



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Untersuchung räumlicher Kompatibilitätseffekte anhand von Sakkaden

Verfasserin:

Christina Danzinger

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im August 2011

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Dr. Ulrich Ansorge

Zusammenfassung

Untersuchungen zu räumlichen Kompatibilitätseffekten wie dem Simon-Effekt wurden zahlreich durchgeführt. Simon (1967) beschreibt den Effekt von kürzeren Reaktionszeiten bei Übereinstimmung von Reizort und Zielort, obwohl der Reizort für die Aufgabenstellung irrelevant ist. In dieser Arbeit untersuchten wir den Simon-Effekt anhand von Sakkaden und verwendeten als Reiz Wörter mit räumlicher Bedeutung. Wir gaben Wörter mit vertikaler und horizontaler Bedeutung in unterschiedlichen Schriftfarben vor und ließen die Probanden anhand der Schriftfarbe Sakkaden vertikal oder horizontal, in kompatibler und in inkompatibler Zusammensetzung, ausführen. Es zeigte sich sowohl für die vertikale als auch für die horizontale Bedingung ein Simon-Effekt aufgrund der semantischen Wortbedeutung. Weiters konnte gezeigt werden, dass der Simon-Effekt erst nach einer gewissen Betrachtungszeit des Reizes auftrat und somit anscheinend erst durch die semantische Verarbeitung der Wortbedeutung entsteht.

Abstract

There has been a lot of investigation of effects of compatibility as the Simon Effect by Simon (1935). This effect describes shorter reactiontimes when stimulusposition and targetposition match, even though the position of the stimulus is irrelevant for the task. In this investigation we used words with spatial meaning as stimuli, divided in a horizontal and a vertical block, shown in different colours. Participants reacted due to the colour of the word with saccades in the vertical or horizontal direction. We created compatible and incompatible conditions in both blocks. The results show a Simon Effect for both blocks as expected. An analysis of the faster and slower saccades showed, that the effect only occurred when the stimulus had been looked at for a certain time. The slower saccades let us suggest that it takes some time to process the meaning of the word, so that this irrelevant spatial information can influence performance on the task.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	9
Sakkaden als Antwort-Reaktionen	11
Erklärungsansätze für räumliche Kompatibilitätseffekte	15
Kompatibilitätseffekte anhand von Sakkadenausführung	23
Methode	25
Untersuchungsteilnehmer	25
Material und Messgeräte	25
Untersuchungsdesign	26
Ergebnisse	29
Sakkadenlatenz	29
Fehlerrate	31
Perzentile	33
Diskussion	35
Literatur	41
Abbildungsverzeichnis	45
Anhang	47
Curriculum Vitae	53

Einleitung

Die Verarbeitung von Reizen geschieht auf mehreren Ebenen gleichzeitig, weil ein visueller Reiz sowohl semantische, optische und räumliche Information beinhalten kann. Die gleichzeitige Verarbeitung der Bedeutung eines Wortes und die Identifikation der Schriftfarbe wurden in der klassischen Stroop-Aufgabenstellung nach Stroop (1935) untersucht. Obwohl die Probanden lediglich auf die Wortfarbe reagieren sollten, beeinflusste der weitaus komplexere Prozess des Lesens und Verarbeitens der semantischen Wortbedeutung die Ausführung der gewünschten Reaktion.

Auch die örtliche Lage des Stimulus beeinflusst die Leistung der Probanden, obwohl sie für die Aufgabenstellung keine Bedeutung hat und obwohl explizit darauf hingewiesen wurde, dass sie nicht beachtet werden soll. Dieser Effekt wurde innerhalb zweier Theorien untersucht: Dem Simon-Effekt (Simon, 1967) und dem räumlichen Stroop-Effekt (Stroop, 1935). Der Simon-Effekt beschreibt eine Situation in der der relevante Stimulus ein nicht-räumliches Merkmal aufweist, so wie zum Beispiel Farbe oder Form und der irrelevante Reiz durch die unterschiedlichen Positionierungen des relevanten Reizes entsteht. Die Probanden müssen dann anhand räumlich relevanter Handlungen, zum Beispiel Tastendrücken links oder rechts reagieren und werden durch die an sich unwichtige Positionierung des Reizes beeinflusst (Lu und Proctor, 1995).

Unter Kongruenz wird die Übereinstimmung von Reizposition und Reaktionsposition verstanden. Bei einer Abweichung von Reiz- und

Reaktionsposition wird von Inkongruenz gesprochen. Die Reaktionszeiten sind kürzer, wenn die räumliche Position des Reizes und der Reaktion übereinstimmen und länger im inkongruenten Fall.

In einer räumlichen Stroop-Aufgabenstellung stellt die Positionierung des Reizes ebenfalls die irrelevante Dimension dar, jedoch ist der Reiz selbst ein Wort mit räumlicher Bedeutung, zum Beispiel „oben“ oder „unten“. Der irrelevante semantische Inhalt hemmt wiederum die Reaktionszeiten, wenn Wortbedeutung und Ausführungsrichtung nicht übereinstimmen und beschleunigt sie im gegenteiligen Fall (Lu und Proctor, 1995).

Der Stroop-Effekt wurde ursprünglich anhand von Farbwörtern, die in unterschiedlichen Farben geschrieben standen, und manuellen Reaktionen, wie Tastendrücken, oder dem Aussprechen der Schriftfarbe untersucht. Es zeigten sich verlängerte Reaktionszeiten und erhöhte Fehlerquoten, wenn Wortbedeutung und Schriftfarbe inkongruent waren (MacLeod, 1991; Stroop, 1935). Weitere Abwandlungen dieser Aufgabenstellung brachten ähnliche Ergebnisse. Tecce und Happ (1964) untersuchten die Reaktionen von Probanden beim Sortieren von Farbkarten mit und ohne inkongruenten Farbwortaufdruck. Die Ergebnisse zeigten auch hier eine bessere Leistung im Sortieren wenn die Karten reine Farbkarten, ohne inkongruentem Hinweiswort waren.

Die Untersuchungsvariationen des Stroop-Effekts sind vielfältig und zeigen aber konstant eine Reaktionsverlangsamung und Fehleranfälligkeit in inkongruenten Bedingungen.

Sakkaden als Antwort-Reaktionen

Die bisherig beschriebenen Experimente untersuchten den Simon-Effekt (Simon, 1967) und den Stroop-Effekt (Stroop, 1935) anhand von Tastendrücken oder Wörternennen. Hodgons, Parris, Gregory, und Jarvis (2009) untersuchten erstmals den Effekt von Stroop-Aufgaben auf die Ausführung von Sakkaden. Sakkaden sind rasch ablaufende, konjugierte Bulbusbewegungen, sogenannte Blicksprünge, die ausgeführt werden, um ein bisher nicht erfasstes Objekt zu fixieren. Die Betrachtung von Sakkadenausführungen ist eine weitaus sensiblere Untersuchungsmethode, deren räumliche Charakteristik nicht so dominant ist wie das Drücken von Tasten links oder rechts.

Die Untersuchung einer Simon-Aufgabe oder Spatial-Stroop-Aufgabenstellung anhand von Sakkaden bedarf einer genauen Betrachtung des Wesens von Sakkaden, um allfällige Interaktionseffekte erfassen zu können.

Vermeiren, Liefoghe, und Vendierendonck (2010) untersuchten die Ausführung von Sakkaden und im Speziellen den Übergängen zwischen Prosakkaden, in kongruenten Bedingungen, und Antisakkaden, in inkongruenten Bedingungen. Die Reaktionszeiten waren typischerweise für Antisakkaden länger als für Prosakkaden. Die neuronale Erklärungen dieser Verzögerung scheint eine Aktivität im superioren Colliculus und im frontalen Augenbereich zu sein (Vermeiren et al., 2010)

Es scheint weiters nicht egal zu sein ob zuerst eine Prosakkade oder eine Antisakkade ausgeführt wird. Die zugrunde liegende Hypothese dieser Forscher besagt, dass es zu einer Umschaltverzögerung (Umschaltkosten) zwischen Prosakkaden und Antisakkaden kommt und diese durch die Hemmung des

Sakkadensystems entsteht. Die Untersuchung von Vermeiren et al. (2010) zeigte, dass auf eine eben ausgeführte Antisakkade nicht gleich darauffolgend eine Prosakkade ausgeführt werden kann: es kommt zu einer Verzögerung. Der Grund dafür wird in einer Hemmung der dafür erforderlichen neuronalen Aktivität vermutet. Die Ausführung einer Antisakkade aktiviert Fixationsneuronen im superioren Colliculus und im frontalen Augenzentrum, die die sakkaden-bezogene neuronale Aktivität im lateralen Präfrontalen Cortex und im parietalen Cortex hemmen und somit die darauffolgende Sakkade verzögern (Vermeiren et al., 2010).

Die Erkenntnisse von Vermeiren et al. (2010) lassen darauf schließen, dass schlechtere Leistungen nicht nur in der inkongruenten Bedingung selbst auftreten, sondern die darauffolgende Reaktion ebenfalls negativ beeinflusst wird.

Die Ausführung von Sakkaden wurde bisher anhand von Reaktionszeiten und Fehlerraten untersucht, nicht jedoch anhand der Sakkadengenauigkeit. Die genauen Landepunkte der Augenfokussierung am Zielreiz können aber ebenfalls Aufschluss über Einflussfaktoren auf Sakkaden geben. Distraktorreize oder inkompatible Bedingungen können die Sakkadengenauigkeit verschlechtern, wie Abegg, Rodriguez, Lee und, Barton (2010) zeigten. Die Forscher untersuchten einerseits die Wirkung von räumlich entfernten Distraktoren auf die Sakkadenleistung und andererseits das Zusammenspiel der Erwartung über den Auftrittsort des Zielreizes, durch einen Primingreiz erzeugt und der Sakkadenausführung zum eigentlichen Zielreiz. Abegg et al. (2010) konnten zeigen, dass die Landepunkte von Antisakkaden, nicht aber von Prosakkaden, sich in Richtung der alternativen Ziele, also dem Distraktor, verlagerten und die

Erwartung über die Position des Zielpunktes die Sakkadenlandepunkte in Richtung des Primingreizes verzerren. Neuronale Untersuchungen im superioren Colliculus und frontalen Augenfeld weisen darauf hin, dass die Basisaktivierung von Neuronen durch Vorwissen oder Erwartungen verändert werden kann und sich daher auch die Reaktionsgeschwindigkeit ändert (Abegg et al., 2010). Die Auswirkung dieser Aktivierung auf die räumliche Koordination und somit die Distribution der räumlichen Landkarte im Gehirn wurde bisher noch kaum untersucht.

Die Ausführung einer Antisakkade besteht einerseits aus dem bewussten Blick in die entgegengesetzte Richtung des dominanten Reizes und andererseits aus der Unterdrückung der intuitiven Reaktion zum Reiz zu blicken. Unsworth, Engel, und Schrock (2010) untersuchten die Rolle des Arbeitsgedächtnisses in Bezug auf die Ausführung von Antisakkaden. Zuerst wurden die Probanden anhand ihrer Gedächtnisspanne selektiert. Dazu mussten sie Rechenaufgaben lösen und sich gleichzeitig unkorrelierte Wörter merken. Aufgrund dieser Aufgabe wurden die Probanden in zwei Gruppen geteilt: 30 Probanden mit kleiner Gedächtnisspanne und 30 mit großer Gedächtnisspanne. Im Experiment selbst erschien zuerst ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms und anschließend ein weißes Quadrat links oder rechts. In einer Antisakkadenaufgabe mussten die Probanden genau in die entgegengesetzte Richtung des aufblitzenden Quadrats blicken, in Prosakkadenaufgaben mussten sie zum aufblitzenden Quadrat blicken. Danach erschienen die Wörter „links“ oder „rechts“ am korrekten Zielort. Im ersten Experiment wurden Antisakkaden und Prosakkaden blockweise geteilt, im

zweiten Experiment hingegen wurden sie randomisiert innerhalb eines Blockes vermischt.

Die Ergebnisse zeigten, dass sich Personen mit kleiner Gedächtnisspanne von Personen mit großer Gedächtnisspanne im Vollzug von Sakkaden unterscheiden.

Unsworth et al. (2010) gehen davon aus, dass Prosakkaden intuitiv und großteils automatisch ausgeführt werden und Antisakkaden im Gegenzug dazu bewusst durch eine Unterdrückung der Prosakkade und aktive Lenkung des Blickes in die entgegen gesetzte Richtung entstehen. Prosakkaden werden weiters schneller ausgeführt und treffen genauer den Zielreiz als Antisakkaden. Die Autoren untersuchten in ihrer Studie die Auswirkungen der Gedächtnisspanne des Arbeitsgedächtnisses auf die Sakkadenleistung. Probanden mit kurzer Gedächtnisspanne machten bei Antisakkaden mehr Fehler und hatten längere Reaktionszeiten als die Gruppe von Probanden mit langer Gedächtnisspanne. Bei steigender Komplexität, wie zum Beispiel bei randomisierter Reihenfolge von Pro- und Antisakkaden, erhöhte sich die Fehlerrate und die Reaktionszeit von Probanden mit kurzer Gedächtnisspanne für beide Sakkadenarten.

Die Autoren erklären den Leistungsabfall für Prosakkaden dadurch, dass diese in komplexen Situationen nicht mehr automatisch, sondern ebenfalls willentlich ausgeführt werden und somit dem Arbeitsgedächtnis unterliegen (Unsworth et al., 2010).

Erklärungsansätze für räumliche Kompatibilitätseffekte

Kornblum, Hasbroucq, & Osman (1990) postulierten das Modell der dimensionalen Überlappung um Kompatibilitätseffekte zu erklären. In ihrem Modell nehmen sie an, dass Reiz und Reaktion zu unterschiedlichen Kategorien zugehörig sind und diese Kategorien sich bei der Bearbeitung einer Aufgabe überschneiden können oder nicht. Wenn sie sich überschneiden, weisen sie Gemeinsamkeiten auf und es entsteht entweder eine kompatible oder inkompatible Bedingung, die Reaktionen fördert oder hemmt. Die Aktivierung einer Reaktion kann laut dem Modell auf einer kontrollierten Route, aufgrund der S-R Zuordnung, oder auf einer unkontrollierten automatischen Route, aufgrund des irrelevanten räumlichen Reizes, geschehen (Kornblum et al., 1990). Sobald sich laut dem Modell Reiz und Reaktionskategorie überschneiden, wird eine Reaktion auf dem automatischen Weg durch den Reiz aktiviert, unabhängig davon ob diese Reaktion die "richtige" ist. In kompatibler Bedingung stimmen die beiden Routen überein und die Reaktion erfolgt schnell und korrekt. Jedoch in inkompatiblen Bedingungen lösen die beiden Routen unterschiedliche Reaktionen aus und es muss die automatisch aktivierte Reaktion entsprechend der verlangten S-R Zuordnung ausgebessert werden und so entstehen längere Reaktionszeiten und vermehrte Fehlerraten (Kornblum et al., 1990).

Proctor, Miles, und Baroni (2011) weisen darauf hin, dass unterschiedliche Kompatibilitätsaufgaben zu unterschiedlichen Reaktionszeitenverteilungen führen, je nachdem ob der Reiz physikalisch, visuell oder semantisch den räumlichen Informationsgehalt repräsentiert. Auf diese Differenzierung gehen

Kornblum und Lee (1995) mit ihrem „Stufenmodell“ ein, das aus den Stufen der Reizverarbeitung und der Reaktionsproduktion besteht. Zwischen der Aktivierung durch den Reiz und der Ausführung der Reaktion liegt die Selektion der „richtigen“ Reaktion. Diese Selektion läuft entweder über bestimmte Stimulus-Response-Regeln, über die konkrete Suche nach Antwortalternativen oder über die identische Regel (Kornblum und Lee, 1995). Die identische Regel beschreibt den schnellsten und einfachsten Weg, der automatisch zustande kommt, wenn ein Reiz rechts dargeboten wird und mit der rechten Hand reagiert werden soll. Spezielle Stimulus-Response-Regeln besagen zum Beispiel, dass bei grüner Schriftfarbe nach oben geblickt werden muss und verlängern die Reaktionszeit (Kornblum und Lee, 1995).

Die Suche nach der korrekten Antwort nimmt am meisten Zeit in Anspruch, weil jede mögliche Alternative erst mit dem Reiz verglichen werden muss (Kornblum und Lee, 1995).

Im Speziellen würde in einer Simon-Aufgabe der irrelevante räumliche Reiz eine Reaktionsaktivierung hervorrufen die ebenfalls räumlicher Natur ist. Gleichzeitig muss der Proband in einer inkompatiblen Bedingung diese Reaktion unterdrücken und kontrolliert die richtige Reaktionsalternative suchen. Durch diese gleichzeitige Aktivierung des automatischen und des kontrollierten Weges entstehen laut dem Modell erhöhte Reaktionszeiten und höhere Fehlerraten (Kornblum und Lee, 1995).

Wühr, Biebl, Umiltà, und Müsseler (2009) untersuchten in ihren Experimenten, ob der Ansatz einer automatisch ablaufenden Reaktionsaktivierung auf Simon-Aufgabenstellungen zutrifft. In vier Experimenten gaben sie

Probanden rechteckige Rahmen und Quadrate in grün und rot vor, als relevanter Reiz, und graue oder weiße Rahmen und Quadrate, als irrelevanter Reiz. Die erforderte Reaktion war Tastendrücken links oder rechts je nach Farbe des relevanten Reizes. In drei Bedingungen variierten relevanter Reiz und irrelevanter Reiz entweder überschneidend, beide Informationen in einem Objekt, separiert als zwei Objekte innerhalb einer Gestalt oder räumlich getrennt als zwei Objekte (Wühr et al., 2009). In allen drei Bedingungen reagierten die Probanden stärker auf die Position des relevanten Reizes als auf die des irrelevanten Reizes. Es scheint daher nicht automatisch die irrelevante Reizposition an sich verarbeitet zu werden, sondern dies geschieht nur dann, wenn sie in den relevanten Reiz integriert ist (Wühr et al., 2009).

Ansorge und Wühr (2004) erweiterten mit dem Reaktionsunterscheidungsansatz die Erklärungsmöglichkeiten für Kompatibilitätseffekte wie den Simon-Effekt, indem sie nicht von einer reinen durch den Reiz stimulierten bottom-up Reaktion, wie im Modell der dimensionalen Überlappung, ausgingen, sondern die Rolle des Arbeitsgedächtnis und daraus entstehenden top-down Prozessen hervorhoben. Im Unterschied zum Modell der dimensionalen Überlappung, in dem gefestigte Routen die dem Reiz entsprechende Reaktion aktivieren, erklärt der Reaktionsunterscheidungsansatz den Simon-Effekt durch die Passung von Reizposition und den über Top-down-Prozessen entstandenen räumlichen Codes zur Auswahl von alternativen Reaktionen (Ansorge und Wühr, 2004). Sowohl die kontrollierte Verarbeitung, in der die Farbinformation in eine Reaktionsinformation übersetzt werden muss, als auch die Aktivierung der entsprechenden motorischen Reaktion entstehen im

Arbeitsgedächtnis. Der Reaktionsunterscheidungsansatz geht einerseits davon aus, dass der Simon-Effekt dann entsteht, wenn räumliche Charakteristika eine oder mehrere Reaktionsalternativen im Arbeitsgedächtnis repräsentieren und andererseits, dass die räumlichen Codes die zur Repräsentation der Reaktionen verwendet werden, auch brauchbar sein müssen für die tatsächliche Auswahl der richtigen Reaktion (Ansorge und Wühr, 2004). Weiters inkludiert der Ansatz, dass die Aufgabenstellung, der Kontext der Reaktionen und vorangegangene Repräsentationen von erfordernten Reaktionen Einfluss haben auf die Ausprägung der Simon-Effekts. Die Probanden sahen Farbreize, in grün oder rot, entweder links, rechts, oben, unten oder in der Mitte des Bildschirms.

Die Position des Reizes variierte sowohl auf der horizontalen Achse (unterhalb oder oberhalb des Fixationskreuzes), als auch horizontal (links oder rechts des Fixationskreuzes). Der Proband musste jedoch nur anhand einer Achsendimension reagieren. Es gab einen vertikalen und einen horizontalen Block, indem jeweils die andere Achse keine Diskriminationsachse war, da die Reaktionsmöglichkeiten die gleiche Position auf der Achse hatten. In Experiment 1 konnte gezeigt werden, dass obwohl die Aufgabenstellung vertikale und horizontale Dimensionen beinhaltete, der Simon-Effekt nur aus der Achse auftrat, die für die Reaktionsausführung relevant war. Das bedeutet, dass nur die räumlichen Codes verwendet wurden, die auch für die Entscheidung zwischen Reaktionsalternativen brauchbar waren. In dem 2. Experiment mussten beide Achsen zur Reaktionsauswahl verwendet werden ansonsten glich der Versuchsaufbau Experiment 1, und es zeigte sich dadurch auch für beide Achsen ein Simon-Effekt. Dadurch wurde gezeigt, dass der Fokus der Aufmerksamkeit

und somit die automatische Aktivierung der Reaktion von den Charakteristika der erfordernten Reaktion mitbestimmt sind (Ansorge und Wühr, 1994).

Die eben beschriebene Studie stützt den Reaktionsunterscheidungsansatz in Bezug auf räumliche Reize und ebenso räumliche Reaktionen. Wühr und Ansorge (2007) führten eine Studie mit nicht räumlichen Reaktionsarten durch, die mit Merkaufgaben arbeitete und ebenfalls den Reaktionsunterscheidungsansatz belegt.

Die Probanden sahen zuerst Wörter, mit unterschiedlichen Positionierungen auf dem Bildschirm, die sie sich merken mussten. Die Wörter selbst hatten keinerlei räumliche Bedeutung (z.B.: Teller), jedoch waren sie entweder links oder rechts am Bildschirm platziert. Nach der Lernphase erschien entweder ein rotes oder grünes Quadrat ebenfalls links oder rechts am Bildschirm und die Probanden sollten nun bei einem z.B. grünen Quadrat ein Wort nennen, das auf der linken Seite stand und umgekehrt bei einem roten Quadrat mit einem Wort, das auf der rechten Seite stand. Die Position des Quadrats war für diese Aufgabenstellung irrelevant. Die Ergebnisse von Wühr und Ansorge (2007) zeigen einen Simon-Effekt für die irrelevante Reizpositionierung. Die Probanden antworteten schneller, wenn die Position des Wortes und des Quadrats übereinstimmten, als wenn dies nicht der Fall war, obwohl die Reaktion keine räumliche Charakteristik hatte (Wort aussprechen). Dieses Ergebnis ist ein Hinweis darauf, dass der Simon-Effekt nicht auf langzeit-gedächtnis-gestützten Assoziationen zwischen räumlichen Reizcodes und räumlichen Reaktionscodes basiert, sondern durch den Gebrauch von räumlichen Labels für die Reaktionsrepräsentation (räumlich oder nicht-räumlich) im Arbeitsgedächtnis (Wühr und Ansorge, 2007). Es liegt daher keine Aktivierung der räumlichen

Reaktionskodierung durch eine räumliche Reizkodierung vor, sondern eine Aktivierung von räumlichen Reizcodes und korrespondierenden Wiederabrufcodes im Arbeitsgedächtnis (Wühr und Ansorge, 2007).

Der Reaktionsunterscheidungsansatz (Ansorge und Wühr, 2004) erklärt den Simon-Effekt durch einen Prozess im Arbeitsgedächtnis, bei dem der Reizpositionscode mit dem Reaktionspositionscode interagiert und der nur zustande kommt wenn eine räumliche Charakteristik für die Reaktionpräsentation im Arbeitsgedächtnis verwenden.

Der Simon-Effekt wurde großteils anhand von symbolischen Reizen, z.B.: Pfeile, Reizposition am Bildschirm und auch räumlicher Wortbedeutung untersucht. Im folgenden Experiment wurde mit zentral präsentierten Wörtern mit räumlicher Bedeutung als Reiz gearbeitet und die Verarbeitung von semantischer Repräsentation untersucht. Eine Theorie, die sich mit der sensomotorischen Repräsentation beschäftigt, ist die Embodied Cognition Theory (ECT), die besagt, dass semantisches Wissen wesentlich vom episodischen Gedächtnis und der Wahrnehmung abhängen (Barsalou, 1999). Laut der ECT sind Begriffe „verkörpert“ repräsentiert wenn wir mit den Objekten zu den Begriffen schon Vorerfahrungen gemacht haben. Beim Abruf der Bedeutung eines bestimmten Begriffes wird dadurch automatisch eine sensomotorische Verarbeitung des Wortes aktiviert (Ansorge, Kiefer, Khalid, Grassl, und König, 2010). Die entstandenen sensomotorischen Repräsentationen werden in eigenen Bereichen gespeichert und dienen als Quelle für abstrakte semantische Repräsentationen (Ansorge et al., 2010). Laut der ECT werden semantische und sensomotorische Prozesse durch die gleichen Regeln gesteuert bzw. ihre neuronalen

Repräsentationssysteme sind miteinander verknüpft. Daher sollte auch die Erfassung der Bedeutung eines Wortes und die sensomotorischen Verarbeitung von Wahrgenommenem zumindest teilweise ähnliche Effekte hervorrufen (Ansorge et al., 2010). Durch neurologische Untersuchung dieser Theorie konnte gezeigt werden, dass das Verstehen des Inhalts eines Wortes dieselbe Gehirnaktivität wiederherstellt, zumindest teilweise, die auch bei der Wahrnehmung jenes Wortes aktiv war (Ansorge et al. 2010). Im konkreten Fall, bei Wörtern mit räumlicher Bedeutung, konnte die ECT bestätigt werden, indem Probanden auf ein Wort wie z.B. „rechts“ oder „links“ schneller in die inhaltlich entsprechende Richtung, eine geforderte Reaktion, anhand der Schriftfarbe, zeigten als in die entgegengesetzte Richtung (Proctor und Vu, 2002). Die Langzeitbedeutung der Wörter „rechts“ und „links“ aktivierte anscheinend eine motorische Reaktion in die kompatible Richtung, obwohl der Wortinhalt in diesem Experiment irrelevant war. Entsprechend der ECT haben die semantischen Repräsentationen von Wörtern direkten Einfluss auf die sensomotorische Prozesse (Ansorge et al., 2010).

Ho und Spence (2006) untersuchten ebenfalls die Wirkung von zentral präsentierten Stimuli mit räumlicher Wortbedeutung. Im Speziellen beschäftigten sie sich mit der Verteilung der räumlichen Aufmerksamkeit in multisensorischen Settings. Hommel, Pratt, Colzato, und Godijn (2001) zeigten, dass sowohl die Darstellung von räumlichen, aber nicht prädektiven (keinen Vorhersagewert für die Position des Zielreizes) symbolischen Pfeilen als auch von Wörtern mit räumlicher Bedeutung die darauffolgenden Reaktionen auf Reize in die angekündigte Richtung erleichtern. Es entsteht eine automatische Verschiebung

der Aufmerksamkeit in die durch den Reiz angekündigte Richtung (Hommel et al., 2001).

Ho und Spence (2006) untersuchten diesen Orientierungseffekt anhand von verbalen, auditiv präsentierten, Wörtern mit räumlicher Bedeutung in einem multimodalen Setting (verbaler Reiz und visuelles Ziel) und in einem unimodalen Setting (visueller Reiz und visuelles Ziel). Weiters wurde eine Bedingung eingeführt, in der maskierte visuelle Reize verwendet wurden. Maskierte Reize bedeuten in diesem Zusammenhang kurz dargestellte visuelle Zielreize, die anschließend von einer Maske überlagert wurden und somit nicht mehr sichtbar waren.

Die Probanden sahen während jedem Durchgang ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms, anschließend erschien der visuelle Reiz, oder es ertönte der auditive Reiz („links“ oder „rechts“). Danach erschien der Zielreiz (Zahlen „6“ oder „9“) entweder unmaskiert oder maskiert links oder rechts der Bildschirmmitte, die unterschieden werden mussten (Ho und Spence, 2006).

Die Ergebnisse zeigten, wie erwartet, eine automatische Verschiebung der Aufmerksamkeit zum angekündigten Ort des Zielreizes durch zentral präsentierte visuelle Reize „links“ und „rechts“. Für auditive Reize und visuelle Zielreize konnte jedoch kein Orientierungseffekt in der unmaskierten Bedingung gefunden werden. Dies könnte laut den Autoren an den zu einfachen Ansprüchen der Aufgabe liegen: auditive Reize könnten zu leicht ignoriert werden, während die Konzentration auf unmaskierten visuellen Antwortreizen liegt. Im Gegensatz dazu war die Herausforderung in der maskierten Bedingung größer und so entstand auch der erwartete Effekt (Ho und Spence, 2006).

Kompatibilitätseffekte anhand von Sakkadenausführung

Hodgons et al. (2009) untersuchten den Spatial-Stroop-Effekt anhand von Sakkadenlatenzen und Sakkadengenauigkeit. Der Hinweisreiz war wie in der originalen Stroop-Aufgabe ein Farbwort in unterschiedlichen Schriftfarben, umgeben von 4 Farbkästchen oder ein Wort mit räumlicher Bedeutung, wie „oben“, „unten“, „links“ oder „rechts“ in ebenfalls vier Schriftfarben, mit den entsprechend färbigen Kästchen umgeben. Die Probanden sollten aufgrund der Schriftfarbe Sakkaden zu den entsprechenden Farbkästchen ausführen, ohne die Wortbedeutung zu beachten. Die Reaktionszeiten stiegen unter inkongruenten Bedingungen und die Häufigkeit von falschen Sakkaden in die kongruente Richtung stieg signifikant. Ein weiterer interessanter Punkt war die Beobachtung von besonders kurzen Sakkaden, die nur auftraten wenn eine falsche Sakkade gerade initiiert wurde und dann auf eine richtige Sakkade korrigiert wurde. Dies lässt darauf schließen, dass die Verarbeitung und die Reaktion durch die Sakkade nicht seriell verläuft, sondern dass sowohl die Schriftfarbe als auch die Wortbedeutung parallel verarbeitet werden und beide Reaktionen auslösen (Hodgons et al., 2009). Es ist jedoch zu beachten, dass durch die Gleichfarbigkeit der Sakkadenziele und der Reizwörter im Experiment von Hodgons et al. (2009), nicht eindeutig ein Zusammenhang von räumlichen Kongruenzeffekten angenommen werden kann, sondern eine Stimulus-Stimulus (S-S) Kongruenz beziehungsweise eine Inkongruenz von Wortbedeutung und Positionierung des gleichfarbigen Ziels. Im Unterschied dazu handelt es sich in Untersuchungen des Simon-Effekts um Stimulus-Response-Kongruenz und um die Inkongruenz von

Wortbedeutung und Wortfarbe. Um die Möglichkeit einer S-S-Kongruenz ausschließen zu können und die Stimulus-Response (S-R) Kongruenz zwischen Wortbedeutung und Sakkadenrichtung zu erfassen, werden im folgenden hier vorgestellten Experiment die Ziele immer in schwarz präsentiert und stimmen somit nie mit der Reizfarbe überein.

Dieses Experiment untersucht die Stimulus-Response (S-R) Kongruenz von räumlicher Wortbedeutung, horizontal und vertikal, und Sakkadenrichtung anhand von Sakkadenlatenz und Sakkadengenauigkeit. Die sich ableitenden Hypothesen lauten:

Wenn die Bedeutung des Reizwortes und die anhand der Schriftfarbe auszuführende Sakkadenrichtung übereinstimmen, in kongruenter Bedingung, sind die Reaktionszeiten geringer als in inkongruenter Bedingung.

Weiters erwarten wir, dass in kongruenten Bedingungen die Fehlerraten der Sakkaden geringer sind als in inkongruenten Bedingungen.

Methode

Untersuchungsteilnehmer

Insgesamt nahmen 16 Personen (11 Frauen, 5 Männer, $M_{\text{Alter}} = 23$, Altersspanne= 19-28) an der Testung teil. Die Teilnehmer waren Studenten aus unterschiedlichen Studienrichtungen, großteils stammten sie aus dem Fachbereich Psychologie. 1 Teilnehmer trug während der Testung eine Brille, 3 trugen Kontaktlinsen und die restlichen 12 benötigten keine Sehhilfe.

Material und Messgeräte

Die Untersuchung wurde im Eyetracklabor TRK 7 des psychologischen Instituts, Liebiggasse 5, 1010 Wien durchgeführt. Die Teilnehmer bearbeiteten die Aufgaben im Einzelsetting an einem Computer und einem 15 Zoll VGA Monitor. Die Betrachtungsdistanz zum Monitor von 55 cm wurde während der Testung durch eine Kopfstütze fixiert. Die Sitzhöhe konnte individuell eingestellt werden, um eine optimale Passung zur Kopfstütze zu erreichen. Das Experiment wurde im Programm Matlab programmiert und aufgezeichnet. Die Aufzeichnung der Sakkaden erfolgte monokular am jeweils dominanten Auge des Teilnehmers. Das Eyetrackinggerät der Marke „EyeLink 2000“ wurde mit einer Sampling Rate von 500 Hz verwendet und für jeden Teilnehmer mit einer Maximalabweichung von $1,4^\circ$ validiert. Die Teilnehmer veranlassten selbst die Darbietung des nächsten Stimulus durch Drücken der Leertaste auf einer Standardtastatur. Das Licht im Raum wurde gedimmt um die Sichtbarkeit des Bildschirms zu erhöhen.

Untersuchungsdesign

Das Experiment bestand aus zwei Blöcken, einem vertikalen und einem horizontalen Block, die durch eine Pause getrennt waren. Im vertikalen Block wurden Wörter mit räumlicher vertikaler Bedeutung verwendet: die Wörter „oben“ und „unten“, die entweder in grüner oder türkiser Schriftfarbe geschrieben waren. Im horizontalen Block wurden Wörter mit räumlicher horizontaler Bedeutung verwendet: die Wörter „links“ und „rechts“, die wiederum entweder in grüner oder türkiser Schriftfarbe geschrieben standen.

Die Teilnehmer mussten je nach Versuchsbedingung anhand der Farbe des Wortes zu kleinen schwarzen Kästchen blicken, die sich oberhalb, unterhalb, links oder rechts des Stimulus befanden. Die Wortbedeutung und das relevante Farbmerkmal waren nicht korreliert. Insgesamt gab es vier Versuchsbedingungen, in denen die Abfolge von vertikalen und horizontalen Block randomisiert gleich häufig vorgegeben wurde und auch die Zuordnung der Farbe und der Blickrichtung zufällig wechselte. Pro Bedingung wurden vier Teilnehmer getestet und die Testung dauerte zwischen 30 und 50 Minuten. Jeder Teilnehmer bearbeitete insgesamt 260 Items und zusätzlich 10 Trainingsitems, die jedoch nicht in die Auswertung mit aufgenommen wurden. Die Instruktion vor Beginn des Durchgangs lautete, beispielhaft für den vertikalen Block, wie folgt:

„Sie werden nun die Wörter „oben“ und „unten“ in der Mitte des Bildschirms sehen. Wenn das Wort in grün geschrieben ist, blicken sie bitte zum oberen Kästchen. Wenn das Wort in türkis geschrieben ist, blicken sie bitte zum unteren Kästchen. Zum Fortfahren drücken sie bitte die Leertaste.“

Itemdesign. Die Items wurden innerhalb eines Blocks bezüglich ihrer Schriftfarbe randomisiert, um kompatible und inkompatible Bedingungen zu erzeugen. In der kompatiblen Bedingung stimmten Wortbedeutung und die Richtung der auszuführenden Sakkade überein, in der inkompatiblen Bedingung musste die Sakkade in die entgegengesetzte Richtung der Wortbedeutung ausgeführt werden.

Beispielitems aus dem vertikalen Block

„Wenn das Wort in türkis geschrieben ist, blicken Sie bitte zum unteren Kästchen, wenn das Wort grün geschrieben ist, blicken Sie bitte zum oberen Kästchen.“

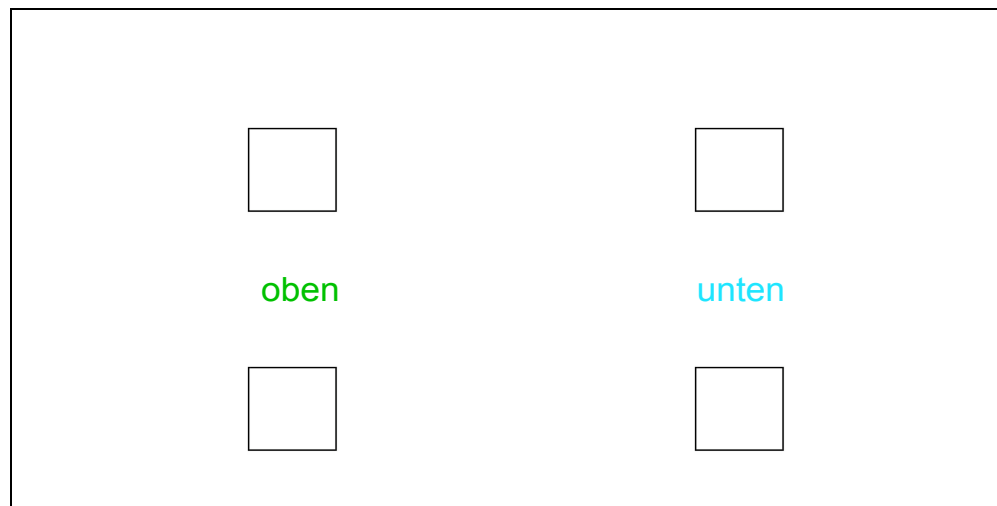


Abbildung 1: Kompatible Bedingung im vertikalen Block:

Sakkadenrichtung und Wortbedeutung stimmen überein.

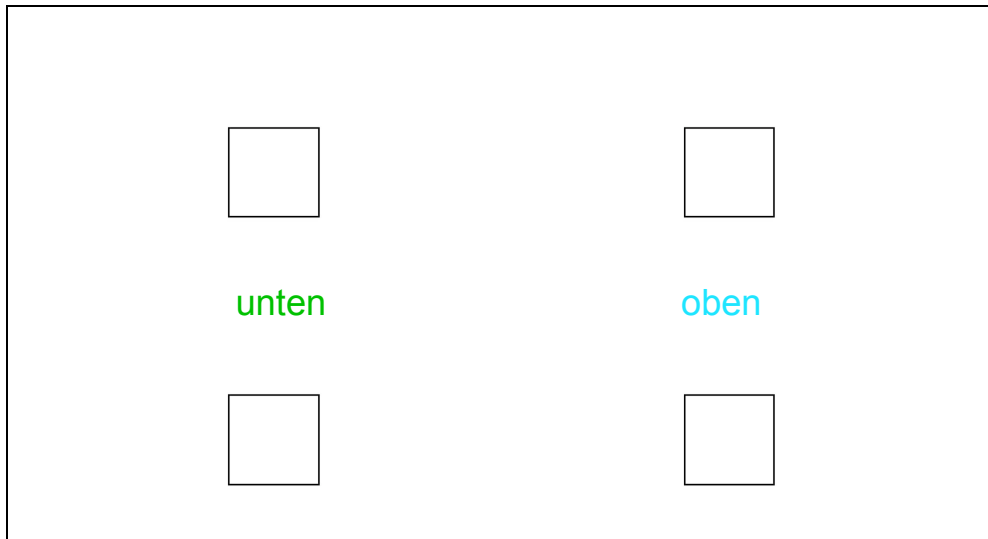


Abbildung 2: inkompatible Bedingung im vertikalen Block:

Sakkadenrichtung und Wortbedeutung stimmen nicht überein.

Ergebnisse

Sakkadenlatenz

Sakkadenlatenz bezeichnet den Zeitraum zwischen Darbietung des Stimulus und Beginn der Sakkade. Dieser Zeitraum entspricht der Zeit, die zur neuronalen Programmierung der Sakkade benötigt wird bis zum Beginn der Ausführung. Die Aufzeichnung der Daten lieferte für jede Sakkade sowohl Start- und Endzeitpunkt als auch jeweils x- und y-Koordinaten. Zur Berechnung der Sakkadenlatenz in Bezug auf den vertikalen und horizontalen Block wurde eine 2x2 Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) durchgeführt. Mit den Faktoren „Achsen“ (vertikal und horizontal) und „Kompatibilität“ (kompatibel und inkompatibel).

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Haupteffekt für Kompatibilität, $F(1,15) = 5.08$, $p < .05$, $\eta^2 = .25$ wobei die Sakkaden in der kompatiblen Bedingung schneller waren ($M = 335$) als in der inkompatiblen Bedingung ($M = 339$). Ansonsten wurden keine weiteren signifikanten Effekte gefunden, $F_S < 1.0$ und $P_S > .05$.

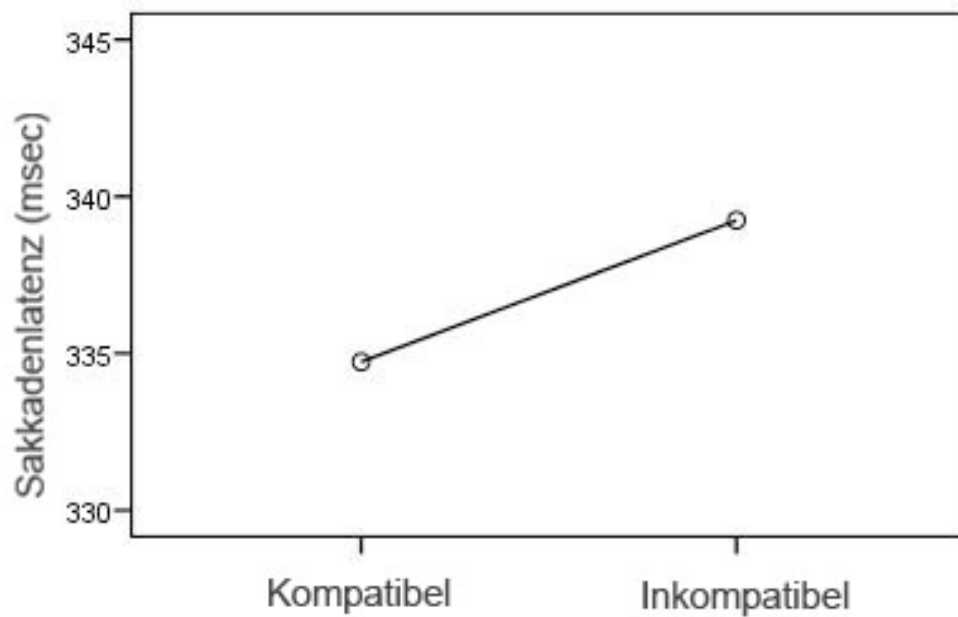


Abbildung 3: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz (msec) in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung. Es wurde ein signifikanter Haupteffekt für Kompatibilität gefunden. Die Startzeit von Sakkaden war in der kompatiblen Bedingung signifikant kürzer als in der inkompatiblen Bedingung.

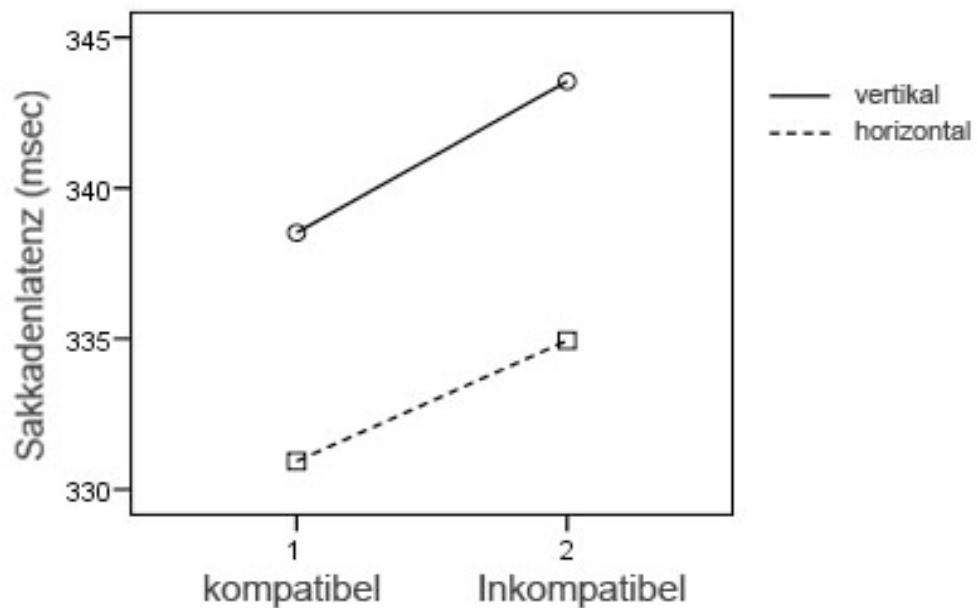


Abbildung 4: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz (msec) im vertikalen und im horizontalen Versuchsblock für die kompatible und inkompatible Bedingung.

Fehlerrate

Die Fehlerrate bezeichnet die Häufigkeit mit der Versuchsteilnehmer Sakkaden in die falsche Richtung ausgeführt oder initiiert haben. Die prozentuelle Fehlerrate wurde folgendermaßen berechnet: $(\text{Totale Summe der Fehler der kompatiblen Bedingung} / \text{Summe aller Versuche in der kompatiblen Bedingung}) \times 100$. Ebenso wurde die Fehlerrate in der inkompatiblen Bedingung berechnet. Diese Sakkaden wurden von der Auswertung der Sakkadenlatenz ausgeschlossen. Zur Berechnung des Effekts der Fehlerrate wurde die gleiche Varianzanalyse herangezogen wie bei der Berechnung des Sakkadenlatenzeffekts.

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Haupteffekt für Kompatibilität, $F(1,15) = 10.74$, $p < .01$, $\eta^2 = .42$ wobei die Sakkaden in der kompatiblen Bedingung genauer ausgeführt wurden ($M = 5.77$) als in der inkompatiblen Bedingung ($M = 9.40$). Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte gefunden, $F_S < 1.0$ und $P_S > .05$.

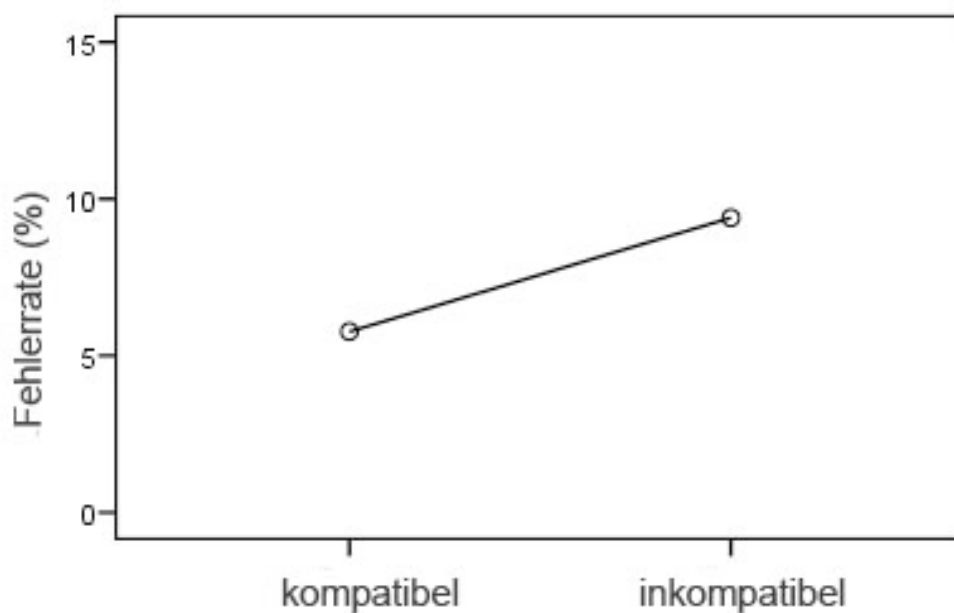


Abbildung 5: Die durchschnittliche Fehlerrate in Prozent in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung, gemittelt für beide Versuchsböcke, vertikal und horizontal. Es wurde ein signifikanter Haupteffekt für Kompatibilität gefunden. Die Sakkaden wurden in der kompatiblen Bedingung signifikant genauer ausgeführt als in der inkomatiblen Bedingung.

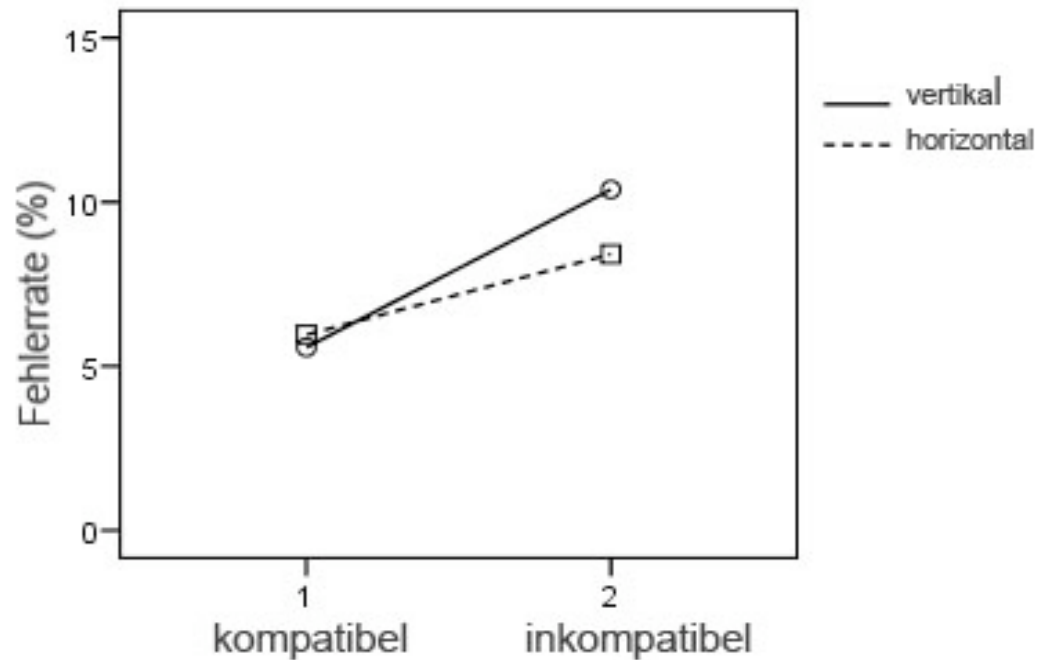


Abbildung 6: Die durchschnittliche Fehlerrate in Prozent im vertikalen und im horizontalen Versuchsblock für die kompatible und inkompatible Bedingung.

Perzentile

Die Daten der Teilnehmer wurden anhand der Schnelligkeit ihrer Sakkaden in 10 Perzentile geteilt, beginnend bei den Schnellsten. Anschließend wurde wiederum die gleiche Varianzanalyse, wie bereits erwähnt, mit dem zusätzlichen Faktor „Perzentile“ durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Interaktionseffekt von Perzentil x Kompatibilität, $F(9,15) = 4.70$, $p < .01$, $\eta^2 = .24$. Einen Vergleich der Mittelwerte kann in *Abbildung 10* eingesehen werden. Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte gefunden, $F_S < 1.0$ und $P_S > .05$.

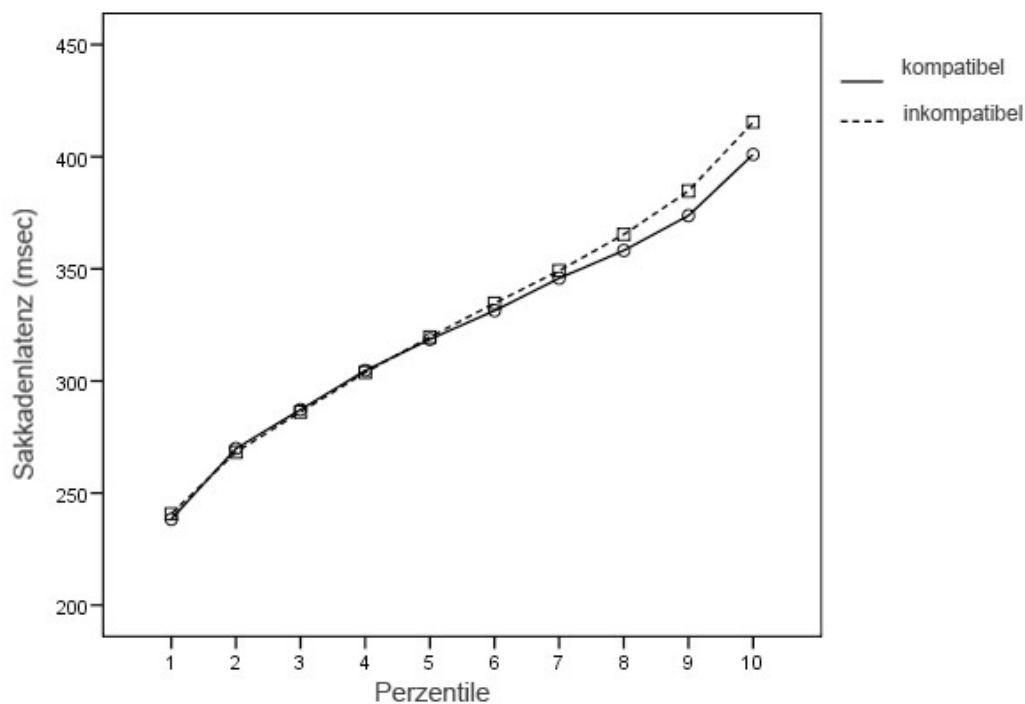


Abbildung 7: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile. Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen kompatibler und inkompatibler Bedingung für langsame Sakkaden, nicht jedoch für schnelle Sakkaden. Die Kompatibilitätseffekte von inkompatiblen und kompatiblen Sakkadenlatenzen nehmen über die Antwortzeit zu.

(Vergleich der Mittelwerte siehe Anhang: *Abbildung 11*)

Diskussion

Dieses Experiment untersuchte den Simon-Effekt anhand von Wörtern mit räumlicher Bedeutung und der Ausführung von Sakkaden aufgrund der Schriftfarbe der Wörter. In diesem Experiment wurde die Stimulus-Response-Kongruenz von Wortbedeutung und Sakkadenrichtung anhand der zentral präsentierten Wörter „oben“, „unten“, „links“ und „rechts“ und kongruenter bzw. inkongruenter Sakkadenrichtungen untersucht. Wir konnten zeigen, dass Sakkaden schneller ausgelöst werden, wenn die irrelevante räumliche Wortbedeutung und die Richtung der verlangten Sakkade kompatibel waren. Weiters erhöhte sich die Fehlerrate von Sakkaden in der inkompatiblen Bedingung, wenn irrelevanter und relevanter Reiz nicht übereinstimmten, signifikant im Gegensatz zur kompatiblen Bedingung. Durch eine Analyse der schnellen und langsamen Sakkaden konnte gezeigt werden, dass der Simon-Effekt nur bei den langsamen Sakkaden auftrat, nicht jedoch bei den schnellen Sakkaden. Es scheint erst ab einer gewissen Betrachtungsdauer des Reizes zu einer Verarbeitung der semantischen Bedeutung zu kommen und somit zu einer Beeinflussung der Sakkadenausführung. Da der Effekt erst bei der Verarbeitung des Wortinhaltes auftritt, kann man darauf schließen, dass der Simon-Effekt durch eine Kodierung der räumlichen Information anhand von Semantik entstehen kann.

Es konnte gezeigt werden, dass der Simon-Effekt auch durch eine aus der Semantik abgeleitete räumliche Kodierung ausgelöst werden kann. Dies widerspricht dem Erklärungsansatz der Aufmerksamkeitsverschiebung nach Nicoletti und Umiltà (1994) demnach die räumliche Kodierung durch die

Verschiebung der Aufmerksamkeit zum Reiz passiert. Im klassischen Simon-Versuch werden die Reize an unterschiedlichen Positionen präsentiert und der Proband muss, während er seine Aufmerksamkeit zum aktuellen Reiz richtet, auch dessen räumlichen Koordination mitverarbeiten und so passiert die räumliche Kodierung, obwohl sie für die Aufgabenstellung nicht notwendig ist. Nachdem aber in unserem Experiment alle Reize an derselben Stelle präsentiert wurden, ist die Aufmerksamkeitsverschiebung und Neukodierung nicht vorhanden und kann daher auch nicht den Simon-Effekt erklären.

Eine andere Möglichkeit sieht Hommel (2011) in der Verbindung zwischen der Art der Reaktion und des Reizes: Die auszuführende Reaktion in diesem Experiment und im ursprünglichen Simon-Versuch hat eine räumliche Dimension entweder mussten Sakkaden in bestimmte Richtungen ausgeführt werden oder Tasten links oder rechtes gedrückt werden. Da die Reaktion räumlich charakterisiert ist, schlussfolgern Fagioli, Hommel, und Schubotz (2007), dass auch bei der Reizverarbeitung der Fokus auf die räumliche Komponente gelegt wird und daher diese irrelevante Information mitverarbeitet wird. Würde die verlangte Reaktion im Experiment eine nicht-räumliche sein zum Beispiel neutrale Wörter nennen, dürfte kein Effekt auftreten.

Generell scheint der Simon-Effekt je nach Art bzw. Eindeutigkeit der räumlichen Information des Reizes unterschiedliche Reaktionszeiten hervorzurufen. Im hier durchgeführten Experiment konnte erst bei längeren Betrachtungszeiten des Reizes ein Effekt nachgewiesen werden. Durch die Unterteilung der Sakkadenlatenzen in Bins oder Perzentile kann die Verteilung der Reaktionszeiten in unterschiedlichen Bedingungen untersucht werden.

So zeigten De Jong, Liang, und Lauber (1994) dass bei klassischen links-rechts-Aufgaben mit Tastendruck-Reaktion der Effekt bei kurzen Reaktionszeiten am stärksten war und dann über die Verteilung abfiel. Dabei wurden die Reize links oder rechts präsentiert und die Probanden mussten mit beiden Händen entweder links oder rechts mit einem Tastendruck reagieren. Über zahlreiche Experimente konnte eine solche Verteilung der Reaktionszeit für physisch räumlich platzierte Reize nachgewiesen werden (Proctor, Miles, und Baroni, 2011). Anders verhält es sich wenn der Reiz nicht tatsächlich an unterschiedlichen Stellen gezeigt wird, sondern seine räumliche Information in seinem Erscheinungsbild oder in seiner Bedeutung steckt. Symes, Ellis, und Tucker (2005) verwendeten Photographien als zentral präsentierter Reiz und konnten die stärksten Effekte in den späteren Bins feststellen. Es scheint durch die etwas komplexere Verarbeitung der räumlichen Information über den Bedeutungsgehalt eines Symbols oder Objekts zu einer Verschiebung der Reaktionsverteilung zu kommen. Eine noch weniger eindeutige Präsentationsart für die räumliche Information eines Reizes ist seine semantische Bedeutung, die erst vom Probanden entschlüsselt werden muss. Wie auch in unserem Experiment konnten Pelicano, Lugli, Baroni, und Nicoletti (2009) durch zentral präsentierte Wörter mit räumlicher Bedeutung einen Anstieg des Simon-Effekts in den späteren Percentilen nachweisen.

Der Schluss „je komplexer der Reiz desto später der Effekt“ lässt sich nur bedingt fortführen. Untersuchungen mit sogenannten SNARC-Aufgaben, Spatial-numerical association of response codes, zeigen eine sehr komplexe Variante von

räumlicher Reizdarstellung, jedoch keine entsprechende Reaktionszeitverteilung (Proctor et al., 2011).

SNARC-Aufgaben stellen eine Zahl als Reiz dar, deren relative Größe die rechts-links-Reaktion beeinflusst, klein links und groß rechts, und eine Stimulus-Response-Korrespondenz wie bei symbolhaften oder wortgebundenen Reizen erzeugt (Proctor et al., 2011). Auffällig in den Experimenten dazu war, dass die Reaktionszeitverteilung über die Percentile stabil verlief, obwohl der räumliche Informationsgehalt nicht eindeutig ersichtlich war. Gevers, Verguts, Reynvoet, Caessens, und Fias (2006; Proctor et al. 2011) konnten aber durch eine Manipulierung der Reizpositionierung die zu erwartende Verteilung wieder hervorrufen: Sie verwendeten eine zentrale Präsentation der Zahlen und erhielten dadurch einen Anstieg des Simon-Effekts in den späteren Percentilen.

Die Ergebnisse der Reaktionszeitverteilung über die Percentile in unserem Experiment lassen sich auf die Komplexität der Informationsgewinnung über den Reiz erklären: Durch die semantische Darstellung der räumlichen Information tritt der Simon-Effekt erst in den späteren Percentilen auf, im Gegensatz zu der weitaus offensichtlicheren räumlichen Reizpositionierung.

Um diesen Erklärungsansatz zu prüfen, bedarf es weiterer Untersuchungen mit variierten Präsentationszeiten. Da es scheint als wären die Reaktionen in den frühen Percentilen automatisch abgelaufen, ohne Verarbeitung der Wortbedeutung, müsste eine längere Darbietungszeit auch den Effekt in diesen frühen Percentilen erhöhen.

In einer Folgestudie soll das irrelevante Reizwort zuerst präsentiert werden und erst nach einer bestimmten Betrachtungszeit der relevante Reiz, die Wortfarbe, dazugeschaltet werden um die semantische Verarbeitung des Wortes zu garantieren und so dem Simon-Effekt zu verstärken.

Literatur

Abegg, M., Rodriguez, A. R., Lee, H. & Barton, J.J.S. (2010). „Alternate-goal bias“ in antisaccades and the influence of expectation. *Exp Brain Res*, 203, 553-562. doi: 10.1007/a00221-010-2259-6

Altmann, E.M. (2007). Comparing switch costs: Alternating Runs and Explicit Cuing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 475– 483. doi: 10.1037/0278-7393.33.3.475

Ansorge, U. & Wühr, P. (2004). A Response-Discrimination account of the Simon Effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 365-377. doi: 10.1037/0096-1523.30.2.365

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

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

De Jong, R., Liang, C., & Lauber, E. (1994). Conditional and unconditional automaticity: A dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 731-750.

Fagioli, S. Hommel, B. & Schubotz, R. (2007). Intentional control of Attention: Action planning primes action-related stimulus dimensions. *Psychological research*, 71, 22-29.

Heath, M., Dunham, K., Binsted, G. & Godbol, B. (2010). Antisaccades exhibit diminished online control relative to prosaccades. *Exp Brain Res*, 203, 743-752. doi: 10.1007/s00221-010-2290-7

Ho, C. & Spence, C. (2006). Verbal interface design: Do verbal directional cues automatically orient visual spatial attention?. *Computers in Human Behavior*, 22, 733–748.

Hodgons, T.L., Parris, B.A., Gregory, N.J. & Jarvis, T. (2009). The saccadic Stroop effect: Evidence for involuntary programming of eye movements by linguistic cues. *Vision Res*, 49, 569–574.

Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136, 189-202.

Hommel, B., Pratt, J., Colzato, L., & Godijn, R. (2001). Symbolic control of visual attention. *Psychological Science*, 12, 360–365.

Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional overlap: Cognitive basis for stimulus-response compatibility: A model and taxonomy. *Psychological Review*, 97, 253-270.

Kornblum, S., & Lee, J.W. (1995). Stimulus–response compatibility with relevant and irrelevant stimulus dimensions that do and do not overlap with the response. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 855-875.

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

MacLeod, C.M. (1991). Half a Century of Research on the Stroop Effect: An integrative Review. *Psychological Bulletin*, 109, 163-203.

Nicoletti, R., & Umiltà, C. (1994). Attention shifts produce spatial stimulus codes. *Psychological Research*, 56, 144–150.

Pellicano, A., Lugli, L., Baroni, G., & Nicoletti, R. (2009). The Simon-effect with conventional signs: A time-course analysis. *Experimental Psychology*, 56, 219-227.

Proctor, R., Miles, J. & Baroni, G., (2011). Reaction time distribution analysis of spatial correspondence effects. *Psychon Bull Rev*, 18, 242-266. doi: 10.3758/s13423-011-0053-5

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

Simon, J. & Bergbaum, K. (1990). Effect of conflicting cues: The „Stroop effect“ vs. The „Simon Effect“. *Acta Psychologica*, 73, 159-170.

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

Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.

Symes, E., Ellis, R., & Tucker, M. (2005). Dissociating object-based and space-based affordances. *Visual Cognition*, 12, 1337-1361.

Tecce, J.J. & Happ, S.J. (1964). Effects of shock-arousal on a card-sorting test of color-word interference. *Perceptual and Motor Skills*, 19, 905-906.

Wühr, P. & Ansorge, U. (2007). A Simon effect in memory retrieval: Evidence for the response-discrimination account. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 984-988.

Wühr, P., Biebl, R., Umiltà, C., & Müsseler, J. (2009). Perceptual and attentional factors in encoding irrelevant spatial information. *Psychological Research*, 73, 350-363. doi: 10.1007/s00426-008-0160-8

Vermeiren, A., Liefhooghe, B. & Vandierendonck, A. (2010). Switch performance in peripherally and centrally triggered saccades. *Exp Brain Res*, 206, 243-248. doi: 10.1007/s00221-010-2401-5

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Kompatible Bedingung im vertikalen Block</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 2: inkompatible Bedingung im vertikalen Block</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 3: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz (msec) in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung.</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 4: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz (msec) im vertikalen und im horizontalen Versuchsblock für die kompatible und inkompatible Bedingung.....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 5: Die durchschnittliche Fehlerrate in Prozent in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 6: Die durchschnittliche Fehlerrate in Prozent im vertikalen und im horizontalen Versuchsblock</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 7: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile.</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 8: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile für den horizontalen Versuchsblock.</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 9: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile für den vertikalen Versuchsblock.</i>	<i>48</i>

<i>Abbildung 10: Vergleich der Mittelwerte der Percentile unter kompatibler Bedingung (1) und inkompatibler Bedingung (2).</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 11: Vergleich der Mittelwerte der Percentile unter kompatibler Bedingung (1) und inkompatibler Bedingung (2) für die vertikale Achse (1) und die horizontale Achse (2).</i>	<i>51</i>

Anhang

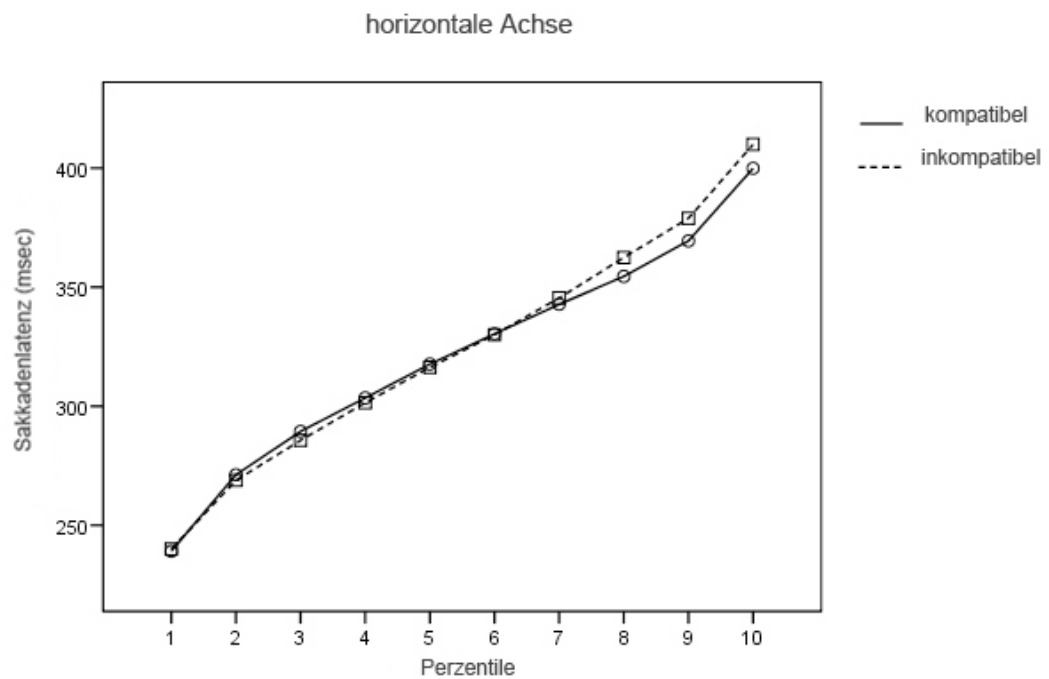


Abbildung 8: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile für den horizontalen Versuchsblock.

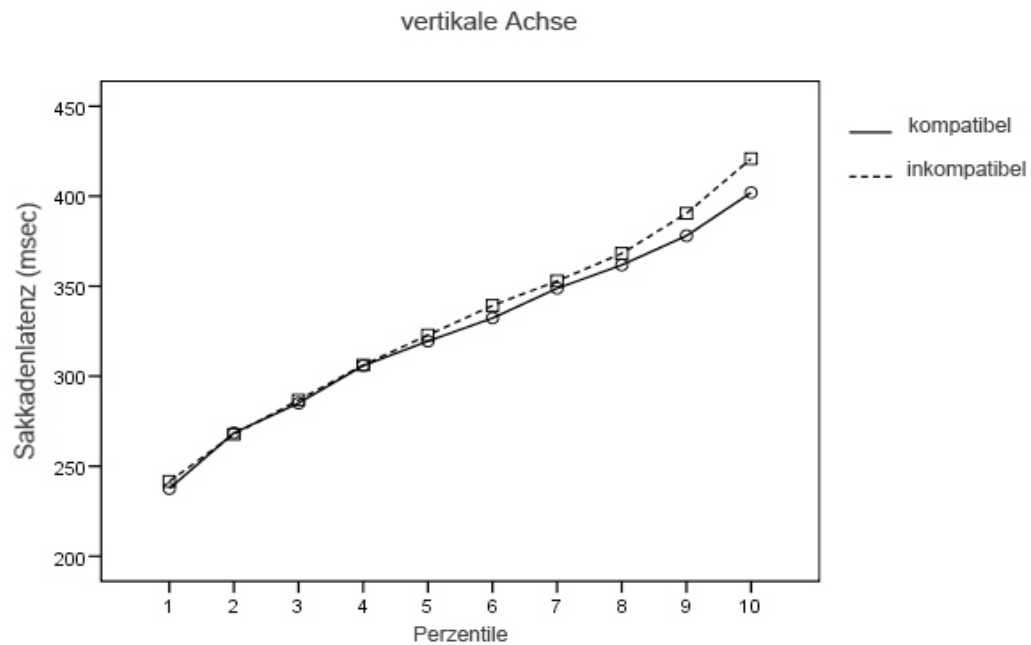


Abbildung 9: Die durchschnittliche Sakkadenlatenz in der kompatiblen und in der inkompatiblen Bedingung unterteilt in Perzentile für den vertikalen Versuchsblock.

percentile * compatibility

percentile	compatibility			95% Konfidenzintervall	
		Mittelwert	Standardfehler	Untergrenze	Obergrenze
1	1	238.321	6.302	224.888	251.754
	2	240.777	6.908	226.053	255.500
2	1	269.880	7.211	254.510	285.250
	2	268.305	7.626	252.050	284.559
3	1	287.243	7.313	271.654	302.831
	2	286.229	7.647	269.930	302.527
4	1	304.654	7.775	288.082	321.225
	2	303.832	8.406	285.916	321.749
5	1	318.569	8.291	300.898	336.240
	2	319.594	8.562	301.345	337.843
6	1	331.352	8.741	312.722	349.982
	2	334.667	8.944	315.604	353.731
7	1	345.800	8.910	326.808	364.792
	2	349.204	9.333	329.311	369.097
8	1	358.176	8.938	339.124	377.228
	2	365.331	9.854	344.327	386.335
9	1	373.724	9.098	354.332	393.116
	2	384.703	11.067	361.114	408.292
10	1	400.976	10.288	379.048	422.904
	2	415.409	12.956	387.794	443.024

Abbildung 10: Vergleich der Mittelwerte der Percentile unter kompatibler Bedingung (1) und inkompatibler Bedingung (2).

percentile * axis * compatibility

percentile	axis	compatibility	95% Konfidenzintervall			
			Mittelwert	Standardfehler	Untergrenze	Obergrenze
1	1	1	237.524	8.342	219.744	255.305
		2	241.537	7.788	224.938	258.136
	2	1	239.117	6.798	224.628	253.606
		2	240.016	6.919	225.269	254.764
2	1	1	268.508	8.071	251.305	285.710
		2	267.714	8.593	249.398	286.030
	2	1	271.252	8.340	253.476	289.028
		2	268.895	7.779	252.314	285.476
3	1	1	285.052	8.561	266.805	303.299
		2	286.756	8.403	268.845	304.667
	2	1	289.434	8.997	270.257	308.610
		2	285.702	8.549	267.479	303.924
4	1	1	305.831	7.667	289.490	322.172
		2	306.193	9.504	285.935	326.450
	2	1	303.476	9.323	283.605	323.347
		2	301.472	9.339	281.567	321.377
5	1	1	319.448	8.029	302.334	336.561
		2	322.822	9.573	302.418	343.227
	2	1	317.690	9.702	297.011	338.368
		2	316.366	9.609	295.884	336.847
6	1	1	332.308	8.416	314.370	350.246
		2	339.275	9.807	318.372	360.179
	2	1	330.396	10.048	308.979	351.813
		2	330.060	9.962	308.825	351.294
7	1	1	348.803	8.580	330.514	367.091
		2	352.922	9.794	332.047	373.797
	2	1	342.798	9.987	321.511	364.085
		2	345.486	10.400	323.320	367.652
8	1	1	361.803	8.775	343.100	380.506
		2	368.212	10.324	346.207	390.216
	2	1	354.549	10.044	333.142	375.956
		2	362.451	11.096	338.801	386.101
9	1	1	378.001	9.295	358.188	397.813
		2	390.485	12.260	364.353	416.617
	2	1	369.447	10.300	347.493	391.401
		2	378.921	11.906	353.545	404.298
10	1	1	402.025	11.429	377.664	426.385
		2	420.855	14.871	389.157	452.552
	2	1	399.927	11.406	375.617	424.238
		2	409.963	14.762	378.498	441.429

Abbildung 11: Vergleich der Mittelwerte der Percentile unter kompatibler Bedingung (1) und inkompatibler Bedingung (2) für die vertikale Achse (1) und die horizontale Achse (2).

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Vor-/Name: Christina Danzinger
 Adresse: Kirchfeldgasse 60/4/7, 2482 Münchendorf
 Tel. +43 650/3824238
 E-Mail: christina.danzinger@gmx.at
 Geburtsdatum: 11. Jänner 1984
 Geburtsort: Horn, Niederösterreich
 Staatsbürgerschaft: Österreich
 Familienstand: ledig

Ausbildung

09/2008 - dato Fortsetzung des Psychologiestudiums an der Universität
 Wien
 09/2004 - 06/2007 Diplomstudium an der Pädagogischen Akademie
 Strebersdorf
 Auslandssemester in Malmö, Schweden
 09/2002-06/2004 Psychologiestudium an der Universität Wien
 09/1994-06/2002 Bundesgymnasium Waidhofen/Thaya

Berufserfahrung

09/2008 – 05/2011	Starbucks Coffee Austria
	Shiftsupervisor
01/2008-08/2008	Stadtschulrat Wien
	Hauptschullehrerin, 1180 Wien
07/2007-01/2008	Starbucks Coffee Austria
	Barista

Praktikum

10/2010 – 01/2011	Interface Consult GmbH, Beratungsunternehmen
-------------------	--

Sonstige Kenntnisse

- sehr gute Kenntnisse in MS-Office
- sehr gute Englischkenntnisse
- Grundkenntnisse Schwedisch

Interessen

Laufen, Schwimmen, Volleyball