

# **Untersuchung und Modifikation des Attentional Boost Effektes**

Bachelorarbeit  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität Tübingen

vorgelegt von

Julia Meike Braun

Tübingen, Februar 2016

Erklärung:

Hiermit erkläre ich,

- dass ich diese Arbeit selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.
- dass die eingereichte Arbeit weder vollständig noch in wesentlichen Teilen Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens gewesen ist.

Tübingen, den [Datum Unterschrift]

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	4
1. Einleitung.....	5
1.1 Das Arbeitsgedächtnis.....	5
1.2 Das Dreikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses.....	5
1.3 Der Attentional Boost Effekt.....	8
1.4 Das Dual-Task Interaktions Modell.....	10
1.5 Zielsetzung der Bachelorarbeit.....	12
2. Material und Methoden.....	13
2.1 Versuchspersonen.....	13
2.2 Allgemeiner Versuchsaufbau.....	13
2.3 Versuchsablauf.....	14
2.4 Zielbuchstaben.....	15
2.5 Auswertung.....	15
2.6 Statistik.....	15
3. Ergebnisse.....	16
3.1 Zielreiz-Erkennungsrate.....	16
3.2 Bild-Erkennungsrate.....	16
3.2.1 Attentional Boost Effekt.....	16
3.2.2 Bild-Erkennungsrate in Abhängigkeit von der Position des Zielreizes.....	18
3.4 Reaktionszeiten.....	22
4. Diskussion.....	25
4.1 Attentional Boost Effekt.....	25
4.2 Sequenzeffekt.....	26
4.3 Manipulationen des Attentional Boost Effekts.....	27
4.4 Ausblick.....	27
5. Anhang.....	28
5.1 Versuchsanleitungen.....	28
Versuch 1.....	28
Versuch 2.....	29
6. Literaturverzeichnis.....	31

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erweitertes Dreikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses .....	6
Abbildung 2: Standardexperiment zum Attentional Boost Effekt .....	9
Abbildung 3: Das Dual-Task Interaktions Modell.....	11
Abbildung 4: Allgemeiner Versuchsaufbau des RSVP Tasks.....	14
Abbildung 5: V 1 & V 2: Sensitivitätsindex (d-prime).....	17
Abbildung 6: V 1: Erkennungsrate in Abhängigkeit von der Position des Zielreizes.	19
Abbildung 7: V 2: Erkennungsrate in Abhängigkeit von der Position des Zielreizes.	21
Abbildung 8: V 1 & V 2: Reaktionszeiten .....	23

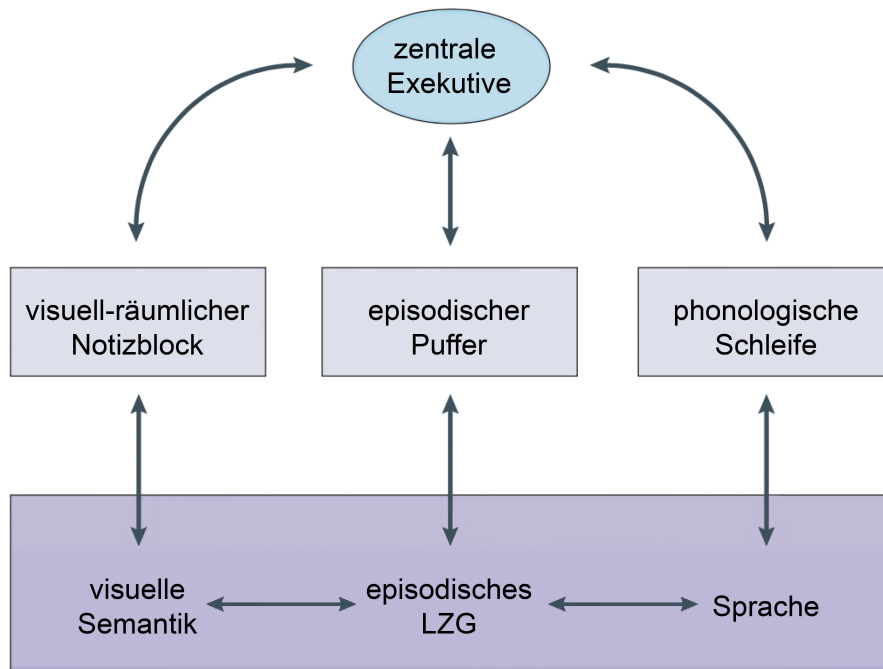
# 1. Einleitung

## 1.1 Das Arbeitsgedächtnis

Als Arbeitsgedächtnis betrachtet man all jene kognitiven Prozesse, die notwendig sind, um eine aktuell zu bewerkstelligende Aufgabe zu planen, zu koordinieren und auszuführen. Dabei spielen Unterprozesse wie Informationsverarbeitung, Informationsselektion nach Relevanz und Aufgabe, Informationstransformation und Informationswiedergabe eine zentrale Rolle. Interessanterweise stehen den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses nicht unbegrenzt Ressourcen zur Verfügung. Viele Studien belegen, dass sowohl die Dauer (zur Speicherung und Bearbeitung von Informationen) als auch die Kapazität, also die Menge an gleichzeitig zu bearbeitender Informationen, stark limitiert sind (Swallow & Jiang, 2013).

## 1.2 Das Dreikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses

Das bekannteste und populärste Modell des menschlichen Arbeitsgedächtnisses ist das 1974 von Baddeley und Hitch verfasste Dreikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses (Baddeley & Hitch, 1974). Es bestand ursprünglich aus drei Komponenten: einer zentralen Kontrolleinheit, welche als zentrale Exekutive bezeichnet wird und zwei Subsystemen - der phonologischen Schleife und dem visuell-räumlichen Notizblock. Im Jahr 2000 fügte Baddeley diesem Modell eine weitere Komponente hinzu: den episodischen Puffer (Baddeley, 2000) (vergleiche Abb. 1).



**Abbildung 1: Erweitertes Dreikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses.** Die zentrale Exekutive steht als Kontrolleinheit mit den drei Subsystemen, dem visuell-räumlichen Notizblock, dem Episodischen Puffer und der phonologischen Schleife interaktiv in Verbindung. Die drei Subsysteme teilen jeweils Repräsentationen mit den verschiedenen Langzeitgedächtnissen. (verändert nach Baddeley, 2003)

Das erste Subsystem des Arbeitsgedächtnisses ist ein phonologisch basierter Speicher - die phonologische Schleife (Baddeley & Logie, 1999). Sie dient der Verarbeitung von akustischen und artikulatorischen Informationen und übersetzt visuell oder auditiv präsentierte sprachliche Informationen in einen sprachbasierten, artikulatorischen Code, welcher dann in der phonologischen Schleife gespeichert wird. Werden die Informationen oder Erinnerungsstränge nicht durch ein „subvokales Wiederholen“ (Karnath & Thier, 2012) (engl. rehearsal), einen Prozess, den man sich als inneres Sprechen vorstellen kann (Baddeley, 2003), aufrechterhalten, können diese innerhalb von ein bis zwei Sekunden so weit zerfallen, dass sie nicht mehr verwendet werden können (Karnath & Thier, 2012). Durch Erneuern oder wiederholtes Artikulieren können Erinnerungsstränge ebenfalls aufrecht erhalten werden (Baddeley, 2003). Somit ist die phonologische Schleife unterteilt in einen phonologischen Speicher und in ein aktives „rehearsal System“ (Baddeley & Logie, 1999). Wie bei anderen Modellen auch, unterliegt die phonologische Schleife verschiedener Einfluss- und Störfaktoren. Diese umfassen die artikulatorische Suppression, die phonologische Ähnlichkeit und die Wortlänge (Papagno et al., 1991; Papagno & Vallar, 1992). Unter der artikulatorischen Suppression versteht man die Störung des unmittelbaren Wiederaufrufes durch gleichzeitige oder anschließende Präsentation von irrelevant gesprochenem Material (Neath, 2000). Die beiden letzteren Faktoren können auch als „Beweise“ für das Vorhandensein einer

phonologischen Schleife herangezogen werden. Unter dem phonologischen Ähnlichkeitseffekt versteht man die Gegebenheit, dass ähnlich klingende Begriffe eine höhere Fehlerrate bei der Erinnerung (Speicherung und Abruf) zeigen als verschieden klingende Begriffe (Baddeley, 1968; Henson et al., 1996). Dies ist auf eine erhöhte Interferenz zurückzuführen, die sich einstellt, wenn gleiche oder ähnliche Reize um dieselben Repräsentationskapazitäten konkurrieren. Beim Wortlängeneffekt zeigen dagegen lange Wörter eine höhere Fehlerrate als kurze Wörter (Baddeley et al., 1975). Hierbei geht man davon aus, dass die beschränkte Kapazität des phonologischen Speichers die Repräsentation kürzerer Wörter erleichtert. Als prinzipielle Funktion der phonologischen Schleife wird unter anderem der erleichterte Erwerb einer Sprache gesehen (Baddeley et al., 1998).

Das zweite Subsystem des Baddeleyschen Modells stellt der visuell-räumliche Notizblock dar. Dieser dient der Verarbeitung von visuellen und räumlichen Wahrnehmungen sowie Vorstellungen (Karnath & Thier, 2012) und ist, wie auch das verbale Subsystem des Arbeitsgedächtnisses, in seiner Kapazität beschränkt. Üblicherweise können nur drei bis fünf Objekte gleichzeitig bearbeitet werden. Die Funktion des visuell-räumlichen Notizblocks besteht in dem Erwerb von semantischem Wissen aufgrund der visuellen Verarbeitung von Objekten, und wie man diese benutzt, sowie dem Verstehen von komplexen Systemen oder der räumlichen Orientierung gesehen (Baddeley, 2003).

Kontrolliert und reguliert werden die zwei Subsysteme des Arbeitsgedächtnisses durch die zentrale Exekutive (Baddeley & Logie, 1999). Sie ist die wichtigste aber noch am wenigsten durchdrungene Komponente des Modells (Baddeley, 2003) und stellt eine Art Aufmerksamkeits- und Ressourcenzuweisungssystem dar, welches all jene Prozesse, die nicht direkt oder spezifisch den zwei Subsystemen zugeteilt werden können, verarbeitet. (Baddeley, 2003; Karnath & Thier, 2012). Außerdem aktiviert die zentrale Exekutive bereits vorhandene Repräsentationen innerhalb des Langzeitgedächtnisses, obwohl sie nicht direkt in die Informationsspeicherung involviert ist (Baddeley & Logie, 1999) und somit nur als Kontrollsystem dient (Baddeley, 2003).

Um die Interaktion mit dem Langzeitgedächtnis besser zu beschreiben, fügte Baddeley im Jahr 2000 dem Arbeitsgedächtnismodell eine weitere Komponente, den episodischen Puffer, hinzu. Dieser Puffer unterstützt die Verbindung zwischen den Subsystemen des Modells mit dem Langzeitgedächtnis. Es wird vermutet, dass der episodische Puffer als Speicher mit limitierter Kapazität fungiert, welcher Informationen bündelt, um daraus ganzheitliche Episoden zu bilden. Dabei wird der Puffer wahrscheinlich durch Aufmerksamkeitsprozesse von der zentralen Exekutive kontrolliert (Baddeley, 2003). Obwohl der episodische Puffer als ein vollständig separates System angesehen wird, könnte er auch als Speicherkomponente der zentralen Exekutive gelten (Baars, 1988, 2002).

Baddeley und Logie versuchten das Arbeitsgedächtnis auch ohne das Dreikomponentenmodell zu erklären und definierten es mit folgender Beschreibung:

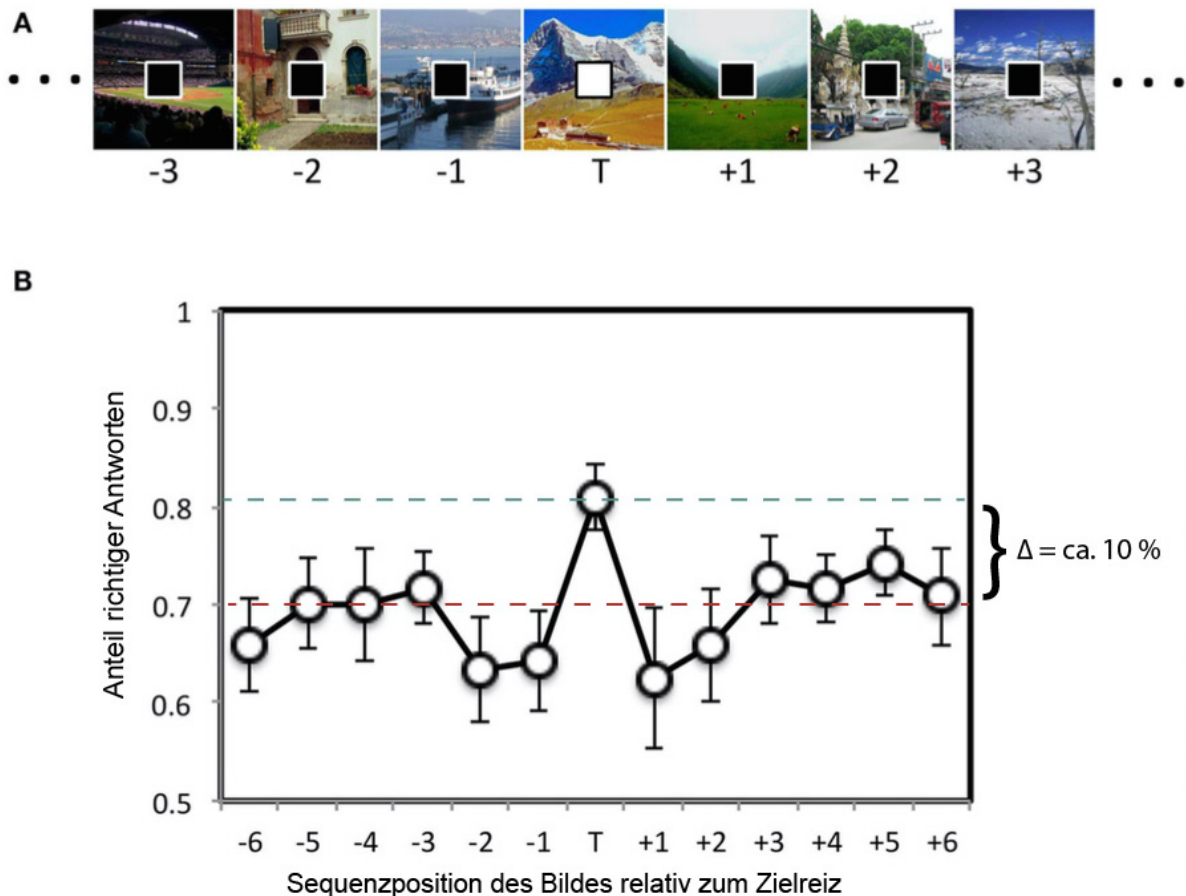
„Das Arbeitsgedächtnis umfasst die funktionalen Komponenten von Kognition, welche es Menschen erlaubt, ihre unmittelbare Umwelt zu verstehen und innerlich darzustellen, Informationen über unmittelbar vergangene Erlebnisse beizubehalten, den Erwerb von neuem Wissen anzueignen, Probleme zu lösen und aktuelle Ziele zu formulieren, zu verknüpfen und zu befolgen“ (Baddeley & Logie, 1999).

### 1.3 Der Attentional Boost Effekt

Bei der Verarbeitung von akustischen bzw. artikulatorischen Informationen und visuellen Wahrnehmungen im Arbeitsgedächtnis kann es zu Interferenzen bezüglich der Aufmerksamkeit und Leistung im Hinblick auf der zu bewältigenden Aufgaben kommen. Wie bereits für die phonologische Schleife am Ähnlichkeitseffekt illustriert, kommt es auch beim visuell-räumlichen Notizblock zu interferierenden Repräsentationen, wenn ähnliche Reize zur gleichen Zeit um die gleichen, begrenzten Ressourcen konkurrieren. Solche Interferenzeffekte wurden vielfältig im Arbeitsgedächtnis mit Hilfe von dual-task Aufgaben untersucht (Baddeley & Hitch, 1974). Bisher wurde angenommen, dass die Aufmerksamkeit für eine Aufgabe steigt, wenn die Leistung für eine zweite, gleichzeitig zu bearbeitende Aufgabe leidet bzw. beeinträchtigt wird (Kinchla, 1992). Die Verarbeitung der zweiten Aufgabe verzögert sich so lange, bis die Verarbeitung der ersten Aufgabe abgeschlossen ist (Pashler, 1994).

Dass gleichzeitig und in derselben Modalität auftretende Reize nicht unbedingt interferieren müssen, beweist der kürzlich entdeckte Attentional Boost Effekt (Swallow & Jiang, 2010). Dieser besagt, dass die vorübergehende Zuwendung von Aufmerksamkeit für eine Aufgabe die Leistung einer zweiten, zeitgleich stattfindenden Aufgabe verbessert (Swallow & Jiang, 2010), obwohl die Aufmerksamkeit in ihrer Kapazität limitiert ist (Johnston & Dark, 1986). Swallow und Jiang haben dies mit Hilfe eines dual-task Experiments belegt, bei dem Probanden Zielreize (weiße Quadrate) von Distraktoren (schwarze Quadrate), welche vor einem Hintergrundbild präsentiert wurden, in einer RSVP (engl. rapid serial visual presentation) (Potter & Levy, 1969) unterscheiden mussten (vergleiche Abb. 2).





**Abbildung 2: Standardexperiment zum Attentional Boost Effekt. (A)** Erkennungsaufgabe. Ausschnitt aus der Sequenz der Stimuli, welche den Probanden in der Mitte des Bildschirms präsentiert wurde (Präsentationsdauer: 500 ms, ISI: 0 ms). Im Anschluss fand ein Gedächtnistest statt. Immer wenn das Quadrat in der Mitte des Bildes weiß war (Zielreiz, T), sollte ein Knopf gedrückt werden (Stimuli sind nicht maßstabsgetreu dargestellt). Die schwarzen Quadrate stellen die Distraktoren dar. **(B)** Leistung im Gedächtnistest (in Anteil richtiger Antworten) bei der Wiedererkennung der Bilder bezüglich der jeweiligen Sequenzposition des Bildes relativ zum Zielreiz (rote gestrichelte Linie: mittlerer Prozentsatz bei der Erkennung der Distraktorenbilder; grüne gestrichelte Linie: Prozentsatz bei der Erkennung des Zielreizbildes). Die Effektstärke ist als Differenz mit ca. 10% eingetragen. (verändert nach Swallow & Jiang, 2013)

Die Aufgabe der Probanden bestand lediglich darin, darauf zu achten, wann der Zielreiz (Target) erschien, und daraufhin eine adäquate Verhaltensantwort zu generieren (z.B. Tastendruck). Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass die erhöhte Aufmerksamkeit auf das Target das Einspeichern (engl. encoding) von weiteren, gleichzeitig präsentierten Informationen (hier die Hintergrundbilder) fördert (Swallow & Jiang, 2010). Dies bedeutet, dass Bilder, welche zusammen (zeitgleich) mit dem Target präsentiert wurden, später in einem Gedächtnistest besser erinnert werden konnten, als Bilder, welche zusammen mit den Distraktoren auftraten (vergleiche Abb. 2B). Eine solche Verbesserung der Verarbeitungs- und Erinnerungsleistung der mit dem Target assoziierten Bilder wird als Attentional Boost Effekt bezeichnet und dauert nie länger als 100 ms (Swallow & Jiang, 2011). Szenen bzw. Hintergrundbilder werden

hierbei nur besser erinnert, wenn diese zeitgleich mit dem Target gezeigt werden, jedoch nicht davor oder danach (Swallow & Jiang, 2010).

Weitere Merkmale des Attentional Boost Effekts wurden in verschiedenen Experimenten herausgearbeitet. So muss das Target zum Beispiel weder sehr auffällig (salient) gestaltet (Swallow & Jiang, 2010) noch leicht von den Distraktoren zu unterscheiden sein, um einen ‚Boost‘ hervorzurufen (Swallow & Jiang, 2013). Allerdings benötigt das Erkennen des Targets mehr Aufmerksamkeit als das Verwerfen eines Distraktors (Duncan, 1980; Duncan et al., 1994; Raymond et al., 1992). Der Attentional Boost Effekt tritt sowohl bei unregelmäßig (unrhythmisch) als auch bei regelmäßig (rhythmisch) präsentierten Reizen auf. Während bei regelmäßiger Stimulation die Effektstärke zwischen 10-20% liegt (Swallow & Jiang, 2010, 2011, 2012), ist sie bei unregelmäßig präsentierten Reizen deutlich niedriger und beträgt nur 3-5% (Makovski et al., 2011; Swallow et al., 2012). Somit ist die Erinnerung für ein zeitgleich präsentiertes Hintergrundbild bei regelmäßig dargebotenen Reizen höher, da in diesem rhythmischen Modus die Wahrnehmungsprozesse im Gehirn für die Informationsverarbeitung genau in dem Moment, in dem diese erwartet wird, maximal sensitiv sind (Baier et al., 2006; Large & Jones, 1999). Ein weiteres wichtiges Merkmal des Attentional Boost Effekts besteht darin, dass er auch auftritt, wenn gleichzeitig präsentierte Reize beziehungslos zueinander sind (Swallow & Jiang, 2013), was bedeutet, dass das Target oder der Distraktor inhaltlich nicht mit dem Hintergrundbild in Zusammenhang stehen. Bisher wurde vermutet, dass Target und Objekt semantisch übereinstimmen müssen (Chen & Spence, 2010).

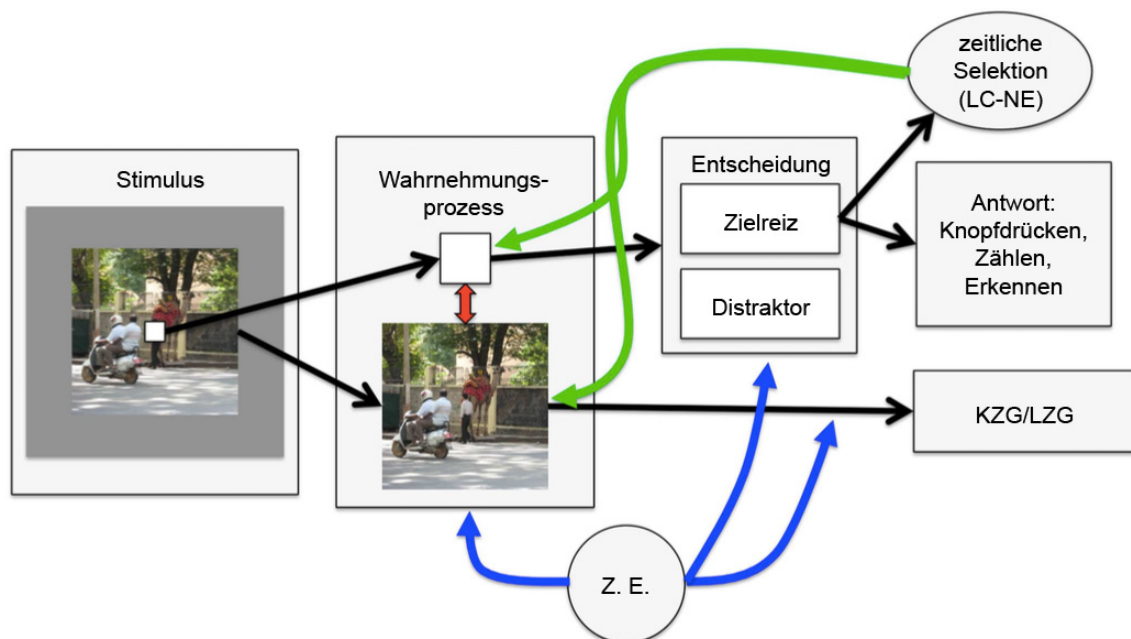
Die bislang präsentierten Befunde des Attentional Boost Effekt lassen sich nur schwer mit der Interferenz-Theorie von Pashler (Pashler, 1994) in Einklang bringen, da diese besagt, dass Aufmerksamkeit zu einem gegebenen Zeitpunkt vorrangig nur einer Aufgabe zur Verfügung steht, sollten gleiche Verarbeitungsressourcen beansprucht werden.

#### 1.4 Das Dual-Task Interaktions Modell

Als mögliche Ursache bzw. als Erklärungsansatz für den Attentional Boost Effekt kann das Dual-Task Interaktions Modell von Swallow & Jiang (2013) herangezogen werden (vergleiche Abb. 3). Wird ein Stimulus, in Form eines Bildes, in dessen Mitte ein weißes Quadrat (Target) abgebildet ist, gezeigt, unterliegt dieser beim Betrachter zuerst der frühen Wahrnehmung und Verarbeitung (engl. early selection). Dabei konkurrieren sowohl das Target als auch das Hintergrundbild um die begrenzten Verarbeitungsressourcen. Gleichzeitig repräsentiert die zentrale Exekutive die beiden Verarbeitungsaufgaben. Diese beinhalten einerseits das passive Speichern des Bildes und andererseits die aktive Verarbeitung und Beurteilung darüber, ob das Quadrat weiß oder schwarz ist und somit dem Target oder einem Distraktor entspricht (späte Selektion). Entscheidet sich der Betrachter für das Target, wird er als Antwort, je nach

Aufgabenstellung, zum Beispiel einen Knopf drücken, bei einem Distraktor jedoch nicht.

Im Allgemeinen wird das Dual-Task Interaktions Modell als eine Erweiterung der klassischen Load Theory (und anderer dual-task Theorien) durch zwei Komponenten angesehen (Swallow & Jiang, 2013). Die erste beinhaltet eine generelle und breite Erhöhung der Aufmerksamkeit während der zeitlichen Selektion von Reizen mit Hilfe des Locus caeruleus-Noradrenalin-Systems (LC-NE) (Nieuwenhuis et al., 2005). Die Reize konkurrieren, da sie gleichzeitig präsentiert werden und sich bezüglich ihrer räumlichen Dimension nicht unterscheiden. Dadurch kommt es zu einer Aufmerksamkeitsverbesserung (Attentional Boost), welche durch das Vorkommen von einem Target in einer Reihe von Distraktoren ausgelöst wird. Die zweite Komponente beschreibt die Kopplung der Verarbeitungsprozesse verschiedener Aufgaben, wenn Reize regelmäßig (rhythmisch) präsentiert werden (Swallow & Jiang, 2013). Dabei spielt die zentrale Exekutive eine wichtige Rolle, da sie sowohl die Wahrnehmungsverarbeitung als auch die späte Selektion und das Abspeichern von Informationen ins Kurz - bzw. Langzeitgedächtnis beeinflusst.



**Abbildung 3: Das Dual-Task Interaktions Modell.** Dargestellt sind die Interaktionen zwischen dem Stimulus und den verschiedenen Verarbeitungsstationen (graue Felder) in einem Attentional Boost Paradigma. Die schwarzen Pfeile geben die Verarbeitungsstufen der beiden Aufgaben (Memorieren der Bilder und Erkennen des Zielreizes) an. Nach der Stimulus Präsentation beginnt sofort die Wahrnehmung, wobei beide Teilstimuli (Quadrat und Bild) um Verarbeitungsressourcen konkurrieren (roter Doppelpfeil). Die Verarbeitung der Bilder erfolgt dabei rein passiv (Memorieren), die Verarbeitung und Erkennung mit anschließender Verhaltensauswahl (Knopfdruck) der Quadrate ist ein aktiver Prozess. Die zentrale Exekutive (Z.E.) kontrolliert sowohl die frühen, als auch die späten Prozesse (blaue Pfeile). Zeitlich gerichtete Aufmerksamkeit, unterstützt durch das Locus caeruleus-Noradrenalin-Systems (LC-NE, grüne Pfeile), erhöht die Verarbeitung aller zeitgleich mit dem Zielreiz präsentierten Reize (Swallow & Jiang, 2013).

Das Dual-Task Interaktions Modell ist von einem typischen dual-task zu unterscheiden, denn bei einem gewöhnlichen dual-task (Sperling, 1960) soll der Betrachter bzw. der Proband sich auf eine primäre sowie eine gleichzeitig gestellte sekundäre Aufgabe konzentrieren. Beim Dual-Task Interaktions Modell konzentriert sich der Proband jedoch nur auf die primäre Aufgabe (Unterscheidung Zielreiz / Distraktor) und bewältigt die zweite Aufgabe (Speichern des Hintergrundbildes) unbewusst.

## 1.5 Zielsetzung der Bachelorarbeit

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, den Versuch zum Nachweis des Attentional Boost Effekts von Lin et al. (2010) zu replizieren, um die dort gefundenen Effekte genauer untersuchen zu können. Außerdem sollte mit den Ergebnissen der Replikation das Diagramm des Standardexperiments zum Attentional Boost Effekt (vergleiche Abb. 2 B) von Swallow & Jiang (2013) nachempfunden werden. Darüber hinaus wurde in einem zweiten Versuch die Manipulation des Attentional Boost Effekts erweitert, um die daraus resultierenden, grundlegenden Prozesse näher charakterisieren zu können.

## 2. Material und Methoden

Es wurden insgesamt zwei getrennte Versuche durchgeführt. Versuch 1 diente der Replikation der bereits gefundenen Effekte des Attentional Boosts Effekts von Lin et al. (2010) und wurde ebenfalls mit nur einem Zielbuchstaben durchgeführt. In Versuch 2 wurde Versuch 1 modifiziert und erweitert um eine weitere Manipulation des Attentional Boost Effekts einzuführen. In Versuch 2 wurden zwei verschiedene Zielbuchstaben verwendet, um damit den Einsatz von Aufmerksamkeitsprozessen, welche der Identifikation des Zielreizes dienen, zu verstärken.

### 2.1 Versuchspersonen

In Versuch 1 wurden 23 Probanden (gleicher Geschlechteranteil), in Versuch 2 10 Probanden (6 weiblich, 4 männlich) getestet. Das Alter der Probanden beider Versuche lag zwischen 21 und 25 Jahren.

### 2.2 Allgemeiner Versuchsaufbau

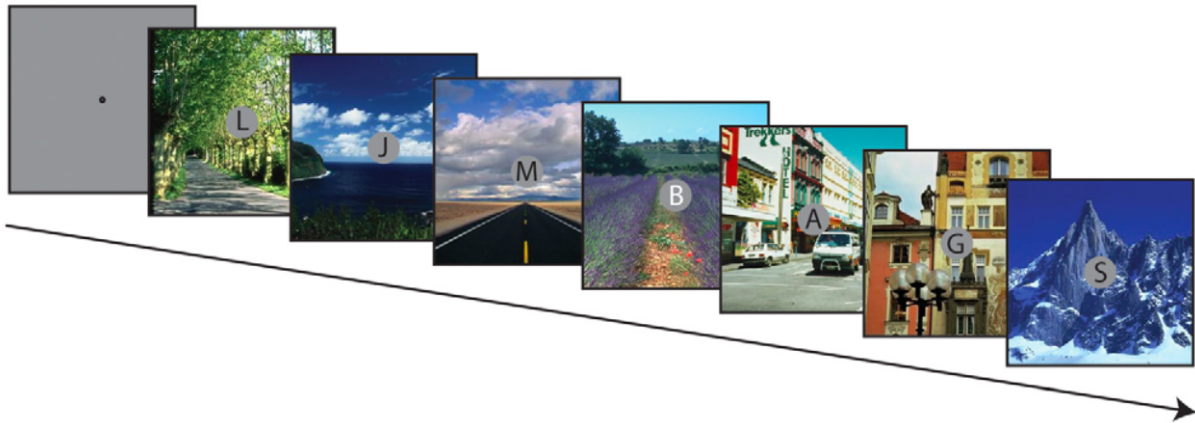
Alle Probanden führten einen standardisierten RSVP Task (Stimulusdauer: 133 ms, ISI: 234 ms) durch. Dieser bestand aus 246 Sequenzen à 12 Bildern in Kombination mit verschiedenen Buchstaben, welche stets in der Mitte des Bildes auf einem grauen Kreis abgebildet wurden (vergleiche Abb. 4). Die ersten 4 Bilder einer Sequenz enthielten immer nur Distraktorbuchstaben. Jede Sequenz zeigte je ein Bild mit immer nur einem Zielbuchstaben randomisiert an der Position 5 bis 12. Alle Positionen von 5 bis 12 ohne Zielbuchstaben enthielten Distraktorbuchstaben.

Die 12 Bilder wurden in randomisierten Reihenfolge präsentiert, die jedoch bei jedem Probanden identisch war (pseudo-randomisiert). Es wurden insgesamt 192 Bilder aus 8 verschiedenen Kategorien (z.B. Straßen, Berge etc.) gezeigt. Diese Bilder wurden einer Onlinedatenbank entnommen (<http://cvcl.mit.edu/database.htm>) und hatten eine Größe von 256 x 256 Pixel. Für den Versuch wurden sie auf 700 x 700 Pixel skaliert.

Die Präsentation der 246 Sequenzen wurde durch 10 Pausen unterbrochen, um den Probanden Zeit zum Ausruhen und erneutem Konzentrieren zu gewährleisten. Die erste Pause erfolgte nach den ersten 6 Sequenzen, welche Testsequenzen waren und nicht ausgewertet wurden; die anderen 9 Pausen erfolgten nach je 23 Sequenzen. Die Dauer der Pausen wurde von den Probanden bestimmt, d.h. eine neue Sequenz wurde auf Tastendruck gestartet.

In allen Sequenzen kam 15-mal ein Bild mit dem Zielbuchstaben, 105-mal ein Bild mit einem Distraktorbuchstaben vor. Bei der anschließenden Bildabfrage wurden zusätzlich zu den 120 Bildern der Sequenzen noch 120 neue Bilder, welche in den Sequenzen nicht enthalten waren, als Testbild verwendet.

Die RSVP wurde auf einem Samsung SyncMaster 931 BF Monitor (19“, 1280 x 1024 Pixel, 60 Hz) mit einem HP Computer präsentiert. Dazu wurden MATLAB R2015a (MathWorks Ltd.) und die PsychToolBox 3 (Brainard, 1997) verwendet. Der Augenabstand des Probanden zum Bildschirm betrug ungefähr 30-40 cm.



**Abbildung 4: Allgemeiner Versuchsaufbau des RSVP Tasks.** Dargestellt ist eine verkürzte Sequenz der Erkennungsaufgabe (Stimulusdauer: 133 ms, ISI: 234 ms). Die verschiedenen Buchstaben befinden sich stets in der Mitte des Bildes auf einem grauen Kreis (hier Versuch 1, da Zielbuchstabe weiß). Der Zielbuchstabe kann an unterschiedlichen Stellen in der Sequenz erscheinen.

## 2.3 Versuchsablauf

Die Instruktion (siehe Anhang) an die Probanden beinhaltete, sich sowohl die Bilder als auch die Buchstaben der jeweiligen Sequenz gut anzuschauen, den jeweiligen Zielbuchstaben zu finden und sich diesen bis zum Ende der Sequenz zu merken. Direkt im Anschluss an jede Sequenz wurde der Proband aufgefordert, den Zielbuchstaben laut zu benennen (Leistungsabfrage der primären Aufgabe). Dazu hatte er 3 Sekunden Zeit. Der genannte Buchstabe wurde vom Versuchsleiter protokolliert. Danach wurde ein Testbild präsentiert. Der Proband sollte sich so zügig und genau wie möglich entscheiden, ob dieses Testbild in der eben gezeigten Sequenz enthalten war oder nicht (Leistungsabfrage der sekundären Aufgabe). Dafür sollte er für „Ja“ (das Bild war in der Sequenz enthalten) die linke Maustaste und für „Nein“ (das Bild war nicht in der Sequenz enthalten) die rechte Maustaste drücken. Dabei wurde die Zeit gemessen, die der Proband benötigte um zu antworten. Falls nach 10 Sekunden noch keine Entscheidung getroffen und dementsprechend noch keine Maustaste gedrückt wurde, startete die nächste Sequenz automatisch (dieser Fall trat bei keiner der getesteten Probanden auf).

## 2.4 Zielbuchstaben

In den Versuchen 1 und 2 wurden unterschiedliche Zielbuchstaben verwendet. In Versuch 1 waren elf Buchstaben jeder Sequenz schwarz gefärbt, sie dienten als Distraktoren. Nur der Zielbuchstabe war weiß gefärbt. Im Gegensatz dazu waren in Versuch 2 alle Buchstaben weiß gefärbt und es gab zwei Zielbuchstaben (X und T), wobei pro Sequenz nur je einer der beiden präsentiert wurde. Demzufolge bestand die einfachere Suche in Versuch 1 darin, nur auf einen weißen Buchstaben zu achten, wohingegen bei der schwereren Suche in Versuch 2 nach einem X oder T gesucht werden musste.

## 2.5 Auswertung

Die „Ja“- bzw. „Nein“-Antworten des Gedächtnistests sowie die dafür benötigte Zeit, wurden durch das Versuchsprogramm am Ende des Experiments in einer Excel-Datei für jeden Probanden protokolliert. Dabei wurden die Antworten umcodiert (vergleiche Tabelle 1). Mit Hilfe dieses Codes wurden die Erkennungsraten sowie die Reaktionszeiten ermittelt.

**Tabelle 1: Kodierung der Antwortmöglichkeiten der Testphase (Gedächtnistest)**

„Ja“		„Nein“	
3	Falscher Alarm (neues Bild)	4	Korrekte Zurückweisung (neues Bild)
1	Treffer Distraktor	2	Auslasser Distraktor
5	Treffer Zielbuchstabe	6	Auslasser Zielbuchstabe

Die Bild-Erkennungsraten wurden mit Hilfe des Sensitivitätsindex ( $d'$ ) berechnet (Green & Swets, 1966). Dafür wurden zunächst die Häufigkeiten der Treffer der Distraktoren sowie des Zielbuchstabens und die Häufigkeiten der falschen Alarme z-transformiert (Standardisierung). Im Anschluss wurde der z-transformierte Wert der falschen Alarme von dem z-transformierten Wert der jeweiligen Treffer abgezogen ( $d' = z(\text{Treffer}) - z(\text{falscher Alarm})$ ).

## 2.6 Statistik

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde das IBM-Programm SPSS Statistics 22 verwendet. Es wurde jeweils eine 1-faktorielle ANOVA (Varianzanalyse) mit Messwiederholung durchgeführt.

Die Fehlerindikatoren, die den Grafiken entnommen werden können, sind bezüglich des positiven bzw. des negativen Fehlerwertes unterschiedlich. Der positive stellt die Standardabweichung dar, der negative Fehlerwert den Standardfehler.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Zielreiz-Erkennungsrate

**Versuch 1:** In Versuch 1 nannten die Probanden in den insgesamt 240 Sequenzen durchschnittlich 4-mal (1,667%) den falschen Zielbuchstaben. Die Anzahl der Falschnennungen lag zwischen 0 und 8. Nur ein Proband konnte den Zielbuchstaben in allen 240 Sequenzen richtig nennen.

**Versuch 2:** Im Gegensatz zu Versuch 1 nannten die Probanden im Versuch 2 in den insgesamt 240 Sequenzen den falschen Zielbuchstaben durchschnittlich 2-mal (0,833%). Hier variierte die Anzahl der Falschnennungen ebenfalls zwischen 0 und 8. Im Gegensatz zu Versuch 2 absolvierten 4 von 10 Probanden den Versuch mit null Fehlernennungen.

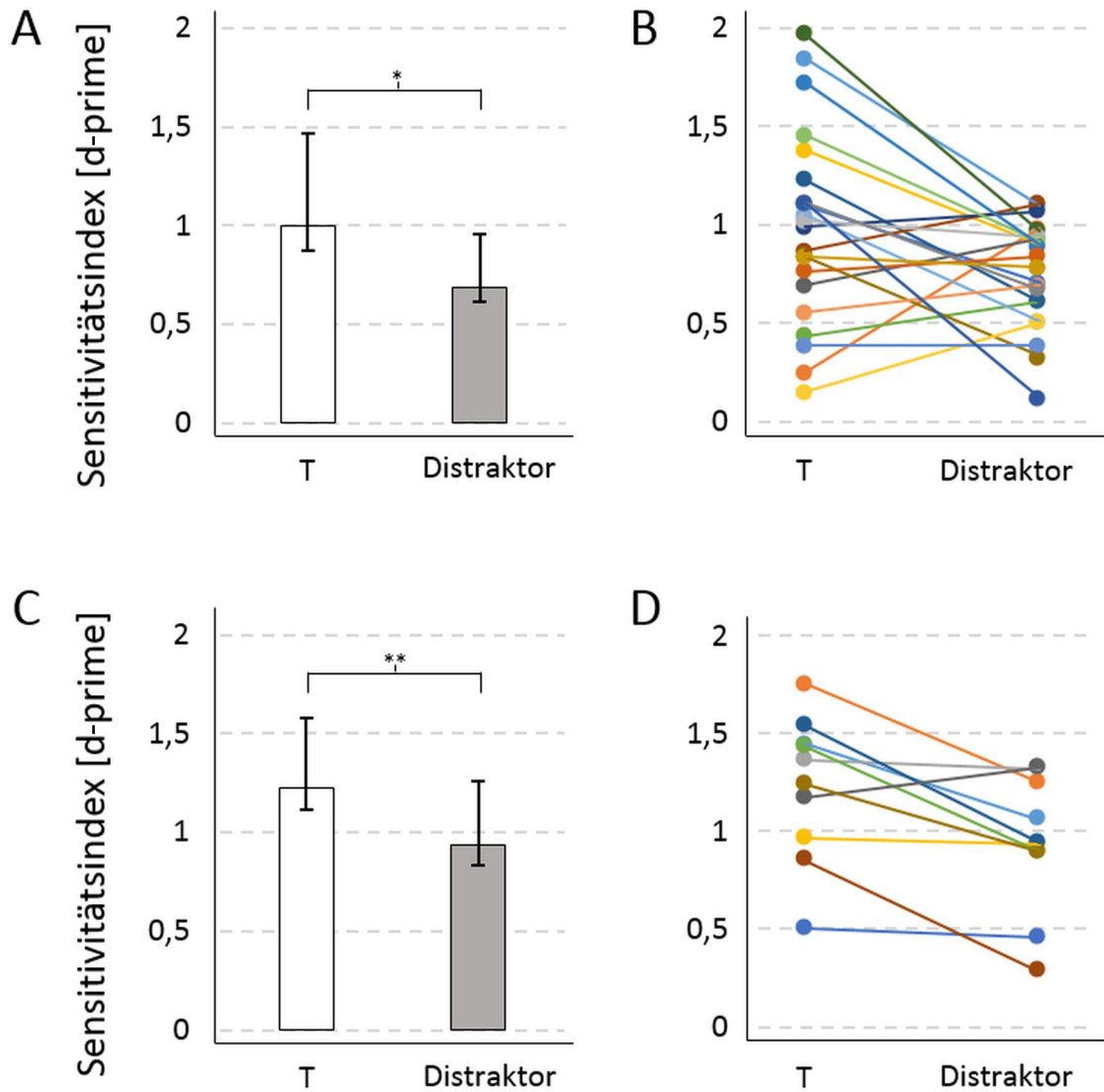
### 3.2 Bild-Erkennungsrate

#### 3.2.1 Attentional Boost Effekt

**Versuch 1:** Der Sensitivitätsindex ( $d'$  oder d-prime) betrug für Testbilder mit Zielbuchstaben  $0,991 \pm 0,466$  und für Testbilder mit Distraktor  $0,755 \pm 0,253$  (vergleiche Abb. 5 A). Der Sensitivitätsindex war damit bei den Testbildern mit Zielbuchstaben um 0,236 und somit signifikant höher ( $F(1,22) = 6,082$ ;  $p = 0,022$ ;  $\eta_p^2 = 0,217$ ) als bei den Testbildern mit Distraktor. Bei der Betrachtung des Sensitivitätsindex für jeden einzelnen Probanden ist jedoch zu erkennen, dass bei 8 von 23 Probanden der Sensitivitätsindex bei Testbildern mit Zielbuchstaben kleiner war als bei Testbildern mit Distraktor (vergleiche Abb. 5 B).

**Versuch 2:** Der Sensitivitätsindex ( $d'$  oder d-prime) in Versuch 2 betrug für Testbilder mit Zielbuchstaben  $1,227 \pm 0,349$  und war gegenüber dem Sensitivitätsindex für Testbilder mit Distraktor ( $0,936 \pm 0,327$ ) um 0,291 höher (vergleiche Abb. 5 C) und dies auf einem signifikanten Niveau ( $F(1,9) = 11,353$ ;  $p = 0,008$ ;  $\eta_p^2 = 0,558$ ). Wie in Versuch 1 war der Sensitivitätsindex für Testbilder mit Distraktor nicht bei allen Probanden niedriger als bei Testbildern mit Zielbuchstaben. Dies war jedoch nur bei einem von 9 Probanden zu beobachten (vergleiche Abb. 5 D).





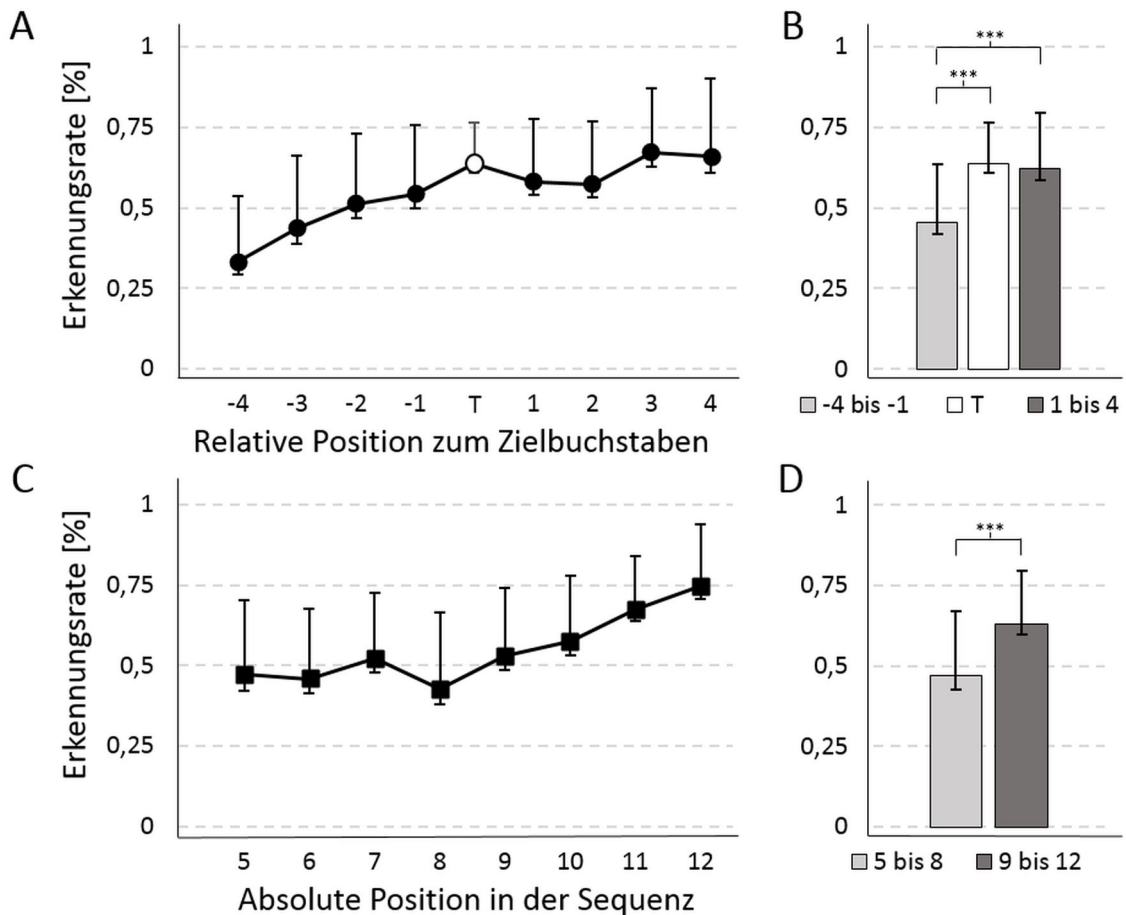
**Abbildung 5: Sensitivitätsindex (d-prime) für Versuch 1 und 2 für Testbilder mit Zielbuchstaben (T) oder Distraktor. (A)** Versuch 1: Sensitivitätsindex für Testbilder mit Zielbuchstaben oder Distraktor gemittelt über alle Probanden. **(B)** Versuch 1: Sensitivitätsindex für Testbilder mit Zielbuchstaben oder Distraktor für jeden Probanden einzeln aufgetragen (je eine Farbe für einen Probanden) **(C)** Versuch 2: Sensitivitätsindex für Testbilder mit Zielbuchstaben oder Distraktor gemittelt über alle Probanden. **(D)** Versuch 2: Sensitivitätsindex für Testbilder mit Zielbuchstaben oder Distraktor für jeden Probanden einzeln aufgetragen (je eine Farbe für einen Probanden).

### 3.2.2 Bild-Erkennungsrate in Abhängigkeit von der Position des Zielreizes

#### **Erkennungsrate in Abhängigkeit zur relativen Position zum Zielbuchstaben**

**(Versuch 1):** Berechnet man die Erkennungsrate der Bilder mit Distraktorbuchstaben getrennt, jeweils in Abhängigkeit zur relativen Position (in der Sequenz) dieser Bilder zum Zielbuchstaben, zeigte sich, dass die Erkennungsrate von den relativen Positionen -4 (0,3333) bis zum Zielbuchstaben (0,6357) kontinuierlich zunimmt (vergleiche Abb. 6 A). Von der Position des Zielbuchstabens zur relativen Position 2 (0,5725) nahm die Erkennungsrate tendenziell wieder ab, um bis zur relativen Position 4 (0,6595) weiter anzusteigen und hierbei sogar die Erkennungsrate des Zielbuchstabens um 0,0237 zu übertreffen. Bei der Position des Zielbuchstabens ist ein leichter Peak zu erkennen. Die Erkennungsrate bei der relativen Position 3 war mit 0,6708 am höchsten (vergleiche Abb. 6 A).

Mittelt man die relativen Positionen -4 bis -1 (vergleiche Abb. 6 B), betrug die Erkennungsrate  $0,4455 \pm 0,1797$  und war somit um 0,1802 geringer als die Erkennungsrate des Zielbuchstabens ( $0,6357 \pm 0,1307$ ). Die gemittelte Erkennungsrate bei den relativen Positionen 1 bis 4 betrug  $0,6209 \pm 0,1735$  und lag mit einer Differenz von nur 0,0148 knapp unter der des Zielbuchstabens (vergleiche Abb. 6 B). Die Unterschiede zwischen den drei Werten in Abbildung 6 B waren hoch signifikant ( $F(2,44) = 20,030$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,477$ ).



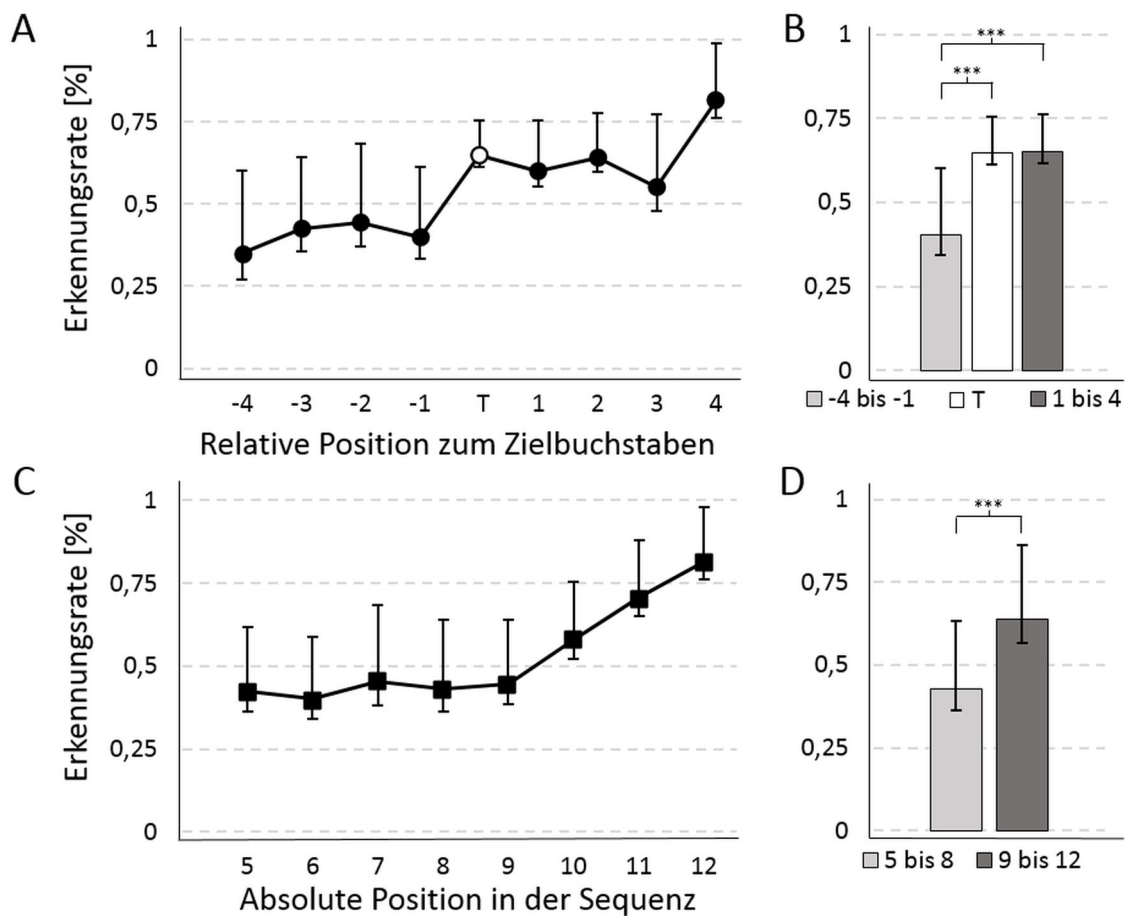
**Abbildung 6: Versuch 1 - Bild-Erkennungsrate der Distraktorbilder in Reaktion zum Zielbuchstaben sowie in Abhängigkeit ihrer absoluten Position in der Sequenz. (A)** Erkennungsrate (in Prozent) gegen die jeweilige relative Position zum Zielbuchstaben **(B)** Gemittelte Erkennungsraten (in Prozent) der relativen Positionen -4 bis -1 und 1 bis 4 zusammen mit der Erkennungsrate des Zielbuchstabens. **(C)** Erkennungsrate (in Prozent) bezüglich der absoluten Position des Testbildes in der Sequenz. **(D)** Gemittelte Erkennungsraten (in Prozent) der absoluten Positionen 5 bis 8 sowie 9 bis 12 des Testbildes in der Sequenz.

**Erkennungsrate in Abhängigkeit zur absoluten Position in der Sequenz (Versuch 1):** Die Erkennungsrate der Bilder mit Distraktorbuchstaben bezüglich ihrer jeweiligen absoluten Position innerhalb der Sequenz nahm, ebenso wie die Erkennungsrate für die relative Position, von der 5. (0,4716) bis zur 12. absoluten Position (0,7453) zu (vergleiche Abb. 6 C). Die Positionen 5 sowie 6 pendelten sich um den Anfangswert ein. Die Erkennungsrate stieg erst bei der 7. absoluten Position (0,5217) leicht an, um gleich wieder bei der 8. absoluten Position mit 0,4281 die geringste Erkennungsrate zu erreichen. Ab der 9. absoluten Position nahm die Erkennungsrate kontinuierlich stark zu, um bei der 12. absoluten Position ihren Höchstwert zu erreichen (vergleiche Abb. 6 C).

Die gemittelte Erkennungsrate der absoluten Positionen 5 bis 8 betrug  $0,4699 \pm 0,2002$  und lag somit um  $0,161$  unter der gemittelten Erkennungsrate der absoluten Positionen 9 bis 12 ( $0,6309 \pm 0,1665$ ) (vergleiche Abb. 6 D). Dieser Unterschied war hoch signifikant ( $F(1,22) = 65,565$ ;  $p = 0$ ;  $\eta_p^2 = 0,749$ ).

**Erkennungsrate in Abhängigkeit zur relativen Position zum Zielbuchstaben (Versuch 2):** Durch die Berechnung der Erkennungsrate der Distraktorbilder in Abhängigkeit zur relativen Position zum Zielbuchstaben (in der Sequenz) zeigte sich, dass diese Erkennungsrate von der relativen Position -4 ( $0,35$ ) bis zur relativen Position 4 ( $0,8167$ ) zunimmt (vergleiche Abb. 7 A). Bei den relativen Positionen -4 bis -1 pendelte sich die Erkennungsrate um den Anfangswert ein, um dann steil anzusteigen und einen Peak bei der Position des Zielbuchstabens ( $0,647$ ) zu erreichen. Die Erkennungsrate blieb bis zur relativen Position 2 konstant, um dann bei der 3. relativen Position ( $0,55$ ) leicht abzufallen. Zur relativen Position 4 stieg die Erkennungsrate wiederum steil an, um dort den höchsten Wert zu erreichen (vergleiche Abb. 7 A).

Mittelt man die Erkennungsraten der relativen Positionen -4 bis -1 (vergleiche Abb. 7 B), betrug dieser Wert  $0,4049 \pm 0,197$ . Die gemittelte Erkennungsrate der relativen Positionen 1 bis 4 lag bei  $0,6521 \pm 0,1084$  und ist somit gleich der Erkennungsrate des Zielbuchstabens ( $0,647 \pm 0,1078$ ) (vergleiche Abb. 7 B). Die Unterschiede zwischen den drei Werten in Abbildung 7 B waren hoch signifikant ( $F(2,18) = 24,645$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,733$ ).



**Abbildung 7: Versuch 2 – Bild-Erkennungsrate der Distraktorbilder in Relation zum Zielbuchstaben sowie in Abhängigkeit ihrer absoluten Position in der Sequenz. (A)** Erkennungsrate (in Prozent) gegen die jeweilige relative Position zum Zielbuchstaben **(B)** Gemittelte Erkennungsraten (in Prozent) der relativen Positionen -4 bis -1 und 1 bis 4 zusammen mit der Erkennungsrate des Zielbuchstabens **(C)** Erkennungsrate (in Prozent) bezüglich der absoluten Position des Testbildes in der Sequenz. **(D)** Gemittelte Erkennungsraten (in Prozent) der absoluten Positionen 5 bis 8 sowie 9 bis 12 des Testbildes in der Sequenz.

**Erkennungsrate in Abhängigkeit zur absoluten Position in der Sequenz (Versuch 2):** Die Erkennungsrate der Bilder mit Distraktorbuchstaben bezüglich ihrer jeweiligen absoluten Position in der Sequenz blieb von der 5. (0,4231) bis zur 9. absoluten Position konstant (vergleiche Abb. 7 C) und erhöhte sich dann kontinuierlich bis zur absoluten Position 12 (0,8143).

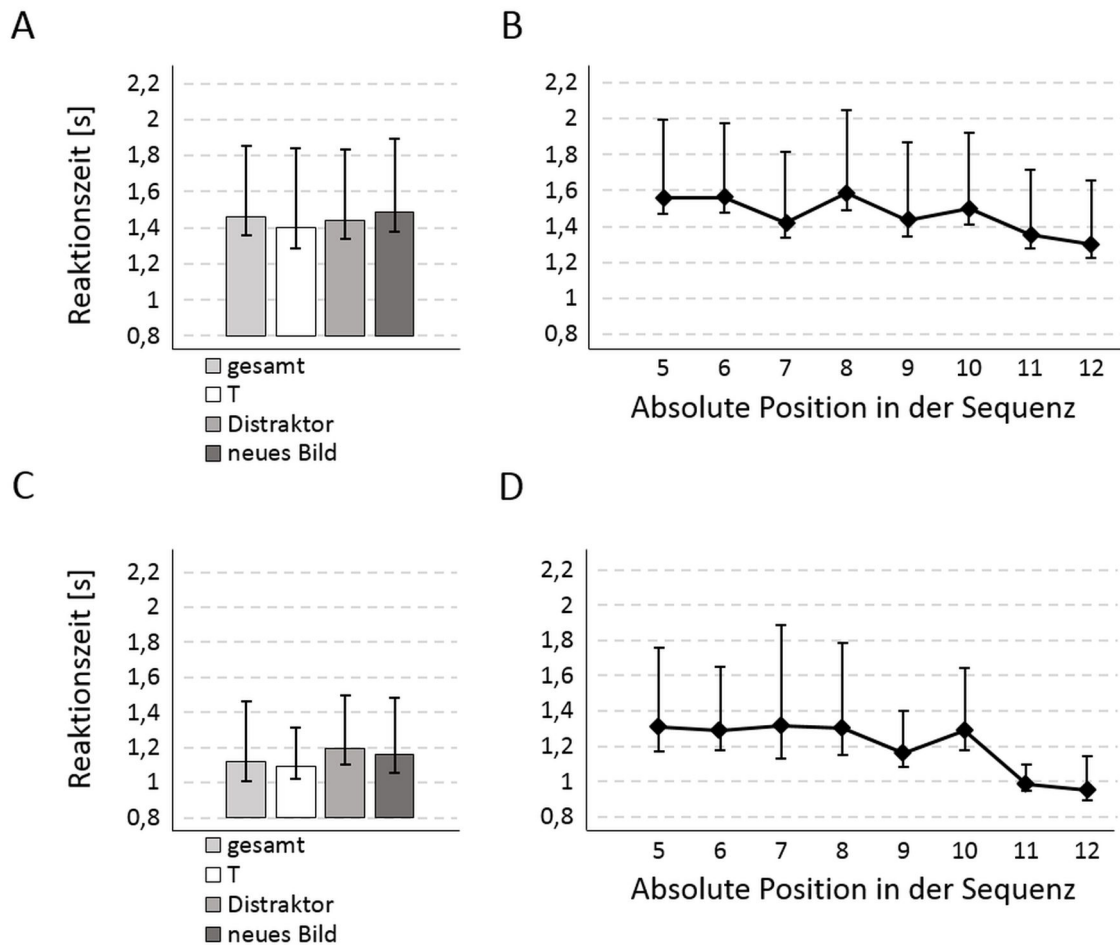
Wie in Versuch 1 lag die gemittelte Erkennungsrate der absoluten Positionen 5 bis 8 ( $0,4269 \pm 0,1575$ ) unter denen der absoluten Positionen 9 bis 12 ( $0,6364 \pm 0,1611$ ). Die Differenz betrug 0,2095 (vergleiche Abb. 7D). Dieser Unterschied war hoch signifikant ( $F(1,9) = 47,336$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,840$ ).

### 3.4 Reaktionszeiten

**Versuch 1:** In diesem Versuch benötigten die Probanden durchschnittlich 1,462 Sekunden  $\pm$  0,394 Sekunden, um sich zu entscheiden, ob das Testbild in der Sequenz enthalten war oder nicht (vergleiche Abb. 8 A).

Für Testbilder mit dem Zielbuchstaben benötigten sie 1,401 Sekunden  $\pm$  0,439 Sekunden, für Testbilder mit einem Distraktor 1,442 Sekunden  $\pm$  0,395 Sekunden und für neue Bilder, welche nicht in der Sequenz enthalten waren, 1,487 Sekunden  $\pm$  0,404 Sekunden (vergleiche Abb. 8 A). Generell zeigte sich bei der Analyse der Reaktionszeiten, dass es bezüglich der Kategorie des Testbildes keinen Unterschied gab ( $F(3,66) = 0,685$ ;  $p = 0,565$ ).

Die Reaktionszeiten, getrennt analysiert nach der jeweiligen absoluten Position des Testbildes in der Sequenz, nahmen von der 5. absoluten Position (1,561 Sekunden) zur 12. absoluten Position (1,298 Sekunden) ab (vergleiche Abb. 8 B). Die Probanden antworteten somit bei Bildern am Ende der Sequenz um 0,263 Sekunden schneller als bei denen am Anfang. Bei der 8. absoluten Position gab es jedoch einen Peak mit 1,585 Sekunden, welches wiederum die längste Reaktionszeit innerhalb der Sequenzen war. Allgemein gab es einen signifikanten Einfluss der Position in der Sequenz auf die Reaktionszeit ( $F(7,154) = 5,243$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta_p^2 = 0,192$ ).



**Abbildung 8: Reaktionszeiten in Versuch 1 und 2 bei der Entscheidung ob das Testbild in der Sequenz enthalten war oder nicht. (A)** Reaktionszeiten getrennt nach ‚gesamt‘ (alle Testbilder), ‚T‘ (nur bei Testbildern mit dem Zielbuchstaben), ‚Distraktor‘ (nur bei Testbildern mit einem Distraktor) und ‚neues Bild‘ (bei neuen Bildern) in Versuch 1. **(B)** Reaktionszeiten aller Testbilder bzgl. ihrer jeweiligen absoluten Position in der Sequenz in Versuch 1. **(C)** Reaktionszeiten getrennt nach ‚gesamt‘ (alle Testbilder), ‚T‘ (nur bei Testbildern mit dem Zielbuchstaben), ‚Distraktor‘ (nur bei Testbildern mit einem Distraktor) und ‚neues Bild‘ (bei neuen Bildern) in Versuch 2. **(D)** Reaktionszeiten aller Testbilder bzgl. ihrer jeweiligen absoluten Position in der Sequenz in Versuch 2.

**Versuch 2:** Die Probanden benötigten durchschnittlich 1,117 Sekunden  $\pm$  0,344 Sekunden, um sich zu entscheiden, ob das Testbild in der Sequenz enthalten war oder nicht (vergleiche Abb. 8 C). Am schnellsten fiel die Entscheidung bei den Testbildern mit den Zielbuchstaben. Diese betrug 1,093 Sekunden  $\pm$  0,221 Sekunden. Bei Testbildern mit einem Distraktor entschieden sich die Probanden nach 1,198 Sekunden  $\pm$  0,3 Sekunden, bei Testbildern, die ein neues Bild, welches nicht in der Sequenz enthalten war, zeigten, benötigten die Probanden 1,158 Sekunden  $\pm$  0,328 Sekunden (vergleiche Abb. 8 C). Bei der Analyse der Reaktionszeiten zeigte sich, dass es bezüglich der Eigenschaft des Testbildes keinen Unterschied gab ( $F(3,27) = 1,113$ ;  $p = 0,361$ ).

Die Reaktionszeiten bei den jeweiligen absoluten Positionen nahmen, wie bei Versuch 1, von der 5. absoluten Position (1,311 Sekunden) zur 12. absoluten Position (0,952 Sekunden) ab (vergleiche Abb. 8 D). Von der 5. absoluten Position bis zur 8. absoluten Position blieb die Reaktionszeit relativ konstant, nahm dann bei der 9. absoluten Position ab, um wieder bei der 10. absoluten Position um den Anfangswert von 1,311 Sekunden zu schwanken. Die Reaktionszeiten der 11. sowie der 12. absoluten Position waren am kürzesten. Allgemein gab es einen signifikanten Einfluss der Position in der Sequenz auf die Reaktionszeit ( $F(7,63) = 3,624$ ;  $p = 0,002$ ;  $\eta_p^2 = 0,287$ ).

Vergleicht man die gemittelten Reaktionszeiten aller vier Testbild-Kategorien zwischen Versuch 1 und 2, zeigt sich eine deutliche Verminderung der Reaktionszeiten aller Kategorien in Versuch 2 (t-Test exemplarisch für die Kategorie ‚gesamt‘:  $t(31) = 2,691$ ;  $p = 0,011$ ).



## 4. Diskussion

Das Anliegen dieser Bachelorarbeit bestand darin, den kürzlich beschriebenen Aufmerksamkeitseffekt, Attentional Boost Effekt, genauer zu untersuchen und in einer weiteren Modifikation zu charakterisieren. Im ersten Teil dieser Untersuchungen wurde der klassische Ansatz von Lin et al. (2010) als Replikation erneut verwendet, um (i) die generelle Ausprägung des Attentional Boost Effekts zu zeigen und (ii) die Sequenzabhängigkeit der Stimulusposition auf den Attentional Boost Effekt weiterführend zu verstehen (Swallow & Jiang, 2013). Im zweiten Teil der Arbeit wurde eine neue Modifikation des Zielreizes verwendet, die dafür gedacht war, die benötigte Aufmerksamkeit der Detektion dieses Reizes zu erhöhen.

Die Replikation des Experiments zum Nachweis des allgemeinen Attentional Boost Effekts konnte durch beide Versuche dieser Bachelorarbeit erfolgreich durchgeführt werden. Die weiterführende Analyse der Sequenzabhängigkeit zeigte jedoch abweichende Ergebnisse zu denen der Veröffentlichung von Swallow & Jiang (2013). Die Manipulationen im zweiten Versuch führten zu Ergebnissen entgegen der Erwartungen. Im Folgenden werden alle relevanten Befunde im Detail besprochen.

### 4.1 Attentional Boost Effekt

Wie bei Lin et al. (2010) konnte in Versuch 1 sowie in Versuch 2 der Attentional Boost Effekt deutlich nachgewiesen werden. So lagen die Erkennungsraten der Testbilder mit dem Zielbuchstaben beider Versuche mit 63,57% bzw. 64,7% im selben Bereich des Literaturwerts von 67,21% (vergleiche Lin et al., 2010). Die Erkennungsraten der Testbilder mit einem Distraktorbuchstaben bei beiden Versuchen wichen mit 53,82% bzw. 52,85% ebenfalls nicht vom Literaturwert von 52,49% (vergleiche Lin et al., 2010) ab. Diese sowohl qualitative als auch quantitative Replikation des allgemeinen Attentional Boost Effekts unterstützt die belastbare Interpretation des Effektes im Bereich der Aufmerksamkeitsforschung.

Ein so deutlicher Attentional Boost Effekt (vergleiche Abb. 2 B) wie bei der Folgestudie von Swallow & Jiang (2013) wurde allerdings nicht in der Stärke gefunden; so lagen die Erkennungsraten (siehe oben) der Testbilder mit dem Zielbuchstaben der aktuellen Untersuchung deutlich unter dem Wert von Swallow & Jiang (2013) von ca. 81%. Dies könnte daran liegen, dass bei Swallow & Jiang (2013) der Ziel- sowie der Distraktorbuchstabe nur aus weißen bzw. schwarzen Quadraten bestand (vergleiche Abb. 2 A) und nicht wie in der aktuellen Untersuchung aus verschiedenen Buchstaben. Somit könnte es den Probanden der Studie von Swallow & Jiang leichter gefallen sein, sich auf die Hintergrundbilder zu konzentrieren, ohne darüber hinaus auf die Erkennung der Buchstaben achten zu müssen. Das bedeutet, dass den Probanden dieser Studie mehr Aufmerksamkeitsressourcen zur Verfügung standen, um sich die Bilder zu merken.

Beim Vergleich der Erkennungsrate bezüglich der jeweiligen relativen Position zum Zielbuchstaben zwischen der Originalarbeit und den aktuellen Ergebnissen fällt auf, dass es bei Swallow & Jiang (2013) an der Position des Zielbuchstabens einen starken Peak gibt und dass die Erkennungsraten unmittelbar vor als auch nach dem Zielbuchstaben unterhalb der durchschnittlichen Erkennungsrate liegen. Ein solch ausgeprägter Zielreiz-Effekt konnte durch die aktuellen Befunde nicht nachgewiesen werden. So fällt zum Beispiel die Erkennungsrate nach der Position des Zielbuchstabens in den aktuellen Ergebnissen nicht wieder ab, sondern bleibt konstant bzw. steigt an.

Der generelle Attentional Boost Effekt ist auch bei Betrachtung der weiterführenden Analyse des Sensitivitätsindex ( $d$ -prime) zu beobachten, wobei dieser bei den Zielbuchstaben in beiden Versuchen deutlich über dem der Distraktorbuchstaben liegt. Die Probanden antworteten somit sicherer und zeigten eine gesteigerte Sensitivität, wenn das Testbild zusammen mit dem Zielbuchstaben präsentiert wurde.

## 4.2 Sequenzeffekt

In beiden Versuchen dieser Arbeit wurde, hinsichtlich der Erkennungsraten der Distraktorbilder (in Abhängigkeit der relativen und absoluten Sequenzposition) sowie bei den Reaktionszeiten ein Sequenzeffekt beobachtet.

Wie die Erkennungsraten der Distraktorbilder in Relation zum Zielbuchstaben stiegen die Erkennungsraten der Distraktorbilder in Abhängigkeit zur absoluten Position in der Sequenz zum Ende der Sequenz an. Dieser Anstieg könnte an zwei verschiedenen Ursachen liegen. Die erste wäre, dass der Proband, nachdem das Bild mit dem Zielbuchstaben in der Sequenz erschienen war, sich nicht mehr auf diesen konzentrieren musste und nur noch auf die Hintergrundbilder achten konnte. Eine zweite Ursache für diesen Effekt könnte sein, dass die letzten Bilder der Sequenz beim Abfragen des Testbildes dem Probanden eher präsent waren als die vorderen. Dies ist ein bekannter Befund (Deese & Kaufmann, 1957), der bei der Auswertung der Erkennungsraten zu erwarten war. Bei Swallow & Jiang (2013) wurde dieser Effekt allerdings nicht gefunden oder zumindest nicht beschrieben.

Der Sequenzeffekt bei den Reaktionszeiten ist zu dem der Erkennungsraten gegenläufig, da er zum Ende der Sequenz abnimmt. Auch dies war zu erwarten, da sich eine Verbesserung der Leistung sowohl in der Erkennung als auch in der Geschwindigkeit dieser niederschlagen sollte.

Wie beschrieben, war ein Sequenzeffekt zu erwarten. Dieser müsste jedoch in zukünftigen Studien isoliert oder verhindert werden, um die Sequenzabhängigkeit des Attentional Boost Effekts deutlicher zu verstehen. Um einen Sequenzeffekt zu verhindern, könnte man den Versuchsaufbau dahingehend leicht verändern, dass man zum Beispiel jede Sequenz um eine gewisse Anzahl an Bildern verlängert (engl. flanker paradigm). Auf diese Weise würde jede Sequenz mit Bildern, die jeweils nur Distraktorbuchstaben zeigen, beginnen und enden.

Als weitere Möglichkeit, dem Sequenzeffekt zu begegnen, wäre, eine unabhängige Messung durchzuführen, bei der es keine Ziel- bzw. Distraktorbuchstaben gäbe und nur die Erkennungsrate der Hintergrundbilder bezüglich ihrer absoluten Position in der Sequenz gemessen würde. Diese Erkennungsrate würde im Anschluss von der Erkennungsrate des Standardexperiments abgezogen, um so den Sequenzeffekt aus den Werten der Erkennungsrate zu bereinigen.

### 4.3 Manipulationen des Attentional Boost Effekts

Durch die Zielreiz-Manipulation in Versuch 2 wurde ein kleinerer bzw. ein möglicherweise ausbleibender Attentional Boost Effekt erwartet, da anzunehmen war, dass das Erkennen und Unterscheiden der zwei Zielbuchstaben X und T mehr Aufmerksamkeit benötigen würde, als die einfache Unterscheidung zwischen schwarz und weiß im Versuch 1. Dies war jedoch nicht der Fall, denn der Attentional Boost Effekt in Versuch 2 war ebenfalls und mit gleicher Intensität wie vorher vorhanden.

Somit entspricht der Vergleich des Sensitivitätsindex von Versuch 1 und 2 nicht den Erwartungen, da anzunehmen war, dass der Sensitivitätsindex bei dem vermeintlich schwereren Versuch 2 niedriger ausfallen würde. Außerdem konnte davon ausgegangen werden, dass die Reaktionszeit in Versuch 2 geringer ausfallen würden, als in Versuch 1.

In Versuch 1 muss der Proband nur den Farbunterschied zwischen den schwarzen Distraktorbuchstaben und dem weißen Zielbuchstaben wahrnehmen. Dies läuft mit einem Pop-out-Effekt eher automatisch ab. Im Gegensatz dazu kann sich der Proband in Versuch 2 nicht auf diesen, mit geringen Kosten für die Aufmerksamkeit verbundenen, Effekt verlassen, sondern muss aktiv den Zielbuchstaben erkennen. Ist die Erkennung des Zielbuchstabens (in Abgrenzung der Distraktoren) erfolgt, muss dieser nun eindeutig identifiziert werden. Diese Identifizierung des Zielbuchstabens war in Versuch 1 jedoch schwerer, da der Zielbuchstabe allen möglichen Buchstaben des Alphabets entstammen konnte, und nicht wie in Versuch 2 nur die zwei Buchstaben (X oder T) umfasste. Somit standen den Probanden im Versuch 2 allgemein mehr Ressourcen zu Verfügung, wodurch dem Erkennen und Merken des Hintergrundbildes mehr Aufmerksamkeit zuteilwerden konnte.

### 4.4 Ausblick

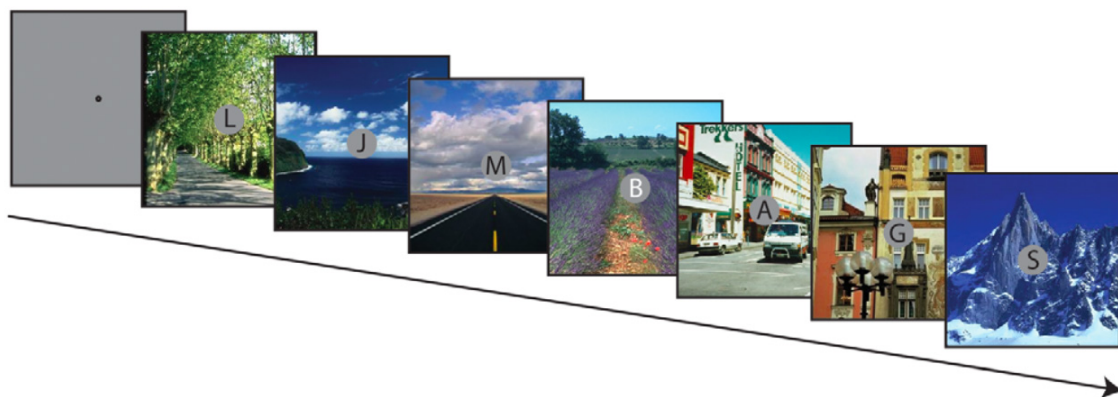
Mehrere Kriterien der Auswertung des Attentional Boost Effekts sowie dessen Manipulation wurden vor dieser Bachelorarbeit noch nicht vergleichbar durchgeführt: die Auswertung der Erkennungsrate an der jeweiligen absoluten Position in der Sequenz, die Berechnung des Sensitivitätsindex sowie die Auswertung der Reaktionszeiten. Ergebnisse diesbezüglich konnten somit nicht mit Ergebnissen aus anderer Literatur verglichen werden.

## 5. Anhang

### 5.1 Versuchsanleitungen

#### Versuch 1

Im Versuch werden Ihnen 246 Sequenzen bestehend aus je 12 zufälligen Bildern in Kombination mit verschiedenen Buchstaben präsentiert. Eine Beispielsequenz (hier nur 7 Bilder) ist nachfolgend dargestellt. Die einzelnen Bilder (mit Buchstaben) werden schnell nacheinander in der Mitte des Bildschirms präsentiert. Die Buchstaben befinden sich immer in der Mitte der Bilder und werden auf einem grauen Kreis gezeigt. In jeder Sequenz gibt es 11 schwarze Buchstaben und **einen weißen Zielbuchstaben**, welcher an einer zufälligen Stelle in der Sequenz erscheint.



Ihre Aufgabe besteht darin, sich sowohl die **Bilder** als auch die **Buchstaben** einer Sequenz aufmerksam **anzuschauen**. Des Weiteren sollen Sie sich den **weißen Zielbuchstaben merken**.

Direkt im Anschluss jeder Sequenz werden Sie aufgefordert, den weißen **Zielbuchstaben** laut zu **benennen**. Dafür haben Sie 3 Sekunden Zeit.

Weiterhin wird nach den 3 Sekunden ein **Testbild** gezeigt. Nun sollen Sie so **zügig wie möglich entscheiden**, ob das Testbild in der eben gezeigten Sequenz enthalten war oder nicht. Diese Entscheidung geben Sie mit Hilfe der Computermouse an - klicken Sie dafür für „**Ja**“ (das Bild war in der Sequenz enthalten) die **linke Maustaste** und für „**Nein**“ (das Bild war nicht enthalten) die **rechte Maustaste**. Nach dem Klicken beginnt die nächste Sequenz. Sollten Sie keine Taste innerhalb von 10 Sekunden gedrückt haben, beginnt die nächste Sequenz automatisch.

Bevor die eigentlichen Versuchssequenzen zu bearbeiten sind, werden Ihnen **6 Testsequenzen** präsentiert, damit Sie sich mit dem Versuch vertraut machen können.

Der gesamte Versuch dauert ca. 45 Minuten und beinhaltet **10 Pausen**. Diese Pausen beginnen automatisch (in regelmäßigen Abständen) und können durch Druck einer beliebigen Taste beendet werden.

Viel Spaß! ☺

## Versuch 2

Im Versuch werden Ihnen 246 Sequenzen bestehend aus je 12 zufälligen Bildern in Kombination mit verschiedenen Buchstaben präsentiert. Eine Bei-spielsequenz (hier nur 7 Bilder) ist nachfolgend dargestellt. Die einzelnen Bilder (mit Buchstaben) werden schnell nacheinander in der Mitte des Bildschirms präsentiert. Die Buchstaben befinden sich immer in der Mitte der Bilder und werden auf einem grauen Kreis gezeigt. Jede Sequenz enthält **je einen von zwei Zielbuchstaben (X oder T)**, welcher an einer zufälligen Stelle in der Sequenz erscheint. Alle restlichen 11 Buchstaben sind weder X noch T.



Ihre Aufgabe besteht darin, sich sowohl die **Bilder** als auch die **Buchstaben** einer Sequenz aufmerksam **anzuschauen**. Des Weiteren sollen Sie sich **den jeweiligen Zielbuchstaben merken** (X oder T).

Direkt im Anschluss jeder Sequenz werden Sie aufgefordert, den **Zielbuchstaben** laut zu **benennen**. Dafür haben Sie 3 Sekunden Zeit.

Weiterhin wird nach den 3 Sekunden ein **Testbild** gezeigt. Nun sollen Sie so **zügig wie möglich entscheiden**, ob das Testbild in der eben gezeigten Sequenz enthalten war oder nicht. Diese Entscheidung geben Sie mit Hilfe der Computermaus an - klicken Sie dafür für „**Ja**“ (das Bild war in der Sequenz enthalten) die **linke Maustaste** und für „**Nein**“ (das Bild war nicht enthalten) die **rechte Maustaste**. Nach dem Klicken beginnt die nächste Sequenz. Sollten Sie keine Taste innerhalb von 10 Sekunden gedrückt haben, beginnt die nächste Sequenz automatisch.

Bevor die eigentlichen Versuchssequenzen zu bearbeiten sind, werden Ihnen **6 Testsequenzen** präsentiert, damit Sie sich mit dem Versuch vertraut machen können.

Der gesamte Versuch dauert ca. 1 Stunde und beinhaltet **10 Pausen**. Diese Pausen beginnen automatisch (in regelmäßigen Abständen) und können durch Druck einer beliebigen Taste beendet werden.

**Viel Spaß! ☺**

## 6. Literaturverzeichnis

- Baars, B. J. (1988). *A cognitive theory of consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baars, B. J. (2002). The conscious access hypothesis: origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 47-52.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*, 4(10), 829-839.
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). The Psychology of Learning and Motivation. *Academic Press*, 8, 47-89.
- Baddeley, A. D. (1968). How does acoustic similarity influence short-term memory? *Q J Exp Psychol*, 20(3), 249-264.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working Memory: The Multiple-Component Model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory, Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Baier, B., Kleinschmidt, A., & Muller, N. G. (2006). Cross-modal processing in early visual and auditory cortices depends on expected statistical relationship of multisensory information. *J Neurosci*, 26(47), 12260-12265.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433 – 436.
- Chen, Y. C., & Spence, C. (2010). When hearing the bark helps to identify the dog: semantically-congruent sounds modulate the identification of masked pictures. *Cognition*, 114(3), 389-404.
- Deese, J., & Kaufmann, R. A. (1957). Serial effects in recall of unorganized and sequentially organized verbal material. *Journal of Experimental Psychology*, 54(3), 180.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87, 272-300.
- Duncan, J., Ward, R., & Shapiro, K. (1994). Direct measurement of attentional dwell time in human vision. *Nature*, 369(6478), 313-315.
- Green, D., & Swets, J. M. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Henson, R. N. A., Norris, D. G., Page, M. P. A., & Baddeley, A. D. (1996). Unchained Memory: Error Patterns Rule out Chaining Models of Immediate Serial Recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 80-115.
- Johnston, W. A., & Dark, V. J. (1986). Selective attention. *Annual Review of Psychology*, 37, 43-75.
- Karnath, H.-O., & Thier, P. (2012). *Kognitive Neurowissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kinchla, R. A. (1992). Attention. *Annual Review of Psychology*, 43, 711–742.
- Large, E. W., & Jones, M. R. (1999). The dynamics of attending: How people track time-varying events. *Psychological Review*, 106, 119-159.
- Lin, J. Y., Pype, A. D., Murray, S. O., & Boynton, G. M. (2010). Enhanced memory for scenes presented at behaviorally relevant points in time. *PLoS Biol*, 8(3), e1000337.
- Makovski, T., Swallow, K. M., & Jiang, Y. V. (2011). Attending to unrelated targets boosts short-term memory for color arrays. *Neuropsychologia*, 49(6), 1498-1505.

- Neath, I. (2000). Modeling the effects of irrelevant speech on memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 403-423.
- Nieuwenhuis, S., Gilzenrat, M. S., Holmes, B. D., & Cohen, J. D. (2005). The Role of the Locus Coeruleus in Mediating the Attentional Blink: A Neurocomputational Theory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 291-307.
- Papagno, C., Valentine, T., & Baddeley, A. D. (1991). Phonological short-term memory and foreign language vocabulary learning. *Journal of Memory and Language*, 30, 331-347.
- Papagno, C., & Vallar, G. (1992). Phonological Short-term Memory and the Learning of Novel Words: The Effect of Phonological Similarity and Item Length. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 44(1), 47-67.
- Pashler, H. (1994). Dual-Task Interference in Simple Tasks: Data and Theory. *Psychological Bulletin*, 116, 220-244.
- Potter, M. C., & Levy, E. I. (1969). Recognition memory for a rapid sequence of pictures. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 10-15.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 849-860.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74, 1-29.
- Swallow, K. M., & Jiang, Y. V. (2010). The Attentional Boost Effect: Transient increases in attention to one task enhance performance in a second task. *Cognition*, 115(1), 118-132.
- Swallow, K. M., & Jiang, Y. V. (2011). The role of timing in the attentional boost effect. *Attention Perception Psychophys*, 73(2), 389-404.
- Swallow, K. M., & Jiang, Y. V. (2012). Goal-relevant events need not be rare to boost memory for concurrent images. *Attention Perception Psychophys*, 74(1), 70-82.
- Swallow, K. M., & Jiang, Y. V. (2013). Attentional load and attentional boost: a review of data and theory. *Front Psychol*, 4, 274.
- Swallow, K. M., Makovski, T., & Jiang, Y. V. (2012). Selection of events in time enhances activity throughout early visual cortex. *J Neurophysiol*, 108(12), 3239-3252.