



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Der Einfluss der semantischen Verarbeitung von Wörtern mit räumlicher
Bedeutung auf Sakkaden als Reizreaktion

Verfasserin

Nicole Feigl

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Februar 2011

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit untersucht anhand einer Reiz-Reaktions-Aufgabe, ob die semantische Verarbeitung von Reizwörtern mit räumlicher Bedeutung im Zusammenhang mit Sakkaden als geforderte Reizreaktion zu räumlichen Kompatibilitätseffekten führt. Dabei wurde die Annahme aufgestellt, dass eine zu einem Reizwort kompatible Sakkade (Prosakkade), schneller generiert wird, als eine Sakkade, welche mit dem Reizwort nicht kompatibel ist (Antisakkade). Zur Überprüfung dieser Annahme, wurde eine Reiz-Reaktions-Aufgabe verwendet, bei welcher die Untersuchungsteilnehmer Reizworte zentral auf der Bildschirmmitte präsentiert bekamen. Relevant für die geforderte Reizreaktion war in diesem Zusammenhang die räumliche Bedeutung der präsentierten Stimuli. Dabei handelte es sich um Wörter mit räumlicher Bedeutung („links“, „rechts“, „oben“, „unten“) die aufgrund ihres Wortinhaltes Mapping-Effekte aufweisen. Es konnte ein räumlicher Kompatibilitätseffekt in Bezug auf die Wortbedeutung und der sakkadischen Antwortreaktion nachgewiesen werden.

Abstract

This thesis investigated - using a stimulus-response task - whether the semantic processing of stimulus words with spatial meaning in conjunction with saccades as required stimulus reaction leads to spatial stimulus-response compatibility effects.

It was hypothesized that a compatible saccade to a stimulus word (prosaccade) is generated faster than a saccade which is not compatible to the stimulus word (antisaccade). To test this assumption a stimulus-response task was used in which the participants were presented stimulus words centrally on a screen. In this context the spatial meaning of the presented stimuli was relevant to the required stimulus-response. In fact the stimuli were german words („links“, „rechts“, „oben“, „unten“) which feature mapping effects because of their spatial meaning. Actually there was evidence of a spatial compatibility effect in terms of word meaning and the saccades as related response reaction.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Abstract	5
Der Einfluss der semantischen Verarbeitung von Wörtern mit räumlicher Bedeutung auf Sakkaden als Reizreaktion	9
Experiment	31
Untersuchungsmethode.....	33
Untersuchungsteilnehmer.....	33
Messgeräte und Instrumente.	33
Stimuli.....	34
Untersuchungsdesign.....	35
Untersuchungsdurchführung.....	37
Ergebnisse	37
Diskussion.....	40
Literaturverzeichnis	46
Abbildungsverzeichnis.....	59
Curriculum Vitae	61

Der Einfluss der semantischen Verarbeitung von Wörtern mit räumlicher Bedeutung auf Sakkaden als Reizreaktion

Im Feld der visuellen Forschung werden Augenbewegungen seit Jahrzehnten als spezifisches motorisches Kontrollsystem erforscht (Everling & Fischer, 1998). Dieses motorische Kontrollsystem kann unterschiedliche Bewegungen, wie zum Beispiel Sakkaden ausführen. Sakkaden sind schnelle, ruckartigen Bewegungen der Augen (Häcker & Stapf, 2004, S. 820), welche automatisch generiert und unbewusst kontrolliert werden. Sie können aber auch durch die bewusste, absichtliche Entscheidung aktiviert bzw. unterdrückt werden. Die Tatsache, dass eine Fixierung eines bestimmten Punktes oder Gegenstandes aufrechterhalten werden kann, und Sakkaden trotz einer großen Anzahl an irrelevanten visuellen Reizen in der nahen und fernen Peripherie des Sichtfeldes in eine gewollte Richtung gelenkt werden können, ist sehr wichtig für viele visuelle Funktionen im täglichen Leben (Everling & Fischer, 1998).

In den letzten Jahrzehnten gewann die Erforschung von Sakkaden mehr und mehr an Relevanz. Besonders interessant wurde die Frage, ob Sakkaden in Richtungen gemacht werden können, die nicht direkt von visuellen Stimuli gestimmt werden, sondern von verschiedenen Anweisungen, vom Gedächtnis oder von früheren Erfahrungen geleitet werden können. Einer der einfachsten Wege zur Erfassung solch einer Sakkade ist es, einen Stimulus auf einer Seite zu zeigen und den Proband darum zu bitten, eine schnelle Augenbewegung in die entgegengesetzte Richtung des Stimulus zu machen (Everling & Fischer, 1998).

Diese Anwendung geht auf Peter Hallett im Jahre 1978 zurück und wird Antisakkaden-Task oder Antitask genannt (Hallett, 1978; Hallett & Adams, 1980).

Findlay und Walker (1999) sind der Auffassung, dass aktives visuelles Verhalten von sakkadischen Augenbewegungen abhängig ist, und dass die Funktion der Sakkaden darin besteht, das retinale Bild eines Objektes auf die Fovea, die Stelle des schärfsten Sehens, zu bringen.

Sakkadische Bewegungen werden während der Phase des aktiven Scannens mehrere Male pro Sekunde gemacht. Sie sind ballistische Bewegungen im Sinne dessen, dass ihre Dauer zu kurz ist, um neue visuelle Informationen während der Trajektorie zum Einsatz zu bringen. Sakkaden werden als willkürlich gesteuerte Bewegungen angesehen, die jedoch mit hochautomatisierten Routinen generiert werden können. Sie werden auf verschiedenste Weise für das menschlichen Verhalten benötigt, sind in den Prozess der Beschaffung von Informationen über die visuelle Umgebung involviert und werden auf der Suche nach neuen Quellen zur Stimulation verwendet. Außerdem werden Sakkaden für die visuelle Suche nach einem bestimmten Ziel genutzt, sowie auch zum Lesen benötigt. Schließlich können Sakkaden durch plötzlich auftauchende oder saliente neue Stimuli im Gesichtsfeld ausgelöst werden. Solch orientierende Sakkaden haben eine reflexartige Eigenschaft, wobei das meiste Wissen über das sakkadische System von Stimulus- hervorgerufenen Sakkaden bzw. zahlreichen Antisakkaden Studien kommt (Findlay & Walker, 1999).

Für Augenbewegungen, die durch spezifische Reize ausgelöst werden, gibt es zwei wesentliche Maße: die Metrik der Sakkade (Richtung und Amplitude) und deren Latenz,

also die Zeit vom Auftauchen des Ziels bis zur Einleitung der Augenbewegung (Findlay & Walker, 1999).

An dieser Stelle sei eine kurze Darstellung an der Blickkontrolle beteiligter neuronaler Netzwerke angeführt. Ein umfangreicher Bestand an Literatur beschreibt mehrere Gehirnareale, die bei der Kontrolle der visuellen Fixierung und sakkadischen Augenbewegungen beteiligt sind. Diese Areale beinhalten Regionen des Cerebralen Kortex, der Basalganglien, des Thalamus, Superior Colliculus (SC), Formatio reticularis des Hirnstamms und das Cerebellum (Scudder, Kaneko & Fuchs, 2002; Moschovakis, Scudder & Highstein, 1996; Munoz & Fecteau, 2002; Pierrot-Deseilligny, Ploner, Muri, Gaymard & Rivaud-Pechoux, 2002; Leigh & Zee, 1999; Sparks, 2002; Wurtz & Goldberg, 1989).

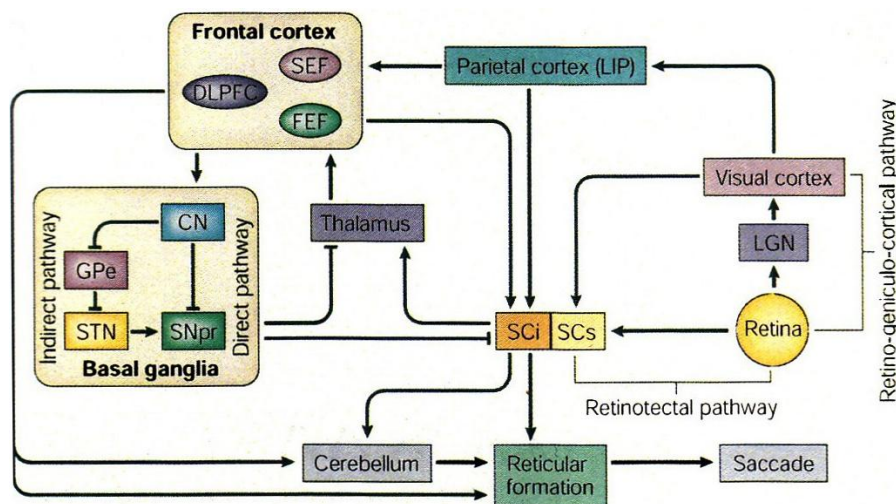


Abbildung 1. Neuraler Kreislauf der sakkadischen Augenbewegungen (Munoz & Everling, 2004)

Visuelle Einflüsse auf das System entstehen vom retino-geniculo-kortikalen Gang zum primären visuellen Kortex und vom retinotektalen Gang zu den oberflächlichen Schichten des Superiors Colliculus. Die visuelle Information wird in mehreren extrastriären visuellen Arealen verarbeitet, bevor sie auf motorische Strukturen stößt und Handlungen beeinflusst (Maunsell & Newsome, 1987).

Der laterale intraparietale Bereich (LIP) im posterior parietalen Kortex ist die Schnittstelle zwischen sensorischer und motorischer Verarbeitung (Andersen, 1997; Colby & Goldberg, 1999). Der LIP projiziert zu den Zwischenschichten des SC (Pare & Wurtz, 2001) und zum vorderen kortikalen okulomotorischen Bereich (Ferraina et al., 2002; Schall, 1997), einschließlich der frontalen Augenfelder (FEF), der komplementären Augenfelder (SEF) und des dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC).

Die FEF haben eine entscheidende Rolle bei der Durchführung willkürlicher Sakkaden (Gaymard et al., 1999; Dias & Segraves, 1999; Rivaud et al., 1994; Sommer & Tehovnik, 1997). Die SEF sind wichtig für intern gesteuerte Entscheidungsfindung und Sequenzierung von Sakkaden (Coe et al., 2002; Stuphorn et al., 2000). Der DLPFC ist in Ausführungsfunktionen, räumliches Arbeitsgedächtnis und Unterdrückung automatischer reflexiver Reaktionen involviert (Fuster, 1997; Guitton et al., 1985; Pierrot-Deseilligny et al., 1991). Alle diese frontalen Regionen projizieren zum SC (Everling & Munoz, 2000; Shook et al., 1990; Selemon et al., 1988; Segraves & Goldberg, 1987; Sommer & Wurtz, 2000; Stanton et al., 1988) der einen wichtigen Knoten im prämotorischen Kreis darstellt, in welchem kortikale und subkortikale Signale zusammenlaufen und integriert sind (Munoz & Fecteau, 2002; Munoz et al., 2000). Die FEF, SEF und der SC projizieren direkt auf die paramediane

pontine Formatio reticularis um die erforderlichen Daten für die sakkadische prämotorische Schaltung bereitzustellen so dass eine Sakkade initiiert oder unterdrückt werden kann (Shook et al., 1990; Gamdhi & Keller, 1997; Segraves, 1992).

Die frontalen kortikalen okulomotorischen Bereiche projizieren auch zum Nucleus caudatus (CN)(Hikosaka et al., 2000; Alexander et al., 1986; Nakahara et al., 2001). GABA (γ -Aminobuttersäure) Neuronen im CN projizieren über direktem Weg zur Substantia nigra pars reticulata (SNpr). Die Neuronen in der SNpr bilden den Hauptausgang der Basalganglien-Schaltung, sie enthalten GABA und projizieren auf die Zwischenschichten des SC und zu den Kernen im Thalamus welche zum frontalen Kortex projizieren. Kortikale Inputs zum direkten Weg führen zur Enthemmung des SC und des Thalamus, da diese Signale zwei hemmende Synapsen durchlaufen. Es gibt auch einen direkten Weg durch die Basalganglien in dem eine separate Gruppe von GABA Neuronen im CN zum externen Segment des Globus pallidus (GPe) projizieren. Die GABA Neuronen im GPe projizieren dann auf den Nucleus subthalamicus (STN). Diese Neuronen im STN senden exzitatorische Projektionen zu den Neuronen im SNpr, welche wiederum zum SC und zum Thalamus projizieren. Kortikale Inputs zu den direkten Wegen führen zur Hemmung des SC und des Thalamus, weil diese Signale durch drei hemmende Synapsen weitergegeben werden (Alexander et al., 1986; Hallett, 1993).

Findlay und Walker (1999) beschreiben ein funktionales Rahmenmodell zur Generierung sakkadischer Augenbewegungen, welches auf der Annahme beruht, dass zeitliche und räumliche Parameter von Sakkaden in zwei parallel verlaufenden Wegen getrennt voneinander vorbereitet werden. Das Modell entspricht nicht den

Vorraussetzungen eines quantitativen testbaren Modells, und sollte eher als allgemeines Rahmenmodell angesehen werden. Dennoch erklärt es eine Reihe an robusten Effekten aus der Forschung, insbesondere zur stimulusgesteuerten Sakkade.

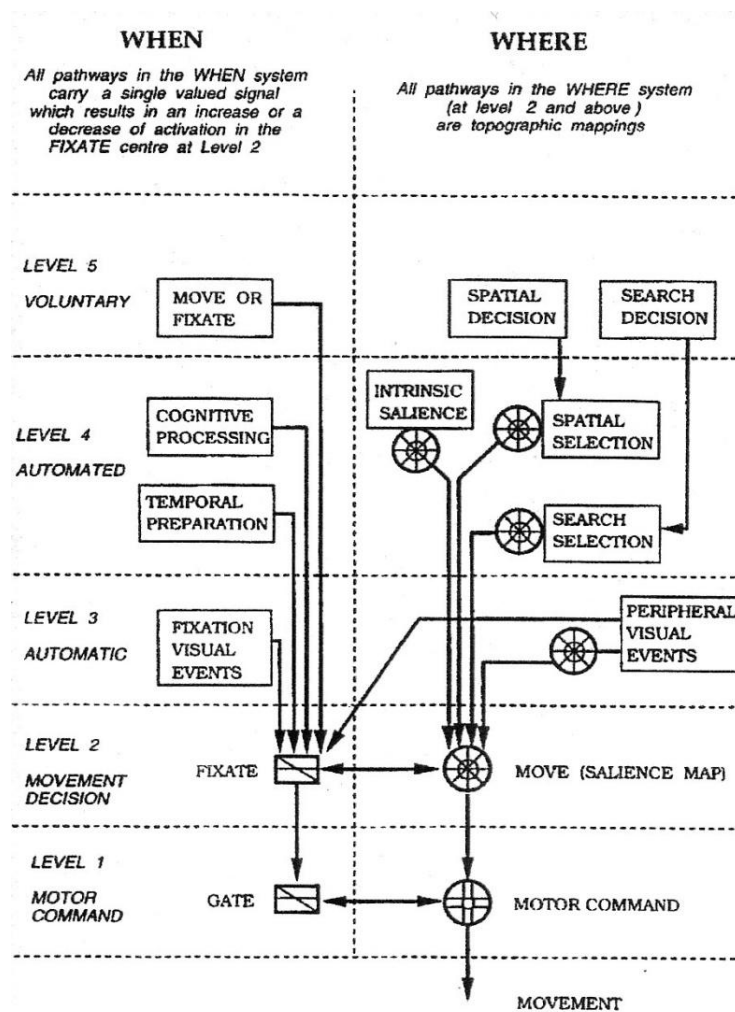


Abbildung 2. Rahmenmodell Findlay & Walker (1999)

Abbildung 2 zeigt das Modell, in welchem die zwei parallel verlaufenden „Ströme“ abgebildet sind. Zum einen der „Informationsfluß“ und zum anderen der „Befehlsfluß“, welche vertikal durch eine Hierarchie von Prozeß-Levels laufen. Der Informationsfluß auf der rechten Seite (WHERE) wird durch räumlich abgebildete Bahnen übermittelt, während auf der linken Seite (WHEN) ein einzelnes nicht räumliches Signal in den Fluß involviert ist. Die Unterscheidung wird symbolisch mit kreisförmigen Zeichen- beziehungsweise mit rechteckigen „Tor-“ Symbolen gezeigt. Kompetitive Interaktionen erscheinen wenn zwei Zentren oder zwei Regionen mit einem Zentrum in einer überkreuzten Verbindung mit wechselwirkenden inhibitorischen Verknüpfungen stehen. Dies bedeutet, wenn in einem der beiden Zentren Aktivität steigt, wird sie im anderen tendenziell reduziert und umgekehrt. Somit wird immer nur ein Zentrum zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiv. Die Prozesse in Level 1,2 und 3 laufen in einer stereotypen Form ab, und sind in einer wirkvollen Weise automatisch und fest verdrahtet.

Das Level 1 stellt die motorischen Befehle auf unmittelbarer prämotorischer Stufe dar. Es gibt drei Paare von okulomotorischen Muskeln die jedes Auge rotieren lassen. Der motorische Befehl für diese Muskelpaare wird im Level 1 gegeben. Sakkadische Bewegungen treten auf, wenn ein Tor im WHEN Pfad durch ein Auslöse-Signal geöffnet wird. Dies führt zu einem räumlich kodierten motorischen Befehl welcher von der letzten Phase des WHERE Pfades generiert wird. Der Prozess in diesem Level gewährleistet, dass sich die Augen mit optimaler Geschwindigkeit und Effektivität bewegen, wenn ein Kommando-Signal empfangen wird. Es wird angenommen, dass die Signalverarbeitung auf diesem Level stereotypisiert und unflexibel abläuft und keinem Einfluss höherer Levels untersteht. Ein

wichtiges Merkmal ist die Trennung der beiden Prozesse auf diesem Level, sowie zwei Routen zu diesen Prozessen, absteigend von höheren Levels der WHEN und WHERE Systeme. Aufgrund der Vorgänge auf dem zweiten Level werden die absteigenden Signale dieser Pfade in eine adäquate Form verpackt, um eine Sakkade zu produzieren. Als Beispiel geben Findlay und Walker an, dass als Ergebnis der Level 2 Prozesse das Signal, mit der räumlichen Eigenschaft der Sakkade enthalten, einen konstanten Wert hat anstatt sich dynamisch zu verändern.

Der Ablauf im Level 2 beschäftigt sich mit der Integration der unterschiedlich konkurrierenden Informationssignale und versucht eine Balance zwischen fixieren und bewegen herzustellen. Auf diesem Level wird entschieden ob eine Sakkade aufgrund eines Signals überhaupt ausgeführt wird, und gegebenen Falls wohin diese gefertigt werden soll. Hier kommt es zu den vorher erwähnten kompetitiven Interaktionen, in dem ein Zentrum der beiden, entweder das Fixationszentrum (WHEN) oder das Bewegungszentrum (WHERE), aktiv ist und dadurch das zweite gehemmt wird. Wenn die Aktivität im Fixationszentrum unter einen bestimmten Schwellenwert fällt, wird das Tor von Level 1 geöffnet und eine Sakkade generiert.

Die Prozesse von Level 3 beeinflussen in direkter Weise das Fixations-Bewegungs-System des Levels 2, ohne kognitive Einflüsse der visuellen Stimulation. Das Modell postuliert, dass ein Stimulus Wechsel, im speziellen das Einsetzen und das Verschwinden von visuellen Stimuli, automatische Effekte in beiden Prozessflüssen beinhaltet. Zentrale visuelle Ereignisse am Ort der augenblicklichen Fixierung üben einen direkten Effekt auf das Fixationszentrum aus, wobei die Aktivierung zentraler Stimuli die

Aktivität im Fixationszentrum erhöht, und das Verschwinden sie verringert. Periphere visuelle Ereignisse, die sich von der Fixation entfernt ereignen, erzeugen Effekte in beiden Zentren, im Fixations- und Bewegungs-Zentrum.

Level 4 und 5 umfassen Automatische Effekte und Gewohnheiten der kognitiven Kontrolle. Mit diesen beiden Levels versuchen die Autoren Einflüsse höherer kognitiver Prozesse in das Modell zu integrieren. Level 4 beinhaltet automatisierte aber nicht bewusste Prozesse. Level 5 reflektiert den offensichtlichen Punkt, dass zumindest gesunde Individuen alle untergeordneten Prozesse außer Kraft setzen können und eine Person bewusst entweder Sakkaden unterdrücken und die Fixation beibehalten kann, oder die Augen willkürlich bewegen kann.

Findlay und Walker (1999) führen einige Forschungsergebnisse als Umsetzung auf ihr Modell an. Da die meisten Nachweise über die Sakkaden-Latenz anhand des Gap-Effektes gezeigt wurden (Findlay 2009), soll dieser kurz dargestellt werden.

Nach Findlay und Walker (1999) beschreibt der Gap Effekt, wie visuelle Ereignisse im Bezug auf die Fixation einen wesentlichen Effekt auf die Latenz der Sakkaden haben. Insbesondere dann, wenn der Fixationspunkt kurz vor Auftauchen eines peripheren Stimulus verschwindet, sind die Sakkaden von kurzer Latenz. Der Effekt ist robust und unabhängig vom Vorwissen über das Sakkadenziel (Findlay & Walker, 1999, Kingstone & Klein 1993a; Walker et al. 1995).

Der Gap Effekt wurde erstmals von Saslow (1967a) berichtet, welcher den Zeitpunkt des Fixationspunkts relativ zum Einsetzen eines Sakkadenziels zeitlich versetzte.

Wenn die Fixierung 100 bis 200ms bevor der periphere Stimulus einsetzte verschwand (es bleibt eine Periode ohne sichtbaren Stimulus) waren die Latenzen der Sakkaden beim Einsetzen zum peripheren Stimulus kürzer, als wenn der Fixationspunkt bis zum Einsetzen des Ziel blieb. Bei Aufrechterhaltung des Fixationspunktes während und nach dem Einsetzen des peripheren Stimulus (Overlap), verlängerten sich die Latenzen um 100ms im Vergleich zur Gap-Bedingung.

In Bezug auf das Modell von Findlay und Walker (1999), betrifft der Gap Effekt die Lösung des Konfliktes zwischen der Fixation und Bewegung in Level 2. Die Gap-Manipulation beeinflusst diesen Konflikt via zwei Wege. Erstens haben visuelle Ereignisse am Fixationspunkt direkten Zugriff (Level 3) zum Fixationssystem, und das Verschwinden eines Stimulus am Fixationspunkt reduziert automatisch die Aktivität im Fixationszentrum, und löst daher leichter eine Sakkade aus. Die zweite Route beinhaltet die zeitliche Vorbereitung auf Level 4.

Fischer und Boch (1983) führten den Gap-Effekt bei ausgebildeten Affen durch und beobachteten, dass zielgerichtete Sakkaden häufig mit extrem kurzen Latenzen (80 bis 100ms) produziert wurden. Sie führten für diese Beobachtung den Terminus Express-Sakkade ein und berichteten diese später beim Menschen (Fischer et al., 1984).

Findlay und Walker (1999) sind der Auffassung, dass periphere visuelle Stimuli nicht nur das Fixationszentrum (Level 2) aktivieren, sondern auch das Bewegungszentrum. Es wird angenommen, dass wenn das Fixationssystem bereits in einem Zustand der Loslösung ist, es möglich ist, dass die Auslösung einer Express Sakkade als Folge der erhöhten

Stimulation im Bewegungssystem sofort auftreten kann. Diese Bedingungen sind in der Tat diejenigen, unter denen es häufiger zu Express Sakkaden kommt (Fischer & Weber, 1993). Ist die sofortige Auslösung nicht der Fall, aktiviert der periphere Stimulus das Fixationszentrum über den direkten Weg (Level 3) wobei mehr Zeit für die Auslösung einer sakkadischen Reaktion benötigt wird und dies zu einer regulären Sakkade mit längerer Latenz führt. Nach dieser Darstellung, werden Express-Sakkaden leichter in Bedingungen generiert, in denen das Bewegungssystem anstatt des Fixationssystems durch das Target aktiviert ist.

Die Fähigkeit reflexive Reaktionen zu unterdrücken und freiwillige motorische Befehle zu generieren, ist von entscheidender Bedeutung für den Alltag, da es den Organismus von einem Stimulus getriebenen Verhalten, zugunsten der Erreichung interner Ziele, befreit. Anhand einer Vorgabe eines visuellen Reizes auf einer Seite und der Aufforderung auf die dem visuellen Reiz gegenüberliegende Seite zu sehen ist es möglich beide Fähigkeiten in einer okulomotorischen Aufgabe zu untersuchen (Everling & Fischer, 1998).

„Die Versuchsperson ist in dieser Aufgabe instruiert, den automatischen ‚Blickreflex‘ zu einem plötzlich in der Peripherie auftauchenden Stimulus zu unterdrücken und stattdessen intentional eine Sakkade zu einem kognitiv repräsentierten Ziel auf der dem Stimulus gegenüberliegenden Seite des Fixationspunktes auszuführen“ (Massen, 2001, S.8)

Ein Defizit in der Hemmung der reflexiven Antwort resultiert in einer hohen Anzahl an Sakkaden in Richtung des visuellen Stimulus (Prosakkade), während ein Defizit bei der Generierung von Willkürbewegungen in einer geringeren Anzahl an Sakkaden zur gegenüberliegenden Seite (Antisakkade) resultiert (Everling & Fischer, 1998).

Wie bereits erwähnt, geht diese Aufgabe auf Peter Hallett (1978) zurück und wird als Antisakkadenaufgabe bezeichnet. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 3 eine schematische Darstellung einer Antisakkadenaufgabe.

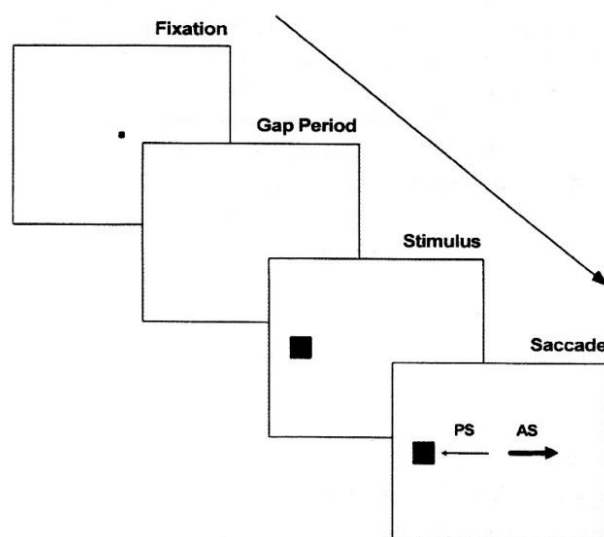


Abbildung 3. Schematische Darstellung einer Gap – Antisakkadenaufgabe (Everling & Fischer, 1998)

Abbildung 3 zeigt die zeitliche und räumliche Bedingung einer Antisakkadenaufgabe. Ein zentraler Fixationspunkt wird präsentiert und der Proband

instruiert, diesen zu fixieren. Dann wird in der Peripherie ein visueller Stimulus dargeboten wobei der Proband die Sakkade (Prosakkade) zum Stimulus hin unterdrücken soll, um eine Sakkade (Antisakkade) zur gespiegelten Seite zu generieren. Im Fall der oben gezeigten Abbildung, verschwindet der Fixationspunkt für eine gewisse oder konstante Zeit bevor der Stimulus präsentiert wird. Dies führt zu einem temporalen Abstand (Gap) zwischen dem aufscheinen des Fixationspunktes und des Stimulus (Gap-Effekt). Der Fixationspunkt kann auch sichtbar bleiben. In diesem Fall spricht man von der sogenannten Overlap – Bedingung, weil sich das Auftreten des Stimulus und das des Fixationspunktes überlappen (Everling & Fischer, 1998).

Als Befunde seiner ersten Studien berichtete Hallett (1978) folgende grundlegende Beobachtungen über die Antisakkadenaufgabe (Everling & Fischer, 1998): Probanden waren fähig erfolgreich zur gegenüberliegenden Seite des Stimulus zu sehen. Am Anfang wurde eine Reihe an fehlerhaften Sakkaden in Richtung des Stimulus gemacht (30 – 80 %) bevor sie zur gegenüberliegenden Seite sahen. Später konnten die Fehler auf 5 – 7 % reduziert werden. Die durchschnittliche Reaktionszeit der Antisakkade dauerte im Vergleich zur Prosakkade länger. Die Amplitude der Antisakkade variierte von Person zu Person sowie innerhalb einer Person. Die Geschwindigkeitsprofile der Antisakkade veränderten sich. Sekundäre Sakkaden folgten primären Sakkaden viel schneller als primären Prosakkaden.

Wie bereits erwähnt erfordert die Antisakkadenaufgabe die Unterdrückung einer Sakkade in Richtung eines peripheren Reizes und die Erzeugung einer Sakkade in die

entgegengesetzte Richtung. Demnach kann die Antisakkadenaufgabe als klassisches Beispiel eines willkürlichen Stimulus-Response (SR) Mapping Tasks angesehen werden (Kornblum, Hasbroucq & Osman, 1990; Wise & Murray, 2000). Genauer gesagt ist die Antisakkadenaufgabe ein besonderer Fall einer Reiz Reaktions-Kompatibilitätsaufgabe.

Eine Sakkade in Richtung eines visuellen Stimulus (Prosakkade) stellt ein kongruentes SR-Mapping dar, während eine Antisakkade ein inkongruentes SR-Mapping erfordert. Über SR-Kompatibilitätsaufgaben, die räumliche Stimuli und räumliche Reaktionen beinhalten, ist bekannt, dass die Reaktionszeit in der kompatiblen Bedingung schneller und genauer ist, als in der inkompatiblen (Duncan, 1977; Hommel & Prinz, 1997; Proctor & Reeve, 1990).

Auch Häcker & Stapf (2004) beschreibt den Zusammenhang zwischen räumlicher Kompatibilität und Reaktionsgeschwindigkeit bzw. –Genauigkeit.

„Obwohl die Zuordnung von Sinnesreizen zu Bewegungen im Prinzip beliebig erfolgen kann, gibt es einfache (kompatible) und schwierige (inkompatible) Zuordnungen: Bewegungen können zum Beispiel schnell und genau ausgeführt werden, wenn ihre räumlichen Merkmale der räumlichen Anordnung der Reize entsprechen (räumliche Kompatibilität)“ (Häcker & Stapf, 2004, S.495)

Nach Kornblum et al. (1990) liegt bei kompatiblen im Gegensatz zu inkompatiblen Reiz - Reaktions-Zuordnungen der Gewinn der Reaktionszeit in der

unmittelbaren Reaktionsphase begründet. Wenn der Stimulus mit der Reaktion übereinstimmt, dann aktiviert die Präsentation des Stimulus die korrespondierende Reaktion automatisch. Stimmt die automatisch aktivierte Reaktion mit der geforderten Reaktion überein, dann wird diese ausgeführt. Wenn die Reiz – Reaktions- Aufgabe eine zum Stimulus inkompatible Reaktion erfordert, wird die automatisch aktivierte Reaktion abgebrochen und die richtige Reaktion vorbereitet und vollzogen. Dieser Abbruch-Prozeß erfordert zusätzliche Zeit und führt daher insgesamt zu einer längeren Reaktionszeit in der inkongruenten Bedingung.

Diese Hypothese wird durch Studien untermauert, welche bei Affen anhand von Aufzeichnungen einzelner Neuronen im primären motorischen Kortex (Riehle, Kornblum & Requin, 1994; Zhang, Riehle, Requin & Kornblum, 1997) und im prämotorischen Kortex (Crammond & Kalaska, 1994) im Rahmen einer Versuchsreihe mit inkompatiblen Reiz - Reaktions-Zuordnungsaufgaben eine automatische Aktivierung der jeweils kompatiblen, jedoch nicht korrekten Reaktion festgestellt haben. Gleichermaßen können die initialen Reaktionen von visuomotorischen Neuronen im Superior Colliculus sowie dem frontalen Augenfeld bei Antisakkadenaufgaben als automatische Aktivierung der kompatiblen, jedoch nicht korrekten Prosakkade betrachtet werden.

Reaktionen auf Objekte in der Umgebung sind schneller und genauer, wenn die Reaktionen mit den Merkmalen dieser Objekte übereinstimmen. Zum Beispiel reagieren Personen schneller auf einen linken Reiz mit einer linken Reaktion und auf einen rechten Reiz mit einer rechten Reaktion als umgekehrt (Simon & Rudell, 1967). Diese Präferenz für

dementsprechende Reiz-Reaktions-Zuordnungen wird weitgehend als räumlicher Stimulus Response Kompatibilitätseffekt bezeichnet (Proctor & Vu, 2002).

Der Kompatibilitätseffekt wird häufig als Zwei-Prozess-Modell betrachtet, in welchem die Aktivierung einer freiwilligen, zielorientierten Reaktion mit einer exogen durch den präsentierten Stimulus aktivierten Reaktion konkurriert (Kornblum, Hasbrouq, & Osman, 1990). Folglich repräsentieren Kompatibilitätseffekte – zumindest zu einem gewissen Maß – wie sehr ein Merkmal der Umgebung automatisch eine Reaktion aktiviert die im Konflikt mit der Aktivierung einer korrekten, aufgabenbezogenen Reaktion steht. Je mehr die beiden Reaktionen im Konflikt zueinander stehen, desto langsamer und weniger präzise erfolgt die aufgabenbezogene Reaktion.

Nach Miles und Proctor (2009) gibt es eine Vielzahl an Reizmerkmalen, welche zu einer automatischen Reaktionsaktivierung führen können. Automatische Reizreaktionen können durch die räumliche Position eines Reizes aber auch durch konzeptionelle Information, wie etwa Wörter mit räumlicher Bedeutung („links“ und „rechts“) oder nach links und rechts zeigenden Pfeilen, aktiviert werden. (Lu & Proctor, 1994; Proctor & Wang, 1997; Weeks & Proctor, 1990). In diesem Kontext ist es von großem Interesse die Determinanten des zeitlichen Ablaufs und des Ausmaßes der automatischen Reaktionsaktivierung zu verstehen bzw. auch wie diese Reaktionsaktivierung moduliert werden kann.

Fitts und Deininger (1954) waren die ersten, welche einen Kompatibilitätseffekt beschrieben haben, in welchem Teilnehmer schneller auf räumliche Merkmale eines Reizes reagieren, wenn das Merkmal und die Reaktion eng miteinander korrespondieren. Später

erklärten Deininger und Fitts (1955), dass dieses Resultat eine Frage der Reiz-Reaktions-Umsetzung ist: Reaktionen sind langsamer, wenn sie nicht mit Stimulus Merkmalen übereinstimmen als wenn sie übereinstimmen, weil zusätzliche Bearbeitungsschritte erforderlich sind, um den präsentierten Stimulus in eine Reaktion umzusetzen.

Ein Kompatibilitätseffekt tritt auch auf, wenn es dimensionale Überschneidungen zwischen einem aufgabenirrelevanten Reizmerkmal und der aufgabenrelevanten Reaktion gibt. Der am häufigsten in diesem Zusammenhang beschriebene Effekt ist der sogenannte Simon Effekt.

Der Simon Effekt ist ein SR-Kompatibilitätseffekt, bei dem die räumliche Position des Stimulus irrelevant für die Aufgabe ist (Simon & Rudell, 1967). In einer typischen Simon-Aufgabe werden Probanden instruiert, als Reaktion auf einen in grün dargebotenen Stimulus eine Taste auf der linken Seite und als Reaktion auf einen in rot dargebotenen Stimulus eine Taste auf der rechten Seite zu drücken. In dieser Aufgabe führen räumlich korrespondierende Bedingungen (links grün S, rechts rot S) zu schnelleren Reaktionen mit höherer Genauigkeit als räumlich nicht korrespondierende Bedingungen (links rot S, rechts grün S) (Wühr, Biebl & Ansorge, 2008).

In einer ähnlichen Aufgabe, der räumlichen Stroop-Aufgabe, ist die Position des Stimulus ebenfalls irrelevant. Bei dieser Aufgabe wird die räumliche Information nicht durch die Position des Stimulus, sondern durch ein Wort oder ein symbolisches Merkmal vermittelt. Bei Stroop-Tasks gibt es üblicherweise zwei Reizdimensionen, die eine Dimension ist ein Wort, die andere ist eine physikalische Eigenschaft. Bei einem klassischen Stroop-Task sind diese beiden Dimensionen das Wort einer Farbe und die physische Farbe in der das

Wort gezeigt wird (Stroop, 1935/1992). Dabei wird die inkompatible Bedingung, in welcher das Wort der Farbe inkongruent zur physischen Farbe selbst ist (z.B. das Wort ROT in grüner Farbe präsentiert), mit einer kompatiblen Bedingung, in der das Wort der Farbe und die physische Farbe kongruent zueinander sind (z.B. das Wort ROT in roter Farbe präsentiert), verglichen. Der klassische Stroop-Effekt besagt, dass Farbbenennungs-Reaktionen deutlich langsamer in der inkongruenten Bedingung sind als in der kongruenten Bedingung (Lu & Proctor, 1995)

Nach Kornblum, Hasbroucq, und Osman (1990) gibt es sechs wesentliche SR-Kompatibilitätseffekte:

1. Bei einer vorgegebenen Reiz-Reaktions-Reihe ist die schnellste Reaktionszeit mit einem optimalen SR-Mapping dann erzielbar, wenn sich die Reihen (Sets) dimensional überlappen. (Brainard, Irby, Fitts, & Alluisi, 1962; Brebner, Shepard, & Cairney, 1972; Fitts & Seeger, 1953; Greenwald, 1970; Hawkins & Underhill, 1971; Shulman & McConkie, 1973; Simon, Hinrichs, & Craft, 1970; Stanovich & Pachella 1977).

2. Die gesamte durchschnittliche Reaktionszeit ist bei kongruenten SR-Mappings schneller als bei inkongruenten. (Blackman, 1975; Duncan 1977a, 1977b; Fitts & Deininger, 1954; Hawkins, MacKay, Holley, Friedin, & Cohen, 1973; Morrin & Grant, 1955; Sanders, 1970; Schwartz, Pomerantz, & Egeth, 1977; Simon, 1967, 1969; Simon & Craft, 1970; Sternberg, 1969)

3. Je größer die dimensionale Überlappung, desto größer ist der Unterschied der Reaktionszeit zwischen kongruentem und inkongruentem SR-Mapping. (Simon & Samll, 1969; Wallace, 1971)

4. Der Unterschied zwischen kongruentem und inkongruentem SR-Mapping ist bei Aufgaben ohne Wiederholungen größer als bei Aufgaben mit Wiederholungen. (Bertelson, 1963)

5. Bei Erhöhung der Alternativen steigt die durchschnittliche Reaktionszeit indirekt proportional zur Reiz-Reaktions-Kompatibilität, unabhängig davon, ob diese durch die Änderung an dimensionaler Überlappung oder durch das SR-Mapping an sich variiert wird (Brainard et al., 1962; davis, Moray, & treisman, 1961; Hawkins & Underhill, 1971; Leonard, 1959; Morrin, Konick, Troxell, & McPherson, 1965; Theios, 1975)

6. Die Effekte von wechselnden dimensional Überlappungen oder SR-Mappings mit Task-irrelevanten Dimensionen sind ähnlich jenen mit Task-relevanten Dimensionen (die Autoren definieren eine Dimension als irrelevant, wenn es eine Null-Korrelation mit der erforderlichen Reaktion in der Aufgabe gibt). (Broadbent & Gregory, 1965; Costa, Horwitz, & Vaughan, 1966; Kornblum, Hasbroucq, & Osman, 1984; Smith, 1977; Sternberg, 1969; Whitaker, 1979)

Aufgrund des in der nachfolgenden Untersuchung verwendeten relevanten Reizmaterials und dessen erwarteten Effekt auf die sakkadische Reaktion wird im folgenden Abschnitt ein Überblick über wesentliche Aspekte zur semantischen Verarbeitung von Wörtern gegeben.

Nach Kiefer (2008) stellt das im Langzeitgedächtnis gespeicherte Wissen eine wichtige Schnittstellenfunktion zwischen Informationsaufnahme (Wahrnehmung) und Informationsabgabe (Handlung) dar. Verschieden Konzepte im Langzeitgedächtnis stellen wichtige Bausteine des menschlichen Wahrnehmens dar und bilden die Basis für die Objekterkennung, die Sprache und das Denken (Humphreys et al., 1988; Levelt et al., 1999). Es wird angenommen dass begriffliches Wissen im semantischen Gedächtnis, einer Teilstruktur des Langzeitgedächtnisses, gespeichert ist (Tulving, 1972).

Nach Tulving (1972) gehören Wortbedeutungen zum Inhalt des semantischen Gedächtnisses. Eine Reihe an Modellen zum semantischen Gedächtnis postulieren, dass semantisches Wissen in einem amodalen, abstrakten Format repräsentiert ist (Foder, 2001; Pylyshyn, 1980; Tyler & Moss, 2001). Laut diesen Modellen liegt das semantische Wissen in einem einheitlichen System vor, welches von sensorischen und motorischen Systemen getrennt ist.

Neuere Ansätze postulieren multiple modalitätsspezifische semantische Systeme, die eine Verflechtung des sensorischen und motorischen Systems beschreiben, anstatt der These eines einheitlichen amodalen semantischen Gedächtnisses (Barsalou, Simmons, Barbey & Wilson, 2003; Herrmann, 1985; Humphreys & Forde, 2001; Kiefer & Spitzer, 2001; Pulvermüller, 2005).

Diese neuesten Modalitätsspezifischen Ansätze weisen enge Verknüpfungen zwischen dem Wahrnehmungssystem, dem motorischem System, und dem begrifflichem System auf (Kiefer et al., 2008). So lassen diese Ansätze vermuten, dass diese Konzepte

verkörpert (Gallese & Lakoff, 2005) sind. Verkörpert im Sinne dessen, dass sie unerlässlich in Wahrnehmung und Handlung verankert sind (Warrington & McCarthy, 1987; Kiefer & Spitzer, 2001; Martin & Chao, 2001; Barsalou et al., 2003; Pulvermüller, 2005): Begriffliche Merkmale (z.B. visuelle, akustische, handlungsbezogene) sind demnach durch kortikale Zellverbände in sensorischen und motorischen Arealen repräsentiert und bleiben während der begrifflichen Auffassung bestehen (Pulvermüller, 2005; Kiefer et al., 2007b). Die Aktivierung dieser modalitätsspezifischen Zellverbände errichtet die Konzepte entweder *bottom up* durch Wörter und Objekte, oder *top-down* durch Gedanken (Kiefer et al., 2008).

Laut dieser Vorstellung von „verkörperten“ begrifflichen Repräsentationen - *Embodied Cognition Theory (ECT)* - sind semantische Repräsentationen in sensorischen und motorischen Repräsentationen verankert (Ansorge et al, 2010). Nach Kiefer (2008) sind demnach die sensorischen und motorischen Erfahrungen die wir mit bestimmten Gegenständen machen, Grundlage für die Entstehung der entsprechenden Objektrepräsentationen im semantischen Gedächtnis.

Die ECT postuliert eine zwingende sensomotorische Verarbeitung von Wörtern beim Abruf ihrer Bedeutung. Nach Ansorge et al (2010), ist das *Perceptual Symbol System* (Barsalou, 1999) zu betrachten, um die Kernannahmen der ECT zu verstehen. Die Theorie des *Perceptual Symbol Systems*, stützt sich auf die Bedeutung von Wahrnehmung und episodischen Gedächtnis als Grundlage semantischen Wissens bei sensomotorischen Repräsentationen (Barsalou, 1999). Laut dieser Theorie sind sensomotorische Repräsentationen als separate Einheiten gespeichert und liefern eine Quelle an begrifflichen semantischen Repräsentationen. Diese semantischen Einheiten sind die gemeinsamen

Charakteristika verschiedenster Fälle sensomotorischer Repräsentationen. Entsprechend der ECT werden semantische und sensomotorische Prozesse in einem gewissen Maß von ähnlichen Grundsätzen beeinflusst. Als Folge dessen sollten die entstehenden Effekte durch die semantische Verarbeitung eines Wortes, zumindest teilweise den Effekten gleichen, die durch die sensomotorische Verarbeitung von Wahrnehmungs- Repräsentationen entstehen, welche die Grundlage der Bedeutung der Wörter sind.

Diese Annahme wird durch bildgebende Studien unterstützt, die zeigen, dass die begriffliche Verarbeitung der Wortbedeutung sensorische und motorische Systeme des menschlichen Gehirns aktiviert. Wenn Objekte einer bestimmten Kategorie wiedererkannt, benannt oder gedacht werden und über diese gelesen oder Fragen beantwortet werden, dann sind dieselben Regionen (zumindest teilweise) aktiv (Martin & Chao, 2001). Nach Ansorge et al. (2010) zeigen verschiedenste Forschungsergebnisse, dass das Verstehen der Wortbedeutung von einer teilweisen Wiedereinsetzung der Gehirnaktivität während der Wahrnehmung und Handlung abhängt.

Verhaltensstudien bestätigen die Wichtigkeit von sensorischen und motorischen Repräsentationen für die begriffliche Verarbeitung. Glenberg & Kaschak (2002), Richardson & Matlock (2007) und Zwaan et al (2002) zeigten zum Beispiel, dass das Satzverständnis eine kompatible Handlung oder ein Gedankenbild hervorruft.

Wichtig für die ECT ist nach Ansorge et al. (2010), dass nicht nur die Langzeitbedeutung sondern auch die Kurzzeitbedeutung eines Wortes eine Reaktion aktivieren kann. Langzeitbedeutung bezeichnet dabei das Vorwissen und die Erfahrung die

eine Person über ein Wort in der Vergangenheit gemacht hat. Die Kurzzeitbedeutung meint im Gegensatz dazu die Bedeutung eines Wortes welche sie im Kontext eines Experiments zugewiesen bekommt. Zum Beispiel soll ein Untersuchungsteilnehmer beim Erscheinen des Wortes *rechts* links sagen.

Untersuchungsergebnisse von Procter und Vu (2002) untermauern, dass die räumliche Langzeitbedeutung eines Wortes automatisch eine Reaktion aktivieren kann. Auch wenn die räumliche Langzeitbedeutung eines Wortes in spezifischen Aufgaben irrelevant für die Reaktion ist, aktiviert diese Wortbedeutung eine Reaktion entsprechend seiner inhaltlichen Bedeutung. In räumlich korrespondierenden Bedingungen erleichtert diese automatische Reaktionsaktivierung durch das Wort (z.B. links) die Selektion der erwünschten Reaktion (z.B. links), während in nicht korrespondierenden Bedingungen die automatisch aktivierte Reaktion (z.B. links) im Konflikt mit der erforderlichen Reaktion (z.B. rechts) steht.

Experiment

Ziel dieser Diplomarbeit ist es zu zeigen, dass die semantische Verarbeitung von Wörtern mit räumlicher Bedeutung im Kontext von Reiz-Reaktionsaufgaben zu räumlichen Kompatibilitätseffekten führt. Hieraus abgeleitet wird die Hypothese, dass Reaktionen, welche mit der räumlichen Bedeutung der Reizworte kompatibel sind, schneller aktiviert werden können als inkompatible. Demnach wird erwartet, dass eine zu dem Reizwort kompatible Sakkade (Prosakkade), schneller erzeugt wird, als eine Sakkade, welche mit dem Reizwort nicht kompatibel ist (Antisakkade).

Die Sakkaden bzw. deren Latenz und Fehler, sind zugleich die physiologische Größe der Untersuchung. Wie bereits erwähnt ist eine Sakkade eine sehr schnelle, ruckartige Augenbewegung zum Wechsel des Fixationspunktes (Häcker & Stapf, 2004). Die Messung der Augenbewegungen erfolgt durch ein speziell entwickeltes Messinstrument, den sogenannten *Eye Tracker*.

Die der Studie zugrundeliegende Hypothese soll mit Hilfe einer experimentell hervorgerufenen Reiz-Reaktionsaufgabe überprüft werden. Reizmaterial sind dabei deutsche Wörter mit horizontaler und vertikaler räumlicher Bedeutung, genauer gesagt werden die Wörter "rechts" und "links" sowie "oben" und "unten" verwendet. Die Aufgabe erfordert in der kompatiblen Bedingungen die Fixation eines räumlich mit der Wortbedeutung des Reizwortes übereinstimmenden Position bzw. in der inkompatiblen Bedingung die Fixation einer räumlich inkompatiblen Position.

Aufgrund zahlreich vorliegender Forschungsergebnisse in Bezug auf Reiz-Reaktions-Zuordnungen (Fitts & Deininger 1954; Deininger & Fitts, 1955; Duncan, 1977; Hommel & Prinz, 1997; Proctor & Reeve, 1990; Lu & Proctor, 1994; Proctor & Wang, 1997; Weeks & Proctor, 1990; Kornblum et al., 1990) wird ein räumlicher Kompatibilitätseffekt erwartet, welcher eine geringere Reaktionszeit (Zeit bis zum Einsetzen der Sakkade) in der kompatiblen Bedingung zur Folge haben soll.

Weiters wird erwartet, dass es in der inkompatiblen Testbedingung durch den Konflikt zwischen Wortbedeutung und inkompatibler Zielreaktion zu einer höheren Fehlerrate bei der Fixation der Zielpositionen kommt.

Untersuchungsmethode

Untersuchungsteilnehmer. Es nahmen insgesamt sechzehn Probanden an der Untersuchung teil, davon waren neun Personen Frauen und sieben männlichen Geschlechts. Das Durchschnittsalter lag bei 25,8 Jahren mit einem Range von 22 bis 30 Jahren. Alle sechzehn Teilnehmer wurden aus dem privaten Umfeld rekrutiert. Die Teilnehmer sprechen alle als Muttersprache Deutsch. Bei Vorliegen einer Sehschwäche wurden die Teilnehmer aufgefordert ihre Sehhilfe zu verwenden.

Messgeräte und Instrumente. Zum Aufzeichnen der Sakkaden wurde der EyeLink 1000 Desktop Mount (SR Research, Mississauga, Ontario, Canada) verwendet. Die Sampling Rate betrug 1000 Hz. Die Stimuli wurden auf einen 19" CRT Monitor (Sony Multiscan G400) präsentiert. Die Auflösung betrug dabei 1024x768, 72 dpi, die Refresh Rate 120 HZ und die Betrachtungsdistanz zum Monitor betrug 57 cm. Der Betrachtungsabstand wurde während des gesamten Experiments mittels einer Kinn- und Kopfstütze konstant gehalten. Die Erfassung der sakkadischen Reaktionszeiten erfolgte durch den Experiment Builder (SR Research, Mississauga, Ontario, Canada). Die ideale Einstellung für die Aufzeichnung der Augenbewegungen wurde anhand einer dem Experiment vorausgehenden Validierung und Kalibrierung sichergestellt. Es wurden wenn möglich die Blickbewegungen beider Augen aufgezeichnet. Die Kontrolle der Stimuluspräsentation wurde anhand einer Standardtastatur, welche direkt vor dem Probanden platziert wurde, selbst gesteuert. Im Laufe der ganzen Untersuchung wurde nur die Leertaste seitens der Teilnehmer benötigt. Sie

mussten diese drücken, um zum einen jede Untersuchungsbedingung selbst zu starten und zum anderen, um während der Testphase nach Vollendung der Reaktion auf den Stimulus den nächsten zu aktivieren.

Stimuli. Die Stimuli bestanden aus Wörter mit eindeutiger räumlicher Bedeutung, auf die die Untersuchungsteilnehmer der Instruktion entsprechend reagieren sollten. Diese Wörter mit räumlicher Bedeutung waren deutsche Wörter mit vertikaler und horizontaler Ausrichtung („oben“, „unten“, „rechts“, „links“). Alle präsentierten Stimuli wurden zentral am Computerbildschirm gezeigt. Jedem Zielreiz ging ein 400ms lang gezeigtes zentriertes Fixationskreuz voraus.

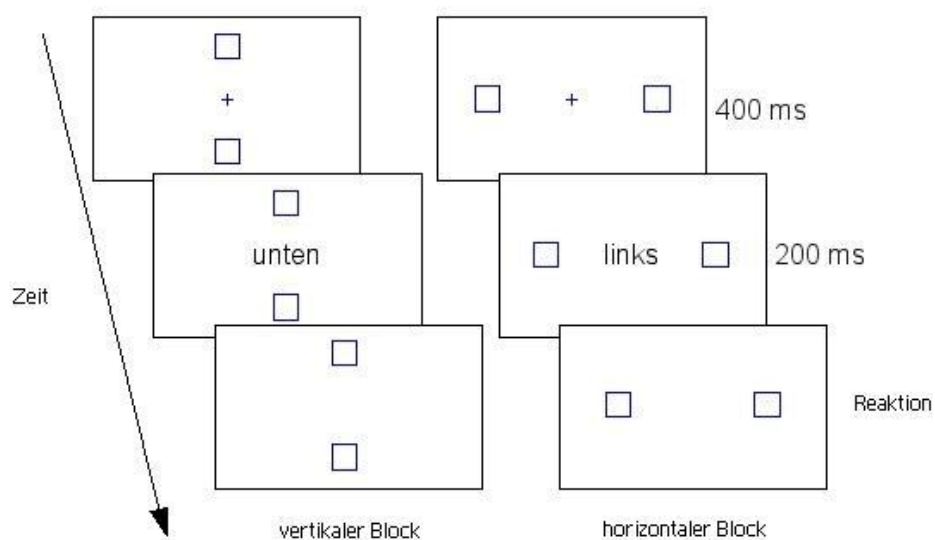


Abbildung 4. Schematische Darstellung der Reizdarbietung

Der Stimulus selbst wurde für 200ms präsentiert. Die schematische Abfolge der Stimuli Darbietung war für jeden Teilnehmer gleich.

Untersuchungsdesign. Insgesamt gliederte sich die Untersuchung in vier verschiedene Blöcke, wobei die Sequenz der Blöcke variierte. Jeder Block bestand aus 130 Trials. Jede einzelne Aufgabe (Trial) der 130 Trials beinhaltet eines der folgenden vier Wörter: „rechts“, „links“, „oben“, „unten“, gleichermaßen ausgewogen und in pseudo-randomisierter Reihenfolge. Den Teilnehmern der Studie wurden pro Trial eines der vier Wörter mit räumlicher Bedeutung in der Bildschirmmitte präsentiert. Die Hälfte bzw. je zwei Blöcke des Experiments beinhaltete die Wörter „oben“ und „unten“, die andere Hälfte „rechts“ und „links“, wobei die Reihenfolge der Blöcke pro Teilnehmer variierte. In der horizontalen Bedingung gab es jeweils links und rechts ein Quadrat und in der vertikalen Bedingung oben und unten (*Abbildung 5*). Die vier Blöcke gliederten sich sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Bedingung in eine kompatible und inkompatible Bedingung. Je nach Randomisierung ergab sich für die Teilnehmer folgende Instruktion: In der vertikalen kompatiblen Bedingung sollten die Teilnehmer bei dem Stimulus „oben“ auch so schnell und korrekt wie möglich zu dem oben liegenden Quadrat sehn. Demnach war die Instruktion in der inkompatiblen vertikalen Bedingung bei dem Stimulus „oben“ so schnell und korrekt wie möglich zu dem Quadrat unten zu sehen.

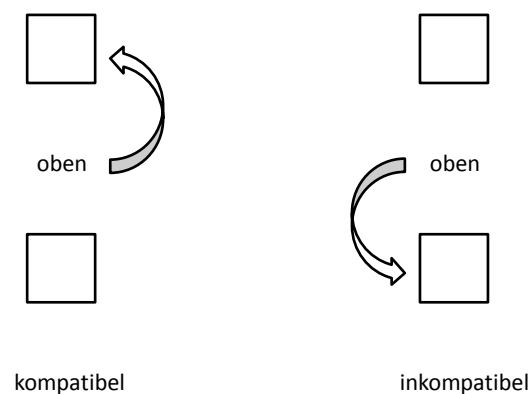


Abbildung 5. Schematische Darstellung der vertikalen kompatiblen und inkompatiblen Bedingung mit dem Reizwort „oben“

Im Fall der horizontalen Bedingung ergaben sich dieselben Instruktionen für die Wörter „rechts“ und „links“. Die räumlich kompatible - Bedingung wird als solche bezeichnet, weil die Bedeutung der Wörter mit der vorgegebenen Richtung der Antwort übereinstimmt, demnach eine Prosakkade verlangt wird. Im Gegensatz zur räumlich inkompatiblen Bedingung, in der die Wortbedeutung inkompatibel mit der auszuführenden Reaktion ist und eine Antisakkade gefordert wird. Jeder Versuchsteilnehmer hatte jeweils alle vier Blöcke zu bearbeiten.

Untersuchungsdurchführung. Die Untersuchung fand in Form einer Einzeltestung in einem Labor des Instituts für psychologische Grundlagenforschung an der Universität Wien in einem ruhigen Raum mit schwacher Beleuchtung statt. Vor der Testung ließ jeder Teilnehmer die „Versuchspersonen Information und Einverständniserklärung“ und willigte der Teilnahme ein. Jede Testperson saß mit der Untersuchungsleiterin im Laborraum und wurde nicht gestört. Die Testung begann mit einer allgemeinen Einführung über das Experiment und schilderte die vollständige Instruktion. Vor jedem einzelnen Block wurde erneut eine Instruktion mit anschließender Testphase gegeben. So konnte jeder Block und jede Bedingung eindeutig vom Untersuchungsteilnehmer nachvollzogen und richtig verstanden werden. Die Untersuchungsleiterin war während der gesamten Dauer des Experiments anwesend und stand für etwaige offene Fragen zur Verfügung. Die vier Versuchsblöcke nahmen zwischen fünfundzwanzig und dreißig Minuten in Anspruch, je nach Geschwindigkeit und kurzer Pausengestaltung der Teilnehmer. Die Pausengestaltung lag während des Experiments in Form von kurzen Erholungsphasen zwischen den einzelnen Blöcken vor. Während der Testphase sollten keine Pausen gemacht werden.

Ergebnisse

Zur Analyse der erhobenen Daten wurde eine ANOVA gerechnet, die zeigen soll, dass es zu einem räumlichen Kompatibilitätseffekt in Bezug auf die Latenz der Sakkaden (die Zeit vom Auftauchen des Stimulus bis zur Einleitung der Blickbewegung) kommt. Hierbei wurde ein signifikanter Haupteffekt erzielt: es ergibt sich ein signifikanter räumlicher

Kompatibilitätseffekt in Bezug auf die Antwortreaktion ($F(1,14) = 28,9; p < .001$). Die Ergebnisse zeigen, dass es in der kompatiblen Bedingung im Gegensatz zur inkompatiblen zu einem signifikant schnelleren Einsetzten der korrekten Sakkade kommt.

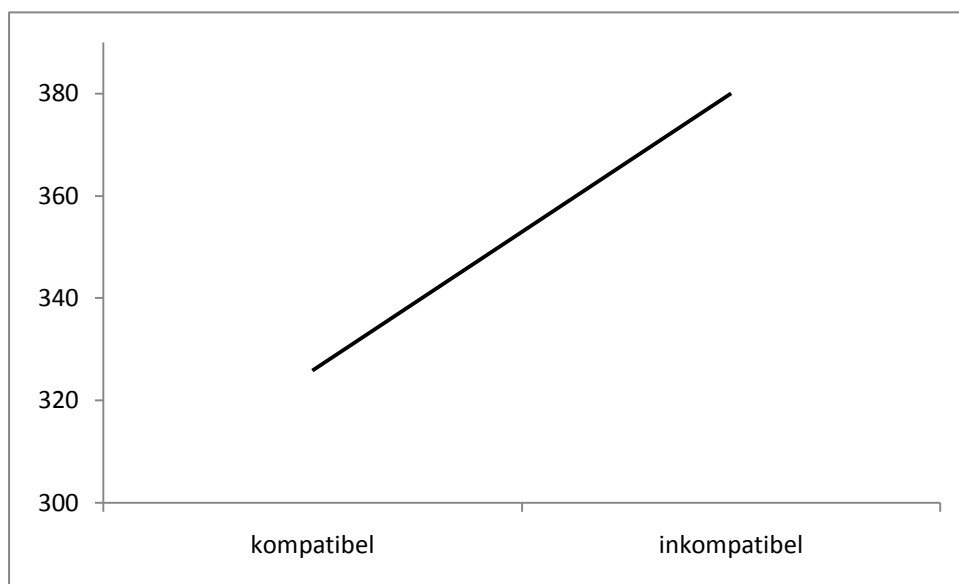


Abbildung 6. Darstellung der durchschnittlichen Dauer des Einsetzens der Sakkade in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung in ms

Die durchschnittliche Dauer (in ms) der Reaktionszeiten in den beiden Bedingungen, zeigt ein signifikant schnelleres Einsetzten der richtigen Sakkade in der kompatiblen Bedingung mit: $M = 325,9; SD = 7,22$ als in der inkompatiblen Bedingung mit: $M = 380,0; SD = 14,59$.

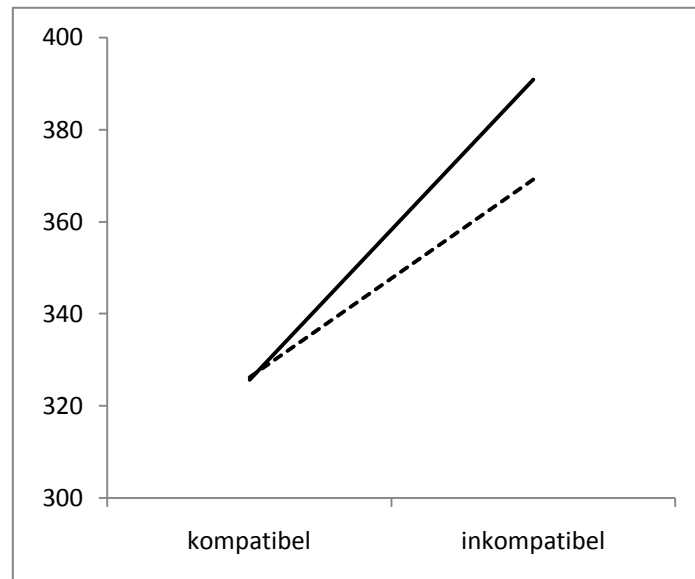


Abbildung 7. Darstellung der durchschnittlichen Dauer des Einsetzens der Sakkade in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung in ms; unterteilt in vertikale- und horizontale Bedingung

Weiters wurde die Annahme untersucht, ob es in der inkompatiblen Bedingung zu vermehrten fehlerhaften Reaktionen kommt, als in der kompatiblen. Hier zeigen die Ergebnisse, dass es zu keiner signifikant höheren Fehlerrate in der inkompatiblen Bedingung kommt. Der durchschnittliche Prozentsatz an Fehlern (Sakkaden die in die inkorrekte Richtung reagierten) in der kompatiblen Bedingung ($M= 5,96$; $SD= .262$) ist nicht signifikant geringer als jener in der inkompatiblen Bedingung ($M= 6,01$; $SD= .278$). Die durchschnittliche fehlerhafte Antwortreaktion ergab somit mit 5,9% in der kompatible und 6,0% in der inkompatiblen Bedingung keinen signifikanten Haupteffekt ($F(1, 14)= .022$)

Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde anhand einer Reiz-Reaktions-Aufgabe getestet, ob die semantische Verarbeitung von Reizwörtern mit räumlicher Bedeutung im Zusammenhang mit Sakkaden als geforderte Reizreaktion zu räumlichen Kompatibilitätseffekten führt. In diesem Zusammenhang wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine zu einem Reizwort kompatible Sakkade (Prosakkade) schneller erzeugt wird als eine Sakkade, welche mit dem Reizwort nicht kompatibel ist (Antisakkade).

Zur Überprüfung dieser Annahme wurde eine Reiz-Reaktions-Aufgabe verwendet, bei welcher die Untersuchungsteilnehmer Reizworte zentral auf der Bildschirmmitte präsentiert bekamen. Relevant für die geforderte Reizreaktion war in diesem Zusammenhang die räumliche Bedeutung der präsentierten Stimuli. Es handelte sich dabei um Wörter mit räumlicher Bedeutung („links“, „rechts“, „oben“, „unten“), die aufgrund ihres Wortinhaltes und durch ihre räumlich relevante Information Mapping-Effekte aufweisen (Wang & Proctor, 1996). In den kompatiblen Testbedingungen waren die Untersuchungsteilnehmer aufgefordert, eine Sakkade zu einer räumlich mit dem Reizwort korrespondierenden Stelle auf dem Bildschirm durchzuführen. In der inkompatiblen Bedingung war die Generierung einer mit der räumlichen Bedeutung des Wortes nicht korrespondierenden Sakkade gefordert. Pro Versuchsblock (horizontal mit den Reizworten „links“ und „rechts“ bzw. vertikal mit „oben“ und „unten“) wurden 130 Trials mit kompatiblen Testbedingungen und 130 Trials mit inkompatiblen Testbedingungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen die Hypothese und belegen einen räumlichen Kompatibilitätseffekt in Bezug auf Wortbedeutung und Antwortreaktion. Es konnte demnach nachgewiesen werden, dass es in der kompatiblen Testbedingung im Gegensatz zur inkompatiblen zu einem signifikant schnelleren Einsetzen der korrespondierenden Sakkade kommt.

Eine Vielzahl an Untersuchungen brachte bislang das Ergebnis hervor, dass bei der Durchführung von SR-Kompatibilitätsaufgaben, welche die räumliche Präsentation von Reizen und räumliche Reaktionen beinhalten, die Reaktionszeit in der kompatiblen Bedingung schneller ist als in der inkompatiblen Bedingung (Duncan, 1977; Hommel & Prinz, 1997; Proctor & Reeve, 1990; Häcker & Stapf, 2004). Wenngleich in der vorliegenden Untersuchung das Reizmaterial keine räumlich angeordneten visuellen Reize waren, sondern zentral präsentierte Reizworte mit räumlicher Bedeutung, so ließen jedoch ähnlich geartete Untersuchungen, welche ebenfalls auf der semantischen Verarbeitung von Reizworten basieren (z.B. räumliche Stroop-Aufgabe) einen signifikanten Kompatibilitätseffekt im Hinblick auf die Wortbedeutung und räumlich kompatible Antwortsakkade erwarten.

Bezugnehmend auf die Studienergebnisse von Procter und Vu (2002), könnte der in der gegenständlichen Studie nachgewiesene räumliche Kompatibilitätseffekt darauf zurückgeführt werden, dass es bei der semantischen Verarbeitung von Reizworten, insbesondere solcher mit einer verinnerlichten Langzeitbedeutung, zu einer automatischen Aktivierung von Verarbeitungsprozessen bzw. entsprechenden Reizreaktionen kommt. Nach Procter & Vu (2002) würde die Verarbeitung der räumlichen Bedeutung eines Wortes – selbst wenn dieses für die Aufgabenerfüllung irrelevant wäre – zu einer Unterstützung der

räumlich kompatiblen Antwortreaktion führen. Demzufolge würde die automatische Aktivierung einer räumlich korrespondierenden Reaktion der Reaktions- bzw. Antwortzeit in der kompatiblen Bedingung entgegenkommen. Das Ergebnis der vorliegenden Studie belegt, dass die Reaktionszeit in der inkompatiblen Testbedingung signifikant höher ist als bei einem räumlich korrespondierenden SR-Mapping. Dies mag darin begründet sein, dass die auf Basis der Langzeitbedeutung des Wortes kompatible Reaktion unterbunden bzw. abgebrochen werden muss, ehe in weiterer Folge die räumlich inkompatible Antwortreaktion bewusst aktiviert und ausgeführt werden kann.

Diese Annahme wird durch bildgebende Studien untermauert, die laut Martin & Chao (2001) zeigen, dass die begriffliche Verarbeitung der Wortbedeutung sensorische und motorische Systeme des menschlichen Gehirns aktiviert. Wenn demnach Objekte einer bestimmten Kategorie wiedererkannt werden und diese gelesen oder Fragen darüber beantwortet werden, so sind laut den Autoren dieselben Regionen (zumindest teilweise) aktiv. Auch Ansorge et al. (2010) weisen darauf hin, dass verschiedenste Forschungsergebnisse zeigen, dass das Verstehen der Wortbedeutung von einer teilweisen Wiedereinsetzung der Gehirnaktivität während der Wahrnehmung und Handlung abhängt. Die Arbeiten von Hommel et al. (2001) postulieren, dass Wörter mit räumlicher Bedeutung symbolisch sind und semantisch-räumliche Codes aktivieren. Auch dies scheint ein Beleg für die wichtige Rolle der Langzeitbedeutung bei der Verarbeitung von räumlichen Informationen zu sein. Weiters aktiviert die Langzeitbedeutung eines Wortes nach Proctor & Vu (2002) eine automatische Reaktion, welche dabei offenbar von sensorischen und motorischen Repräsentationen wesentlich beeinflusst wird. Und auch Machery (2007)

postuliert, dass semantische Repräsentationen von Wörtern obligatorisch den Anspruch auf eine Verknüpfung mit sensomotorischen Repräsentationen erheben.

Bezugnehmend auf die Sakkaden als geforderte Antwortreaktionen bedeuten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, dass die inkompatible Testbedingung (Antisakkadenaufgabe) die Unterdrückung bzw. Korrektur der kompatiblen Prosakkade und die Generierung einer Antisakkade erfordert. Die Zeitverzögerung der Antwortreaktion könnte gemäß Kornblum et al. (1990) daraus resultieren, dass bei Aufscheinen des räumlichen Reizwortes die aufgrund der Langzeitbedeutung des Wortes automatisch aktivierten Verarbeitungsprozesse abgebrochen werden und eine bewusste Unterdrückung dieser automatischen Reaktion bzw. der Generierung der Prosakkade erfolgt, um eine aufgabenspezifisch korrekte Antwortreaktion vorzubereiten und zu vollziehen. Demnach würde dieser Abbruchprozess im Gegensatz zur kompatiblen Bedingung zusätzliche Zeit erfordern und daher zu einer längeren Reaktionszeit in der inkompatiblen Bedingung führen. Diese Annahme ist im Einklang mit Deiniger und Fitts (1955), welche postulieren, dass Reaktionen langsamer sind, wenn sie nicht mit Stimulusmerkmalen übereinstimmen als wenn sie übereinstimmen. Die Begründung sehen Deiniger und Fitts (1955) in den zusätzlichen Bearbeitungsschritten, die erforderlich sind, um den präsentierten Stimulus in eine Reaktion umzusetzen.

Weiters zeigte das Ergebnis der vorliegenden Studie, dass es entgegen der ursprünglichen Erwartung zu keiner signifikant höheren Fehlerrate in der inkompatiblen Bedingung kommt. Demnach ergaben beide Testbedingungen einen ähnlich hohen Prozentsatz an Fehlern. Nachdem die inkompatible Testbedingung die Generierung einer

Antisakkade und damit die willkürliche „Unterdrückung“ der zur Langzeitbedeutung des Reizwortes korrespondierenden Reaktion erforderte, wurde erwartet, dass bei der Ausführung dieser Unterdrückung signifikant mehr Fehler erfolgen, als in der kompatiblen Testbedingung, welche diese Unterdrückung nicht erfordert. Diese Hypothese konnte jedoch durch das Untersuchungsergebnis nicht bestätigt werden.

Ein möglicher Effekt hätte auch durch die in der Untersuchung instruierte Kurzzeitbedeutung der räumlichen Wörter entstehen können. So hätten sich die räumlichen Wörter in der Übungsphase durch die instruierte Kurzzeitbedeutung einprägen können und in Folge dessen wäre es zu keinem räumlichen Kompatibilitätseffekt in Bezug auf die Reaktionszeit gekommen. Aufgrund der durch die Instruktion verinnerlichten Kurzzeitbedeutung des Wortes hätte dies in der kompatiblen sowie in der inkompatiblen Bedingung zu gleich schnellen Antwortreaktion führen können.

Die Ergebnisse zeigen in Bezug auf diese Annahme, dass die räumliche Langzeitbedeutung der Wörter eine wesentliche Rolle spielt und die semantische Kategorisierung tief verankert sein muss, da trotz Übungsphase der Kurzzeitbedeutung die Langzeitbedeutung stand hält und scheinbar sensomotorische Prozesse einen Abbruchprozess in Gang setzten müssen, um eine inkompatible Reaktion zu aktivieren und auszuführen.

Zusammenfassend läßt sich aus den vorliegenden Daten der Schluss ziehen, dass bei der semantische Verarbeitung der präsentierten Reizwörter mit räumlicher Bedeutung

sensomotorische Prozesse ablaufen. Diese sensomotorischen Prozesse scheinen automatisierte Reaktionen zu aktivieren, die bei einer korrespondierenden Reiz-Reaktions-Aufgabe zu einem schnelleren Einsetzen der gewünschten Antwortreaktion führen als in einer nicht korrespondierenden Aufgabe. Bei einer inkompatiblen Reiz-Reaktions-Zuordnung kommt es zu einer Verzögerung der sakkadischen Antwortreaktion und somit zu einer höheren Reaktionszeit als in der kompatiblen Zuordnung. Folglich bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie eindeutig ein schnelleres Reagieren in einer kompatiblen Reiz-Reaktions-Bedingung und es ergibt sich ein signifikanter räumlicher Kompatibilitätseffekt in Bezug auf die Latenz der Sakkaden. Die räumliche Langzeitbedeutung der Wörter scheint dabei eine entscheidende Rolle zu spielen und obligatorisch sensomotorische Verarbeitungsprozesse beim Abruf der Wortbedeutung zu aktivieren.

Literaturverzeichnis

Andersen, R. A. (1997). Multimodal integration for the representation of space in the posterior parietal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 352, 1421–1428.

Ansorge, U., Kiefer, M., Khalid, S., Grassl, S., König, P. (2010). Testing the theory of embodied cognition with subliminal words. *Cognition* 116, 303-320.

Alexander, G. E., DeLong, M. R., & Strick, P. L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 9, 357–381.

Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioural and Brain Sciences*, 22, 577–660.

Coe, B., Tomihara, K., Matsuzawa, M., & Hikosaka, O. (2002). Visual and anticipatory bias in three cortical eye fields of the monkey during an adaptive decision-making task. *Journal of Neuroscience*, 22, 5081–5090.

Colby, C. L., & Goldberg, M. E. (1999). Space and attention in parietal cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 22, 319–349.

Crammond, D. J., & Kalaska, J. (1994). F. Modulation of preparatory neuronal activity in dorsal premotor cortex due to stimulus-response compatibility. *Journal of Neurophysiology*, 71, 1281–1284.

Deininger, R.L., & Fitts, P.M. (1955). Stimulus-response compatibility, information theory, and perceptual-motor performance. In Quastler, H., (Hrsg.), *Information Theory in Psychology: Problems and Methods*. Glencoe (S. 316- 341). IL: Free Press.

Dias, E. C., & Segraves, M. A. (1999). Muscimol-induced inactivation of monkey frontal eye field: effects on visually and memory-guided saccades. *Journal of Neurophysiology*, 81, 2191–2214.

Duncan, J. (1977) In Dornic, S. (Hrsg.), *Attention and Performance VI*. (49-61) Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.

Everling, S., & Fischer, B. (1998) The antisaccade: A review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia*, 36(9), 885–900.

Everling, S., & Munoz, D. P. (2000). Neuronal correlates for preparatory set associated with pro-saccades and antisaccades in the primate frontal eye field. *Journal of Neuroscience*, 20, 387–400.

Ferraina, S., Pare, M., & Wurtz, R. H. (2002). Comparison of corticocortical and cortico-collicular signals for the generation of saccadic eye movements. *Journal of Neurophysiology*, 87, 845–858.

Findlay, J.M. (2009). Saccadic eye movement programming: sensory and attentional factors. *Psychological Research*, 73, 127-135.

Findlay, J.M., & Walker, R. (1999). A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences* 22, 661-721.

Fischer, B., & Boch, R. (1983). Saccadic eye movements after extremely short reaction times in the monkey. *Brain Research*, 260,21–26.

Fischer, B., Boch, R., & Ramsperger, E. (1984). Express saccades in the monkey: Effect of daily training on probability of occurrence and reaction time. *Experimental Brain Research*, 55,232–42.

Fischer, B., Weber, H., & Biscaldi, M. (1993). The time of secondary saccades to primary targets. *Experimental Brain Research*, 97,356–60.

Fitts, P.M., Deininger ,R.L. (1954). S–R compatibility: Correspondence among elements within stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 48,483–492.

Fodor, J. A. (2001). *The mind doesn't work that way*. Cambridge: MIT Press.

Fuster, J. M. (1997). *The Prefrontal Cortex: Anatomy, Physiology, and Neuropsychology of the Frontal Lobe*. New York: Raven.

Gandhi, N. J., & Keller, E. L. (1997).Spatial distribution and discharge characteristics of superior colliculus neurons antidromically activated from the omnipause region in monkey. *Journal of Neurophysiology*, 78, 2221–2225.

Gaymard, B., Ploner, C. J., Rivaud-Pechoux, S., & Pierrot-Deseilligny, C. (1999).The frontal eye field is involved in spatial shortterm memory but not in reflexive saccade inhibition. *Experimental Brain Research*, 129, 288–301.

Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558–565.

Guitton, D., Buchtel, H. A., & Douglas, R. M. (1985). Frontal lobe lesions in man cause difficulties in suppressing reflexive glances and in generating goal-directed saccades. A seminal study showing that patients with frontal lobe lesions have high error rates in an anti-saccade task. *Experimental Brain Research*, 58, 455–472.

Hallett, P. E. (1978). Primary and secondary saccades to targets defined by instructions. *Vision Research*, 18, 1279–96.

Hallett, M. (1993). Physiology of basal ganglia disorders: an overview. *Canadian Journal Neurological Sciences*, 20, 177–183.

Hallett, P. E., & Adams, W. D. (1980). The predictability of saccadic latency in a novel oculomotor task. *Vision Research*, 20, 329–39.

Häcker, H.O., & Stapf, K-H. (2004). *Dorsch. Psychologisches Wörterbuch*. Bern: Hans Huber, Bern.

Hikosaka, O., Takikawa, Y., & Kawagoe, R. (2000). Role of the basal ganglia in the control of purposive saccadic eye movements. *Physiological Reviews*, 80, 953–978.

Hommel, B., & Prinz, W. (1997). *Theoretical Issues in Stimulus- Response Compatibility*. Amsterdam: North Holland.

Kiefer, M. (2008). Zusammenwirken kognitiver Systeme:

Kognitionspsychologische und neurophysiologische Befunde zur Rolle des semantischen Gedächtnisses bei der Informationsverarbeitung. *Psychologische Rundschau*, 59, 87-97.

Kiefer, M., Sim, E.-J., Herrnberger, B., Grothe, J., Hoenig, K. (2008). The Sound of Concepts: Four Markers for a Link between Auditory and Conceptual Brain Systems. *The Journal of Neuroscience*, 28 (47); 12224-12230.

Kingstone, A., & Klein, R. M. (1993a). Visual offset facilitates saccade latency:

Does pre-disengagement of attention mediate this gap effect? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 251–65.

Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional overlap: cognitive

basis for stimulus-response compatibility - a model and taxonomy. *Psychological Review* 97, 253–270.

Humphreys, G.W., Riddoch, M.J., Quinlan, P.T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 67–103.

Leigh, R., & Zee, D. (1999). *The Neurology of Eye Movements*. Oxford: Oxford

Univ. Press, Oxford.

Levelt, W.J., Roelofs, A., Meyer, A.S. (1999). A theory of lexical access in speech

production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 1–38.

Lu, C.H., & Proctor, R.W. (1994). Processing of an irrelevant location dimension

as a function of the relevant stimulus dimension. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 20, 286–298.

Lu, C.H., & Proctor, R.W., (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2 (2), 174-207.

Machery, E. (2007). Concept empiricism: A methodological critique. *Cognition*, 104, 19–46.

Massen, C. (2001). *Exekutive Kontrolle und sakkadische Augenbewegungen: Inhibitionsmechanismen in der Antisakkadenaufgabe*. Bonn: Universität Bonn.

Martin, A., & Chao, L. L. (2001). Semantic memory and the brain: Structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 194-201.

Maunsell, J. H., & Newsome, W. T. (1987). Visual processing in monkey extrastriate cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 10, 363–401.

Miles, J.D., & Proctor, R.W. (2009). Reducing and restoring Stimulus-Response Compatibility Effects by Decreasing the Discriminability of Location Words. *Acta Psychologica (amst)*, 130 (1), 95-102.

Moschovakis, A. K., Scudder, C. A., & Highstein, S. M. (1996). The microscopic anatomy and physiology of the mammalian saccadic system. An authoritative review of the neurophysiology and anatomy of the saccadic eye movement system. *Progress in Neurobiology*, 50, 133–254.

Munoz, D.P., & Everling, S. (2004). Look away: The anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Reviews*, 5, 218-228.

Munoz, D. P., Dorris, M. C., Pare, M., & Everling, S. (2000). On your mark, get set: brainstem circuitry underlying saccadic initiation. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 78, 934–944.

Munoz, D. P., & Fecteau, J. H. (2002). Vying for dominance: dynamic interactions control visual fixation and saccadic initiation in the superior colliculus. *Progress in Brain Research*, 140, 3–19.

Nakahara, H., Doya, K., & Hikosaka, O. (2001). Parallel cortico-basal ganglia mechanisms for acquisition and execution of visuomotor sequences — a computational approach. *Journal Cognitive Neuroscience*, 13, 626–647.

Pare, M., & Wurtz, R. H. (2001). Progression in neuronal processing for saccadic eye movements from parietal cortex area LIP to superior colliculus. *Journal of Neurophysiology*, 85, 2545–2562.

Pierrot-Deseilligny, C., Ploner, C. J., Muri, R. M., Gaymard, B., & Rivaud-Pechoux, S. (2002). Effects of cortical lesions on saccadic eye movements in humans. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 956, 216–229.

Pierrot-Deseilligny, C., Rivaud, S., Gaymard, B., & Agid, Y. (1991). Cortical control of reflexive visually-guided saccades. *Brain* 114, 1473–1485.

Proctor, R. W., & Reeve, T. G. (1990). *Stimulus-Response Compatibility: An Integrated Perspective*. Amsterdam: North Holland.

Proctor, R.W.; Wang, H. (1997). Differentiating types of set-level compatibility. In Hommel, B.; Prinz, W., (editors), *Theoretical issues in stimulus–response compatibility*. (S. 11–37). Amsterdam: North Holland

Proctor, R. W., & Vu, K.-P. L. (2002). Mixing incompatibly mapped location-irrelevant trials and location-relevant trials: Influence of stimulus mode on spatial compatibility effects. *Memory & Cognition*, 30, 281–293.

Pylyshyn, Z. W. (1980). Computation and cognition: Issues in the foundation of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 111–132.

Richardson, D., & Matlock, T. (2007). The integration of figurative language and static depictions: An eye movement study of fictive motion. *Cognition*, 102, 129–138.

Riehle, A., Kornblum, S., & Requin, J. (1994). Neuronal coding of stimulus-response association rules in the motor cortex. *Neuroreport* 5, 2462–2464.

Rivaud, S., Muri, R. M., Gaymard, B., Vermersch, A. I., & Pierrot-Deseilligny, C. (1994). Eye movement disorders after frontal eye field lesions in humans. *Experimental Brain Research* 102, 110–120.

Saslow, M. G. (1967a). Effects of components of displacement-step stimuli upon latency for saccadic eye movement. *Journal of the Optical Society of America*, 57, 1024–29.

Schall, J. D. (1997). Visuomotor areas of the frontal lobe. A comprehensive review of the possible roles of different areas in the frontal lobe in visually guided movements. *Cerebral Cortex* 12, 527–638.

Scudder, C. A., Kaneko, C. S., & Fuchs, A. F. (2002). The brainstem burst generator for saccadic eye movements: a modern synthesis. *Experimental Brain Research*, 142, 439–462.

Segraves, M. A. (1992). Activity of monkey frontal eye field neurons projecting to oculomotor regions of the pons. *Journal of Neurophysiology*, 68, 1967–1985.

Segraves, M. A., & Goldberg, M. E. (1987). Functional properties of corticotectal neurons in the monkey's frontal eye field. *Journal of Neurophysiology*, 58, 1387–1419.

Selemon, L. D., & Goldman-Rakic, P. S. (1988). Common cortical and subcortical targets of the dorsolateral prefrontal and posterior parietal cortices in the rhesus monkey: evidence for a distributed neural network subserving spatially guided behavior. *Journal of Neuroscience*, 8, 4049–4068.

Shook, B. L., Schlag-Rey, M., & Schlag, J. (1990). Primate supplementary eye field: I. Comparative aspects of mesencephalic and pontine connections. *Journal of Comparative Neurology*, 301, 618–642.

Simon J.R., & Rudell, A.P. (1967). Auditory S-R compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300–304.

Sommer, M. A., & Tehovnik, E. J. (1997). Reversible inactivation of macaque frontal eye field. *Experimental Brain Research*, 116, 229–249.

Sommer, M. A., & Wurtz, R. H. (2000). Composition and topographic organization of signals sent from the frontal eye field to the superior colliculus. *Journal of Neurophysiology*, 83, 1979–2001.

Sparks, D. L. (2002). The brainstem control of saccadic eye movements. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 952–964.

Stanton, G. B., Goldberg, M. E., & Bruce, C. J. (1988). Frontal eye field efferents in the macaque monkey: II. Topography of terminal fields in midbrain and pons. *Journal of Comparative Neurology*, 271, 493–506.

Stroop, J.R., (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 15-23. (Original work published 1935)

Stuphorn, V., Taylor, T. L., & Schall, J. D. (2000). Performance monitoring by the supplementary eye field. *Nature* 408, 857–860.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (381–403). New York: Academic Press.

Tyler, L. K., & Moss, H. E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 244–252.

Walker, R., Kentridge, R. W., & Findlay, J. M. (1995) Independent contributions of the orienting of attention, fixation offset and bilateral stimulation on human saccadic latencies. *Experimental Brain Research*, 103, 294–310.

Weeks, D.J., Proctor, R.W., Beyak, B. (1995). Stimulus–response compatibility for vertically oriented stimuli and horizontally oriented responses: Evidence for spatial coding. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A, 367–383.

Wise, S. P., & Murray, E. A. (2000). Arbitrary associations between antecedents and actions. *Trends in Neuroscience*, 23, 271–276.

Wurtz, R. H., & Goldberg, M. E. (1989). *The Neurobiology of Saccadic Eye Movements*. Amsterdam: Elsevier

Wühr, P., Biebl, R., & Ansorge, U. (2008). The Impact of Stimulus and Response Variability on S-R Correspondence Effects. *Journal of Experimental Psychology*, 34, 3, 533-545.

Zhang, J., Riehle, A., Requin, J., & Kornblum, S. (1997). Dynamics of single neuron activity in monkey primary motor cortex related to sensorimotor transformation. *Journal of Neuroscience*, 17, 2227–2246.

Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. *Psychological Science*, 13, 168–171.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Neuraler Kreislauf der sakkadischen Augenbewegungen (Munoz & Everling, 2004)	11
<i>Abbildung 2.</i> Rahmenmodell Findlay & Walker (1999)	14
<i>Abbildung 3.</i> Schematische Darstellung einer Gap – Antisakkadenaufgabe (Everling & Fischer, 1998)	20
<i>Abbildung 4.</i> Schematische Darstellung der Reizdarbietung	34
<i>Abbildung 5.</i> Schematische Darstellung der vertikalen kompatiblen und inkompatiblen Bedingung mit dem Reizwort „oben“	36
<i>Abbildung 6.</i> Darstellung der durchschnittlichen Dauer des Einsetzens der Sakkade in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung in ms	38
<i>Abbildung 7.</i> Darstellung der durchschnittlichen Dauer des Einsetzens der Sakkade in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung in ms; unterteilt in vertikale- und horizontale Bedingung	39

Curriculum Vitae

Angaben zur Person:

Geburtsdatum:: 23-09-1983

Geburtsort:: 3340 Waidhofen an der Ybbs

Staatsbürgerschaft:: Österreich

Familienstand:: ledig

Bildungsweg:

2004 – 2011:: Diplomstudium Psychologie

2002 – 2004:: Lehramtstudium für Biologie & Umweltkunde und Psychologie & Philosophie

1998 – 2002:: Bundesrealgymnasium Waidhofen an der Ybbs

1997 – 1998:: BAKIP Amstetten

1993 – 1997:: Hauptschule Zell Waidhofen an der Ybbs

1989 – 1993:: Volksschule Waidhofen an der Ybbs

Berufserfahrung:

seit 2007::	Skandia Austria Holding: Office Services & unterstützende Tätigkeit Human Resources
WS 2008/2009::	Student Mentor Psychologie Universität Wien
April – Juli 2008::	Praktikum Institut für Umwelthygiene Medizinische Universität Wien
2006::	Hofer KG
2005::	Vertriebsinnendienst <i>Sale for you</i>
2004::	Vertriebsinnendienst SAZ
2003::	Forster Industrietechnik GmbH Waidhofen an der Ybbs Man Power – Österreicher
1999::	Stadtapotheke Waidhofen an der Ybbs

Sonstige Kenntnisse:

Englisch in Wort und Schrift

MS- Office

DPW

Statistikprogramm SPSS

Führerschein B