (engl.: „same colour distractor“, relevantfarbiger ähnlicher Ablenkerreiz) Die dominante Ablenkerreizfarbe ist gleich bzw. ähnlich der dominanten Farbe des aktuell zu suchenden Zielreiz, (also bspw. bei der Suche nach einem roten Apfel und einer grünen Limette: der rote Apfel wird gezeigt und neben 4 anderen Füllreizen ist eine

rote Tomate als Ablenkerreiz am Bildschirm.



RCD (engl.: „relevant colour distractor“, relevantfarbiger unähnlicher Ablenkerreiz): Die dominante Ablenkerreizfarbe ist nicht gleich/ähnlich der dominanten Farbe des aktuell am Bildschirm gezeigten Zielreizes, aber gleich/ähnlich der dominanten Farbe der anderen Frucht (also bspw. bei Suche nach dem roten Apfel und

der grünen Limette: der rote Apfel wird gezeigt und am Bildschirm erscheint als Ablenkerreiz der grüne Apfel).

Abbildungen 9,10,11: Beispiel-Suchdisplays unter den versch. Bedingungen ICD, SCD und RCD

Diese vier Bedingungen wurden randomisiert vorgegeben, aber pro Bedingung gleich häufig. Pro Person wurden, in jedem Block, 150 mal die Bedingung ICD gezeigt, 150 mal SCD, sowie 150 mal RCD und auch 150 mal gab es keinen Ablenkerreiz (ND).

Bezüglich der Reizzuteilung, also welche Versuchsperson welche beide Früchte suchen muss und welche dann die Ablenkerreize in den verschiedenen Bedingungen sind, gibt es 24 verschiedene Kombinationen (umgekehrte Tastenzuteilung eingeschlossen), die an den 24 Versuchspersonen angewandt wurden. Die Füllerreize wurden zufällig zugeordnet. Die Zielreize konnten an jeder Stelle im Fruchtekreis auftreten und taten dies pro Positionsmöglichkeit gleich häufig. Die drei Zielreiz-Positionsmöglichkeiten werden angegeben als $n+1$, $n+2$ oder $n+3$. Dies gibt an, wie weit der Zielreiz vom Ablenkerreiz entfernt ist. Bei $n+1$ ist der Ablenkerreiz direkt neben dem Zielreiz, entweder links oder rechts daneben. Bei $n+2$ ist ein Füllerreiz (also eine Zwiebel, Kartoffel oder Kiwi) dazwischen. Bei $n+3$ ist der Ablenkerreiz genau schräg gegenüber vom Zielreiz.

Es gab 3 verschiedene Reizgruppen: Eine dieser möglichen Reizgruppen wurde in der obrigen Tabelle als Beispiel dargestellt. Die zwei Zielreize nach denen gesucht werden muss, sind hier der rote Apfel und die grüne Limette. Die SCD und RCD Reize wären bei dieser Kombination der grüne Apfel und die rote Tomate. Wird auf dem Bildschirm als einer der beiden Zielreize die der rote Apfel angezeigt und als Ablenkerreiz die rote Tomate, wäre es ein SCD. Würde mit dem roten Apfel der grüne Apfel angezeigt werden, so wäre dies ein RCD. Bei der grünen Limette ist dies natürlich genau umgekehrt. ICD, also irrelevante Farben wären in dieser Kombination entweder die gelbe Zitrone oder die gelbe Grapefruit.

Die drei im Experiment verwendeten Zielreizgruppen waren:

Zielreiz 1 & 2	Tomate (rot), Grapefruit (gelb)
Relevante Ablenkerreize	Apfel (rot), Zitrone (gelb)
Irrelevante Ablenkerreize	Apfel (grün), Limette (grün)
Zielreiz 1 & 2	Tomate (rot), Limette (grün)
Relevante Ablenkerreize	Apfel (rot), Apfel (grün)
Irrelevante Ablenkerreize	Zitrone (gelb), Grapefruit (gelb)
Zielreiz 1 & 2	Limette (grün), Grapefruit (gelb)
Relevante Ablenkerreize	Apfel (grün), Zitrone (gelb)
Irrelevante Ablenkerreize	Apfel (rot), Tomate (rot)

Tabelle 4: Die drei im Experiment verwendeten Zielreizgruppen

Jede Versuchsperson bekommt immer nur einen dieser irrelevanten Ablenkerreize präsentiert, somit ergeben sich aus den 3 Kombinationen 6 unterschiedliche Kombinationen. Zielreiz 1 und Zielreiz 2 können in jedem der drei Reizgruppen zu den SCD Ablenkerreizen gemacht werden und die in diesem Beispiel vorhin als SCD Ablenkerreize gültigen Reize zu den Zielreizen, womit sich die Kombinationsmöglichkeiten nochmal auf 12 verdoppelt. Die Tastenzuordnung, wann welche Taste gedrückt werden muss, wurde auch umgedreht, was nach einer nochmaligen Verdopplung nun zu den 24 möglichen Kombinationen führt. Jede dieser möglichen Kombinationen wurde auf die 24 Versuchspersonen aufgeteilt.

Da die Versuchsperson VP21 den zweiten Block (in ihrem Fall den Block mit den „cuts“) abbrechen musste, wurde der Vollständigkeit halber diese Person herausgenommen und ganz neu nachgetestet und zwar mit genau dieser Kombination die diese Person im Experiment hatte.

Die Aufgabe der Versuchspersonen war es nun, sich die beiden ihnen präsentierten Zielreize, also Früchte, zu merken und diese unter 5 anderen Fruchtbildern wiederzuerkennen und dies möglichst schnell und möglichst fehlerfrei. Dies wurde sichergestellt, indem Tasten gedrückt werden mussten. Auf jedem Fruchtbild war ein schwarzes Kreuz abgebildet und nur auf dem Zielreiz, den es zu erkennen galt, war die vertikale Achse des Kreuzes etwas verschoben, entweder nach links oder rechts (um 1 Pixel). Je nach Zuordnung der Tasten, was zuvor angezeigt und erklärt wurde, mussten die TeilnehmerInnen nun die Taste 4 oder die Taste 6 drücken. Bei folgendem Beispiel wird zur besseren Veranschaulichung die Verschiebung etwas extremer dargestellt:

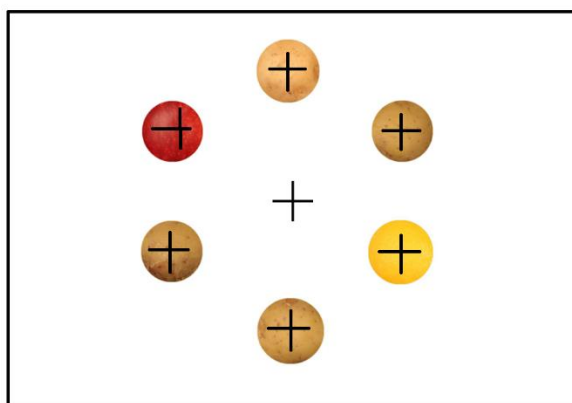


Abbildung 12: Beispiel-Suchdisplay mit den Fixationskreuzen, wovon das am Zielreiz an der vertikalen Achse nach rechts verschoben ist

Untersucht wurde, wie sich Antwortzeiten (RT, „response time“) und Genauigkeit („accuracy“, wieviele Fehler gemacht werden) bei verschiedenen Ablenkerreizen (relevant-farbige oder irrelevant-farbige Ablenkerreize) als wenn sie ohne Ablenkerreiz vorgegeben werden, unterscheiden.

Die Antwortzeit beschreibt die Zeit vom Erscheinen des Bildschirms mit den Reizen bis zur Antwort, die Genauigkeit beschreibt die Fehler beim Tastendruck- also ob richtig erkannt wurde welcher der Zielreiz war und in welche Richtung das Kreuz verschoben war.

Durchführung

Das Experiment fand als Gruppentestung in einem ruhigen, abgedunkelten Raum in den Testräumen der Allgemeinen Psychologie am Institutsgebäude der Fakultät für Psychologie der Universität Wien statt. Die Beleuchtung erfolgte indirekt, durch kleine Tischlampen die hinter den Monitoren standen. Zu Beginn wurden die Ishihara-Farbplatten zum Ausschluss der Rot-Grün-Blindheit verwendet und die Sehstärke getestet. Die Versuchspersonen mussten außerdem eine Einverständniserklärung unterschreiben. Sie bekamen eine Erklärung des Experiments, danach mussten sie ihren Kopf auf einer Kinn und Stirnauflage ablegen, damit ein gleichbleibender und unter allen TeilnehmerInnen standardisierter Abstand zwischen Auge und Bildschirm für die Dauer des Experimentes sichergestellt werden konnte. Um das Experiment zu starten, mussten die Versuchspersonnummer, das Geschlecht, das Alter und die Händigkeit der Person eingegeben werden. Eine genaue Instruktion zur Durchführung des Experimentes erfolgte dann auch noch schriftlich am Bildschirm. Am Anfang wurden alle 6 Früchte gezeigt, jede von allen 6 Ansichten. Danach mussten ein bzw. mehrere Probedurchgänge durchgeführt werden, um die Schwierigkeit des Experiments an die einzelnen Versuchspersonen anzupassen. Die TeilnehmerInnen sollten in den Bereich von 60 bis 70-prozentiger Genauigkeit kommen, deshalb wurde die Präsentationsdauer der Reize pro Probedurchgang verlängert oder verkürzt, solange bis dieser Prozentwert erreicht war. Maximal musste der Probedurchlauf jedoch 7 Mal durchgemacht werden.

Danach folgen die beiden Hauptdurchgänge mit jeweils individuell angepasster Präsentationsdauer. In einem Block wurden die ganzen Früchte präsentiert, im anderen Block wurden die Cut-Outs gezeigt. Pro Block gab es 600 Durchgänge, die während des Experimentes randomisiert (d.h. nach Zufallsprinzip) vorgegeben wurden.

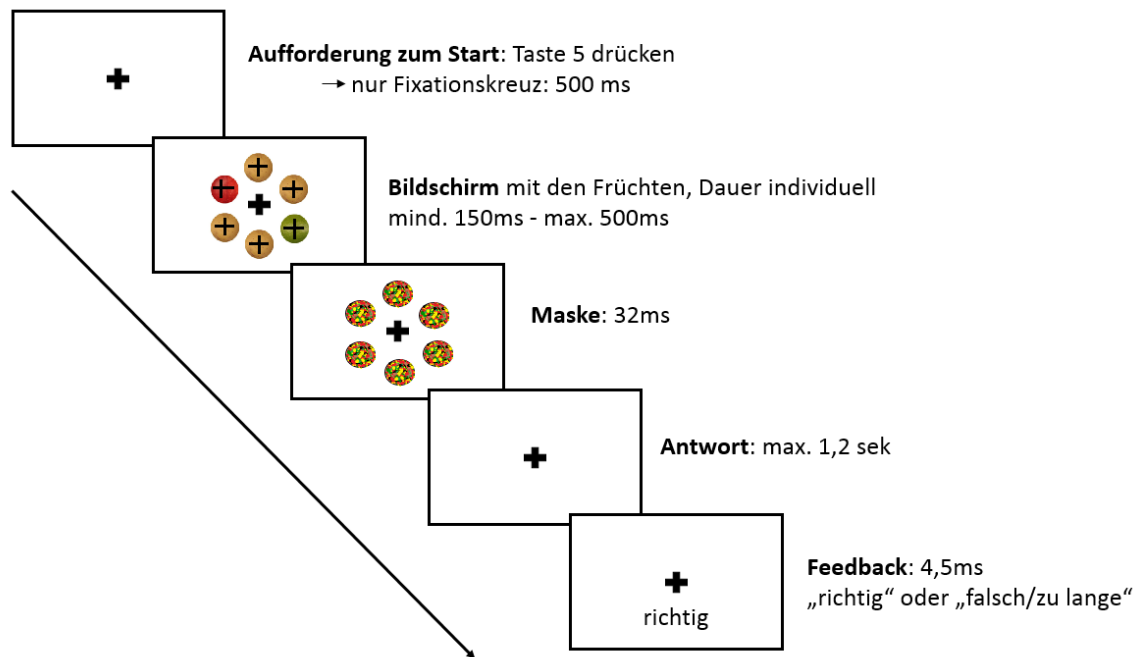


Abbildung 13: Ablaufdiagramm

Nach dem Probedurchgang startete der erste Block, entweder mit den ausgeschnittenen oder den normalen Reizen, jedoch vom Aufbau waren beide Blöcke gleich. Ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms war durchgehend zu sehen, am Anfang stand es gleichzeitig mit der Aufforderung die Taste 5 zu drücken um den nächsten Durchgang zu starten. Nach Tastendruck dauerte es 500ms bis die Bilder der Früchte erschienen, da verhindert werden sollte, dass die Sichtbarkeit der Reize direkt auf Tastendruck erfolgt. Die 6 Früchte wurden kreisförmig angeordnet angezeigt und jede Frucht war mit einem schwarzen Kreuz versehen. Auf der zu findenden Frucht (dem Zielreiz) war der vertikale Teil des Kreuzes etwas verschoben, entweder nach links oder rechts. Die Präsentationsdauer der Früchte war individuell, je nach Leistung im Probedurchgang, mindestens wurden die Früchte jedoch 150ms und maximal 500ms gezeigt. Danach war 32ms lang eine Maske zu sehen, die aus ausgeschnittenen Teilen aus allen Früchten zusammengesetzt war. Für die Antwort hatte man 1,2 Sekunden Zeit, währenddessen war nur das Fixationskreuz zu sehen. Im Anschluss folgte ein Feedback für 450ms, entweder „richtig“ oder „falsch/zu lange“ und danach wurde wieder die Aufforderung zum Drücken der Taste 5 zum Starten des nächsten Durchgangs gezeigt. Der Blick sollte immer in die Mitte auf das Fixationskreuz gerichtet sein, benutzen sollte man für die Antworten lediglich den rechten Zeigefinger, der vor jeder Entscheidung auf der Taste

5 ruhen sollte. Dies wurde so oft wiederholt bis alle 600 Durchgänge und somit der erste Block abgeschlossen war. Nach dem ersten Block konnten die TeilnehmerInnen eine kurze Pause machen, wobei sie jedoch möglichst ruhig auf ihrem Platz bleiben sollten, um die anderen TeilnehmerInnen nicht zu stören.

Die zu untersuchenden Variablen waren die Reaktionszeit und die Genauigkeit. *Contingent-Capture* Effekte zeigen sich jedoch eher in der Genauigkeit, nicht in der Reaktionszeit weshalb die Darbietungsdauer der Reize an die persönliche Schnelligkeit der Versuchspersonen angepasst wurde und durch den Probedurchgang auch schon geübt wurde, um besser vergleichbare Genauigkeits-Werte (zwischen 60 und 70%) zu erhalten.

Ergebnisse

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm PASW Statistics 20 verwendet.

Die Rohdaten umfassten 28.800 Durchgänge (24 Personen x 2 Blocks x 600 Trials), zur Datenanalyse verwendet wurden dann 27.005 davon. Insgesamt wurden also Daten von 1.795 Durchgängen herausgenommen.

Zuerst wurden ungültige Daten herausgefiltert: Wenn nicht gedrückt wurde (Antwort/Response: NONE, 610x), oder eine falsche Taste oder doppelt gedrückt/zwei Tasten gleichzeitig (ERROR, 26x) gedrückt wurden. Dadurch fielen insgesamt 636 Daten raus, und es blieben 28.164. 2,2% der Daten wurden somit verloren.

Ein weiteres Filterkriterium waren auffällige Accuracy-Werte (Antwortgenauigkeit): Personen die zu ungenau/fehlerhaft antworteten, also bei denen die Accuracy als 1,5 Standardabweichungen vom Mittelwert weg war. Dies traf auf keine Person zu, alle waren im gewünschten Bereich, weshalb es zu keinem Datenverlust kam. Dasselbe wurde auch mit der Antwortzeit durchgeführt: Ausgeschlossen werden sollten Personen die ungewöhnlich schnell waren, was eher für ein Raten sprechen würde, oder Personen die langsam waren, was darauf hindeuten würde, dass die Aufgabe nicht verstanden wurde. Die Antwortzeit-Werte der Versuchsperson 13 waren mehr als 1,5 Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt, weshalb ihre Daten nicht zur Berechnung hergenommen wurden. Dies bedeutet einen Verlust von nochmal 1159 Daten, also 4,02%. Insgesamt kommt es also zu einem Datenverlust von 6,22%.

In der folgenden Tabelle (Tabelle 1) werden die Reaktionszeiten der *korrekt beantworteten Durchgänge* in den beiden Experimentteilen („cuts“ und „normal“) und unter allen vier Bedingungen gezeigt.

ExperimentPart	Bedingung	MW	SW
„cuts“	ND	596	94
	ICD	596	95
	RCD	602	100
	SCD	597	103
„normal“	ND	593	94
	ICD	595	92
	RCD	602	98
	SCD	601	104

Tabelle 5, mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortzeit bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)

In dieser Tabelle kann gesehen werden, dass es in der Bedingung ohne Ablenkerreiz (ND) und der Bedingung mit dem irrelevanten Ablenkerreiz (ICD) zu kürzeren Antwortzeiten kommt als in den Bedingungen mit den Ablenkerreizen die zum Suchset passen (RCD und SCD).

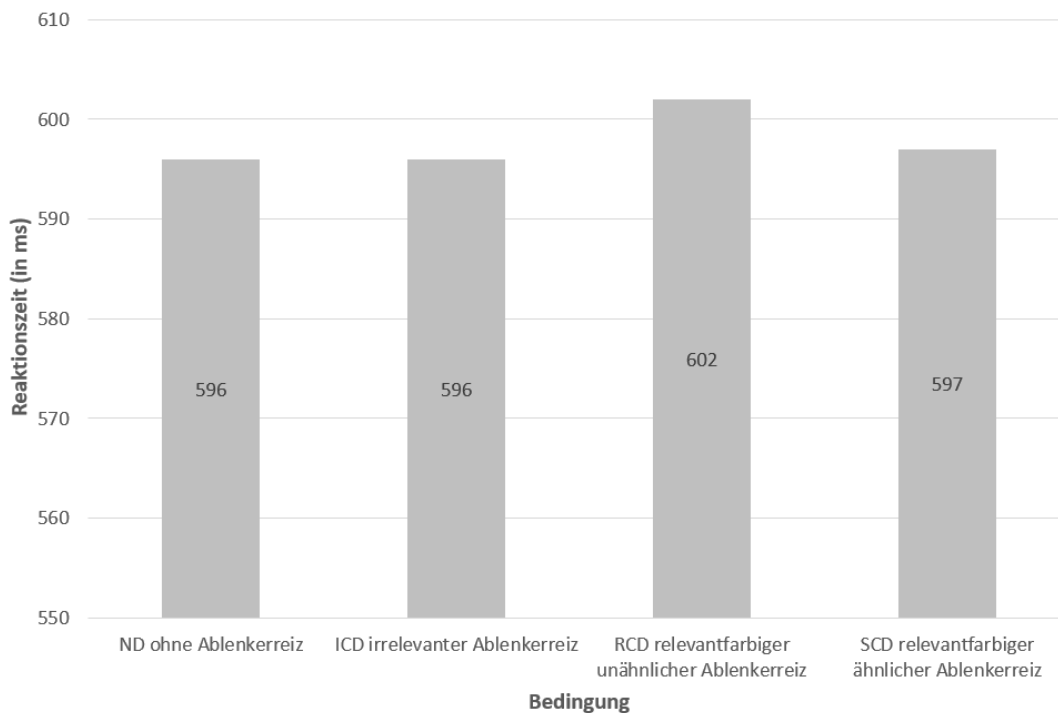


Abbildung 14: Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der Cut-Outs bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)

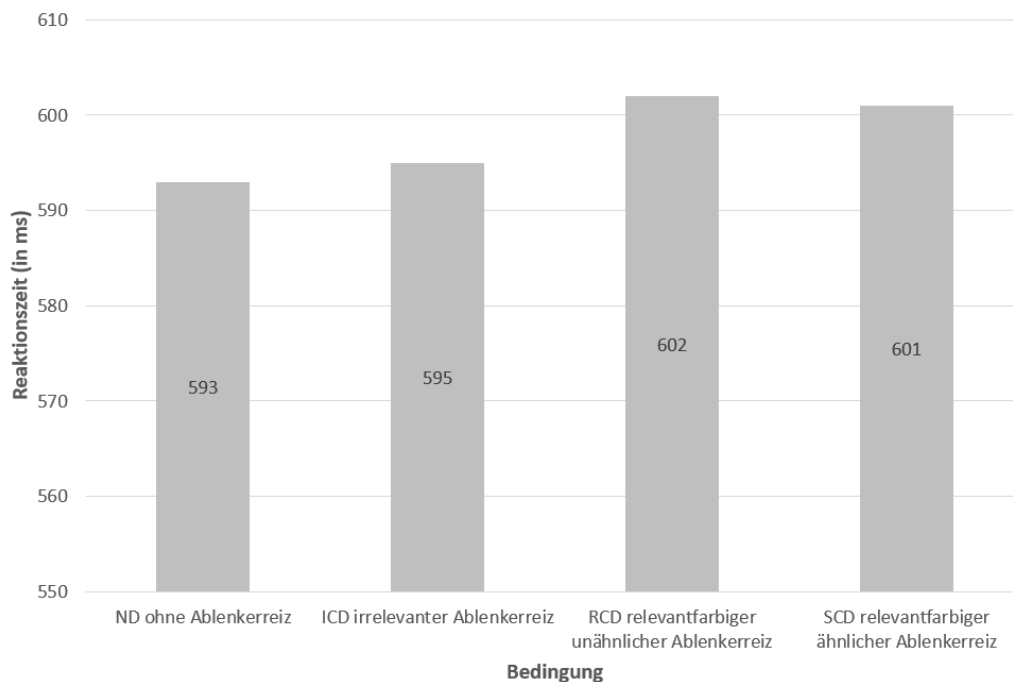


Abbildung 15: Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der normalen, nicht ausgeschnittenen Früchte, bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)

Um die Signifikanz dessen und somit die Hypothesen zu überprüfen, wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung (repeated-measurements ANOVA) durchgeführt. Abhängige Variablen sind die Antwortzeitzeit (RT, response time) und die Genauigkeit (Accuracy). Die unabhängigen Variablen sind die vier verschiedenen Bedingungen (RCD, SCD, ICD, ND). Die Reaktionszeit wurde in Millisekunden (ms) gemessen.

Bevor eine Varianzanalyse durchgeführt werden kann, müssen die Voraussetzungen geprüft werden. Dabei handelt es sich um die Sphärizität die mittels Mauchly-Test geprüft wird und nicht signifikant werden soll ($p < 0.05$). Dieser Test ergab ein signifikantes Ergebnis ($p < 0.046$), was bedeutet, dass ein Verstoß gegen die Annahme der Homogenität der Varianz der abhängigen Variablen vorliegt, weshalb eine Korrektur der Freiheitsgrade mittels Greenhouse-Geisser durchgeführt werden muss, um einen validen (gültigen) F -Wert zu bekommen. Die Berechnungen zeigen bei nur korrekten Antworten keine signifikanten Unterschiede ($F(2.820, 62.029) = 1.513, p < 0.222$). Auch gab es zwischen den „normalen“ und den „ausgeschnittenen Früchten“ keine signifikanten Ergebnisse ($F(1.000, 22.000) = 0.000, p < 0.999$).

Werden alle Daten zur Berechnung hergenommen, also alle Accuracy-Werte, auch die Durchgänge mit den falschen Antworten, sieht die Deskriptivstatistik (siehe Tabelle 2) folgendermaßen aus:

ExperimentPart	Bedingung	MW	SW
„cuts“	ND	586	96
	ICD	591	96
	RCD	599	102
	SCD	594	106
„normal“	ND	586	94
	ICD	593	95
	RCD	601	102
	SCD	602	106

Tabelle 6, mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortzeit in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)

Wiederum ist die kürzeste Antwortzeit bei den Durchgängen ohne Ablenkerreiz (ND), und die längsten Antwortzeiten findet man bei den Durchgängen mit zum Suchset passenden Ablenkerreizen (SCD und RCD).

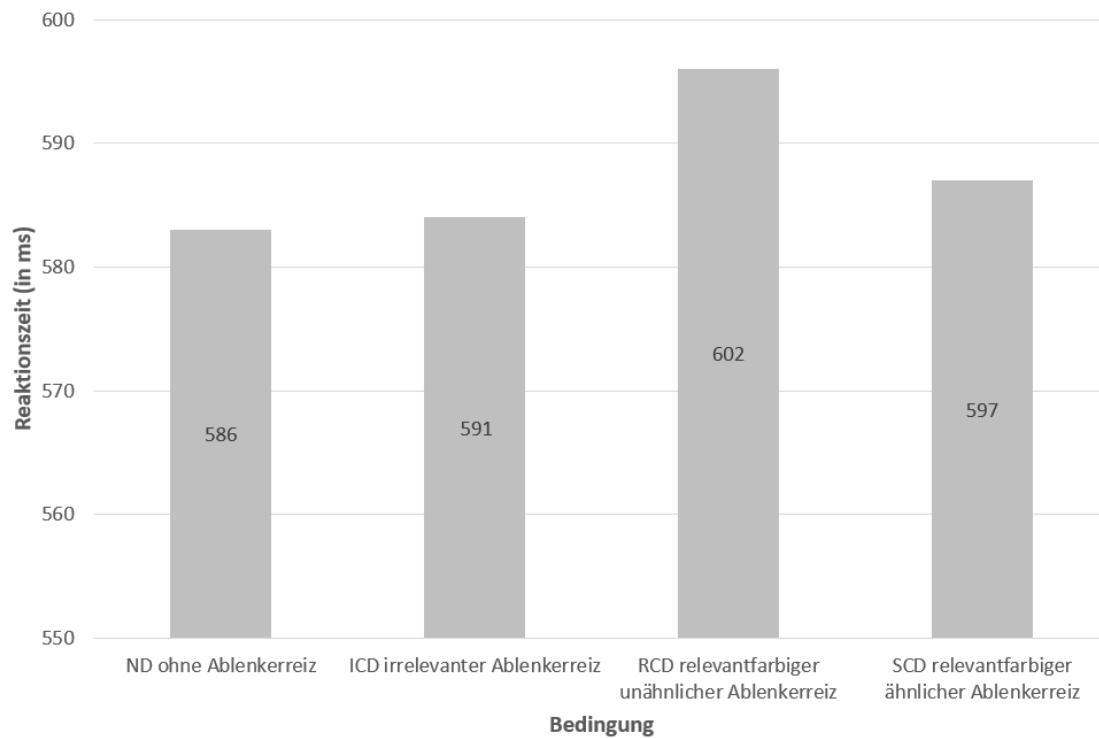


Abbildung 16: Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der Cut-Outs in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)

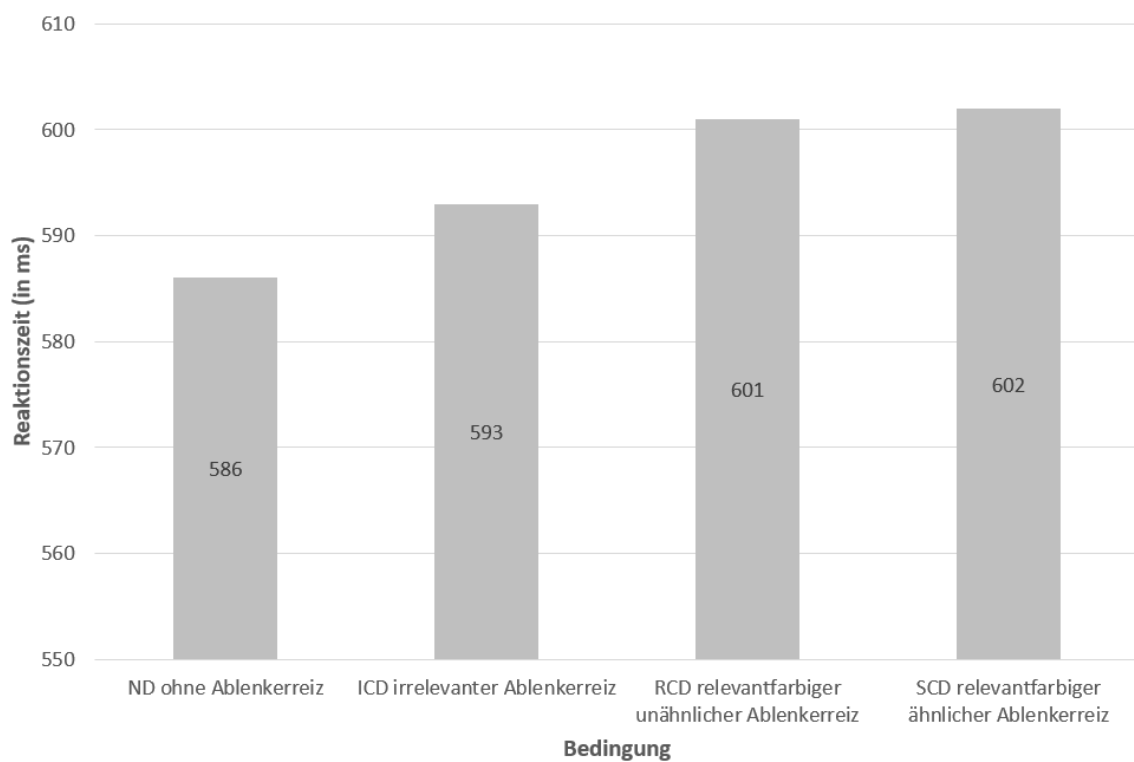


Abbildung 17: Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der normalen, nicht ausgeschnittenen Früchte in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)

Bevor die „repeated-measurements ANOVA“ durchgeführt werden konnte, wurde wieder die Sphärizität mittels Mauchly-Test geprüft, und wurde diesmal nicht signifikant ($p < 0.571$), was bedeutet, dass kein Verstoß gegen die Annahme der Homogenität der Varianz der abhängigen Variablen vorliegt, weshalb auch keine Korrektur der Freiheitsgrade durchgeführt werden muss, um einen validen (gültigen) F -Wert zu bekommen.

Die Ergebnisse zeigen diesmal ein signifikantes Ergebnis bei den Unterschieden der Antwortzeit zwischen den Bedingungen ($F(3, 66) = 6,686$, $p < 0.001$). Dieser zeigt sich zwischen den Bedingungen ND und RCD ($p = 0.004$) sowie ND und SCD ($p = 0.016$). Dies bedeutet, dass die Antwortzeit bei Ablenkerreizen die zum Suchset passen, signifikant länger ist als bei Bedingungen ohne Ablenkerreiz. Ob die Reize „normal“ oder „ausgeschnitten“ präsentiert wurden machte laut diesen Berechnungen keinen signifikanten Unterschied ($F(1, 22) = 0.026$, $p < 0.873$).

Bei den Berechnungen zur Accuracy (Genauigkeit) zeigt sich in folgender Deskriptivstatistik (siehe Tabelle 7), dass in der Bedingung ohne Ablenkerreiz die wenigsten Fehler passierten, und in den Bedingungen mit den Ablenkerreizen die zum Suchset passten (RCD und SCD), im Vergleich am ungenauesten/ fehlerhaftesten geantwortet wurde.

ExperimentPart	Bedingung	MW	SW
„cuts“	ND	,72	,11
	ICD	,69	,12
	RCD	,66	,09
	SCD	,65	,09
„normal“	ND	,71	,17
	ICD	,68	,16
	RCD	,61	,10
	SCD	,61	,09

Tabelle 7, mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortgenauigkeit in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)

Wieder wurde eine „repeated-measurement ANOVA“ durchgeführt und dafür zuvor die Sphärizität mittels Mauchly-Test geprüft. Dieser Test ergab ein nicht signifikantes Ergebnis ($p < 0.602$), weshalb wieder keine Korrektur der Freiheitsgrade durchgeführt werden muss. Bei der Varianzanalyse zeigte sich ein signifikantes Ergebnis ($F(3, 66) = 17,367$, $p = 0.000$). Die paarweisen Vergleiche zeigen signifikante Unterschiede zwischen folgenden Bedingungen: Ablenkerreizen die nicht zum Suchset passen und Ablenkerreizen die zum Suchset passen (ICD und RCD; $p = 0.003$; ICD und SCD; $p = 0.008$) sowie signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen mit Ablenkerreizen die zum Suchset passen im

Vergleich mit der Bedingung ohne Ablenkerreiz (ND und RCD; $p = 0.000$; ND und SCD; $p = 0.000$). Bezüglich der Präsentation der Reize („normal“ oder „ausgeschnitten“) sind keine signifikanten Werte zu finden: $F(1, 22) = 0.572$, $p < 0.458$.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die verschiedenen Ablenkerreizbedingungen einen Einfluss auf die Richtigkeit der Antwort und die Antwortzeit haben. Es kam zu signifikanten Unterschieden bezüglich der Antwortgenauigkeit („accuracy“) zwischen ND und RCD, ND und SCD, ICD und RCD sowie ICD und SCD. Bei relevantfarbigen Ablenkerreizen (RCD und SCD) wurde fehlerhafter als unter den anderen Bedingungen geantwortet.

Bei Bedingungen in denen den TeilnehmerInnen ein Ablenkerreiz der zum Suchset passte (also SCD („same colour distractor“) oder RCD („relevant colour distractor“) - Reize) präsentiert wurde, wurde aber auch langsamer reagiert. Die Antwortzeit war signifikant höher als wenn kein Ablenkerreiz zu sehen war, und auch höher als wenn ein irrelevanter Ablenkerreiz zu sehen war.

Daraus kann man schließen, dass die Aufmerksamkeit „top-down“, also zielgerichtet und kontrolliert verläuft, und auf Reize verlagert wird die für die Suche aktuell relevant sind, was sich in höheren Antwortzeiten und mehr Fehlern bei den Ablenkerreizen die zum Suchset passen zeigt. Die ICD-Reize zogen jedoch im Vergleich zur Bedingung ohne Ablenkerreiz auch Aufmerksamkeit auf sich, wenn auch nicht so viel wie die relevantfarbigen Ablenkerreize. Die Antwortzeit war auch bei ihnen langsamer als bei Bedingungen ohne Ablenkerreiz. Eine Interpretation dessen folgt in der Diskussion.

Der Contingent-Capture Effekt wird oft auch als Folge von Intertrialpriming beschrieben, (siehe zB. Theeuwes et al., 2013) Demnach sollen *Contingent-Capture* Effekte nur auftreten, weil der Zielreiz des vorauslaufenden Durchgangs die gleiche dominante Farbe wie der aktuelle Ablenkerreiz hat. Also wenn bspw. im vorhergehenden Durchgang der grüne Apfel der Zielreiz ist und im aktuellen Durchgang die grüne Limette der Ablenkerreiz ist. Ist dies der Fall, wird das in unseren Daten als „compatible“ beschrieben, ansonsten mit „incompatible“. Die Resultate müssen in Anbetracht dessen geprüft werden, um Effekte auf Contingent-Capture zurückzuführen und Intertrialpriming-Effekte ausschließen zu können.

Vergleicht man also die Früchte der Bedingungen in denen die Farben zum Suchset passen (RCD und SCD), bezüglich der Farbe der Frucht aus dem vorlaufenden Durchgang, kann man herausfinden, ob der Intertrialpriming-Effekt für die gefundenen Effekte verantwortlich ist.

Bedingung	Experimentpart	Intertrialpriming	MW	SW
RCD	cuts	compatibel	607,42	108,290
		incompatibel	596,68	94,962
	normal	compatibel	606,91	103,572
		incompatibel	596,86	98,117
SCD	cuts	compatibel	596,27	102,328
		incompatibel	597,00	106,658
	normal	compatibel	598,79	100,078
		incompatibel	603,10	109,390

Tabelle 8, mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Durchgänge in Bezug darauf, ob der Zielreiz des vorauslaufenden Durchgangs die gleiche dominante Farbe wie der aktuelle Ablenkerreiz hat (compatible) oder nicht (incompatible), mit nur richtig beantworteten Durchgängen

Bedingung	Experimentpart	Intertrialpriming	MW	SW
RCD	cuts	compatibel	0,5857	0,09933
		incompatibel	0,6288	0,08292
	normal	compatibel	0,5439	0,07998
		incompatibel	0,6000	0,11427
SCD	cuts	compatibel	0,5824	0,07067
		incompatibel	0,6193	0,09471
	normal	compatibel	0,5814	0,08691
		incompatibel	0,5639	0,06868

Tabelle 9, mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Durchgänge in Bezug darauf, ob der Zielreiz des vorauslaufenden Durchgangs die gleiche dominante Farbe wie der aktuelle Ablenkerreiz hat (compatible) oder nicht (incompatible), mit allen Durchgängen

Die Berechnungen des Intertrialpriming-Effektes zeigen signifikante Ergebnisse, sowohl wenn alle Durchgänge, als auch wenn nur die richtig beantworteten Durchgänge eingeschlossen werden. $F(1, 22) = 0.991$, $p < 0.330$ (nur Accuracy=1), $F(1, 22) = 10.682$, $p < 0.004$ (alle Durchgänge). Dies bedeutet, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen „compatiblen“ und „incompatiblen“ Durchgängen gibt, was zeigt, dass die gefundenen Effekte nicht von Intertrialpriming abhängen. Der Intertrialpriming-Effekt als Erklärung für Contingent-Capture Effekte, wie von Vertretern der „Bottom-up Hypothese“ angenommen (Theeuwes, 2013; Maljkovic & Nakayama, 1994), kann ausgeschlossen werden, da die in den Berechnungen zuvor gefundenen Effekte unabhängig von der Farbe des Reizes im Durchgang davor auftraten.

Diskussion

Diese Studie untersuchte wie Aufmerksamkeit bei visuellen Suchaufgaben mit polychromatischen Reizen vonstattengeht, ob sie „bottom-up“ oder „top-down“ erfolgt. Falls wie gewünscht bzw. erwartet eine „top-down“ Verarbeitung gefunden wird, sollten die Grenzen dieser unter natürlicheren Bedingungen gezeigt werden. Um natürlichere Bedingungen zu schaffen wurden polychromatische Reize anstatt von monochromatischen verwendet. Bilder von Früchten dienten als Reizmaterial. Jede Versuchsperson musste sich auf zwei Früchte konzentrieren und diese unter anderen Früchten suchen. Entweder wurden Ablenkerreiz-Früchte gezeigt die zum Suchset passten, also eine gleiche bzw. ähnliche Farbe wie die Zielreize hatten, oder es wurden zeitgleich Ablenkerreiz-Früchte präsentiert, die nicht zum Suchset passten, also irrelevantfarbig waren. Diese sollten nach der Top-down Contingent-Capture Theorie keine Aufmerksamkeit auf sich ziehen, relevantfarbige Ablenkerreize jedoch schon. In der Bedingung ICD (wenn neben der Zielreizfrucht eine irrelevantfarbige Ablenkerreiz-Frucht präsentiert wurde) sollte sich demnach die Antwortzeit nicht signifikant erhöhen. Wäre dies der Fall, würde dies dafür sprechen, dass irrelevante Reize, die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und die „top-down“ Suchabsichten des Betrachters nicht stark genug sind dieser Ablenkung standzuhalten, was für die „bottom-up Hypothese“ spricht.

Laut der „top-down“ Theorie der Aufmerksamkeitskontrolleinstellungen von Folk, Remington und Johnston (1992) ziehen Reize die dem Zielreiz ähnlich sind, also zum Suchset passen, mehr Aufmerksamkeit auf sich. In unseren Ergebnissen würde sich dies zeigen, wenn die Antwortzeiten in den Bedingungen SCD und RCD signifikant erhöht sind. Dies war der Fall.

Die Ergebnisse zeigen, dass auch bei polychromatischen Reizen Contingent-Capture auftritt. Reize, deren dominante Farbe gleich bzw. ähnlich der dominanten Farbe einer der Zielreize ist, ziehen mehr Aufmerksamkeit auf sich als Reize, die irrelevantfarbig sind. Also wenn beispielsweise die VersuchsteilnehmerInnen nach einem grünen Apfel und einer roten Tomate suchen müssen, zieht eine grüne Limette mehr bzw. eher Aufmerksamkeit auf sich als eine gelbe Zitrone.

Die Ergebnisse sprechen für die Top-down Contingent-Capture Theorie, jedoch konnten auch leichte „bottom-up“-Effekte gefunden werden. Damit ist gemeint, dass auch irrelevantfarbige Reize (ICD) höhere Antwortzeiten und eine höhere Fehleranzahl haben als in der Bedingung ohne Ablenkerreiz, wenn auch nicht so viel und nicht so signifikant wie die

relevantfarbigen Ablenkerreize. Zum Nachweisen der Effekte sollte hauptsächlich die Antwortzeit hergenommen werden, da die Genauigkeit der Antworten durch die Probedurchgänge angepasst wurde, damit die Daten besser vergleichbar sind. Bei der Antwortgenauigkeit zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen ND und RCD, ND und SCD, sowie ICD und RCD und ICD und SCD. Bei den Antwortzeiten gibt es nur signifikante Unterschiede zwischen ND und RCD sowie ND und SCD. Unter den relevantfarbigen Ablenkerreizbedingungen wird also signifikant langsamer reagiert, was bedeutet, dass hier die Aufmerksamkeit angezogen wird. Zwischen der Bedingung ICD und den relevantfarbigen Ablenkerreiz-Bedingungen (RCD und SCD) konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden, was jedoch zu erwarten war aufgrund der hohen Schwierigkeit der Suchaufgabe, durch polychromatische und Farbspektren-überlappende Reize. Die dritte Hypothese, die völlig für „top-down“ Contingent-Capture sprechen würde, ist außerdem sehr strikt formuliert, in Bezug darauf, dass irrelevantfarbige Ablenkerreize gar keine Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollen, also dieselben Reaktionszeit- und Genauigkeitswerte wie in der Bedingung ND (ohne Ablenkerreiz) auftreten sollten. Diese Effekte bei der Schwierigkeit dieser Aufgabe zu finden ist in der Praxis nicht so leicht umsetzbar.

Die erste Hypothese, laut der alle Reize gleich viel Aufmerksamkeit auf sich ziehen, also sowohl bei RCD, SCD und ICD Reizen gleich schnell bzw. langsam und gleich fehlerhaft reagiert wird, können wir mit unseren gefundenen Ergebnissen widerlegen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen signifikante Unterschiede zwischen der Bedingung ohne Ablenkerreiz und den Bedingungen mit Ablenkerreiz. Unsere zweite Hypothese, also dass Ablenkerreize die zum Suchset passen (RCD und SCD), mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als Ablenkerreize die nicht zum Suchset passen (ICD), was für Contingent-Capture spricht, kann durch die Ergebnisse der Varianzanalysen angenommen werden. Die dritte Hypothese, die besagt, dass Reize die nicht zum Suchset passten (ICD), gar keine Aufmerksamkeit auf sich ziehen, kann so nicht angenommen werden, und zeigt die Grenzen der „top-down“ Verarbeitung unter natürlicheren Bedingungen an.

Die Ergebnisse wurden auch bei ausgeschnittenen Früchten (Bedingung „cuts“) gefunden, was zeigt, dass die Form nicht als Hilfe hergenommen wird, sondern wirklich die Farbe das Suchkriterium ist.

Diese Ergebnisse sprechen also für die Top-down Contingent-Capture Theorie von Folk et al. (1992) die besagt, dass die Aufmerksamkeit zielgerichtet und kontrolliert vorstattengeht, und Aufmerksamkeit nur auf solche Reize gerichtet wird, die mit unseren Suchabsichten übereinstimmen. (Folk, Remington & Johnston, 1992) Die aktuelle Studie

konnte „top-down“ Effekte auch unter natürlicheren und somit ökologischeren Bedingungen zeigen, die so wieder weiter in den Alltag übertragen werden können, als Studien mit monochromatischen unnatürlichen Reizen. Weiters leistet dieser auch unter diesen schwierigeren Bedingungen robuste Effekt einen wichtigen Beitrag zur aktuellen Debatte.

Interessant zu klären wäre noch, wie diese Effekte bei anderen Farben aussehen. In unserer Studie wurden die dominanten Farben rot, grün und gelb hergenommen. Wie würde dies jedoch bei anderen Farben wie violett aussehen? Außerdem waren unsere Reize alle annähernd rund, was Objekte in der Natur ja nicht immer sind. Unter dem Aspekt der natürlichen Objekte, also den Bildern von Früchten, wäre dies zu untersuchen auch noch wichtig.

Literatur

- Ansorge, U., Leder, H. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. Springer Fachmedien
- 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(5). 937–948. doi: 10.1037/0096-1523.29.5.937
- Ansorge, U., Horstmann, G. & Carbone, E. (2005) Top-down contingent capture by color: evidence from RT distribution analyses in a manual choice reaction task. *Acta Psychologica*. 120(3), 243–266. doi:10.1016/j.actpsy.2005.04.004
- Ansorge, U. & Horstmann, G. (2007) Preemptive control of attentional capture by colour: Evidence from trial-by-trial analyses and orderings of onsets of capture effects in reaction time distributions. *The Quarterly Journal Of Experimental Psychology*, 60(7), 952–975. doi 10.1080/17470210600822795
- Ansorge, U., Horstmann, M. & Worschech, F. (2010) Attentional capture by masked colour singletons. *Vision Research*, 50(19). 2015-2027. doi: 10.1016/j.visres.2010.07.015
- Ansorge, U. & Becker, S.I. (2013, in press) Contingent capture in cueing: the role of color search templates and cue-target color relations. *Psychological Research*. doi:10.1007/s00426-013-0497-5
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, 55 (5), 485-496.
- Becker, S.I. (2010). Oculomotor capture by colour singletons depends on intertrial priming. *Vision research*. 50(21). 2116-2126. doi: 10.1016/j.visres.2010.08.001
- Becker, S.I., Ansorge, U. & Horstmann, G. (2008). Can intertrial priming account for the similarity effect in visual search? *Vision research*. 49(14). 1738-1756. doi: 10.1016/j.visres.2009.04.001

- 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. doi: 10.1177/0956797612458528.
- 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 (6), 1460–1476. doi: 10.1037/a0020370
- Broadbent, D.E. (1958). Perception and communication. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Chen, P. & Mordkoff, J.T. (2007) Contingent capture at a very short SOA: evidence against rapid disengagement. *Visual Cognition*. 15(6). 637–646.
doi: 10.1080/13506280701317968
- Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 25(5). 975–979.
doi: 10.1121/1.1907229
- CIELab. (2010). <http://www.cielab.de/>
- Corbetta, M. & Shulman, G.L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews Neuroscience*. 3(3). 201-215. doi:10.1038/nrn755
- Dombrowe, I., Donk, M., & Olivers, C. N. L. (2011). The costs of switching attentional sets. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73(8), 2481-2488.
doi: 10.3758/s13414-011-0198-3
- Duncan, J. & Humphreys, G.W. (1989). Visual Search and Stimulus Similarity. *Psychological Review*. 96(3), 433-458. doi: 10.1037/0033-295X.96.3.433
- D’Zmura, M. (1991). Colour in visual search. *Vision Research*, 31, 951–966.
doi:10.1016/0042-6989(91)90203-H

- 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.
- Heise, N. & Ansorge, U. (2013, in press). Top-down contingent capture extends to color-variegated stimuli. Unveröffentlichtes Manuskript: Universität Wien. (22.11.2013)
- Eysenck, M.W. & Keane, M. T. (2010). *Cognitive Psychology. A Student's Handbook*. 6.Edition. Hove: Psychology Press.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(4), 1030–1044.
doi:10.1037/0096-1523.18.4.1030
- 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), 847-858.
- 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(3), 421-426. doi: 10.3758/PBR.17.3.421
- 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(3), 758-775.
doi: 10.1037/a0026578
- James, W. (1890). *Principles of psychology*. New York: Holt.
- Jonides, J. & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception & Psychophysics*, 43(4), 346-354. doi: 10.3758/BF03208805

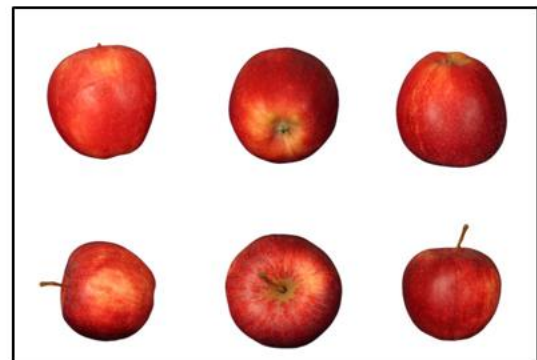
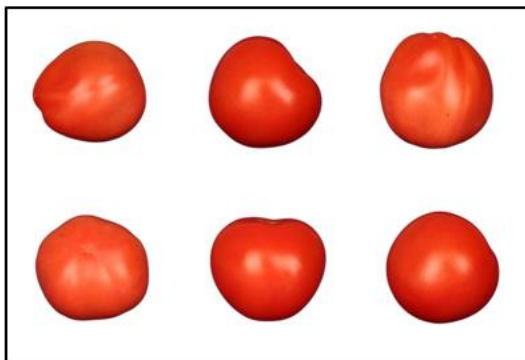
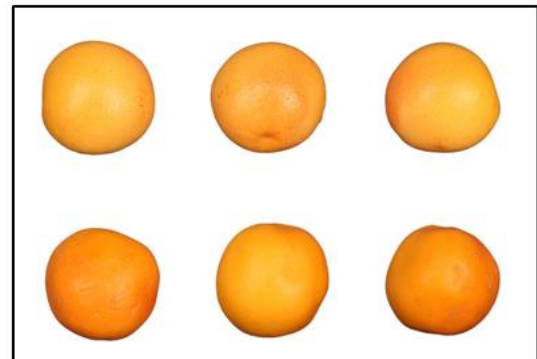
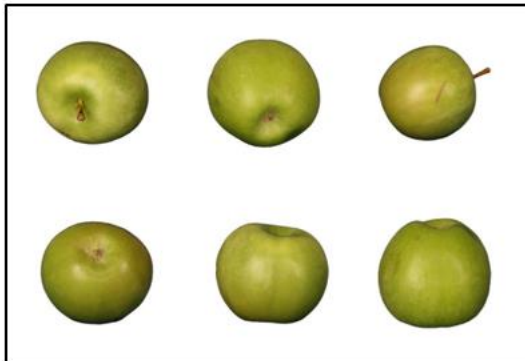
- Kiss, M., Grubert, A. & Eimer, M. (2013) Top-down task sets for combined features: Behavioral and electrophysical evidence for two stages in attentional object selection. *Attention, Perception & Psychophysics*. 75(2). 216-228.
doi: 10.3758/s13414-012-0391-z
- Lamy, D. (2010). Reevaluating the disengagement hypothesis. *Acta Psychologica*. 135(2). 127-129. doi:10.1016/j.actpsy.2010.05.009
- Leber, A.B. & Egeth, H.E. (2006). It's under control: top-down search strategies can override attention capture. *Psychonomic Bulletin Review*. 13(1). 132–138.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out: I. Role of features. *Memory & Cognition*, 22(6), 657–672.
- 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.
doi: 10.3758/APP.72.6.1495
- Palmer, J., Verghese, P. & Pavel, M. (2000). The psychophysics of visual search. *Vision research*. 40(10-12). 1227-1268
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3- 25. doi: 10.1080/00335558008248231
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*. 51(6), 599-606. doi: 10.3758/BF03211656
- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-Driven Capture and Attentional Set: Selective Search for Color and Visual Abrupt Onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(4), 799-806. doi: 10.1037/0096-1523.20.4.799
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(1), 65–70. doi: 10.3758/BF03206462

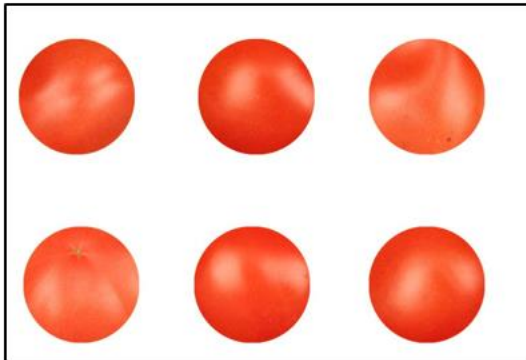
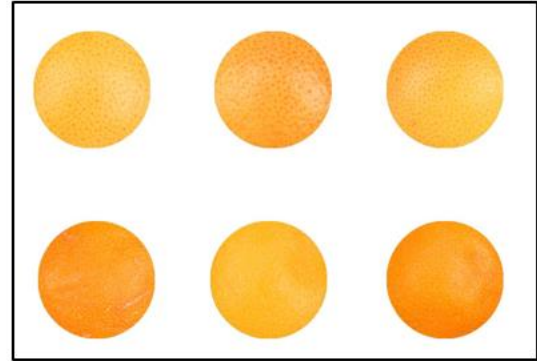
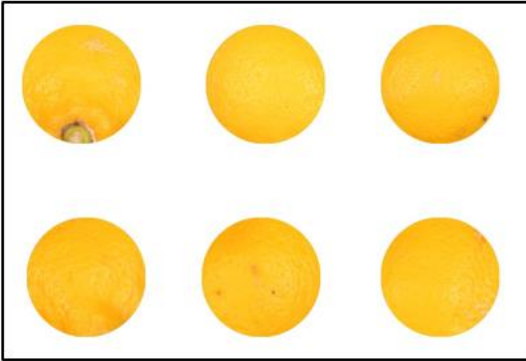
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135(2), 77-99. doi: 10.1016/j.actpsy.2010.02.006
- Theeuwes J. (2013). Featurebased-attention: It is all bottom-up priming. *Philosophical Transactions Of The Royal Society Biological Sciences*, 368(1628), 1471-2970. doi: 10.1098/rstb.2013.0055
- Thornton, T.L. & Gilden, D.L. (2007). Parallel and Serial Processes in Visual Search. *Psychological Review*, 114(1), 71-103. doi: 10.1037/0033-295X.114.1.71
- Treisman, A.M. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136. doi:10.1016/0010-0285(80)90005-5
- Wolfe, J. M., Friedman-Hill, S. R., & Bilsky, A. B. (1994). Parallel processing of part-whole information in visual search tasks. *Perception & Psychophysics*, 55(5), 537-550. doi: 10.3758/BF03205311
- Worschech, F. & Ansorge, U. (2012). Top-down search for color prevents voluntary directing of attention to informative singleton cues. *Experimental Psychology*, 59(3), 153-162. doi: 10.1027/1618-3169/a000138.
- Yantis, S. (1998). Control of visual attention. In H.E. Pashler (Hrsg.), *Attention*. East Sussex: Psychology Press.

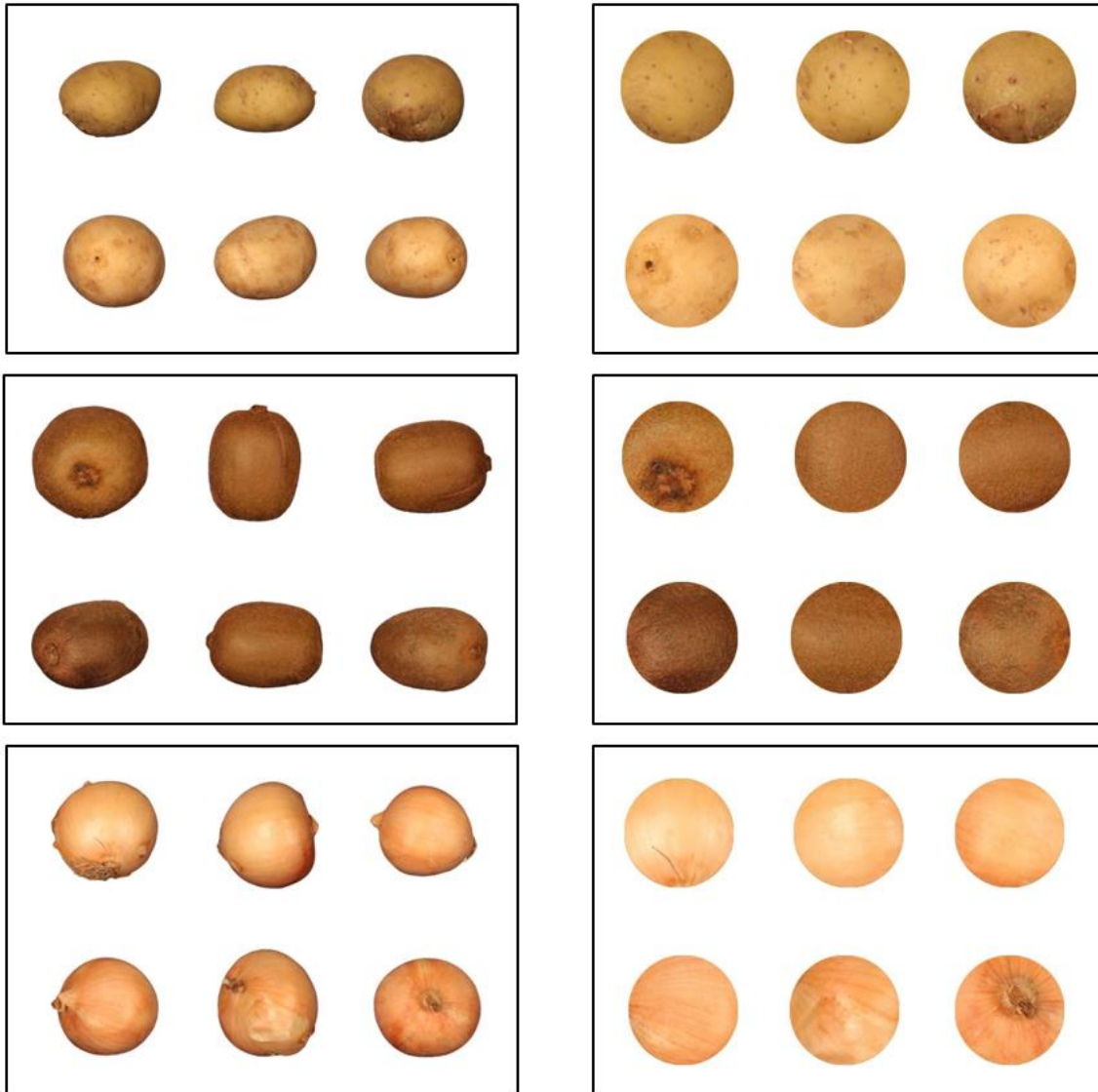
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Theeuwes (1992).....	21
Die TeilnehmerInnen mussten immer nach einem grünen Kreis suchen der entweder von grünen Quadraten (linke Seite, A1 und A2) oder roten Kreisen (rechte Seite, B1 und B2) umgeben war und entweder mit einem Ablenkerreiz (Grafiken unten (A2, B2) oder ohne (A1, B1).	
Abbildung 2: Folk, Remington & Johnston (1992).	23
Experiment 1, es werden invalide Hinweisreize gezeigt.	
Abbildung 3: Folk, Remington & Johnston (1992).	24
Experiment 2: das Beispiel zeigt wiederum einen invaliden Hinweisreiz-Durchgang	
Abbildung 4:	31
Beispiel-Reiz: Grüner Apfel einmal normal, als ganze Frucht, einmal als „cut-out“, kreisförmig ausgeschnitten	
Abbildungen 5, 6, 7:	33
Beispiel-Balkendiagramme der Verteilung der Antwortzeit („response time“) um die Hypothesen darzustellen	
Abbildung 8:	34
Anordnung der kreisförmig angeordneten Reize (Früchte) um das Fixationskreuz, wie den Versuchspersonen am Computerbildschirm vorgegeben	
Abbildungen 9,10,11:	37
Beispiel-Suchdisplays unter den versch. Bedingungen ICD, SCD und RCD	
Abbildung 12:	39
Beispiel-Suchdisplay mit den Fixationskreuzen, wovon das am Zielreiz an der vertikalen Achse nach rechts verschoben ist	
Abbildung 13: Ablaufdiagramm.....	41
Abbildung 14:	44
Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der Cut-Outs bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)	
Abbildung 15:	44
Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der normalen, nicht ausgeschnittenen Früchte, bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)	
Abbildung 16:	46
Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der Cut-Outs in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)	
Abbildung 17:	46
Balkendiagramm der Mittelwerte der Antwortzeit der normalen, nicht ausgeschnittenen Früchte in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD)	

Tabelle 1:	35
Aufteilung der Reize in die Kategorien ihrer „dominanten“ Farbe	
Tabelle 2: LAB-Werte:	36
Mittelwerte der Farbwerte der verschiedenen entnommenen Punkte der verwendeten Reize	
Tabelle 3:	36
Beispiel für die verschiedenen Ablenkerreiz-Bedingungen (relevantfarbige und irrelevantfarbige Ablenkerreize) bei dem roten Apfel und der grünen Limette als Zielreize	
Tabelle 4:	38
Die drei im Experiment verwendeten Zielreizgruppen	
Tabelle 5:	43
mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortzeit bei korrekt beantworteten Durchgängen in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)	
Tabelle 6:	45
mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortzeit in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)	
Tabelle 7:	47
mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Antwortgenauigkeit in allen vier Bedingungen (ND, ICD, SCD, RCD) einmal in der normalen Bedingung mit den ganzen Früchten und einmal in der Bedingung mit den ausgeschnittenen kreisrunden Früchten („cuts“)	
Tabelle 8:	49
mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Durchgänge in Bezug darauf, ob der Zielreiz des vorauslaufenden Durchgangs die gleiche dominante Farbe wie der aktuelle Ablenkerreiz hat (compatible) oder nicht (incompatible)	
Tabelle 9:	49
mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SW) der Durchgänge in Bezug darauf, ob der Zielreiz des vorauslaufenden Durchgangs die gleiche dominante Farbe wie der aktuelle Ablenkerreiz hat (compatible) oder nicht (incompatible), mit allen Durchgängen	

Anhang





Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Julia Peham
Geburtsort	Graz
Wohnort	Thalheim bei Wels (Oberösterreich)
Staatsbürgerschaft	Österreich

Schulbildung

seit März 2009	Studium der Psychologie an der Universität Wien
9/2008-3/2009	Lehramtsstudium (Psychologie und Mathematik)
2000 – 2008 1996-2000	BGBRG Wels Dr. Schauerstraße VS Thalheim (Oberösterreich)

Praxiserfahrung

August 2013	Ferialjob bei der Firma Miba Sinter Austria (Schichtarbeit in der Produktion)
Juli 2012 - September 2012	Praktikum KH Barmherzige Brüder Wien , im Bereich der Klinischen Psychologie (Demenz und Depressionsabklärung unter Supervision) im Ausmaß von 240 Stunden
Juni 2011- Jänner 2012	Praktikum bei der ÖAH (Österreichische Autistenhilfe) Integrationsunterstützung eines Kindes mit autistischer Wahrnehmung in der Schule & Teilnahme an Supervision (241 Stunden)
Juli 2011	Praktikum im LKH Vöcklabruck , Klinische Psychologie (80 Stunden)
seit Jänner 2009	Kinderbetreuung bei mehreren Familien, Alter: von 5 Monaten bis 7 Jahren
September 2009	Ferialjob: Österreichische Werkstätten (Verkauf)
August 2007	Praktikum bei Dr. Julia Bieler (Psychotherapeutin, Wels, OÖ)
Juli 2007 & August 2006	Ferialaushilfskraft bei Dr. Katharina Teiche (Gynäkologin)

