



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Der *Simon Effekt* auf Basis inhaltlich-semantischer
räumlicher Wortbedeutungen bei Blickbewegungen

Verfasserin

Katharina Maria Knieps

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe und dass ich diese Diplomarbeit bisher weder im In- oder Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Köln, den 30. Juni 2012

Katharina Knieps

K. Knieps

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Ulrich Ansorge (Universität Wien) und Herrn Shah Khalid (Ph.D Student, Universität Osnabrück) für die Betreuung und Unterstützung während dieser Diplomarbeit.

Auch möchte ich mich herzlich bei meiner Familie und meinem Freund Jochen Belle-
rich für die liebevolle Begleitung bedanken. Danke für alles.

Und danke Tom.

INHALTSVERZEICHNIS

Inhalt	Seite
INHALTSVERZEICHNIS	4
1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung	7
3. Theoretischer Hintergrund	10
3.1. Die menschliche Informationsverarbeitung	10
3.2. Kompatibilitätseffekte	15
3.3. Der <i>Simon Effekt</i> : ein <i>räumlicher S-R-Kompatibilitäts-effekt</i>	26
3.3.1 Entwicklung und Geschichte des <i>Simon Effekts</i> anhand ausgewählter empirischer Befunde	27
3.3.2 Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des <i>Simon Effekts</i>	35
3.4. Schlussfolgernde Zusammenfassung	46
4. Herleitung der eigenen Fragestellung und Hypothesengenerierung	49
5. Methodisches Vorgehen	52
5.1. Probanden	52
5.2. Instrumentarien	52
5.3. Versuchsdurchführung und Versuchsdesign	55
6. Ergebnisse	59
6.1. Reaktionszeit (<i>RT</i>)	60
6.2. Bereinigte Reaktionszeit (<i>bRT</i>)	64
6.3. Fehleranzahl (<i>Error</i>)	69
7. Diskussion und Ausblick	73
8. Abstract	93
9. Literaturverzeichnis	94
10. Abbildungsverzeichnis	101
11. Tabellenverzeichnis	102
12. Abkürzungsverzeichnis	103
ANHANG	104

1 Zusammenfassung

Der *Simon Effekt* gilt als ein in zahlreichen unterschiedlichen Versuchsdesigns vielfach replizierter räumlicher Kompatibilitätseffekt. Probanden zeigen in Tastendruckexperimenten kürzere Reaktionszeiten und ihnen unterlaufen weniger Fehler, wenn die räumliche, aber in Hinblick auf die Aufgabenstellung irrelevante Eigenschaft des Reizes sich als kompatibel mit der gemäß der relevanten Reizeigenschaft zu erwartenden Antwortdimension darstellt. Experimentell wurde der Effekt bisher nicht nur für die Reizposition als irrelevante Merkmalsdimension, sondern auch auf Basis von dessen inhaltlich-semanticen räumlichen Wortbedeutung nachgewiesen.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Frage, ob sich der *Simon Effekt* auf Basis von inhaltlich-semanticen räumlichen Wortbedeutungen auch für Blickbewegungen replizieren lässt.

Darüber hinaus soll versucht werden, diesen durch einen zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) zusätzlich zu verstärken, indem die irrelevante gegenüber der relevanten Dimension durch die Manipulation der Latenzzeit mit SOAs (*Stimulus Onset Asynchrony*) von 0 ms, 100 ms oder 200 ms noch mehr zum Tragen kommt. Zu diesem Zweck wurde ein Blickbewegungsexperiment konzipiert, dessen Operationalisierung zum einen eine mögliche Replizierung des *Simon Effekts* auf Basis von Wortbedeutung bei Blickbewegungen an sich und zum anderen – durch die Nutzung unterschiedlicher SOAs – die Untersuchung des Einflusses des zeitlichen Vorsprungs auf die Antwort des Probanden erlaubt. Gemäß den Erwartungen müsste mit längerer Latenzzeit zwischen den beiden Reizdimensionen der Effekt noch stärker ausfallen.

Insgesamt wurden $N = 26$ Probanden ($MW = 24$ Jahre, $SD = 2.44$) mit normaler oder gegen normal korrigierter Sehkraft, allesamt Studenten der Universität Wien, instruiert mittels einer Sakkade (Blickbewegung) zwischen zwei Farben (relevante Dimension) eines Wortes (grün/türkis) je nach Aufgabenstellung entweder in horizontaler Achse (rechts/links) oder in vertikaler Achse (oben/unten) zu diskriminieren. Die inhaltlich-semantiche Richtungsbedeutung des Wortes (irrelevante Dimension) galt es dabei zu ignorieren (,rechts‘/,links‘ oder ,oben‘/,unten‘). Der zeitliche Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Reizdimension wurde durch eine verzögerte Einfärbung des zunächst in schwarzen Buchstaben eingeblendeten Wortes realisiert.

Die Blickbewegungen der Probanden wurden von einem Eye Tracker mit binokularer Linse (25mm) aufgezeichnet und mittels SR Research Ltd. EyeLink 1000 festgehalten, wobei die Daten desjenigen Auges mit messgenaueren Werten Eingang in die Analyse fanden.

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde der Einfluss der Faktoren *Kompatibilität* und *SOA* (unabhängige Variablen) auf die *durchschnittlichen Reaktionszeiten* und die *Fehlerzahlen* der Probanden (abhängige Variablen) untersucht. Der Faktor der *Achse* fand ebenfalls explorativ Eingang in die vorliegende Untersuchung. Die Ergebnisse einer 2x3x2-faktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) konnten zwar den *Simon Effekt* auf Basis von räumlicher Wortbedeutung für Blickbewegungen durch einen signifikanten Kompatibilitätseffekt nachweisen, jedoch den vermuteten zusätzlich verstärkenden Einfluss des zeitlichen Vorsprungs nicht bestätigen.

2 Einleitung

Menschliches Handeln wird oftmals als das Ausführen zielgerichteter Bewegungen verstanden (Hommel, 2002). Der Mensch sieht sich täglich mit dem Problem konfrontiert, eine möglichst passende und geeignete Reaktion auf ihm widerfahrende physikalische Reize auszuwählen (Marble & Proctor, 2000). Bestimmte Kombinationen aus Reizen und Reaktionen führen dabei zu schnelleren und akkurateren Antworten (Proctor & Reeve, 1990); ein Phänomen, das unter dem Terminus der *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* (Fitts & Seeger, 1953) Eingang in die Literatur fand. Dennoch wird die Handlung in vielen Situationen durch Informationen beeinflusst, die im Grunde genommen irrelevant in Bezug auf die auszuführende Antwort sind (Lu & Proctor, 2001).

Der *Simon Effekt* (Simon, 1969) beschreibt als Beispiel für einen *räumlichen Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekt* eben jene Beobachtung, dass orts- bzw. richtungsgebundene Antworten auf Stimuli durch örtliche, dem Reiz innewohnende, aber für die Aufgabenstellung irrelevante Informationen erleichtert oder erschwert werden können, je nachdem, ob diese kompatible oder inkompatible Richtungsinformationen in Bezug auf die auf Basis der relevanten Reizdimension zu treffenden Antwort aufweisen (vgl. u. a. Lu & Proctor, 1995; Rubichi, Nicoletti, Iani, & Umiltà, 1997). Für den *klassischen Simon Effekt* bedeutet dies, dass die Position des Reizes selbst Einfluss auf das Antwortverhalten der Probanden in einer Tastendruckaufgabe nehmen kann, in der auf die Farbe des Reizes mit beispielsweise durch die Instruktion zugewiesenem rechtem oder linkem Tastendruck reagiert werden soll. Die Lokation des Reizes soll dabei ignoriert werden. Stimmt die Position des Reizes jedoch mit der Seite der Taste überein, so kommt es zu schnelleren Reaktionen und dem Proband unterlaufen weniger Fehlern, wenn die auf Basis dieser Übereinstimmung unternommene Tastendruck-Antwort dieselbe ist, die auch anhand der Farbe zu treffen ist.

Seit der Entdeckung des Phänomens wurden mithilfe des *Simon Effekts* Vorgänge der Handlungsplanung und der Reaktionswahl vielfach untersucht. Die Befunde belegen, dass es diesen Effekt auch auf Basis von Wortbedeutungen als irrelevante Reizdimension gibt (vgl. u. a. Proctor, Marble, & Vu, 2000), sowie auch in Kombination dieser mit der Farbe des Wortes als relevante Reizdimension (vgl. u. a. Pellicano, Lugli, Baroni, & Nicoletti, 2009). Nachgewiesen wurde dies allerdings bislang nur im Rahmen von Tastendruckexperimenten oder verbalem Antwortformat.

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich nun um die dritte Studie einer Experimentenserie ähnlichen Versuchsdesigns an der Universität Wien, mit dem Ziel der Beantwortung der Frage, ob der *Simon Effekt* und die Befunde auch mittels einer Blickbewegungsaufgabe repliziert werden können. Dazu wurde auch hier die Kombination aus der Farbe des Reizes als relevante Reizdimension, sowie der Wortbedeutung als irrelevante Reizdimension gewählt. Sollte im ersten Experiment noch hinsichtlich der Farben schwarz und weiß diskriminiert werden, so wurde die relevante Dimension im Folgeexperiment bereits durch die Farben türkis und grün ersetzt. Diese sind schwieriger zu unterscheiden, wodurch die vorangehende und für die Aufgabenstellung irrelevante inhaltlich-semantiche Richtungsinformation des Wortes weiter an Bedeutung bzw. Einfluss gewinnen müsste. Im verwendeten Design wurden diese beiden Farben übernommen und zusätzlich das zeitliche Intervall, die *SOAs* (*Stimulus Onset Asynchrony*), zwischen Einblendung des Wortes und dessen Einfärbung, somit zwischen der irrelevanten und der relevanten Merkmalsdimension, variiert. Mit dem vorliegenden Experiment liegt so eine Abwandlung des üblichen Tastendruckexperiments im Rahmen der Untersuchungen zum *Simon Effekt* vor: Es soll mittels Blickbewegung (Sakkade) zwischen den beiden Farben des Wortes gemäß der Aufgabenstellung in vertikaler bzw. horizontaler Richtung in räumlich entsprechende aber farblich neutrale Zielboxen diskriminiert werden, wohingegen es die inhaltlich-örtliche Bedeutung des Wortes zu ignorieren gilt. Als drittes Experiment der Versuchsreihe soll außerdem untersucht werden, ob die verschiedenen Latenzzeiten (SOAs: 0, 100, 200 ms) bis zur Einblendung der Wortfarbe darüber hinaus die Wirkung der Wortbedeutung steigern und so den bereits vielfach replizierten *Simon Effekt* durch diesen zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) der irrelevanten Dimension zusätzlich verstärken.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll der Leser nun zunächst an dieses 43 Jahre alte und in der Literatur und der Wissenschaft etablierte Phänomen herangeführt werden, indem mit der Einbettung und Darstellung des theoretischen Hintergrundes (3) das Forschungsfeld des *Simon Effekts* näher beleuchtet wird. Dazu wird zu Beginn des Theoriekapitels die menschliche Informationsverarbeitung (3.1) als theoretischer Rahmen gewählt. Der Einordnung des Effekts in die übergeordnete Klasse der Kompatibilitätseffekte wird im darauffolgenden Unterkapitel (3.2) Rechnung getragen, bevor der *Simon Effekt* selbst anhand seiner Entwicklung und Geschichte, sowie ausgewählten empirischen Befunden (3.3) thematisiert wird. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls die Gegenüberstellung der verschiede-

nen Erklärungsansätze erfolgen. Eine schlussfolgernde Zusammenfassung soll letztendlich in der Herleitung der eigenen Fragestellung und Hypothesengenerierung (4) münden. Infolgedessen wird dann die Methode (5) anhand der Beschreibung der Teilnehmer (5.1), der Instrumentarien (5.2) sowie der Versuchsdurchführung und des Versuchsdesigns (5.3) vorgestellt. Die Ergebnisse (6) kommen im Anschluss daran, gegliedert anhand der einzelnen Parameter, zur Darstellung. Eine abschließende Diskussion (7) dient der Interpretation und Integration der Ergebnisse in Hinblick auf die Ausgangsfragestellung unter Bezugnahme auf den aktuellen Forschungsstand der Erkenntnisse und Erklärungsmodelle. Es gilt die gefundenen Effekte mit deren Hilfe zu erklären, sie zu integrieren, aber gegebenenfalls auch bisherige Modelle und Annahmen zu ergänzen oder zu widerlegen. Im Zuge des letzten Kapitels soll auch die eigene Untersuchung einem kritischen Blick unterzogen werden, sowie Überlegungen zu möglichen Folgeexperimenten und Anwendungsbezügen im Sinne eines Ausblicks ausgeführt werden.

3 Theoretischer Hintergrund

Der theoretische Hintergrund des Gegenstandes der vorliegenden Arbeit soll nun im Folgenden zur Ausführung gelangen. Dazu erfolgt zu Beginn eine Einbettung der Thematik in den größeren übergeordneten Zusammenhang der menschlichen Informationsverarbeitung (3.1), um dann in weiterer Folge zunächst allgemein Kompatibilitätseffekte (3.2) und im Anschluss daran im Speziellen den *Simon Effekt* als ein Beispiel eines *räumlichen¹ Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekt* (3.3) näher zu erläutern. Im Zuge dessen wird dieser anhand der Darstellung seiner Entwicklung und Geschichte (3.3.1) beleuchtet und mit ausgewählten Befunden der Forschung seit Entdeckung des Phänomens entsprechend empirisch untermauert werden. Anschließend werden ausgewählte Erklärungsansätze und theoretische Modelle mit Erklärungswert in Hinblick auf das zum Einsatz gekommene Versuchsdesign einander gegenüber gestellt (3.3.2). Eine schlussfolgernde Zusammenfassung (3.4) liefert den Übergang zur Herleitung der eigenen Fragestellung und der Hypothesengenerierung im nächsten Kapitel (4).

3.1 Die menschliche Informationsverarbeitung

Seit seiner Entdeckung dienten der *Simon Effekt* und in weiterer Folge auch die in Verbindung mit ihm entwickelte *Simon Aufgabe* (*Simon Task*) als Werkzeuge zur Untersuchung verschiedener Aspekte und Bereiche der menschlichen Informationsverarbeitung. So stehen sie beispielsweise in engem Zusammenhang mit der Erforschung von Aufmerksamkeitshandlungen, mentalen Repräsentationen des Raumes und des eigenen Körpers, kognitiven Repräsentationen von Absichten und intendierten Handlungen und der Exekutivkontrolle, sowie von Vorgänge der Handlungsplanung und der Reaktionswahl (Hommel, 2011b). Beide haben sich in dieser Funktion als nützlich erwiesen und sich dementsprechend in diesem Forschungsfeld etabliert (vgl. u. a. Proctor, 2011; Hommel, 2011b).

Zur theoretischen Einordnung des Gegenstandes dieser Diplomarbeit empfiehlt es sich daher, zu Beginn der Darstellung des theoretischen Hintergrundes als groben Rahmen zunächst den Bogen über einige, in diesem Zusammenhang relevante Aspekte der Informati-

¹ Im Folgenden werden die Begriffe ‚örtlich‘ und ‚räumlich‘ synonym als Übersetzung des engl. Wortes ‚spatial‘ verwendet.

onsverarbeitung zu schlagen. Zudem lassen sich die verschiedenen Erklärungsansätze des *Simon Effekts*, wie im späteren Verlauf dieser Arbeit noch verdeutlicht werden wird, anhand der jeweiligen Stufe der Informationsverarbeitung, auf der sie diesen einordnen, klassifizieren und damit voneinander abgrenzen.

Den klassischen linearen Modellen menschlicher Informationsverarbeitung der 1970er und 1980er Jahre zugrunde, lag die Annahme, „es gäbe einen linearen Verarbeitungsstrang, der mit der Wahrnehmung anfängt und der Motorik aufhört.“ (Aschersleben, 2002, S. 896). Die Modelle des 20. Jahrhunderts bedienten sich in weiterer Folge der Analogie zu technischen Computersystemen, um die sequentielle Verarbeitung von Informationen zu beschreiben. Allen linearen Modellen gemeinsam ist dabei das in Abbildung 1 dargestellte Basisschema der Richtung des Informationsflusses vom Reiz zur Reaktion.

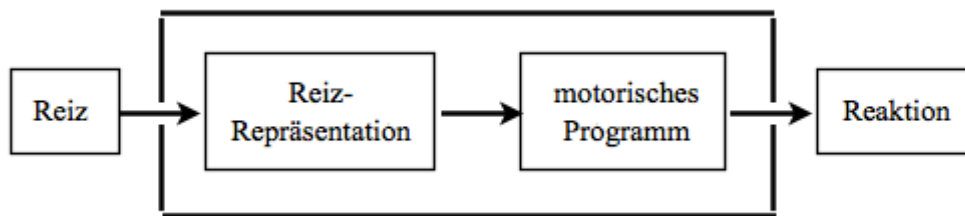


Abb. 1: Basisschema linearer Modelle menschlicher Informationsverarbeitung; eigene Bearbeitung nach Aschersleben (2002, S. 897).

Zwischengeschaltet ist demnach die Person als Informationsverarbeiter, wie die Box auch betitelt werden kann (Schmidt & Wrisberg, 2008). Auf einen Reiz als Input der Umwelt hin versucht die Person sich mit den verfügbaren Informationen auseinanderzusetzen, verarbeitet diese unter Nutzung verschiedenster Operationen weiter und produziert so schließlich mit der Antwort auf den Reiz einen Output (Schmidt & Wrisberg, 2008). Im Laufe der Jahre wurde dieses Basismodell durch das Hinzufügen von Zwischenstufen (z. B. *frühe Reizanalyse*, *Merkmalsanalyse*, *Reaktionsauswahl*, *Reaktionsprogrammierung* etc.) erweitert und modifiziert. Dies diente der genaueren Auseinandersetzung mit den Verarbeitungsprozessen innerhalb der Box/Person. Auch wurde nach Aschersleben (2002) eine Hierarchie der Reize und ihrer korrespondierenden Reaktionen angenommen.

Problematisch für diesen Forschungszweig – so Aschersleben (2002) weiter – sei die Spaltung der einzelnen psychologischen Disziplinen: die Wahrnehmungspsychologie sowie die Motorikforschung. So näherten sich die einzelnen psychologischen Zweige dem Forschungsfeld unter ihren eigenen Fragestellungen und fokussierten damit zumeist auf Teilbe-

reiche der Thematik. Selten sei der Informationsverarbeitungsprozess vom Reiz bis hin zu Reaktion folglich als Ganzes zum Gegenstand der Forschung geworden (Aschersleben, 2002), obwohl ein immer stärkerer Konsens laut wird, dass Wahrnehmungs- und handlungsbezogene Prozesse in enger Verbindung zueinander sowie zu abstrakterer Kognition stehen (vgl. u. a. Fischer & Zwaan, 2008). Neben diesen beiden Disziplinen sei auch die kognitive Psychologie ihrerseits involviert und bediene wiederum eine andere Nische. So untersuche sie zum Beispiel den Einfluss von Top-down-Prozessen, die „kognitive Einflüsse auf die Wahrnehmung durch Informationen auf „höherer“ Ebene wie z. B. das Vorwissen einer Person oder ihr motivationaler Zustand“ beschreiben (Aschersleben, 2002, S. 897). Die Aufmerksamkeit, das Gedächtnis oder die Motivation können zudem den Wahrnehmungsinhalt verändern. Ebenso können vorhergegangene Ereignisse oder Übung und Vorerfahrung den Umgang mit Informationen beeinflussen (Schmidt & Wrisberg, 2008).

Dennoch gibt es einige wenige Modelle, die eben jene ganzheitliche Betrachtung des Prozesses zu leisten versuchen. Ursprüngliche Modelle der linearen Informationsverarbeitung gingen dabei, wie der Name suggeriert, von einer strikten Abfolge der einzelnen Stufen des Informationsverarbeitungsprozesses aus; d. h. sie unterlagen der Annahme, dass das Durchlaufen einer Stufe und das Erreichen der Folgestufe nur nach Abschluss der Verarbeitung auf der vorherigen möglich ist. So nahm Sanders (1983) beispielsweise zu Beginn seiner Arbeit vier Stufen der Informationsverarbeitung an: *Reizvorverarbeitung*, *Merkmalsextraktion*, *Reaktionsauswahl* und *motorische Adjustierung*. Während die ersten beiden der Wahrnehmung zuzuordnen waren, bezogen sich letztere auf die Motorik (vgl. Aschersleben, 2002). Erst später wurde diese stringente Linearität gelockert und zugunsten einer sich zumindest zeitweise zeitlich überlappenden, parallelen Verarbeitung aufgegeben. Zudem wurden auch hier weitere Stufen ergänzt. So ging Sanders (1990) auf Basis der einschlägigen Literatur zur additiven Struktur von traditionellen Wahl-Reaktionsaufgaben davon aus, dass es sechs verschiedene Stadien der Informationsverarbeitung gibt, die sich wiederum in drei wahrnehmungsbasierte: 1. *Reizvorverarbeitung (preprocessing)*, 2. *Merkmalsextraktion (feature extraction)* und 3. *Identifikation (identification)*; des Weiteren einen entscheidungsbasierten: 4. *Reaktionsauswahl (response choice)* und zwei bewegungsbasierte Prozesse: 5. *Reaktionsprogrammierung (programming)* und 6. *motorische Adjustierung (motor-adjustment)* unterteilen lassen. Dieses Grundmodell (Abbildung 2) kann, so die Annahme des Autors, durch Hinzufügen anderer Stadien bei komplexeren Aufgaben erweitert oder angepasst

werden. Auch gilt die Unterscheidung von Wahrnehmungsprozess-Stufen auf der einen Seite und Antwort-Auswahl-Stufen auf der anderen Seite laut Sanders durch diverse Studien als bestätigt (Sanders, 1990). Verschiedene wahrnehmungspsychologische Phänomene lassen sich anhand dieses Modells den einzelnen Stufen der Informationsverarbeitung zuordnen und stützen wiederum so im Umkehrschluss selbst die Struktur dieses Modells, handelt es sich doch zumeist um klar voneinander abgrenzbare und gut untersuchte Phänomene (Sanders, 1990). So merkt Sanders (1990) beispielsweise unter Bezugnahme auf Stoffels, van der Molen und Keuss (1989) an, dass das Stadium der *Identifikation* mit dem *Simon Effekt* sowie auch allgemeiner mit Effekten der *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* einhergehen könnte. Diese könnten jedoch auch erst auf einer späteren Stufe, der der *Reaktionsauswahl*, angesiedelt werden. Die jeweilige Einordnung ist dabei abhängig von der theoretischen Herangehensweise und wird mitbedingt durch die Wahl des Erklärungsansatzes, der den jeweiligen Forschungserkenntnissen zugrunde gelegt wird.

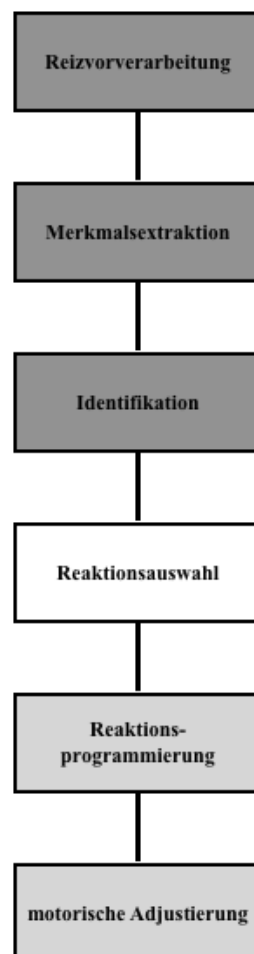


Abb. 2: Prozessmodell der Informationsverarbeitung; eigene Bearbeitung nach Sanders (1990, S. 133).

Sanders Modell (1990) sei hier stellvertretend für zahlreiche unterschiedliche Modelle der Informationsverarbeitung angeführt, die je nach Interessenschwerpunkt, aber auch psychologischer Forschungsrichtung und Fragestellung, unterschiedliche Grundannahmen treffen und das Basisschema erweitern, umgestalten oder gänzlich verändern. Auch bei Schmidt und Wrisberg (2008) findet sich mit der *Reiz-Identifizierung*, der *Antwort-Auswahl* und der *Antwort-Programmierung* eine ähnliche Struktur und Gewichtung der Prozessstufen vom Stimulus hin zur Reaktion.

Die Standardsichtweise der Informationsverarbeitung kann gemäß Aschersleben (2002) folgendermaßen zusammengefasst werden: „Wenn ein Reiz präsentiert wird, triggert dieser Reiz eine Reihe von parallelen und seriellen Verarbeitungsschritten. Einige frühe Schritte finden ausschließlich reizgesteuert statt. Andere spätere Verarbeitungsschritte hingegen werden auch durch die Top-down-Einflüsse wie Gedächtnis oder Aufmerksamkeit kontrolliert. Das Endprodukt der visuellen Verarbeitung entsteht schließlich durch die Kombination der Ergebnisse der verschiedenen beteiligten Operationen.“ (Aschersleben, 2002, S. 898).

Ferner wird häufig auch zwischen unbewusster, direkter oder automatischer Informationsverarbeitung auf der einen Seite und bewusster, indirekter oder kontrollierter Informationsverarbeitung auf der anderen Seite unterschieden (vgl. u. a. Schmidt & Wrisberg, 2008); ein Umstand, dem auch die sogenannten *Zwei-Prozess-Modelle* (*Dual Process Model*) Rechnung tragen. Diese gehen davon aus, dass es zwei Routen der Informationsverarbeitung von der Wahrnehmung eines Reizes bis hin zur Reaktion gibt. Während in Letzterer die entsprechende Antwort auf einen Reiz intentionsgeleitet und daher kontrolliert gewählt wird, geht die Generation der Reaktion in Ersterer automatisiert und damit eher unkontrolliert vonstatten. Kommen beide Routen in ihrem Ergebnis zur selben Reaktion oder ist die automatisch aktivierte Reaktion die richtige in Hinblick auf die Aufgabenstellung, so ist die Reaktionszeit verkürzt. Ist diese aber im Gegenzug die falsche, so muss die automatisch gewählte Reaktion zunächst gehemmt und in einem zusätzlichen Schritt die richtige Antwort generiert werden (vgl. Vallesi, Mapelli, Schiff, Amodio, & Umiltà, 2005). Nach DeJong, Liang und Lauber (1994) sind diese beiden Prozesse unabhängig voneinander und stellen somit separate Zweige eines Systems dar. Dennoch läuft der Weg bis zur Ausführung der richtigen Antwort auf einen Reiz hin unter Beteiligung beider Prozesse ab (vgl. Vallesi et al., 2005; DeJong et al., 1994). Im Verlauf dieses Kapitels der vorliegenden Diplomarbeit wird an späterer Stelle

nochmals im Zusammenhang mit den Ausführungen zum *Simon Effekt* ausführlicher Bezug auf die *Zwei-Prozess-Modelle* genommen werden.

3.2 Kompatibilitätseffekte

Nach Ansicht vieler Forscher (vgl. u. a. Kornblum, Hasbroucq, & Osman, 1990; Umiltà & Nicoletti, 1990) lässt sich der *Simon Effekt* allgemein gesprochen als ein *räumlicher Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekt* auffassen oder anders formuliert, dieser Oberklasse von Effekten zuordnen. Diesem Umstand soll an dieser Stelle Rechnung getragen werden, indem im Folgenden zunächst zum besseren Verständnis Kompatibilitätseffekte im Allgemeinen (3.2) thematisiert werden, um dann im Anschluss daran mit dem *Simon Effekt* (3.3) im Speziellen ein Beispiel für einen solchen näher zu erläutern.²

In seinem Erfahrungsalltag sieht sich der Mensch permanent mit einer Reihe von Reizen unterschiedlichster Qualität und (Sinnes-)Modalität konfrontiert. Wie zuvor in Kapitel 3.1 dargestellt, werden verschiedene Prozessstufen der Informationsverarbeitung durchlaufen bis es schlussendlich zur Ausführung oder Hemmung einer Reaktion kommt (vgl. u. a. Schmidt & Wrisberg, 2008). Die Bezeichnung *Mapping* beschreibt nun die Verknüpfung einer bestimmten Reaktion und eines bestimmten Reizes (Kornblum et al., 1990). Diese Reiz-Reaktions-Paare können ihrerseits wiederum kongruent oder inkongruent in Bezug auf die Aufgabenstellung sein: entspricht die durch die Aufgabe zu erwartende Reaktion der durch den Reiz aktivierten Reaktion, so ist die Antwortreaktion erleichtert (je nach Operationalisierung z. B. schnellere Reaktionszeiten oder akkuratere Antworten); stimmen aktivierte und zu erwartende Reaktion jedoch nicht überein, so ist die Antwort erschwert.

Gemäß Kornblum et al. (1990) ist es dabei möglich, dass ein Reiz mehr als nur eine (Merkmals-)Dimension besitzt, wobei entweder nur eine oder beide bzw. mehrere Dimensionen des Reizes mit der Reaktion verknüpft sein können. Wenn beide Reizdimensionen mit der Reaktion korrelieren, so sind diese als redundant einzustufen, da die richtige Reaktion aufgrund beider ausgewählt werden kann. Ist nur eine Reizdimension im Sinne der Aufgabenstellung mit der Reaktion verknüpft, so wird diese ‚relevant‘ genannt, während die andere

² Die Begriffe ‚Reiz‘ und ‚Stimulus‘ für das engl. Wort ‚Stimulus‘, sowie ‚Reaktion‘ und ‚Antwort‘ für das engl. Wort ‚response‘ werden im Folgenden synonym verwendet.

Dimension das ‚irrelevante‘ Merkmal darstellt. Dennoch kann es in diesem Zusammenhang auch vorkommen, dass diese ‚irrelevante‘ Dimension des Reizes ebenfalls eine Überschneidung mit der Reaktionsdimension aufweist, sodass auch hier ein *Mapping*-Effekt hervorgerufen wird, der dem, durch die relevante Dimension bedingten Effekt qualitativ ähnlich ist (Kornblum et al., 1990).

Der Terminus *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* (*stimulus-response compatibility*), im weiteren Verlauf auch synonym mit *S-R-Kompatibilitätseffekt* abgekürzt, geht zurück auf Paul M. Fitts und Charles M. Seeger (1953).³ Generell beschreibt die *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* das Phänomen, dass bestimmte Kombinationen aus Reizen und Reaktionen schnellere und akkuratere, d. h. fehlerfreiere, Antworten produzieren als andere (Proctor & Reeve, 1990). So zeigt sich diese Art von Kompatibilitätsphänomen darin, „dass die Paarung [*Mapping*] bestimmter Reize und Reaktionen zu besonders guten Leistungen führen, bestimmte Reize also besonders gut zu bestimmten Reaktionen „passen“.“ (Hommel, 2002, S. 801). Vor allem die Untersuchung der Reaktionszeiten (RT) hat sich als Erhebungsmethode der Wahl etabliert. Sei es in Tastendruck- oder verbalen Benennungsaufgaben. Eine Betrachtung der Fehlerzahl wird oftmals ebenfalls zu Rate gezogen.

Räumliche Kompatibilitätseffekte, d. h. eine der Dimensionen des Reizes ist räumlicher Natur – der Reiz enthält somit beispielsweise entweder eine (semantische oder symbolische) Richtungsinformation oder die Dimension ist die Position des Reizes selbst – stellen dabei nach Kantowitz, Triggs und Banes (1990) den Hauptuntersuchungsgegenstand der Forschung im Rahmen von *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten* dar. Die *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* ist somit laut Kantowitz und Kollegen (1990) unter Bezugnahme auf Fitts und Seeger (1953) in ihrer einfachsten, ursprünglichsten Form eine Eigenschaft des *räumlichen Mappings* zwischen einem Set von Reizen auf der einen und einem entsprechenden Set von Reaktionen auf der anderen Seite.

Marble und Proctor (2000) zufolge sieht sich der Mensch täglich mit dem Problem konfrontiert, eine möglichst passende und geeignete Reaktion auf ihm widerfahrende physikalische Reize auszuwählen. Dabei sei es nicht weiter erstaunlich, dass bestimmte *Mappings* von Reizen und Reaktionen in einer besseren Handlungsausführung resultieren als andere:

³ Zwar weisen die Autoren in ihren Ausführungen darauf hin, diesen Begriff das erste Mal bei einer Poster-Präsentation von Arnold M. Small gehört zu haben, gelten jedoch dennoch in der Forschungstradition der *S-R-Kompatibilitätseffekte* als Urheber.

So sind Antworten schneller und akkurater, wenn der jeweilige Reizort mit der örtlich korrespondierenden Antwort verbunden ist (*kompatibles Mapping*), als wenn dieser mit einer örtlich nichtkorrespondierenden Antwort verbunden ist (*inkompatibles Mapping*). Dieser Vorteil des örtlich-kompatiblen *Mappings* beschreibt den *räumlichen Reiz-Reaktions(S-R)-Kompatibilitätseffekt* nach Fitts und Seeger (1953) (Marble & Proctor, 2000). Die Robustheit dieses Effekts zeige sich besonders dann, wenn der Ort des Reizes das irrelevante Merkmal des Reizes in Bezug auf die Auswahl der richtigen Antwort darstellt: Werden Probanden dazu aufgefordert, auf das nicht-räumliche Merkmal des Reizes (z. B. Farbe) hin eine Aufgabe zu beantworten, so sind die Antworten schneller, wenn der Ort des Reizes mit der geforderten Reaktion korrespondiert (Marble & Proctor, 2000). Dieser Effekt der irrelevanten räumlichen Merkmalsdimension – so viel sei an dieser Stelle bereits vorweggenommen⁴ – wird *Simon Effekt* (Simon, 1990) genannt (Marble & Proctor, 2000).

Kompatibilitätseffekte finden sich jedoch nicht nur in (räumlichen) Reiz-Reaktions-Beziehungen, sondern auch in Reiz-Reiz- sowie in Reaktions-Reaktions-Beziehungen (Proctor & Reeve, 1990). Im Rahmen dieser Diplomarbeit liegt das Hauptaugenmerk mit dem Untersuchungsgegenstand des *Simon Effekts* allerdings auf (räumlichen) *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten*, sodass sich die Ausführungen im Folgenden auf diesen Aspekt konzentrieren werden.

Im Laufe der Jahre nach der Einführung dieser Klasse von Effekten wurden diese zum Gegenstand zahlreicher Untersuchungen verschiedenster Forschungsfelder. Etliche unterschiedliche Untersuchungsdesigns und Kombinationen von Reiz- und Reaktions-Sets, die eine Flut von Forschungsergebnissen nach sich zogen, waren die Folge.

Kornblum et al. (1990), sowie in Anlehnung daran auch Umiltà und Nicoletti (1990), haben es sich daher zur Aufgabe gemacht, die verschiedenen *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* zu klassifizieren und eine allgemeine Taxonomie aufzustellen, um anhand derer eine eindeutige Zuordnung der Phänomene und Forschungsergebnisse zu ermöglichen und einen Konsens zu schaffen. Gemäß den Autoren Kornblum et al. (1990) gibt es insgesamt vier Klassen von *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten*, die sich zum einen aufgrund des Vorhandenseins oder Nicht-Vorhandenseins einer *dimensionalen Überlappung* bestimmter Merkmale des Reiz-Sets und des Reaktions-Sets unterscheiden lassen, sowie zum anderen

⁴ Eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Phänomen des *Simon Effekts* folgt an späterer Stelle der Diplomarbeit.

anhand der eingangs erwähnten Differenzierung zwischen einer relevanten und irrelevanten Dimension des Reiz-Sets bzw. des Reaktions-Sets (*dimensionale Relevanz*).

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der vier Kategorien von *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten* gemäß der Taxonomie nach Kornblum et al. (1990). Eine ausführliche Ausführung mit Beispielen von Untersuchungsdesigns zu den jeweiligen Typen findet sich auch bei Umiltà und Nicoletti (1990).

Tabelle 1: Taxonomie von S-R-Kompatibilitätseffekten (Kornblum et al., 1990); eigene Bearbeitung nach Umiltà und Nicoletti (1990).

Typ I Kombinationen (Ensembles)	Es besteht keine dimensionale Überlappung, weder in der relevanten noch der irrelevanten Dimension. Reiz-Set und Reaktions-Set teilen keine Merkmale. Jede Paarung von Reiz und Reaktion ist daher gleich leicht oder schwer – es fehlt somit die Voraussetzung für einen <i>S-R-Kompatibilitätseffekt</i> .
Typ II Kombinationen (Ensembles)	Es besteht eine dimensionale Überlappung in der relevanten Dimension; die Voraussetzung eines <i>S-R-Kompatibilitätseffekts</i> ist damit erfüllt. Räumliche, sowie nicht-räumliche Kompatibilitätseffekte sind hier möglich.
Typ III Kombinationen (Ensembles)	Es besteht keine dimensionale Überlappung in der relevanten Dimension, jedoch gibt es eine dimensionale Überlappung in der irrelevanten Dimension. Auch hier ist die Voraussetzung eines <i>S-R-Kompatibilitätseffekts</i> damit erfüllt. Der <i>Simon Effekt</i> wird von den Autoren diesem Typus untergeordnet. Gemäß Umiltà und Nicoletti (1990) finden sich zu <i>Typ III Kombinationen</i> vor allem Studien mit einem räumlichen Merkmal als irrelevante Dimension.
Typ IV Kombinationen (Ensembles)	Es bestehen dimensionale Überlappungen sowohl in der relevanten als auch in der irrelevanten Dimension des Reiz- und Reaktions-Sets. Subtyp IV-A: relevante und irrelevante Dimension sind unterschiedlich Subtyp IV-B: relevante und irrelevante Dimension sind gleich(-wertig) (z. B. <i>Stroop Effekt</i>)

Der Fokus dieser Diplomarbeit liegt auf den *Typ III Kombinationen*, da sich laut Kornblum et al. (1990) auch der *Simon Effekt* dort einordnen lässt. Gemäß den Autoren ist dieser dadurch charakterisiert, dass die Überlappung in diesem Fall zwischen der aufgabenirrelevanten Reizdimension und den Antworten bzw. dem Reaktions-Set besteht (Kornblum & Lee, 1995; für einen Überblick siehe auch Proctor, 2011), nicht aber zwischen dem für die Aufgabenstellung relevanten Reizmerkmal und der Antwortdimension oder zwischen den beiden Reizmerkmalsdimensionen (vgl. auch Lu & Proctor, 2001). Auch Proctor und Reeve (1990) bezeichneten den *Simon Effekt* als „distinct type of compatibility effect“ (S. 483). Die Einordnung des *Simon Effekts* unter den Terminus der *räumlichen S-R-Kompatibilitätseffekte*

hat sich auch in weiterer Folge gehalten und durchzieht die einschlägige Literatur wie ein roter Faden, wenngleich sie nicht unangefochten blieb und ihrerseits Gegenstand zahlreicher Diskussionen geworden ist.

Dennoch lassen sich überwiegend Argumente finden, die allgemein für eine Einstufung des *Simon Effekts* in den größeren Zusammenhang der Kompatibilitätseffekte sprechen und auch vermeintliche Gegenargumente unterstützen letztlich je nach Auslegung wiederum diesen Ansatz. So grenzen beispielsweise Stins und Michaels (1997) den *Simon Effekt* zunächst vom generellen Untersuchungsparadigma der klassischen räumlichen Kompatibilitätstask (Stins & Michaels, 1997) ab. Gemäß den Autoren ist bei Letzterer die Position des Stimulus das aufgabenrelevante Attribut, während diese bei der *Simon Aufgabe* die aufgabenirrelevante Eigenschaft darstellt. Gemäß Proctor (2011) lag darin aber genau die Innovation von Simon und Kollegen gegenüber dem älteren Forschungsfeld zu *S-R-Kompatibilitätseffekten*: Sie seien die Ersten gewesen, die die Auswirkungen eines für die Aufgabenstellung irrelevanten Merkmals des Reizes, in diesem Fall des Reizortes, auf die Performanz bzw. das Reaktionsverhalten ihrer Probanden untersucht haben (Proctor, 2011). Somit passt der *Simon Effekt* mit der Überlappung dieser irrelevanten Merkmalsdimension des Reizes und der Antwortdimension wieder in das Raster der Taxonomie nach Kornblum und Kollegen (1990).

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, dass Kornblum et al. (1990) neben den Möglichkeiten der dimensional Überlappung der relevanten bzw. irrelevanten Reizmerkmalsdimension mit der Reaktionsmerkmalsdimension ebenfalls die Möglichkeit der Überlappung der beiden Reizmerkmalsdimensionen in ihre Taxonomie mit aufgenommen haben, sodass sich neben den vier oben erwähnten Typen von *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten* weitere Kompatibilitätseffektstypen klassifizieren lassen. In Abgrenzung zum *Simon Effekt* sei daher auch der in Tabelle 1 aufscheinende *Stroop Effekt* kurz thematisiert. Nach der vollständigen Taxonomie besteht dieser, wenn es zu Überlappungen aller drei Dimensionen kommt (*Typ XIII Kombinationen*): Sprich sowohl eine Überlappung der relevanten wie auch der irrelevanten Reizdimension mit der Antwortdimension, aber auch der Reizmerkmalsdimensionen untereinander gegeben ist. *Stroop-ähnliche Aufgaben* hingegen bilden die *Typ IV bis XII Kombinationen* je nachdem, ob eine Überlappung der irrelevanten Merkmalsdimension des Reizes mit der Antwortdimension, mit der relevanten Merkmalsdimension des Reizes oder mit beiden vorliegt (Lu & Proctor, 2001).

Anzumerken bleibt daher an dieser Stelle, dass der *Stroop Effekt* per definitionem eher unter die Kategorie der *Reiz-Reiz-Kompatibilität* fällt, da er vor allem auf einer dimensional Überlappung der beiden Reizmerkmale basiert. Aufgrund der unterschiedlichen Kombinationen von Dimensionen der Überlappung bei den beiden Effekte, entstehen diese gemäß Kornblum (1994) auf unterschiedlichen beteiligten Prozessstufen der Verarbeitung. Er konnte diese Annahme experimentell bestätigen und kam im Zuge dessen zu dem Schluss, dass diese beiden Typen auf verschiedenen, separaten Routen verarbeitet werden. Auch Lu und Proctor (2001) kamen im Zuge ihrer Experimentalreihe zum *Stroop Effekt* zu dem Schluss, dass neben einer möglichen S-R-Überlappung des relevanten Reizmerkmals und der Antwortdimension, sowie des irrelevanten Reizmerkmals und der Antwortdimension, auch eine Überlappung der beiden Reizmerkmale gegeben war (S-S-Überlappung), während der *Simon Effekt* ihrer Ansicht nach hingegen weniger von der konzeptionellen Ähnlichkeit der beiden Reizmerkmale abhängt.

So kann festgehalten werden, dass der *Stroop Effekt*, anders als der *Simon Effekt*, auf einer Überlappung der relevanten und der irrelevanten Merkmalsdimensionen des Reizes basiert (Stroop, 1935; vgl. auch Lu & Proctor, 1995). Diese beiden Dimensionen sind per se entweder identisch oder sehr ähnlich und werden durch die Aufgabenstellung als relevant oder irrelevant festgelegt. In der klassischen *Stroop Aufgabe* werden dazu beispielsweise Farbwörter in unterschiedlichen Farben präsentiert. Diese beiden Reizmerkmale können nun entweder kongruent (das Wort ‚grün‘ wird in grüner Farbe präsentiert) oder inkongruent (das Wort ‚grün‘ wird in blauer Farbe präsentiert) sein. Stroop (1935) konnte zeigen, dass die Benennung der Druckfarbe eines Wortes erschwert ist und somit langsamere Reaktionszeiten zur Folge hat, wenn diese nicht mit der semantischen Bedeutung des Farbwortes übereinstimmte. Wenig Einfluss hingegen hatte umgekehrt die Druckfarbe des Wortes auf das Lesen der Farbwörter.

In weiterer Folge wurde, ausgehend von diesem klassischen *Stroop Effekt*, auch der *räumliche Stroop Effekt* (*spatial Stroop Effect*) Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten und diente der Untersuchung des Einflusses irrelevanter räumlicher Information in experimentalphysologischen Fragestellungen (Lu & Proctor, 1995). Ähnlich wie durch das zuvor beschriebene Versuchsdesign hervorgerufen, basiert auch hier der Effekt auf der Verknüpfung des semantischen oder symbolischen Gehaltes des Reizmerkmals (bspw. eine Richtung oder Positionsinformation) mit der physischen Position des Reizes. Wieder können beide Reizmerkmale gleichermaßen durch die Aufgabenstellung als relevante oder irrelevante Di-

mension festgelegt werden. Durch die Manipulation der semantischen Wortbedeutung und der physischen Position des Reizes, können kongruente oder inkongruente Kombinationen entstehen. Ist Ersteres der Fall, ist die Antwort erleichtert; ist Letzteres der Fall, ist sie erschwert. So ist beispielsweise die Nennung der Position (z. B. links), an dem ein Wort mit örtlicher Wortbedeutung eingeblendet wird, verzögert, wenn die inhaltliche Wortbedeutung (z. B. das Wort ‚rechts‘) nicht mit dieser übereinstimmt. Kürzere Reaktionszeiten ergeben sich hingegen bei Übereinstimmung beider Reizmerkmale (z. B. das Wort ‚links‘ wird links eingeblendet) (Lu & Proctor, 2001).

Laut Lu und Proctor (2001) ist ein gemeinsames Charakteristikum des *Simon* und des *Stroop Effekts*, dass sich die Richtung des Effekts für die beiden Reizdimensionen (relevant und irrelevant) asymmetrisch darstellt: In der *Simon Aufgabe* beeinflusst das örtliche Merkmal des Reizes die Reaktionszeit, wenn dieses in Bezug auf die Beantwortung der Aufgabe das irrelevante Merkmal darstellt und die Reaktion auf die relevante, nicht-räumliche Dimension des Reizes hin erfolgen soll (z. B. Reizfarbe). Ist das örtliche Merkmal hingegen relevant, so hat die irrelevante Dimension (Farbe) keinen Einfluss auf die Reaktionszeit (Lu & Proctor, 2001). In der *verbalen Stroop Farb-Benennungs-Aufgabe* nimmt die irrelevante, semantische Farb-Information ebenfalls Einfluss auf die Reaktionszeit, in der die relevante Dimension der tatsächlichen Wortfarbe genannt werden soll; ist hingegen die tatsächliche Farbe irrelevant, so beeinflusst diese nicht die Zeit, in der die semantische Farbbedeutung vorgelesen werden soll (Lu & Proctor, 2001). In der *verbalen räumlichen Stroop Aufgabe* beeinflusst die irrelevante, semantische Ortsinformation äquivalent die Reaktionszeit, in der auf die relevante, tatsächliche Position des Wortes reagiert werden soll. Ist die tatsächliche Position des Reizes jedoch das irrelevante Merkmal, nimmt sie wenig Einfluss darauf, die semantische Ortsinformation zu benennen (Lu & Proctor, 2001). Ein umgekehrtes Bild dieser asymmetrischen Beziehung zeigt sich hingegen für Tastendruckexperimente. Je nach Aufgabenversionen lassen sich jedoch auch symmetrische Beziehungen zwischen den Merkmalsdimensionen finden (vgl. Lu & Proctor, 2001). Bei der Wahl des Untersuchungsparadigmas gilt dies dementsprechend zu beachten.

Einhergehend mit dem Fortschreiten der Forschungsarbeiten zu den Effekten haben sich seit Einführung des Konstruktes unterschiedliche Erklärungsansätze herauskristallisiert. Die drei in ihrer Folge einflussreichsten Ansätze zur Erklärung der *Typ III Kombinationen* von *räumlichen S-R-Kompatibilitätseffekten* gelangen beispielsweise bei Umiltà und Ni-

coletti (1990) zur Darstellung und sollen nun auch an dieser Stelle unter Bezugnahme auf die Ausführungen der beiden Autoren in ihren Grundzügen näher erläutert werden. Auf eine darüber hinausgehende Beschreibung dieser und auch der mit ihnen verbundenen Debatte der verschiedenen Forschungslager wird jedoch in Hinblick auf den Umfang der Diplomarbeit bewusst verzichtet.

Gemäß den Autoren stellen alle drei Ansätze nachweislich heraus, dass im Kontext der Informationsverarbeitungsprozesse die Stufe der *Antwort-Auswahl* (*response selection*) diejenige ist, in der *S-R-Kompatibilitätseffekte* entstehen (Umiltà & Nicoletti, 1990). Die eigene Empirie untermauere diesen Standpunkt. Darüber hinaus sei allen drei Ansätzen weiterhin gemeinsam, dass sie von einem Automatismus ausgehen würden, der nicht der (willkürlichen) Aufmerksamkeit bedürfe, da die Überlappung auf der irrelevanten Dimension stattfinde, die aufgrund der Irrelevanz für die Aufgabe nicht im Fokus der Aufmerksamkeit stehen solle und damit nicht der kontrollierten Verarbeitung unterliege (Umiltà & Nicoletti, 1990).

Zu Beginn des Vergleiches der verschiedenen Erklärungsansätze erläutern Umiltà und Nicoletti (1990) als Erstes die *Aufmerksamkeits-Hypothese* (*Attentional Hypothesis*). Die Forschungsarbeiten von Simon (1968; 1969) oder auch von Simon und seinem Kollegen Rudell (1967) sind laut Umiltà und Nicoletti (1990) geprägt von dem zugrunde liegenden Erklärungsansatz, dass der Mensch eine natürliche Tendenz aufweist, in Richtung der Quelle des imperativen Reizes zu antworten. Dies basiere wiederum auf der Idee, dass es sich dabei um eine Art Orientierungsreaktion handeln muss, da der imperative Reiz als eine Art Hinweisreiz wirkt, der wiederum eine automatische Antwort in selber Richtung hervorruft (Umiltà & Nicoletti, 1990).

Gemäß der Arbeitsgruppe um Umiltà sei der Erklärungswert dieses Ansatzes jedoch in Hinblick auf *räumliche S-R-Kompatibilitätseffekte* der *Typ III Kombinationen* erschöpft und in der Empirie nicht haltbar, da die Forschung aufzeige, dass sich nicht alle damit in Verbindung stehenden Phänomene erklären lassen bzw. sogar im Widerspruch zu den gemäß der Hypothese aufgestellten Erwartungen stünden (siehe u. a. Umiltà & Liotti, 1987; Umiltà & Nicoletti, 1985).

Ein weiterer Ansatz in diesem Zusammenhang ist laut Umiltà und Nicoletti (1990) die *Hypothese der dimensionalen Überlappung* (*Dimensional Overlap Hypothesis*). Dieses Modell geht auf Kornblum et al. (1990) zurück und geht einher mit der eingangs erwähnten, von den Autoren aufgestellten Taxonomie der *S-R-Kompatibilitätseffekte*. Sieht man von der

vierten Möglichkeit keiner Überschneidung ab, so unterscheiden Kornblum et al. (1990) und später auch Kornblum und Lee (1995) generell zwischen drei verschiedenen Möglichkeiten der Überlappung von Reiz-Reaktions-Paarungen. Dabei kann es zu einer Überlappung zwischen a) der relevanten Reizdimension und der Reaktionsdimension, sowie zwischen b) der irrelevanten Reizdimension und der Reaktionsdimension oder zwischen c) der relevanten und der irrelevanten Reizdimension kommen (vgl. u. a. Proctor, 2011).

Gemäß des Modells (vgl. Kornblum et al., 1990; Umiltà & Nicoletti, 1990) kommt es im Zusammenhang mit den *Typ-III Kombinationen* zu einem *S-R-Kompatibilitätseffekt* in der irrelevanten Dimension, da es eine Überlappung der irrelevanten Dimension des Reiz-Sets mit dem Reaktions-Set gibt: ein bestimmtes Merkmal des Reiz-Sets löst hierbei eine automatische Aktivierung eines Merkmals der Reaktions-Sets aus. Wenn die so ausgelöste Reaktion die richtige im Sinne der Aufgabenstellung bzw. im Sinne der relevanten Dimension ist, so ist die Reaktionsauswahl vereinfacht; die Reaktionszeit ist somit verkürzt. Ist die ausgelöste Reaktion hingegen falsch, so ist das Gegenteil der Fall: der gebahnte (geprimte) Reaktions-Kode muss unterdrückt werden und die Reaktionsauswahl ist zeitlich verzögert. Als Erklärung wird dabei das automatische Priming eines Elementes der Reaktion durch ein Element des Reizes herangezogen: Aufgrund der dimensionalen Überlappung der räumlichen Merkmalsdimension des Reizes und der räumlichen Merkmalsdimension der Reaktion, bahnt (primed) der örtliche Kode (*location code*) des Stimulus den entsprechenden Reaktions-Kode (Metzker & Dreisbach, 2011; Lu & Proctor, 1995; Rubichi et al., 1997).

Der Erklärungswert dieses Modells gehe laut Umiltà und Nicoletti (1990) über das des vorherigen Ansatzes hinaus und würde auch unterschiedlichen Begleitphänomenen gerecht. Jedoch könnten auch hier nicht alle Forschungslücken geschlossen werden.

Zu guter Letzt erwähnen Umiltà und Nicoletti (1990) die *Kodierungs-Hypothese* (*Coding Hypothesis*). Als Urheber dieses Ansatzes gilt ursprünglich Wallace (1971), doch sind auch Umiltà und Nicoletti (1985) Vertreter dieser theoretischen Annäherung und greifen diese in weiterer Folge für die Erklärung von *S-R-Kompatibilitätseffekten* auf Basis der irrelevanten Dimension auf. Die Grundidee ist dabei gemäß den Autoren (Umiltà & Nicoletti, 1990), dass im Moment der *Reaktionsauswahl* (*response selection*) zwei räumliche Codes zur Verfügung stehen: Während der erste Kode aufgrund der Aufgabenstellung bzw. der relevanten Dimension des Stimulus-Sets generiert wurde, wurde der zweite, obwohl für die Aufgabenstellung von keinem informativen Nutzen, aufgrund der irrelevanten Dimension des Stimulus-Sets automatisch (mit)geformt. Stimmen nun die durch die relevante und irre-

levante Dimension generierten Codes überein, wie dies beispielsweise in kompatiblen S-R-Paarungen der Fall ist, so ist die Reaktionsauswahl vereinfacht und die Reaktionszeit damit verkürzt – stimmen sie jedoch nicht überein oder sind nicht gleichwertig wie bei inkompatiblen S-R-Paarungen, so ist die Reaktionsauswahl erschwert und die Reaktionszeit damit verlängert (Umiltà & Nicoletti, 1990). Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Unterscheidung zwischen *räumlichen S-R-Kompatibilitätseffekten*, die entweder anhand von Überschneidungen der irrelevanten oder der relevanten Dimension mit der Reaktionsdimension zu Stande kommen: Während bei Ersteren der Effekt gemäß des Modells auf der Stufe der *Antwort-Auswahl (response selection stage)* anzusiedeln ist, ist bei Letzteren der Effekt ein Produkt auf *Ebene der Übersetzung* des Stimulus Codes in den Antwort-Code (*translation stage*) (Umiltà & Nicoletti, 1990). Da die *Typ III Kombinationen* und unter ihnen auch der *Simon Effekt* aufgrund einer Überlappung in der irrelevanten Dimension entstehen, ist Erstes hier von Belang.

Gemäß Umiltà und Nicoletti (1990) habe der Ansatz der *Kodierungs-Hypothese* den größten Erklärungswert in Abgrenzung zu den beiden anderen, da er die meisten mit *S-R-Kompatibilitätseffekten* in Verbindung stehenden Forschungsergebnisse erschöpfend zu erklären vermag. Allerdings sei an dieser Stelle kritisch angemerkt, dass die beiden Autoren selbst, wie zuvor erwähnt, als Vertreter dieses Ansatzes in die Forschungsgeschichte eingingen und eine Präferenz daher klar gegeben scheint.

Eine Wertung im Sinne einer Hierarchie der Erklärungsansätze oder die Beantwortung der Frage, welcher der Ansätze am geeignetsten erscheint, soll im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht gegeben werden. Die Darstellung dieser erfolgte zum besseren Verständnis, da aufbauend auf diesen bzw. in Tradition mit diesen auch die Erklärungsansätze des *Simon Effekts*, die an späterer Stelle noch zur Ausführung gelangen werden, zu sehen sind (siehe Kapitel 4.3.2).

Von den Erklärungsmodellen bisher unberücksichtigt blieb die zeitliche Komponente der Aktivierung, auf die an dieser Stelle ebenfalls kurz eingegangen werden soll. Laut Lu und Proctor (2001) legen diverse Studien nahe, dass die relative zeitliche Aktivierung einen wesentlichen Faktor in Hinblick auf die Höhe des Effekts der irrelevanten Dimension auf die Reaktion darstellt. Im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* bedeutet dies gemäß den Autoren, dass die Höhe des Effekts abnimmt, wenn die *SOA (Stimulus Onset Asynchrony)* zwischen der irrelevanten und der relevanten Dimension zunimmt (Lu & Proctor, 2001). Der

Begriff der SOA bezeichnet dabei das zeitliche Intervall zwischen den Präsentationen der beiden Reizdimensionen. Hommel schlug als Erklärung für diesen funktionellen Zusammenhang der Höhe des Effekts und der SOA ein *Modell der zeitlichen Überlappung* (*temporal overlap*: Hommel, 1993b) vor, um den Effekt der irrelevanten Ortsinformation eines Stimulus auf die Reaktion zu beschreiben (Lu & Proctor, 2001). Gemäß des Modells wird angenommen, dass der räumliche Code bei der Reizpräsentation für das Merkmal des Reizortes automatischer und schneller geformt wird als der zugehörige räumliche Code der relevanten Stimulusdimension. Ersterer Kodierungsprozess verlangsamt sich jedoch in weiterer Folge, da der Reizort in Hinblick auf die Aufgabenstellung das irrelevante Merkmal darstellt. Da die Verarbeitungsgeschwindigkeit der relevanten Stimulus-Eigenschaft gegenüber der irrelevanten Stimulus-Eigenschaft kleiner ist, ergibt sich eine niedrige zeitliche Überlappung der beiden Kodierungsprozesse, sodass der resultierende *Simon Effekt* von geringerer Stärke ist (Lu & Proctor, 2001). Zum Nachweis seines Modells, manipulierte Hommel (1993b) in seinen Experimenten den zeitlichen Abstand zwischen den beiden Kodierungsprozessen, indem er die Geschwindigkeit der Kodierung des relevanten Merkmals gegenüber der Kodierung der irrelevanten Merkmalsdimension des Reizes verringerte (Lu & Proctor, 2001). Diesen Vorteil der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension erreichte er beispielsweise durch die Variation der Reizqualität oder des Reizhintergrundes (Lu & Proctor, 2001). Die Ergebnisse zeigten eindeutig, dass die Stärke des *Simon Effekts* mit zunehmendem zeitlichen Abstand zwischen der Kodierung der relevanten und der irrelevanten Merkmalsdimension abnahm (Lu & Proctor, 2001). Konzipierte Hommel (1993b) das Modell der zeitlichen Überlappung ursprünglich für die irrelevante Reizposition im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt*, so konnte es in weiterer Folge auch auf die Verarbeitung multidimensionaler Reizmerkmale erweitert werden: Die Annahme, dass die Aktivierung durch irrelevante Reizmerkmale mit der Zeit abnimmt, erscheint von allgemeiner Gültigkeit auch im Kontext anderer, nichtörtlicher Reizmerkmale, da aus deren Aufrechterhaltung kein Nutzen gezogen werden kann (vgl. Lu & Proctor, 2001).

Die Annahmen Lu und Proctors (2001) sowie das Modell Hommels (1993b) stellen sich – wie im weiteren Verlauf der Arbeit noch herausgestellt werden wird – konträr in Hinblick auf die an die Fragestellung der vorliegenden Arbeit geknüpften Unterhypothesen der Verstärkung des *Simon Effekts* durch den zeitlichen Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension dar.

Anzumerken bleibt in diesem Zusammenhang außerdem, dass die Stärke der Reiz-Reaktions-Assoziation und damit von Kompatibilitätseffekten, wie dem *Simon Effekt*, darüber hinaus von einer Reihe weiterer Faktoren abhängig ist: So spielt beispielsweise auch die Wahl der Erhebungsmethode sowie der Präsentationsmethode in Hinblick auf die Passung und das *Mapping* von Reiz-Set und Reaktions-Set eine Rolle. Als zu berücksichtigen gelten daher nach Lu und Proctor (2001) die *konzeptuelle Ähnlichkeit* (*conceptual similarity*) und die *Modus- bzw. physikalische Ähnlichkeit* (*mode similarity* bzw. *physical similarity*). Erste ist größer, wenn Reiz und Reaktion sich auf das selbe Konzept beziehen (z. B. Ortsinformation), als wenn dies nicht gegeben ist (Farbe und Ort). Letztere hingegen ist hoch, wenn verbale Stimuli mit Antworten auf Benennungsaufgaben und non-verbale Stimuli mit Antworten auf Tastendruckaufgaben gepaart werden (Lu & Proctor, 2001). Ist dies jeweils für die Dimension des irrelevanten Merkmals des Reizes und die Dimension der Antwort der Fall, so ist ein stärkerer *Simon Effekt* die Folge.

3.3 Der Simon Effekt: ein räumlicher S-R-Kompatibilitätseffekt

Wie im vorherigen Subkapitel 3.2 dargestellt, lässt sich auch der *Simon Effekt* unter die Oberklasse der *räumlichen Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* einordnen (vgl. u. a. Kornblum et al., 1990; Proctor & Reeve, 1990; Umiltà & Nicoletti, 1990).

Im ersten Segment dieses Unterkapitels soll nun zunächst der bereits im Vorfeld vielfach erwähnte *Simon Effekt* anhand seiner Entwicklung und Geschichte vorgestellt werden (3.3.1). Zusätzlich gelangen ausgewählte empirische Befunde zur Darstellung, um einen Einblick in die Bandbreite des Forschungsfeldes zu geben, sowie den *Simon Effekt* und damit verbundene Begleitphänomene entsprechend zu untermauern. Darauf aufbauend werden im zweiten Teil verschiedene in der Literatur etablierte Erklärungsansätze vergleichend gegenübergestellt (3.3.2). Dies geschieht in Hinblick auf die Einordnung des *Simon Effekts* als *räumlicher S-R-Kompatibilitätseffekt*.

3.3.1 Entwicklung und Geschichte des Simon Effekts anhand ausgewählter empirischer Befunde

Der *Simon Effekt* (Simon, 1967) gilt als in der Literatur vielfach replizierter *räumlicher S-R-Kompatibilitätseffekt*, der ursprünglich die Beobachtung beschreibt, dass die Antworten von Probanden in Diskriminationsaufgaben schneller bei Übereinstimmung von Reiz- und Reaktionsort geschehen, selbst wenn die Reizposition irrelevant für die Aufgabe ist (vgl. bspw. Lu & Proctor, 1995). Simon selbst beschrieb diese Beobachtung im Reaktionsverhalten seiner Probanden als natürliche Tendenz, in Richtung der Reizquelle zu reagieren („natural“ tendency to react towards the source of stimulation“) (Simon, 1969, S. 175).

Mit dem 43-jährigen Jubiläum des Phänomens im Jahre 2011 blickt es auf eine lange und damit auch fruchtbare Forschungstradition zurück, seit es von seinem Namensbegründer Simon eher zufällig entdeckt wurde. Gegenstand der Studie von Simon und seinem Kollegen Rudell (1967) war ursprünglich die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem stimulierten Ohr und der Händigkeit der Probanden in einer auditiven Reaktionsaufgabe. Die Autoren wollten anhand eines Experiments nachweisen, dass Rechtshänder schneller auf die Stimulation ihres rechten Ohres reagieren, während Linkshänder schneller auf die Stimulation des linken Ohres reagieren sollten. Dazu wurde ihren Probanden die Worte ‚links‘ oder ‚rechts‘ zufällig entweder im linken oder rechten Ohr auditiv präsentiert. Sie sollten, so die Instruktion, mit Tastendruck gemäß des semantischen Inhaltes des Wortes auf entweder eine linke oder rechte Taste reagieren. Die Ausgangshypothese der Autoren, dass es einen übergeordneten Zusammenhang zwischen der Händigkeit der Probanden und dem stimulierten Ohr geben müsse, der zu schnelleren Antworten in der korrespondierenden Bedingung hätte führen sollen, konnte durch die Ergebnisse nicht bestätigt werden. Stattdessen fanden die Autoren jedoch heraus, dass die Probanden signifikant schneller reagierten, wenn das stimulierte Ohr und die semantische Bedeutung des Wortes korrespondierten: Ihre Probanden zeigten kürzere Reaktionszeiten, wenn sie das Wort ‚rechts‘ im rechten Ohr hörten bzw. das Wort ‚links‘ im linken Ohr, als wenn Wortbedeutung und stimuliertes Ohr nicht übereinstimmten (Wort ‚links‘ in rechtem Ohr oder Wort ‚rechts‘ im linken Ohr). Es lag somit eine Interaktion zwischen der semantischen Wortbedeutung und dem stimulierten Ohr vor, obwohl das Ohr, in welchem das Wort präsentiert wurde, mit der Aufgabenstellung an sich nicht direkt in Verbindung stand, da nur auf die semantische Wortbedeutung mittels korrespondierendem Tastendruck reagiert werden sollte. Gemäß den Autoren legte dieses Ergeb-

nis darüber hinaus nahe, dass es eine starke natürliche assoziative Tendenz zu geben scheint, zwischen der Stimulation des rechten Ohres und der Antwort mittels rechter Taste, sowie analog dazu, der Stimulation des linken Ohres und der Antwort mittels der linken Taste.

Sie selbst bezeichneten ihre Ergebnisse mit dem englischen Ausdruck „*serendipity*“, (Simon & Rudell, 1967, S. 300) was auf Deutsch so viel wie ‚glückliche (Schicksals-)Fügung‘ oder auch ‚glücklicher Zufall‘ bedeutet. Mit Blick auf die folgende Forschungstradition stellte sich diese Beschreibung im Nachhinein als treffend heraus.

Gemäß Proctor (2011) sei jedoch kritisch angemerkt, dass dieses ursprüngliche Experiment genau genommen nach späteren Definitionen noch nicht einwandfrei als klassischer *Simon Effekt* zu bezeichnen sei, da sowohl eine Überlappung der irrelevanten Stimulusdimension mit der relevanten Stimulusdimension als auch mit der Antwortdimension ursächlich für den Effekt gewesen sein könnte (vgl. Lu & Proctor, 1995). Auch Hommel (2011b) stimmte dieser Problematik zu und bezeichnete Simons und Rudells Ergebnis als „theoretisch überdeterminiert“ (Hommel, 2011b, S. 190: „theoretically overdetermined“) und daher „schwierig zu interpretieren“ (Hommel, 2011b, S. 190), da aufgrund der Konfundierung der dimensional Überlappungen keine eindeutige Erklärung herangezogen werden könne. Genau genommen lässt sich anhand dieses Versuchsdesigns nicht eindeutig unterscheiden, ob es sich hier um einen *Reiz-Reiz-Kompatibilitätseffekt* oder einen *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekt* handelt. Ersterer wäre eher in Richtung eines *Stroop Effekts* (Stroop, 1935) zu interpretieren, während der klassische *Simon Effekt*, wie bereits erwähnt, in weiterer Forschungsfolge letzterer Kategorie zugeordnet wurde und wird.

In seinen Folgeuntersuchungen nach der Entdeckung des Effekts bediente sich Simon, aufbauend auf dem vormaligen Zufallsbefund, einer systematischeren Herangehensweise der Untersuchung, die die oben geschilderte Problematik umging. So konnten er und sein Kollege Small (1969) nachweisen, dass sich auch ein stabiler *Simon Effekt* finden lässt, wenn anstatt der Worte ‚links‘ und ‚rechts‘, hohe und tiefe Töne als auditive Stimuli verwendet wurden, auf die mittels Betätigung einer linken oder rechten Taste reagiert werden sollte. Auch hier konnten die Ergebnisse von Simon und Rudell (1967) repliziert werden: Die Probanden reagierten signifikant schneller bei Übereinstimmung des stimulierten Ohres und der Tastenposition, obwohl das jeweilige Ohr in Bezug auf die Aufgabenstellung irrelevant war. In diesem Fall ist eine Überlagerung der relevanten (Höhe des Tons) und irrelevanten Dimension des Reizes (stimuliertes Ohr) nicht gegeben, sehr wohl aber eine Assoziation zwi-

schen der irrelevanten Dimension des Reizes (stimuliertes Ohr) und der Dimension der Reaktion (zu betätigende Taste).

Im Zuge seiner Untersuchungen zum *Simon Effekt* generierte Simon in den späten 1960er Jahren mit der *Simon Aufgabe* (*Simon Task*) eine Wahl-Reaktionsaufgabe (*choice-reaction task*) und damit ein Untersuchungsparadigma, mit dem sich verschiedenste Fragestellungen der menschlichen Informationsverarbeitung untersuchen lassen (Proctor, 2011; Hommel, 2011b).

An dieser Stelle der Darstellung des theoretischen Hintergrundes empfiehlt es sich daher zum besseren Verständnis und zur Abgrenzung gegenüber anderen Untersuchungsparadigmen den in weiterer Folge oftmals in der Forschung verwendete Grundaufbau eines klassischen Tastendruckexperiments zum *Simon Effekt*, die zuvor erwähnte sogenannte *Simon Aufgabe* (*Simon Task*) zu beschreiben und anhand derer den *Simon Effekt* selbst genauer zu erklären. Diese gestaltet sich wie folgt: Die Probanden werden instruiert mit beispielsweise der rechten Taste auf einen roten und mit der linken Taste auf einen grünen Stimulus auf dem Bildschirm zu reagieren. Der Ort des Stimulus (irrelevante) Dimension soll dabei ignoriert werden und nur nach Farbe (relevante Dimension) via Tastendruck diskriminiert werden. Dabei zeigt sich, dass die Testpersonen schneller reagieren, wenn Stimulusort und Position der Reaktionstaste übereinstimmen, sprich – gemäß dem Beispiel – der rote Stimulus rechts auf dem Bildschirm aufscheint, wohingegen ihre Reaktionszeit verlangsamt ist, wenn die beiden Dimensionen inkompatibel sind. Mit anderen Worten: korrespondieren Stimulus und Reaktion räumlich, so erfolgen schnellere Reaktionen, während langsamere Reaktionen aus räumlich nicht korrespondierenden S-R-Zuordnungen resultieren. Darüber hinaus begehen die Versuchspersonen in der kompatiblen Bedingung weniger Reaktionsfehler gegenüber der inkompatiblen Versuchsbedingung. Laut Umiltà und Nicoletti (1992) benannten Hedge und sein Kollege Marsh (1975) diesen stabilen Effekt dann in ihren Abhandlungen erstmalig nach seinem Entdecker mit dem Terminus *Simon Effekt* - unter diesem Namen fand jener in weiterer Folge dann Eingang in die Literatur.

Auch waren es die Autoren Hedge und Marsh (1975), die den *Simon Effekt* – nicht wie zuvor nur in horizontaler Ausrichtung – sondern experimentell auch auf vertikaler Achse replizierten. Sie wollten mit ihren Untersuchungen die Abhängigkeit des *Simon Effekts* von der „räumlichen Orientierung“ sowie dem „logischen Charakter der Aufgabenstellung“ aufzeigen (Hedge & Marsh, 1975, S. 427) und kamen im Zuge dessen zu einer ganzen Reihe

von weiteren Schlussfolgerungen. Hedge und Marsh waren die Ersten, die mit der Umkehrung des *Simon Effekt*, dem *invertierten Simon Effekt (reverse Simon Effect)*, ein neues Sub-Forschungsfeld eröffneten, das in weiterer Folge den Ausgangspunkt vieler Untersuchungen markierte und mit den unterschiedlichsten Versuchsdesigns repliziert wurde. Vor allem aber muss ihnen dabei zugute gehalten werden, dass sich die ursprünglich von Simon selbst getroffene Interpretation des *Simon Effekts* als bloße „natürliche Tendenz einer Antwort in Richtung des Reizortes“ durch ihre Forschungsergebnisse als nicht mehr haltbar erwies und ihre Untersuchungen somit die Suche nach alternativen Erklärungen zur Folge hatte (vgl. DeJong et al., 1994). Auf eine über die Nennung dessen hinausgehende Darstellung dieses Subzweiges des *Simon Effekts* wird jedoch an dieser Stelle verzichtet.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde der *Simon Effekt* von Simon selbst aber auch von vielen anderen Forschungsgruppen systematisch anhand verschiedenster Versuchsdesigns und mit unterschiedlichen Forschungsfragen und -hypothesen untersucht und auf andere (Sinnes-)Modalitäten ausgeweitet (vgl. z. B. Lu & Proctor, 1995). So hatte Simon mit seinem Kollegen Craft das Phänomen 1970 bereits anhand visueller Stimuli repliziert und sich damit von den ursprünglich verwendeten akustischen Reizen getrennt (Simon & Craft, 1970). Auch geschah im Zuge dessen die Loslösung von der Idee einer physischen Erklärung durch das stimulierte Ohr oder Auge im Sinne einer Hemisphärendominanz oder anatomischer Einflussfaktoren der Handauswahl, hin zu der Idee, dass es das räumliche Positionsmerkmal ist, das den Effekt bedingt. Simon legte seinen Arbeiten zu Beginn die Hypothese einer natürlichen oder stereotypischen Antworttendenz als Erklärung des Phänomens zugrunde und so titulierte er bereits 1969 seine Veröffentlichung mit „Reaktion in Richtung der Reizquelle“ („reactions toward the source of stimulation“).

Später lieferte Simon selbst eine weitergefasste Beschreibung seiner Beobachtungen. Es handele sich beim Phänomen des *Simon Effekts* nicht mehr nur noch wie ursprünglich konzipiert, um eine natürliche Tendenz in Richtung der Reizquelle zu reagieren (Simon, 1969), sondern, laut Proctor (2011) stellte Simon nun fest, dass es eine starke stereotypische Tendenz zu geben scheint, eher initial auf die (aufgabenirrelevante) Richtungsinformationskomponente eines Reizes zu reagieren als auf seinen symbolischen (aufgabenrelevanten) Inhalt (Simon, 1990). Diese weitaus allgemeinere Formulierung trägt der Facettenhaftigkeit des Konzeptes und den Begleitphänomenen, die im Laufe der Forschung der letzten Jahrzehnte durch die unterschiedlichen Versuchsdesigns aufgetreten sind, Rechnung.

Mit dieser weiter gefassten Beschreibung des Effekts lassen sich so eine ganze Reihe von Untersuchungen und Befunde unter dem Terminus des *Simon Effekts* einordnen oder anders formuliert: in weiterer Forschungstradition der ursprünglichen Entdeckung des Phänomens wurden die verschiedensten Untersuchungen und Fragestellungen zur menschlichen Informationsverarbeitung unter dem Label des *Simon Effekts* oder der *Simon Aufgabe* untersucht.

Auch lässt diese Definition wiederum im Umkehrschluss eine Einordnung des *Simon Effekts* unter die allgemeinere Kategorie des *räumlichen S-R-Kompatibilitätseffekts* zu, da diese sich in den wichtigsten Determinanten überschneiden (vgl. Kapitel 3.2). Denn im Grunde genommen sind es die in diesem Fall irrelevanten räumlichen Merkmale oder aber auch andere irrelevante (ggf. auch nicht-räumliche) Eigenschaften des Stimulus-Sets, die sich mit Merkmalen des Reaktions-Sets überschneiden und so die Wahl einer bestimmten Reaktion beschleunigen oder verzögern können (Eimer, 1995; Kornblum et al., 1990; Proctor, 2011). Sind die durch aufgabenrelevante und aufgabenirrelevante Dimension des Stimulus-Sets ausgelösten Reaktionen identisch oder untereinander kompatibel in Bezug auf das Reaktions-Set, so ist die Reaktionszeit verkürzt und den Probanden unterlaufen weniger Fehler. Bezogen sich der *Simon Effekt* und die *Simon Aufgabe* noch zu Beginn rein auf irrelevante räumliche Informationen wie die Reizposition, so wurde der Terminus in weiterer Folge immer stärker ausgeweitet und auch mitunter im Kontext von Korrespondenz-Effekten nicht-räumlicher Reizdimensionen angewendet (Proctor, 2011). Auch Hedge und Marsh (1975) kamen im Zuge ihrer Untersuchungen zu dem Schluss, dass Analogien des *Simon Effekts* für eine ganze Bandbreite von Kombinationen aus irrelevanten und relevanten Eigenschaften aufgezeigt werden können.

Auch der Kompatibilitätseffekt, der gemäß der Fragestellung dieser Diplomarbeit zu erwarten ist, so viel sei an dieser Stelle bereits vorweg genommen, fällt mit der oben genannten Definition unter das Phänomen des *Simon Effekts*: Sollen doch die Probanden gemäß der Hypothese schneller reagieren, wenn die semantische Wortbedeutung (irrelevante Dimension) mit der gemäß der Farbe (relevante Dimension) zu erwartenden Reaktion übereinstimmt.

Die Herangehensweise über das Merkmal des semantischen Gehalts des Reizes als irrelevante Dimension des Reizes findet sich auch schon bei Proctor et al. (2000). Die Autoren konnten in ihrer Experimentalreihe zeigen, dass Wörter mit semantischer Ortsinformation einen positiven *Simon Effekt* zur Folge haben, wenn diese das aufgabenirrelevante Merkmal des Reizes darstellen. Ebenfalls Wörter mit semantischer Richtungsinformation verwen-

deten auch Lu und Proctor (2001) in ihrem Design und wiesen so den, dem *Simon Effekt* verwandten *räumlichen Stroop Effekt* für diese Merkmalsdimension von Reizen nach.

Auch Pellicano et al. (2009) verwendeten semantische Richtungsinformationen in ihren Untersuchungen zum *Simon Effekt*. Im dritten Experiment einer Experimentalreihe mussten ihre Probanden in einem Tastendruckexperiment instruktionsgemäß mittels linker und rechter Taste zwischen zwei Farben (blau oder rot) eines zentriert auf einem Bildschirm dargebotenen Wortes diskriminieren. Bei dem Wort handelte es sich entweder um das italienische Wort DESTRA (rechts) oder SINISTRA (links), wobei es den semantischen Richtungsgehalt der Wörter zu ignorieren galt, da dieser in Bezug auf die Aufgabenstellung die irrelevante Dimension des Reizes darstellte. Die Autoren konnten einen signifikant stabilen *Simon Effekt* der Wortbedeutung nachweisen. Sie fanden außerdem durch einen Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Experimente der Studie heraus, dass dieser *Simon Effekt* auf Basis semantischer Richtungswörter signifikant kleiner ist als der über Richtungs-Symbole wie Pfeile (Pellicano et al., 2009). Unter Bezugnahme auf Gibson und Kingstone (2006) führen Pellicano und Kollegen (2009) als mögliche Erklärung an, dass es im Falle von Richtungswörtern eines zusätzlichen Arbeitsschrittes der semantischen Kodierung bedarf, sodass deren Verarbeitung bzw. im Fall des *Simon Effekts* der Einfluss dieser gegenüber symbolischen Reizmerkmalen verlangsamt ist.

Gibson und Kingstone (2006) hatten in ihren Ausführungen eine neue Taxonomie zur Unterscheidung verschiedener zentral dargebotener Reize vorgeschlagen und in weiterer Folge mittels eines Tastendruckexperiments untersucht. Während die Unterscheidung zwischen peripher und zentral dargebotenen Reizen im Forschungsfeld der visuellen Wahrnehmung als weitgehend etabliert anzusehen war, differenzierten die Autoren nun auch innerhalb der Reizklasse der zentral dargebotenen Reize zwischen *deiktischen* (*deictic*) Reizen auf der einen Seite und *projektiven* (*projective*) Reizen auf der anderen Seite. Während in erstere Kategorie vor allem Richtungssymbole wie Pfeile oder aber auch Blickrichtungsbilder (*eye-gaze cues*; gezeichnetes Gesicht blickt in bestimmte Richtung) oder plötzlich präsentierte Hinweisreize (*abrupt-onset cues*) fallen, bilden Richtungswörter wie ‚oben‘, ‚unten‘, ‚rechts‘ und ‚links‘ die zweite Kategorie (Gibson & Kingstone, 2006).

Die Interpretation der *projektiven Wörter* ist dabei, so die Annahme, relativ komplex, da zunächst eine semantische Verarbeitung des Wortinhaltes sowie die daraus folgende Wahl eines Referenzrahmens, der die Position des Ziels in Beziehung zur Wortbedeutung setzt, erfolgen muss (Pellicano et al., 2009). Wohingegen die Interpretation eines *hinweisenden*

Symbols eher basal abläuft und daher direkter, ohne nötige Zwischenschritte verarbeitet werden kann (Pellicano et al., 2009). Experimentell ergeben sich so langsamere Reaktionszeiten bei der Verarbeitung der *projektiven Wörter* gegenüber den *deiktischen Reizen* (Gibson & Kingstone, 2006). Die Aufgabe der Probanden bestand darin, mittels Tastendruck auf die Farbe eines Target zu reagieren, dass durch entsprechende Hinweisreize (entweder der *projektiven* oder der *deiktischen* Klasse) zu 100 % valide in seiner Position angekündigt wurde (Cueing-Experiment). Neben dem zeitlichen Vorteil der *deiktischen* gegenüber der *projektiven Reizklasse*, konnten die Autoren so außerdem nachweisen, dass innerhalb der *projektiven Hinweisreize* wiederum die Verarbeitung der Richtungswörter ‚oben‘ und ‚unten‘ effizienter als die Verarbeitung der Wörter ‚links‘ und ‚rechts‘ geschah. Dieser Effekt der Achse fand sich hingegen nicht innerhalb der Klasse der symbolischen, *deiktischen Hinweisreize* (Gibson & Kingstone, 2006).

Ebenfalls mit dem Faktor der Achse im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* beschäftigten sich Vallesi et al. (2005). So kamen die Autoren im Zuge ihrer Untersuchungen zu dem Schluss, dass dem horizontalen und dem vertikalen *Simon Effekt* verschiedene ursächliche Mechanismen zugrunde liegen müssen (Vallesi et al., 2005). Ihre Probanden sollten in einem Tastendruckexperiment blockweise so schnell und akkurat wie möglich zwischen zwei Farben eines Reizes diskriminieren und dabei die räumliche Position des Reizes ignorieren. Die Ergebnisse legen, so die Interpretation der Autoren, einen Effekt der Achse nahe: Zwar unterscheidet sich die Stärke des horizontalen vs. vertikalen *Simon Effekts* nicht anhand einer Analyse der absoluten Reaktionszeiten der Probanden, jedoch zeige eine differenziertere Betrachtung des zeitlichen Verlaufs, dass der *Simon Effekt* in der horizontalen Bedingung mit steigenden Reaktionszeiten schwächer wurde, während sich der vertikale *Simon Effekt* als Funktion der Reaktionszeitlatenzen unverändert darstellte (Vallesi et al., 2005).

Ein Blick in die einschlägige Literatur zeigt, dass der *Simon Effekt* bisher zumeist mittels Reaktionszeitmessung in Tastendruckexperimenten oder seltener in vokalen Benennungsreaktionen untersucht wurde. Die Lage zu empirischen Resultaten von Untersuchungen mit Blickbewegungen als Erhebungsinstrument erweist sich in diesem Zusammenhang hingegen als unvollständig, sodass kaum empirische Evidenz für diesen Forschungsbereich vorliegt.

Zwar finden sich auch Untersuchungen wie die von Buetti und Kerzel (2010), die auch Sakkaden zum Gegenstand ihrer Experimente machen, doch handelte es sich dabei nicht um die eigentliche Antwort-Reaktion, die mittels Blickbewegung erfolgen sollte, sondern um einen Faktor, dessen Einfluss in drei verschiedenen experimentellen Bedingungen auf das Antwortverhalten der Probanden (Handbewegungen) untersucht wurde. So gab es in ihrem Experiment drei verschiedene Blickbewegungs-Instruktionen, die auszuführen die Probanden angehalten wurden, während sie entweder ziel-orientierte oder symbolische Antworten geben mussten. Somit wurde von den Autoren der Einfluss der Blickbewegung und des Antwortmodus‘ auf den *Simon Effekt* untersucht, nicht aber der *Simon Effekt* bei Blickbewegungen auf Basis von z. B. räumlich-semantischer Wortbedeutung.

Eine Studie, die in ihrem Design dem der in dieser Diplomarbeit vorliegenden Untersuchung am nächsten kommt, ist die Arbeit der Forschergruppe um Hodgson, Parris, Gregory und Jarvis (2009). Diese wählten nun als Erhebungsmethode die Blickbewegung ihrer Probanden, allerdings fiel ihre Wahl auf das Phänomen des, dem *Simon Effekt* verwandten, *Stroop Effekts*. Die Autoren beschäftigten sich mit dem Zusammenhang linguistischer Hinweisreize (linguistic cues) auf Blickbewegungen. Dazu wurde den Probanden ein Hinweisreiz in Form eines geschriebenen Wortes auf einem Fixationskreuz zentriert auf einem Bildschirm dargeboten. Dieses bezog sich inhaltlich entweder auf einen bestimmten Ort (,oben‘, ,unten‘, ,links‘, ,rechts‘) oder auf eine bestimmte Farbe (,rot‘, ,blau‘, ,grün‘, ,gelb‘). Aufgabe der Probanden war es nun, eine Sakkade in eines von vier Farb-Feldern durchzuführen, das wiederum der tatsächlichen, physikalischen Farbe des Wortes entsprach. Die Farbfelder lagen ober-, sowie unterhalb und links und rechts des Fixationskreuzes. Die Wortbedeutung sollte dabei hingegen ignoriert werden. Ein Effekt der Wortbedeutung auf die Latenzzeit der Sakkade und/oder auf die Blickrichtungs-Fehler würde gemäß der Forschungshypothese für einen direkten Effekt der linguistischen Reize auf die Sakkaden und damit für den größeren Zusammenhang von Sprache und Sakkaden sprechen.

Gemäß den Autoren legen die Ergebnisse nahe, dass die Präsentation linguistischer Reize die Programmierung von Sakkaden beeinflussen kann, selbst wenn die Wortbedeutung irrelevant in Hinblick auf die Aufgabenstellung ist (Hodgson et al., 2009). So seien die Latenzzeiten der Sakkaden im Falle inkongruenter Passung der inhaltlichen Bedeutung des *Stroop Wortes* (Farbe oder Richtung) und der gemäß der tatsächlichen Farbe des Wortes zu treffenden richtigen Antwort (Farbe/Farbfeldposition) erhöht im Vergleich zu kongruenten Trials. Außerdem seien überzufällig häufig Blickbewegungs-Fehler in Richtung der Felder

beobachtet worden, die mit der inhaltlichen Wortbedeutung (Farbe oder Richtung) übereinstimmten und nicht mit der tatsächlichen Farbe bzw. damit einhergehend auch der richtigen Farbfeldposition der zu erwartenden Antwort (Hodgson et al., 2009).

Hodgson et al. (2009) wiesen darüber hinaus in ihrem Artikel auf den Umstand hin, dass der Zusammenhang zwischen Sakkaden und peripheren visuellen Stimuli als gut untersucht gilt, während jedoch der Einfluss von Faktoren höherer Ordnung, wie symbolischen (semantischen) Reizen, noch nicht verstanden wird. Die Autoren schlagen als theoretische Erklärung des Zusammenhangs linguistischer Hinweisreize und Sakkaden vor, dass sich der Mensch in seiner weiteren Erfahrungsumwelt ständig damit konfrontiert sieht, dass symbolische oder linguistische Stimuli wiederholt mit der Präsentation peripherer Stimuli (Stimulus onsets) oder bestimmten Sakkaden gepaart werden (Hodgson et al., 2009). Über die Zeit etablieren sich so direkte Verbindungen dieser mit der Ausführung assoziierten Sakkaden etablieren. Wenn diese einmal gelernt wurden, so werden diese Assoziationen auch in Kontexten aktiviert, bei denen die inhaltliche Bedeutung des Reizes oder allgemeiner formuliert, dieses Merkmal des Hinweisreizes, irrelevant in Hinblick auf die Aufgabenstellung ist (Hodgson et al., 2009). Dies war in ihrer Untersuchung des *Stroop Experiments* der Fall.

3.3.2 Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des Simon Effekts

Seit der Entdeckung des *Simon Effekts* in den 60er Jahren haben sich, je nachdem welches Design zu dessen Untersuchung aufgegriffen wurde und welche Forschungsergebnisse dieses bedingte, unterschiedliche Erklärungsansätze bzw. Schwerpunktsetzungen in diesen gebildet.

Im Folgenden soll nun eine Zusammenfassung der gängigsten mit dem *Simon Effekt* in Verbindung stehenden Erklärungsansätze gegeben werden. Auf eine umfassende Darstellung der einzelnen Erklärungsansätze muss mit Rücksichtnahme auf den Umfang dieser Diplomarbeit an dieser Stelle verzichtet werden, da sie aufgrund der über 43-jährigen Forschungstradition den Rahmen sprengen würde.

Unterschiedliche theoretische Annäherungen, verschiedene Forschungsfragen und daran geknüpft auch die entsprechenden -designs haben aufgrund der damit verbundenen unterschiedlichen Gewichtung und Herangehensweise dazu geführt, dass sich zunächst verschiedene, mitunter auch gegenläufige Erklärungsansätze mit verschiedenen theoretischen

Annahmen und Schlussfolgerungen entwickelten und in weiterer Konsequenz eine hitzige Debatte zwischen den Lagern entfacht wurde.

Mit der im vorigen Subkapitel (3.3.1) beschriebenen Ausweitung des *Simon Effekts* und der *Simon Aufgabe* in Richtung einer weiter gefassten Definition gelangten auch viele Begleitphänomene in den Fokus der Aufmerksamkeit. Es handelt sich somit um ein sehr breitgefächertes Forschungsfeld, sodass die einzelnen Modelle für sich genommen im Grunde nicht mehr allen Aspekten des *Simon Effekts* und den damit in Verbindung stehenden Untersuchungsergebnissen Rechnung tragen können.

Auch standen die Annahmen der Modelle gegebenenfalls sogar im Widerspruch zu manchen Erkenntnissen und Ergebnissen bzw. Erwartungen und mussten dahingehend abgeändert, überarbeitet oder modelliert werden. Diese Lücken lieferten wiederum dankbare Ansatz- oder besser gesagt Angriffspunkte für ihre ‚Gegner‘.

Es fanden und finden sich so immer wieder neue, innovative Erklärungsansätze, die den alten, etablierten gegenüberstehen. Doch auch die alten Lager werden nicht müde neueste Forschungsergebnisse für sich oder gegeneinander zu nutzen.

So macht auch ein Blick in die Sonderausgabe der *Acta Psychologica* anlässlich des 43-jährigen Jubiläums des *Simon Effekts* aus dem Jahre 2011 deutlich (136(2), 2011), dass die verschiedenen Ansätze trotz einiger Integrationsversuche bis heute weiterhin parallel existieren und eine Einigung oder Integration, obwohl erstrebenswert, nicht in Sicht scheint, könnte diese doch den Erklärungswert der einzelnen Modelle in Kombination weiter erhöhen.

Diese Arbeit erhebt weder den Anspruch, noch liefert die mit ihr verbundene empirische Untersuchung das Versuchsdesign, um über die Richtigkeit der einzelnen Erklärungsansätze zu entscheiden bzw. sich klar für einen dieser auszusprechen. Es soll an dieser Stelle der Versuch unternommen werden, die gängigen Modelle vergleichend darzustellen.

Es kann als erwiesen angesehen werden, dass beim *Simon Effekt* die, mit dem Stimulus in Verbindung stehende, räumliche Information – sei es beispielsweise klassisch der Ort der Reizquelle oder eine ihm anders innewohnende Richtungsinformation – auch (mit)verarbeitet wird, obwohl sie selbst für die Auswahl der Reaktion anhand der durch die Aufgabenstellung als relevant zu betrachtenden Eigenschaft irrelevant ist und somit keine Rolle spielt (Rubichi et al., 1997; Stoffer & Umiltà, 1997). Den meisten Erklärungsansätzen zum *Simon Effekt* ist daher die Annahme gemeinsam, dass auf Basis der irrelevanten Dimension ein

räumlicher Reiz-Kode generiert wird (Lu & Proctor, 1995; Rubichi et al., 1997) und weiter daran gekoppelt, dass dieser (irrelevante) räumliche Reiz-Kode schneller geformt wird als der Kode der relevanten Eigenschaft auf Basis derer die Reaktionsentscheidung zu treffen ist (Bundesen, 1991). Ähnlich wie die dem *Simon Effekt* übergeordneten *S-R-Kompatibilitätseffekte* unterliegen auch die Erklärungsansätze zum *Simon Effekt* der Grundannahme, dass der Effekt auf Ebene des *Reaktionsauswahl-Prozesses* (*response selection stage*) auftritt (Rubichi et al., 1997), sodass sich auch hier die drei generellen Typen von Reaktionsauswahl-Ansätzen etabliert haben, die schon im Kapitel 3.2 im Zusammenhang mit den *räumlichen S-R-Kompatibilitätseffekten* zum Tragen kamen (Nicoletti & Umiltà, 1990; vgl. Kapitel 3.2): das *Modell der Aufmerksamkeits-Orientierung* (*attentional orienting*: Simon & Small, 1969), das *Modell der räumlichen Kodierung* (*spatial coding*: Wallace, 1971; vgl. auch Nicoletti & Umiltà, 1985) und das *Modell der dimensionalen Überlappung* (*dimensional overlap*: Kornblum et al., 1990) zwischen der irrelevanten Reizdimension und der Reaktionsdimension (Lu & Proctor, 1995). Lu und Proctor (1995) lieferten in ihrem Review zu den unterschiedlichen Modellen auch die empirischen Belege oder Widerlegungen zu den einzelnen rivalisierenden Ansätzen.⁵

Umiltà und Nicoletti unternahmen 1992 den Versuch, durch das Aufzeigen von Gemeinsamkeiten aber auch Unterschieden zwei der drei Ansätze in einem Modell zu integrieren und so den Erklärungswert beider zu erhöhen. Jedes Modell für sich alleine genommen kann zwar einige Phänomene im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* erklären, erschöpft diesen jedoch nicht in seiner Gesamtheit, sondern es verbleiben immer wieder unerklärte und damit nicht in das jeweilige Modell zu integrierende Aspekte oder Paradoxa. Im Zuge ihrer Ausarbeitung kamen die Autoren (Umiltà & Nicoletti, 1992) zu dem Schluss, dass, basierend auf einer Studie von Stoffer (Stoffer, 1991; vgl. auch Umiltà & Liotti, 1987), Probleme, mit denen sich die *Aufmerksamkeits-* und die *Kodierungs-Hypothese* konfrontiert sehen, dadurch zu überwinden seien, dass die beiden Ansätze in einem gemeinsamen Modell integriert werden. Ein solches integratives Modell teile auf der einen Seite die Annahme der *Kodierungs-Hypothese*, dass der *Simon Effekt* auf Basis der Kodierung des räumlichen Reizmerkmals zustande kommt, und auf der anderen Seite spreche es auch der *Aufmerksamkeits-Orientie-*

⁵ Auf eine wiederholte Darstellung dieser Ansätze wird in Hinblick auf den Umfang der vorliegenden Diplomarbeit an dieser Stelle verzichtet, da diese bereits in Kapitel 4.2 in einem anderen Kontext zur Ausführung gelangten.

runge in der Entstehung des *Simon Effekts* eine tragende, weil instrumentelle Rolle in der Generierung des räumlichen Codes des Reizes zu (Umiltà & Nicoletti, 1992).

Den Autoren gelingt es so, die bisher in ihrer Forschungstradition rivalisierenden Ansätze zumindest deskriptiv in einem integrativen Modell miteinander zu verbinden. Vorhersagen, die das Modell leisten kann, wurden im Anschluss daran nach Aussage der Autoren durch eigene Arbeiten der Forschungsgruppe um Umiltà und Nicoletti (in prep.), sowie Liotti, Castiello und Umiltà (in prep.) einer empirischen Prüfung unterzogen (zitiert nach Umiltà & Nicoletti, 1992).

Weitere einander gegenüberstehende Abwandlungen dieser beiden der drei Grundmodelle, die Eingang in die Literatur und Praxis fanden und seit jeher die Forscher in zwei Lager spalten, stellen auch der *Ansatz der Aufmerksamkeitsverlagerung* (*Attention Shifting Account*: Stoffer, 1991; Umiltà & Nicoletti, 1992) auf der einen Seite und der *Ansatz der referentiellen Kodierung* (*Referential Coding Account*: Hommel, 1993a) auf der anderen Seite dar. Diese gelangen u. a. bei Hommel (2011a) zur ausführlichen Darstellung.

Der *Ansatz der Aufmerksamkeitsverlagerung* geht laut Hommel (2011a) davon aus, dass visuelle räumliche Reize, die außerhalb des augenblicklichen Aufmerksamkeitsfokuses liegen, zunächst einfach nur registriert werden ohne dabei räumlich kodiert zu werden. Danach findet, so Hommel (2011a) weiter, eine Programmierung und Ausführung der Verlagerung der Aufmerksamkeit auf ihre Lokation⁶ (irrelevant für die Aufgabenstellung) hin statt, und erst im Anschluss daran, können die nicht-räumlichen Merkmale des Reizes (relevant für die Aufgabenstellung) analysiert und eine entsprechende Antwort ausgewählt werden. Gemäß dieses Ansatzes wird der räumliche Code des Reizes speziell für die Programmierung der Aufmerksamkeitsverlagerung generiert. Dieser Code greift – in theoretisch nicht näher spezifizierter Weise – in die *Antwort-Auswahl* ein (Hommel, 2011a).

Diesem Ansatz, dass räumliche Kodierung auf Aufmerksamkeitsverlagerung zurückzuführen ist, steht laut Hommel (2011a) mit dem *Ansatz der referentiellen Kodierung* die Annahme gegenüber, dass der Wahrnehmende/Handelnde räumliche wie auch nicht-räumliche Merkmale von Reizen gleichermaßen kodiert, und dies gänzlich unabhängig von der Aufmerksamkeitsverlagerung geschieht, wohl aber im Falle räumlicher Lokation relativ zu einer Anzahl von Referenzrahmen. Den Ursprung einer dieser Rahmen bildet der augen-

⁶ oder, in Hinblick auf das im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführte Experiment, allgemeiner formuliert eine Verlagerung der Aufmerksamkeit auf die dem Reiz innewohnende räumliche Information

blicklich im Fokus der Aufmerksamkeit stehende Reiz und/oder die Lokation. Dadurch, dass das Reizmerkmal relativ zur aktuellen, tatsächlichen Position, d. h. nicht absolut wie bei der Aufmerksamkeitsverlagerung, als ‚rechts‘ oder ‚links‘ kodiert wird, werden auch nicht-räumliche Merkmale wie Farbe oder Form gleichermaßen wie räumliche Merkmale kodiert (Hommel, 2011a). Die Kodierung des räumlichen Reizes hängt somit eher von der Verfügbarkeit von Rahmen oder Referenz-Objekten ab als von bestimmten Aufmerksamkeitshandlungen (Hommel, 1993a; 2011a).

Beide Ansätze ließen sich, so Hommel (2011a), empirisch durch entsprechende Experimente bestätigen und vermögen bestimmte Aspekte des *Simon Effekts* zu erklären.

Einen Überblick über die Kontroverse zwischen den beiden theoretischen Herangehensweisen liefern beispielsweise Proctor und Lu (1994) in ihrer Zusammenstellung: „Referential Coding and attention-shifting accounts of the Simon effect.“. Neben der Darstellung beider unternehmen die Autoren darin außerdem den Versuch sich anhand eigener empirischer Untersuchungen für einen der beiden Ansätze auszusprechen. Sollten ihre Untersuchungen zunächst das Ziel verfolgen, Hommels Ergebnisse zu Gunsten der *referentiellen Kodierung* (1993) zu replizieren, mussten sie im Zuge ihrer eigenen Forschungsreihe erkennen, dass die *Aufmerksamkeitsverlagerungs-Hypothese* besser mit ihren Ergebnissen einhergeht, auch wenn diese ebenfalls gewissen Abstrichen im Erklärungswert unterliegt und Forschungslücken lässt.

Dennoch wird auch einige Zeit nach den ersten Integrationsversuchen mit der Sonderausgabe der *Acta Psychologica* (136(2), 2011) deutlich, dass die Kontroverse um die Richtigkeit oder den ‚besseren‘ Erklärungswert eines der Ansätze und der damit verbundenen unterschiedlichen Theorien als nicht beendet anzusehen ist. Nach wie vor liefern sich die verschiedenen Lager eine mitunter hitzige Diskussion, in der sie versuchen den Mehrwert des eigenen Ansatzes gegenüber jenen der potentiellen Konkurrenten herauszustellen.

In seinem, der besagten Ausgabe der *Acta Psychologica* entnommenem Artikel orientiert sich Hommel (2011a) in seiner Gegenüberstellung der klassischen Erklärungsansätze zum *Simon Effekt* an den Phasen der Informationsverarbeitung, um diese anhand der Prozessebene, auf derer sich gemäß der jeweiligen theoretischen Annahmen der *Simon Effekt* zuträgt, zu unterscheiden. Seine Ausführungen können somit als Versuch eines Klassifizie-

nungsschemas aufgefasst werden. In Abbildungen 3a und 3b sind die verschiedenen Erklärungsansätze einander zur Veranschaulichung gegenüber gestellt.

Allerdings ist seine Darstellung mit Vorsicht zu betrachten, da Hommel selbst, wie zuvor erwähnt, Verfechter des *Ansatzes der referentiellen Kodierung* ist, und seine Ausführungen aus dem Jahre 2011, denen das Klassifizierungsschema entnommen ist, eine Antwort auf die Arbeitsgruppe um van der Lubbe und Abrahamse (2010) waren, in denen er wiederum deren Kritik an seinen Modellvorstellungen auszuräumen versucht.

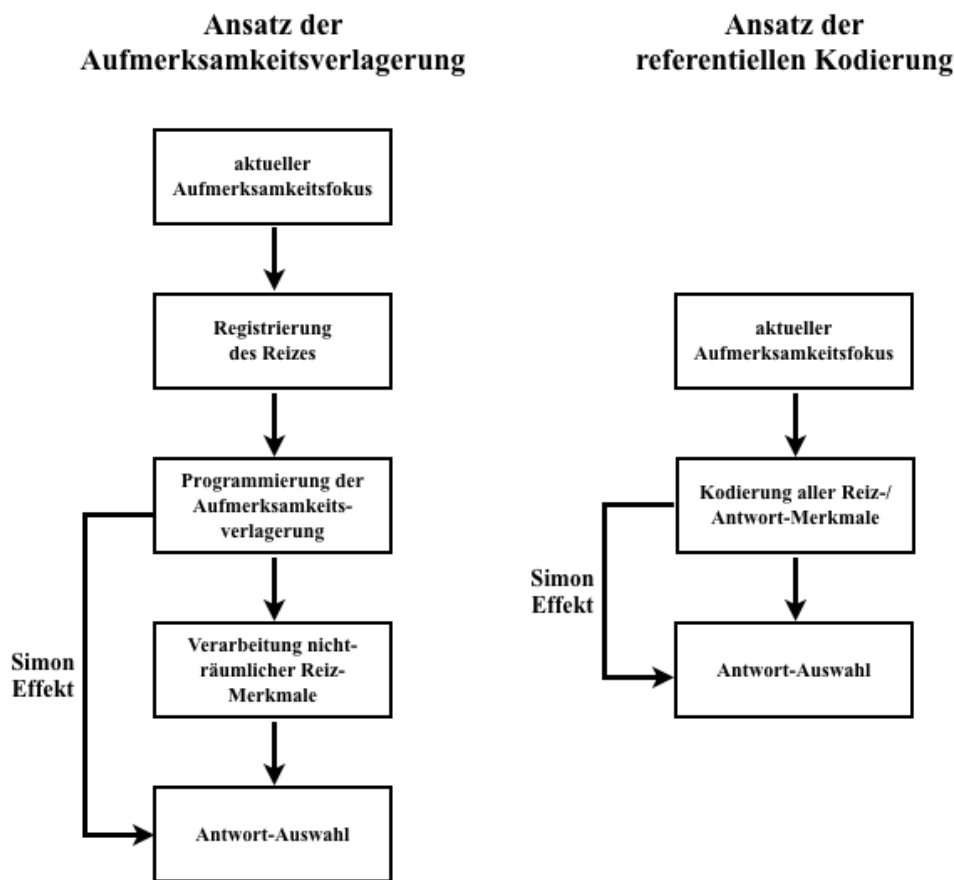


Abb. 3a: Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des Simon Effekts; eigene Bearbeitung nach Hommel (2011a, S. 266) – Teil 1.

Hommel (2011a) weist darauf hin, dass der *Ansatz der Aufmerksamkeitsverlagerung* (Nicoletti & Umiltà, 1992) vor allem einen auf der *Stufe der frühen Antwort-Auswahl* anzusiedeln ist (*early-selection approach*), während der *Ansatz der referentiellen Kodierung* (Hommel, 1993a) eine *spätere Antwort-Auswahl* (*late-selection approach*) implizieren. Bei Ersterem könne erst durch eine Verlagerung des Aufmerksamkeitsfokus auch ein nicht-räumliches Merkmal des Reizes verarbeitet und damit der nicht-räumliche Code dieses Merkmals

des Reizes generiert werden. Bei Letzterem hingegen würden alle räumlichen wie auch nicht-räumlichen Codes der Merkmale des Reizes und der Reaktionen gleichermaßen gebildet (Hommel, 2011a).

Des Weiteren führt er auch die *umgekehrte Premotor-Theorie* (*revised premotor-theory account* (PMTA): Shelliga, Craighero, Riggio, & Rizzolatti, 1997) sowie die *Theorie der Ereignis-Kodierung* (*theory of event coding* (TEC): Hommel, Müsseler, Aschersleben, & Prinz, 2001) in Abgrenzung zu den beiden anderen Ansätzen an (Hommel, 2011a).

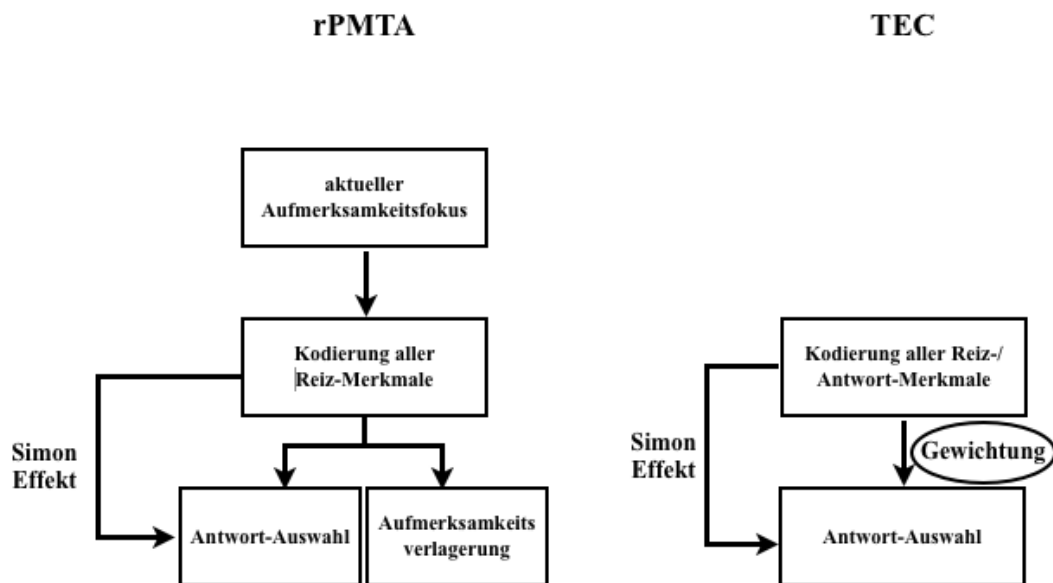


Abb. 3b: Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des Simon Effekts; eigene Bearbeitung nach Hommel (2011a, S. 266) – Teil 2.

Diese ließen sich, wie der *Ansatz der referentiellen Kodierung*, ebenfalls auf der Stufe der *späten Antwort-Auswahl* anordnen, verfolgten aber in seinen Augen in ihrer Erklärung ein anderes Ziel (Hommel, 2011a). In Antwort auf van der Lubbe und Abrahamse (2010), die die unterschiedlichen Ansätze, so Hommel (2011a), durcheinanderbringen, stellt er heraus, dass die PMTA ursprünglich im Kontext von räumlichen Hinweisreiz-Effekten (*spatial-cueing effects*) entwickelt wurde und erst später zur Beschreibung der Beziehung von *Aufmerksamkeitskontrolle* und *Antwort-Auswahl* ausgeweitet wurde, da es primär um die Dynamik der *Aufmerksamkeit* und deren Interaktion mit der *Handlung* gehe als um *Repräsentationen*. Während es sich im Gegensatz dazu bei der TEC um einen weiten theoretischen Rahmen zur Erklärung der Zwischenbeziehungen von *Wahrnehmung* und *Handlungskontrolle*

le und somit der *Repräsentationen*, die die beiden Ebenen miteinander verbinde, handle, unter den sich verschiedenste Phänomene einordnen lassen würden (Hommel, 2011a).

Den bisherigen Erklärungsansätzen gewissermaßen entgegengesetzt sind die Erkenntnisse von Ansorge und Wühr (Ansorge, 2006; Ansorge & Wühr, 2004). So kommt Ansorge im Zuge seiner Untersuchungen zu dem Schluss, dass die Hypothese der bisher angenommenen automatischen Verarbeitung von visuell-räumlichen Reizinformationen im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* nicht unbedingt haltbar ist. In seinen Augen scheint „die Passung der irrelevanten Reize zu den Absichten verantwortlich zu sein. Die Effekte sind absichtsabhängig, insofern sie erst aufgrund der repräsentierten Inhalte (z. B. bestimmter zu suchender Farbe oder bestimmter zu unterscheidender Positionen) ganz spezifischer Absichten entstehen“ (Ansorge, 2006, S. 11). Auch Hommel (2002) schrieb in seinen Ausführungen zu möglichen Erklärungen von *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten*: „Dies könnte zunächst einmal viele Ursachen haben [...]. Allerdings sprechen einige Befunde dafür, dass für die *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* die Beziehung zwischen Reizeigenschaften einerseits und den Eigenschaften des intendierten Handlungszieles andererseits entscheidend ist.“ (Hommel, 2002, S. 801).

Der *Simon Effekt* kann gemäß Ansorge (2006) aber auch unter Bezugnahme auf Kornblum et al. (1990) über die eingangs erwähnten *Zwei-Prozess-Modelle* erklärt werden, denen die Annahme einer Kombination aus automatischer und absichtsabhängiger Verarbeitungsprozesse zugrunde liegt (vgl. Ansorge, 2006), da gemäß dieser Modelle zwischen einer direkten und indirekten Route der Verarbeitung unterschieden wird. Während beim kontrollierten oder indirekten Pfad die Verarbeitung der aufgabenrelevanten Dimension intentionsgeleitet die richtige Antwort bestimmt, wird, laut Ansorge und Wühr (2004), parallel in einer reiz-gebundenen oder direkten Route aufgrund der dimensional Überlappung die aufgabennirrelevante Dimension, wie beispielsweise die Zielposition, zur Formung der räumlichen Antwortreaktion herangezogen. Stimmen die Ergebnisse beider Routen überein, so die Autoren weiter, ist die Antwortreaktion vereinfacht, während sie in einer nichtkorrespondierenden Bedingungen durch einen Konflikt beider Antwortmöglichkeiten verzögert wird (siehe z. B. Ansorge & Wühr, 2004).

Vallesi et al. (2005) zufolge lassen sich *Zwei-Prozess-Modelle* als Integrationsversuche der ursprünglichen theoretischen Annäherungsversuche an den *Simon Effekt*, aber auch an *S-R-Kompatibilitätseffekte* generell (DeJong et al., 1994), auffassen: So konnten weder

Aktivierungs-Theorien (*Activation Theories*: Hommel, 1994) noch *Übersetzungs-Theorien* (*Translation Theories*: Hasbroucq & Guiard, 1991) den *Simon Effekt* erschöpfend erklären (Vallesi et al., 2005). Erstere Ansätze gingen davon aus, dass der räumliche Kode des Stimulus die entsprechende Antwort (automatisch) aktiviert (Vallesi et al., 2005). Im Fall des klassischen *Simon Effekts* entspricht dies der Antwort auf der selben Seite. Kompatible Antworten sind dabei vereinfacht, während es zu einer Interferenz durch inkompatible Antworten kommen kann (DeJong et al., 1994). Die Grundannahme des zweiten Ansatzes hingegen war, dass sowohl die Position des Stimulus als auch die Position der Antwort via räumlicher Kodes repräsentiert werden. Diese beiden Kodes werden in der Phase der Antwort-Programmierung ‚gematched‘ und beeinflussen je nach Korrespondenz die Reaktionszeit positiv oder negativ. Im Falle *inkompatiblen Mappings* wird für die Translation zwischen einem Reiz und der richtigen Antwort mehr Zeit benötigt als im Falle *kompatiblen Mappings* (DeJong et al., 1994).

Da empirische Belege für beide Ansätze vorlagen, versuchten *Zwei-Prozess-Modelle* die Erkenntnisse beider durch die Annahme zweier beteiligter Prozess-Routen in einem Modell zu integrieren und den Erklärungswert so zu erhöhen, um die Vorgänge von der Wahrnehmung bis hin zur Aktion umfassender beschreiben zu können (Vallesi et al., 2005). Zur Erläuterung beziehen sich Vallesi et al. (2005) in ihren Ausführungen dabei auf das *Zwei-Prozess-Modell* von DeJong et al. (1994): In der konditionierten Route wird die richtige Antwort absichtlich ausgewählt, während sie in der unkonditionierten Route automatisch generiert wird. In Hinblick auf den Erklärungswert des Modells für den klassischen *Simon Effekt* bedeutet dies, dass, wenn Stimulus und Reaktion auf der selben Seite liegen, die Reaktion via der unkonditionierten Route automatisch aktiviert und wiederum via der konditionierten Route ausgewählt wird. Die daraus resultierende Reaktionszeit ist dementsprechend schnell. Wenn jedoch die Seite des Stimulus und der Antwort nicht übereinstimmen, ist die Reaktionszeit verlangsamt, da die entsprechende Antwort, die automatisch durch die unkonditionierte Route gemäß der Position des Reizes generiert wurde, zunächst unterdrückt werden muss, bevor die richtige Antwort, ausgewählt durch die konditionierte Route, zur Ausführung gelangen kann (Vallesi et al., 2005). De Jong et al. (1994) gehen somit davon aus, dass es in der klassischen *Simon Aufgabe* zu einer automatischen Aktivierung der dem Reizort des Stimulus entsprechenden (Bewegungs-)Reaktion kommt, die im Sinne der Annahme Simons (1969) des Effekts als „natürlichen Tendenz in Richtung der Quelle der Stimulation“ verstanden werden kann. Dieser Reaktionsaktivierungsprozess geschieht laut Vallesi et al.

(2005) unabhängig von der Aufgabenstellung und ist damit ein unkonditioniert-automatischer Prozess, dem wiederum eine zweite konditionierte Route gegenüber steht.

Auch Kornblum et al. (1990) integrieren Annahmen beider Ansätze in ihre Taxonomie und gelten somit als Vertreter der *Zwei-Prozess-Modelle* (DeJong et al., 1994). Anders als De Jong et al. (1994) wählen die Autoren jedoch den Zugang der *dimensionalen Überlappung* von Eigenschaften (Metzker & Dreisbach, 2011): In der klassischen *Simon Aufgabe* liegt eine Überlappung der räumlichen Dimension vor. Die Reizposition aktiviert automatisch die räumlich korrespondierende Antwort, weil sich Reiz und Reaktionsdimension in Hinblick auf die räumliche Dimension überlappen. Gemäß des *Modells der dimensionalen Überlappung* interferiert dieser Prozess der automatischen Antwortaktivierung mit einem zweiten kontrollierten Prozess des Antwortabrufs. Im Falle inkongruenter Passung zwischen den beiden Antworten, kommt es zu zeitlich verzögerten Reaktionen (vgl. Metzker & Dreisbach, 2011).

Zorzi und Umiltà (1995), so Metzker und Dreisbach (2011) weiter, erklären den *Simon Effekt* vollständig auf der Basis von Aktivierungs- und Hemmungsprozessen zwischen den räumlichen und nicht-räumlichen Codes und dem räumlichen Antwort-Kode. Im Unterschied zu Kornblum et al. (1990) oder De Jong et al. (1994) unterscheiden sie jedoch nicht zwischen einer automatischen und einer kontrollierten Route, vielmehr betonen sie die Wichtigkeit der Aktivierungsprozesse bei der Repräsentation (Metzker & Dreisbach, 2011).

Laut Metzker und Dreisbach (2011) heben ebenso auch Ansorge und Wühr (2004) die Relevanz der mentalen Repräsentation hervor. Eine alleinige Erklärung des *Simon Effekts* auf Basis einer reiz-basierten Antwort-Aktivierung durch beispielsweise die Reiz-Position kommt auch gemäß Ansorge und Wühr (2004) nicht in Frage, da sie nicht allen mit dem *Simon Effekt* in Verbindung stehenden Phänomenen und auch seinen Ausnahmen gerecht werden kann. Sie selbst schlugen im Gegensatz dazu eine *Reaktionsunterscheidungs-Hypothese* (*response-discrimination hypothesis*) vor, die die Generierung verschiedener Antwortalternativen auf Basis verschiedener räumlicher Codes und die Entscheidung für eine jener Alternativen mit berücksichtigt. Ergebnisse ihrer Untersuchungen legten nahe, dass diese ein adäquateres Erklärungsmodell der in der Forschungstradition des *Simon Effekts* gefundenen Effekte darstellt (vgl. Ansorge & Wühr, 2004). Im Zuge ihrer Untersuchungen gehen sie, gemäß Metzker und Dreisbach (2011), von der Beteiligung übergeordneter kognitiver Prozesse (*top down*) aus, die sowohl der Aufgabenstellung, sowie Absichten als auch vorherigen Erfahrungen im Sinne vorhandener Reaktionscodes im Arbeitsgedächtnis, eine wichtige Rolle

zusprechen, was wiederum im Gegensatz zu den Annahmen der Arbeitsgruppe um De Jong (1994) stehe (Metzker & Dreisbach, 2011).

Metzker und Dreisbach (2011) selbst legen hingegen eine Erweiterung der *Zwei-Prozess-Modelle* nahe. *Zwei-Prozess-Modelle* gehen davon aus, dass auf Basis des räumlichen Reiz-Merkmals ein entsprechender Code generiert wird und diese Kodierung wiederum über einen automatisierten Prozess in einem räumlichen Antwortkode resultiert, und auch das nicht-räumliche Merkmal des Reizes zunächst kodiert und dann darauf aufbauend ein Antwortkode generiert wird. Laut Metzker und Dreisbach (2011) muss diese ursprüngliche Annahme zweier unabhängig voneinander ablaufender Antwortaktivierungs-Prozesse durch das Hinzufügen einer dritten Route zu einer Interaktion dieser abgeändert werden. Die räumliche Reiz-Reaktionsaktivierung beeinflusst demnach die nicht-räumliche Reiz-Reaktionsaktivierung, in dem Sinne, dass sich die Aktivierung des räumlichen Codes auf den nicht-räumlichen Code ausweitet. Gemäß Metzker und Dreisbach (2011) steht diese Annahme einer Interaktion der Kodierungsprozesse im Einklang mit der dem *TEC-Modell* zugrunde liegenden Idee, dass alle mit den Reiz- und der Reaktionsmerkmalen assoziierten Codes gleichermaßen gebildet werden und sich daher auch gegenseitig aktivieren können.

Wird nun die Identifizierung des nicht-räumlichen Reiz-Merkmals durch die Verbindung (Priming) zwischen räumlichem und nicht-räumlichem Reiz-Merkmal im Falle einer kompatiblen Aufgabe erleichtert, so kommt es dem Modell zufolge zu einer schnelleren Aktivierung des nicht-räumlichen Codes. Im Anschluss daran geschieht die Übersetzung dessen in einen, gemäß der Aufgabenstellung zu wählenden, räumlichen Code und schlussendlich wird die entsprechende (Bewegungs-)Reaktion aktiviert (Metzker & Dreisbach, 2011).

Im Zuge einer experimentellen Überprüfung der Annahmen eines *Drei-Prozess-Modells* mittels eines Priming-Experiments und der *Lexical Decision Task (LDT)* kamen Metzker und Dreisbach (2011) zu dem Schluss, dass die irrelevante räumliche Information die, für die Aufgabe relevante Reizdimension bahnen (*prime*) kann. Diese kann daher, im Falle kompatibler Passung, schneller identifiziert und aufbauend darauf die entsprechende Antwort schneller generiert werden. Dieser dritte Prozess wird, so die Autoren, dadurch ermöglicht, dass es durch die Aufgabenstellung sowie Übungsdurchgänge beispielsweise in der klassischen *Simon Aufgabe* zu einer Verknüpfung (*Mapping*) zwischen dem räumlichen Kode ‚links‘ und dem Kode ‚grün‘ kommt. Diese Codes sind miteinander assoziiert und können daher durch den jeweils anderen gebahnt (*geprimed*) werden. Während der Ausfüh-

rung der klassischen *Simon Aufgabe* primed nun die linke Stimulus-Position zum Einen die Reaktion mit linkem Tastendruck zu reagieren, aber zum Anderen aktiviert die linke Reizposition auch den räumlichen Kode ‚links‘ durch die Assoziation mit dem nicht-räumlichen Kode ‚grün‘. Es kommt zu einer Ausweitung der Aktivierung von ‚links‘ auf ‚grün‘. Durch das Priming von ‚grün‘ kann wiederum dieser nicht-räumliche Kode schneller identifiziert werden und die, in diesem Fall gemäß der relevanten Eigenschaft richtige, Reaktion mit linkem Tastendruck kann schneller aktiviert werden (Metzker & Dreisbach, 2011). Die Autoren, Metzker & Dreisbach (2011), sehen ihre Ergebnisse im Einklang mit den Annahmen Ansorges und Wührs (2004).

Welcher der jeweiligen in diesem Kapitel aufgeführten Ansätze der Beste oder Geeignetste ist, vermag im Rahmen dieser Arbeit weder geklärt werden, noch bietet das im Rahmen des empirischen Teils der Diplomarbeit gewählte Versuchsdesign die Möglichkeit, klar zwischen beiden zu differenzieren, da dies ohnehin nicht dem gesetzten Ziel der Arbeit entspricht. Dennoch empfiehlt es sich diese im Kapitel über den theoretischen Hintergrund in ihren Grundzügen nebeneinander zur Darstellung zu bringen, da sie essentiellen Einfluss auf die Forschung über und mit dem *Simon Effekt* genommen haben, sowie in ihrer Weiterentwicklung Grundsteine für weitere theoretische Überlegungen lieferten und in neue Modelle mündeten.

3.4 Schlussfolgernde Zusammenfassung

In Hinblick auf die im Rahmen dieser Diplomarbeit angestellte experimentelle Erhebung lässt sich zusammenfassend festhalten, dass es sich mit den Untersuchungen zum *Simon Effekt* und der *Simon Aufgabe* um ein sehr fruchtbares Forschungsfeld handelt, das seit seiner Entdeckung vor etwas mehr als vierzig Jahren eine Fülle von Studien mit den unterschiedlichsten Forschungsfragen und damit einhergehend auch Versuchsdesigns hervorgebracht hat (vgl. u. a. Proctor, 2011; Hommel, 2011b).

Ausgehend von der Verwendung akustischer Reize wurde der *Simon Effekt* in weiterer Folge auch für visuelle Stimuli repliziert und somit auch auf andere Sinnesmodalitäten ausgeweitet (vgl. z. B. Lu & Proctor, 1995; Simon & Craft, 1970). Er zeigt sich als stabiler *räumlicher S-R-Kompatibilitätseffekt* über die verschiedensten Studien hinweg, der nicht nur

selbst Untersuchungsgegenstand zahlreicher Studien darstellt, sondern auch als Werkzeug zur Untersuchung verschiedener Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung und auch anderer Forschungsfelder über diese Grenzen hinaus diene (Hommel, 2011b). Aufgrund seiner Facettenhaftigkeit und zahlreicher Begleitphänomene fanden und finden sich von Beginn an unterschiedliche Erklärungsansätze in der Literatur, die mitunter in hitzigen Diskussionen der verschiedenen Lager mündeten. Eine Einigung auf eines der Modelle scheint derzeit nicht in Sicht, allerdings zeigen sich immer wieder Tendenzen zu Integrationsversuchen (vgl. u. a. Umiltà & Nicoletti, 1992), um den Erklärungswert eines integrativen Modells durch diesen Schritt zu erhöhen, da die einzelnen Modelle – jedes für sich genommen – nicht in der Lage sind, allen Aspekten des *Simon Effekts* sowie den damit verbundenen Begleitphänomenen gerecht zu werden.

Mit der Loslösung von der ursprünglichen Definition des *Simon Effekts* als eine natürliche Tendenz in Richtung der Reizquelle zu reagieren (Simon, 1969), über eine Erweiterung im Sinne einer Interferenz des Reizortes mit der Merkmalsdimension der Reaktion bis letztendlich hin zu einer breitgefassten Beschreibung des Effekts (Simon, 1990) als Interferenz der irrelevanten (räumlichen) Merkmalsdimension des Reiz-Sets mit der Merkmalsdimension des Reizsets (Proctor, 2011), lassen sich die unterschiedlichsten Versuchsdesigns und Reiz-Reaktions-Modalitäten zur Erforschung des Effekts und seiner Begleitphänomene heranziehen.

So konnte der *Simon Effekt* nicht nur für die Reizposition sondern auch für Wörter mit semantischer Richtungsinformation als irrelevantes Stimulus-Merkmal nachgewiesen werden (vgl. u. a. Proctor et al., 2000). Oftmals wird, dem entgegengesetzt, die Farbe des Reizes als relevantes Stimulus-Merkmal gewählt, d. h. die Wahl der Reaktion soll instruktionsgemäß anhand der Farbe des Stimulus getroffen werden. Auch die Kombination beider Merkmale als relevante vs. irrelevante Merkmalsdimension, wie dies in der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Untersuchung der Fall ist, lässt sich bereits in Studien anderer Forscher finden (vgl. z. B. Pellicano et al., 2009).

Ein Blick in die Forschungsliteratur hat gezeigt, dass der *Simon Effekt* in Tastendruckexperimenten als stabiler Kompatibilitätseffekt aufscheint. Weniger eindeutig ist die Beantwortung der Frage, ob er sich mit Blickbewegungen als Reaktionsdimension nachweisen lässt und unklar ist, ob er sich auf Basis von semantisch-räumlicher Wortbedeutungen bei Blickbewegungen zeigt.

Zwar ist mittlerweile auch die Untersuchung von Blickbewegungen im Zusammenhang mit Kompatibilitätseffekten zum Gegenstand der Forschung geworden (vgl. u. a. Buetti & Kerzel 2010; Hodgson et al., 2009), doch besteht die soeben aufgezeigte Forschungslücke nach wie vor. Diese soll im Rahmen dieser Arbeit zu schließen versucht werden.

4 Herleitung der eigenen Fragestellung und Hypothesengenerierung

Bevor im fünften Kapitel die Methoden und das Versuchsdesign zur ausführlichen Darstellung gelangen, sollen nun im vierten Kapitel, ausgehend von den Ausführungen zum theoretischen Hintergrund und der damit in Zusammenhang stehenden empirischen Lage, die Herleitung der eigenen Fragestellung sowie die Generierung der einzelnen Hypothesen, die es mit der vorliegenden experimentellen Erhebung zu untersuchen gilt, näher erläutert werden.

Ein Blick in die Literatur hat gezeigt, dass der *Simon Effekt* vor allem mittels Tastendruckexperimenten untersucht wird und dort als stabiler Kompatibilitätseffekt aufscheint. Studien zu Erhebungen via Blickbewegungen sind in diesem Zusammenhang hingegen selten oder kaum vorhanden. Beim vorliegenden Experiment handelt es sich nun um das Dritte in einer Experimentenserie ähnlichen Versuchsdesigns an der Universität Wien, mit dem Ziel den *Simon Effekt* auf Basis semantisch-räumlicher Wortbedeutungen in einer Blickbewegungsaufgabe zu replizieren. Hierzu wurde als irrelevante Reizdimension die semantisch-räumliche Bedeutung des Wortes gewählt, sowie als relevante Reizdimension die Farbe des Wortes. Sollte im ersten Experiment der Reihe instruktionsgemäß noch hinsichtlich der Farben schwarz und weiß diskriminiert werden, so wurde die relevante Dimension im Folgeexperiment bereits durch die Farben türkis und grün ersetzt. Diese sind schwieriger zu unterscheiden, wodurch die für die Aufgabenstellung irrelevante, semantisch-räumliche Bedeutung des Reizes weiter an Bedeutung bzw. Einfluss gewinnen müsste. Im verwendeten Design wurden diese beiden Farben übernommen und zusätzlich die SOAs (*Stimulus Onset Asynchrony*) zwischen der Einblendung des Wortes und der Einfärbung des Wortes variiert. Mit dem vorliegenden Experiment liegt so eine Abwandlung des üblichen Tastendruckexperiments im Rahmen der Untersuchungen zum *Simon Effekt* vor: Es soll mittels Blickbewegung (*Sakkade*) zwischen den beiden Farben des Wortes in vertikaler bzw. horizontaler Richtung diskriminiert werden, wohingegen es dessen inhaltlich-örtliche Bedeutung zu ignorieren gilt. Als drittes Experiment der Versuchsreihe sollen die verschiedenen Latenzzeiten (SOAs: 0, 100, 200 ms) bis zur Einblendung der Reiz-Farbe die Wirkung der semantisch-räumlichen Bedeutung des Wortes steigern und so den bereits vielfach replizierten *Simon Effekt* durch diesen zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) der irrelevanten Dimension zusätzlich verstärken.

Um dies zu untersuchen, wurde ein drei-faktorielles Versuchsdesign gewählt, wobei die drei Faktoren *SOA*, *Kompatibilität* und *Achse* als unabhängige Variablen Eingang in die Untersuchung fanden, deren Einfluss auf die abhängigen Variablen der *Reaktionszeit (RT und bRT)* und der *Fehlerzahl (Error)* erhoben wurde. Die Operationalisierung und Manipulation der Faktoren und Parameter, sowie die experimentellen Bedingungen werden im Anschluss an die Herleitung der Fragestellung im Methodenkapitel noch ausführlicher zur Darstellung gelangen.

Wird davon ausgegangen, dass es sich beim *Simon Effekt* um einen wissenschaftlich-fundierten und nachgewiesenen Effekt handelt, so müsste auch in der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten experimentellen Erhebung, eine Abwandlung der klassischen *Simon Aufgabe*, davon auszugehen sein, dass ein stabiler *räumlicher Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekt* aufscheint. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegende, übergeordnete Fragestellung ist folglich, ob sich der *Simon Effekte* von Reizen mit semantisch-räumlichen Wortbedeutung auch bei Blickbewegungen replizieren lässt. Um diese Hypothese bestätigen zu können, sollten sich kürzere *Reaktionszeiten* und weniger *Fehler* in der kompatiblen gegenüber der inkompatiblen Bedingung zeigen. Statistisch gesehen entspräche dies einem Haupteffekt im Faktor *Kompatibilität*.

Geknüpft an die Hypothese des Auftretens eines stabilen *Simon Effekte*, lassen sich außerdem zwei weitere Unterhypothesen formulieren, die die Operationalisierung durch das Versuchsdesign zu beantworten vermag:

- a) Der zeitliche Vorsprung (*Head Start*) der semantisch-räumlichen Bedeutung des Wortes (irrelevante Dimension) verstärkt den *Simon Effekt*.
- b) Je länger das zeitliche Intervall (*SOA*) bis zur Einfärbung des Wortes (relevante Dimension), desto stärker ist der Effekt.

Grundlegend ist dabei die Annahme, dass die semantische-inhaltlich räumliche Wortbedeutung, obschon es sich dabei um die irrelevante Dimension des Reizes handelt, schneller verarbeitet wird, als die der Farbe durch die Instruktion innewohnende Richtungsinformation als relevante Dimension des Reizes. Ein zeitlicher Vorsprung (*Head Start*) der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension durch die verzögerte Einfärbung des Reizes

müsste demnach – so die Hypothese – den Effekt zusätzlich verstärken. Die Überprüfung dieser Hypothese wird über die Gegenüberstellung der verschiedenen Bedingungen im Faktor *SOA* (0, 100 oder 200ms) realisiert. Ein Interaktionseffekt zwischen dem Faktor *Kompatibilität* und dem Faktor *SOA* spräche für einen Einfluss des zeitlichen Intervalls auf die Stärke des Effekts und würde demnach die beiden Unterhypothesen bestätigen.

Die Literaturrecherche hatte ebenfalls ergeben, dass auch der Faktor *Achse* im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* eine Rolle spielt und die Intensität des Effekts manipulieren kann. Bisherige Untersuchungen hatten somit nahe gelegt, diesen ebenfalls in die vorliegende Untersuchung mit aufzunehmen, obwohl keine klare Hypothese bezüglich seines Einflusses zu treffen war und die Überprüfung seines Effekts sich daher eher explorativ gestaltete.

5 Methodisches Vorgehen

Im Folgenden soll nun die Methode des im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführten Experiments näher erläutert werden. Die Stichprobe, die Instrumentarien, sowie die Versuchsdurchführung und das Versuchsdesign werden dargestellt.

5.1 Probanden

Insgesamt nahmen $N = 26$ Studenten der Universität Wien unterschiedlicher Studienfachrichtungen am nachfolgend beschriebenen Experiment im Zeitraum vom 23. Mai bis 03. Juni 2011 teil, wobei letzten Endes die Daten von 25 der 26 Probanden Eingang in die statistische Analyse fanden. Nahezu alle hatten normale Sehstärken – war dies nicht der Fall, so wurde diese durch Kontaktlinsen oder Brille gegen normal korrigiert. Die sechs männlichen und zwanzig weiblichen Testpersonen waren zwischen 19 und 29 Jahre alt, das Durchschnittsalter betrug somit 24 Jahre ($SD = 2.44$). Bezüglich des Ziels und der Intention des Experiments waren die Teilnehmer ‚blind‘ und ‚naiv‘. Eine vollständige Aufklärung erfolgte jedoch umgehend nach Bearbeitung der Aufgaben. Die Teilnahme war freiwillig und konnte jeder Zeit ohne negative Konsequenzen beendet werden.

5.2 Instrumentarien

Die Probanden wurden vor einem 15 Zoll Color-CRT-Monitor mit einer Bildwiederholungsrate von 59.1 Hz, verbunden mit einem Standard-PC auf einem höhenverstellbaren Bürostuhl positioniert. Kinn und Stirn wurden dabei von einer Stütze gehalten, um einen standardisierten Abstand von 0.57 m für alle Probanden zum Monitor und einen vertikal-mittig ausgerichteten Ausgangspunkt der Blickposition zu gewährleisten. Zentral auf dem Tisch befand sich zudem eine Standard-Computer-Tastatur, deren Leertaste mit der dominanten Hand zu bedienen war, um einen Trial (Versuchsdurchgang) zu beenden und den nachfolgenden zu starten. Der Raum war nur durch eine schwache indirekte Lichtquelle beleuchtet.

Die Abbildung 4 zeigt den Versuchsaufbau mit den zum Einsatz gekommenen Instrumentarien.

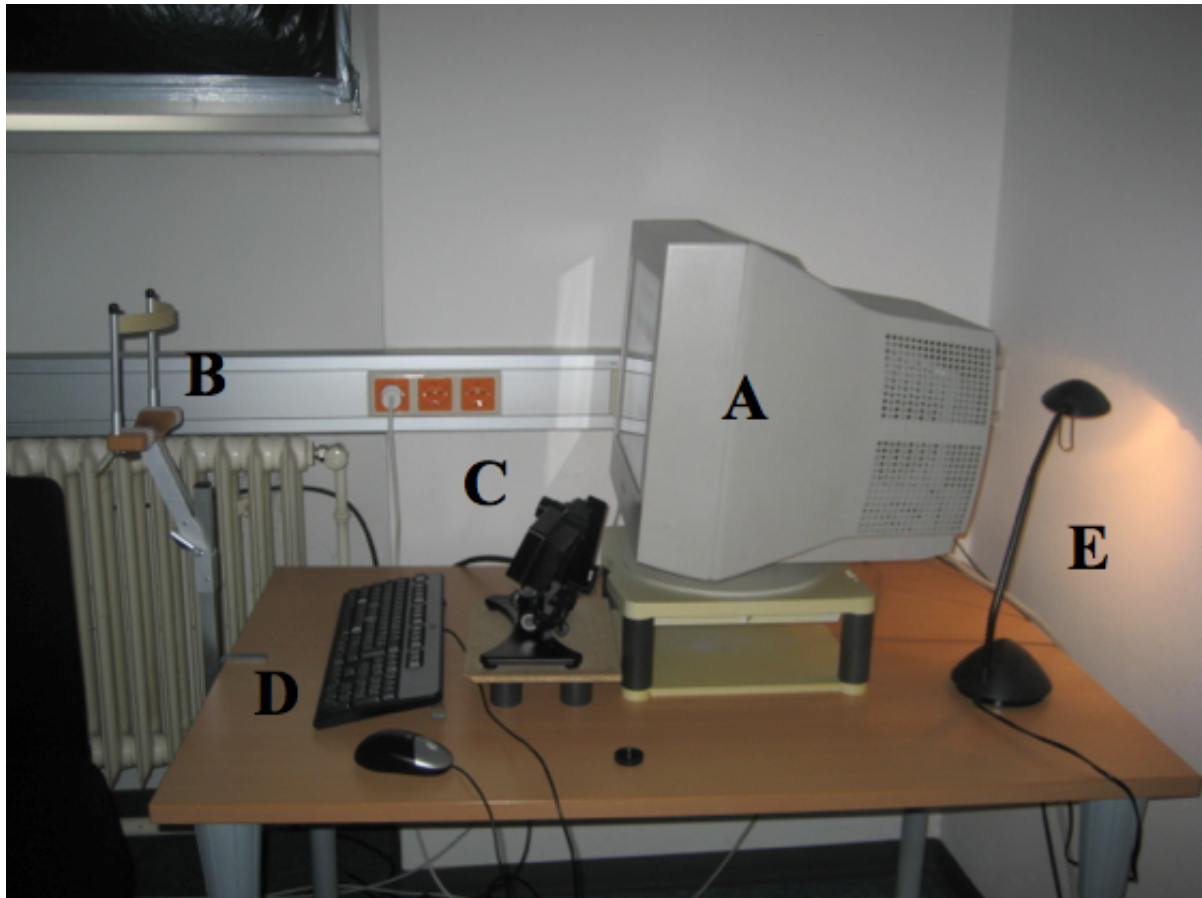


Abb. 4: Versuchsaufbau: A) 15 Zoll Colour-CRT-Monitor, B) Kinn-Stirn-Stütze, C) Eye Tracker, D) Tastatur, E) indirekte Lichtquelle.

Zur Aufzeichnung der Blickbewegung (Sakkade) wurde ein Eye Tracker mit binokularer Linse (25mm) verwendet und die Daten mittels SR Research Ltd. EyeLink 1000 auf einem Auswertungscomputer festgehalten, von dem aus das Experiment gesteuert wurde. Im Gegensatz zu der Nutzung einer monokularen Linse bestand so die Möglichkeit, die Sakkaden des Auges mit den jeweils messgenaueren Werten in die Daten eingehen zu lassen. Die Blickposition wurde bei einer Rate von 1000 Hz festgehalten (zeitliche Auflösung). Der Blickpositions-Fehler betrug nach Durchführung der Kalibrierung weniger als 0.5° (räumliche Auflösung).

Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt den Bildschirm des Auswertungscomputers von dem aus der Versuchsleiter die Versuchsdurchführung überwachen konnte.

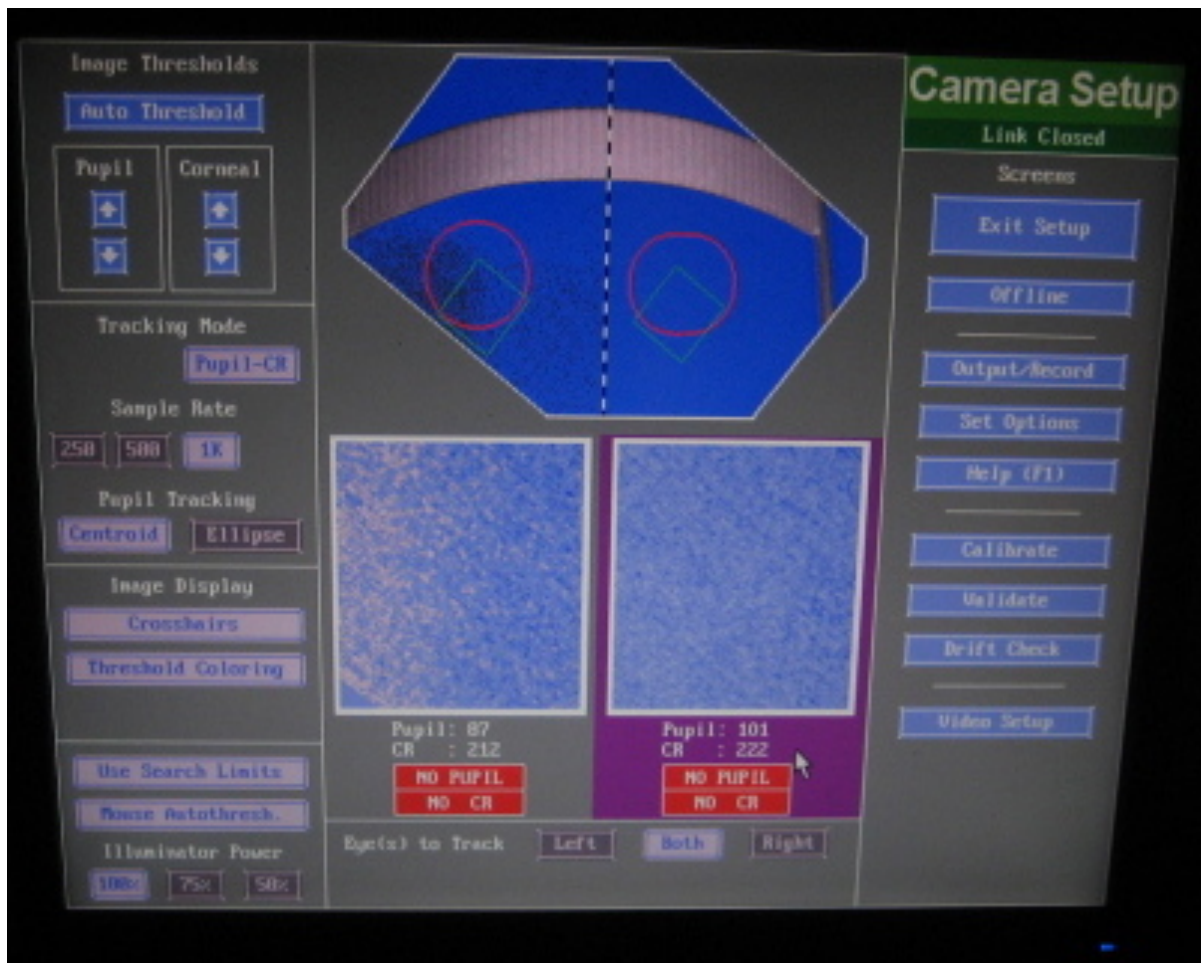


Abb. 5: EyeLink 1000 - Bildschirm des Auswertungscomputers zur Kontrolle des regelkonformen Versuchsablaufs während der Versuchsdurchführung.

Die so gewonnenen Daten wurden wiederum so aufbereitet, dass aus den aufgezeichneten Sakkaden die beiden Parameter der Reaktionszeit (RT) und der durchschnittlichen prozentualen Fehleranzahl ($Error$) als abhängige Variablen extrahiert werden konnten und Eingang in die spätere Auswertung der Ergebnisse fanden.

Der Parameter Reaktionszeit (RT) beschreibt die Zeit in ms bis zur Einleitung der Sakkade (*Saccade Onset Time*) bei denjenigen Trials, bei denen die Ausführung der Sakkade in gemäß der Instruktion durch die Farbe vorgegebener, richtiger Richtung erfolgte. Trials mit fehlerhaften Sakkaden wurden durch den Parameter der durchschnittlichen Fehleranzahl ($Error$) in Prozent über alle Probanden hinweg erfasst.

Des Weiteren wurde mit dem Parameter bereinigten Reaktionszeit (bRT) eine zusätzliche Modifikation des Parameters RT konzipiert. Dieser berücksichtigt eine mögliche Konfundierung der erhobenen durchschnittlichen Reaktionszeit (RT) mit dem Versuchsde-

signs: Da der Parameter *RT*, diejenige Zeit beschreibt, die von der Einblendung des Wortes bis hin zur Einleitung der Sakkade verstreicht, geht dort das jeweilige *SOA* mit in die Messung ein. Der Parameter *bRT* beschreibt nun die Zeit bis zur Einleitung der Sakkade abzüglich des durch das Versuchsdesign vorgegebene zeitliche Intervall in der 100 ms- bzw. 200 ms-SOA-Bedingung und wird zum Vergleich mit dem Parameter *RT* gesondert dargestellt und ausgewertet.

5.3 Versuchsdurchführung und Versuchsdesign

Nach Durchlaufen der Kalibrierungs- und Validierungsprogramme der Eye Tracker Software, wurden die Testpersonen instruiert, je nach Farbe (grün oder türkis) eines zentriert auf dem Bildschirm positionierten Wortes eine Blickbewegung in die gemäß der Aufgabenstellung durch die Farbe festgelegte örtlich-entsprechende Zielbox zu vollführen (z. B. rechts bei grün und links bei türkis oder oben bei grün und unten bei türkis) und dabei aber die dem Wort innewohnende semantisch-inhaltliche Richtungsinformation (‘rechts’/‘links’ oder ‘oben’/‘unten’) zu ignorieren. Dies sollte so schnell und so fehlerfrei wie möglich geschehen. Die Instruktionen wurden standardisiert in schriftlicher Form auf dem Bildschirm dargeboten und waren von den Probanden eigenständig zu lesen.⁷ Bei Rückfragen stand der Versuchsleiter zur Verfügung, wovon aber niemand Gebrauch machte.

War der Eye Tracker nun auf das Auge des Probanden eingestellt, wurde dieser dazu angehalten, seine Position während des Versuchsdurchlaufs möglichst nicht mehr zu verändern – andernfalls galt es die Kalibrierung erneut zu überprüfen, um eine fehlerhafte Datenaufzeichnung zu vermeiden. Zudem wurde der Versuch von einem Auswertungsrechner aus überwacht, um personen- oder technikbedingte Fehler wie mögliche Müdigkeitseffekte, nicht instruktionsgemäße Blickbewegungen oder Probleme bei der Aufzeichnung, frühzeitig zu entdecken und intervenieren zu können.

Der Versuchsablauf ist in Abbildung 6 zur übersichtlicheren Darstellung und Orientierung dargestellt und wird nun im Folgenden zusammen mit der Aufgabenstellung näher beschrieben.

⁷ Die wörtlichen Instruktionen finden sich im Anhang.

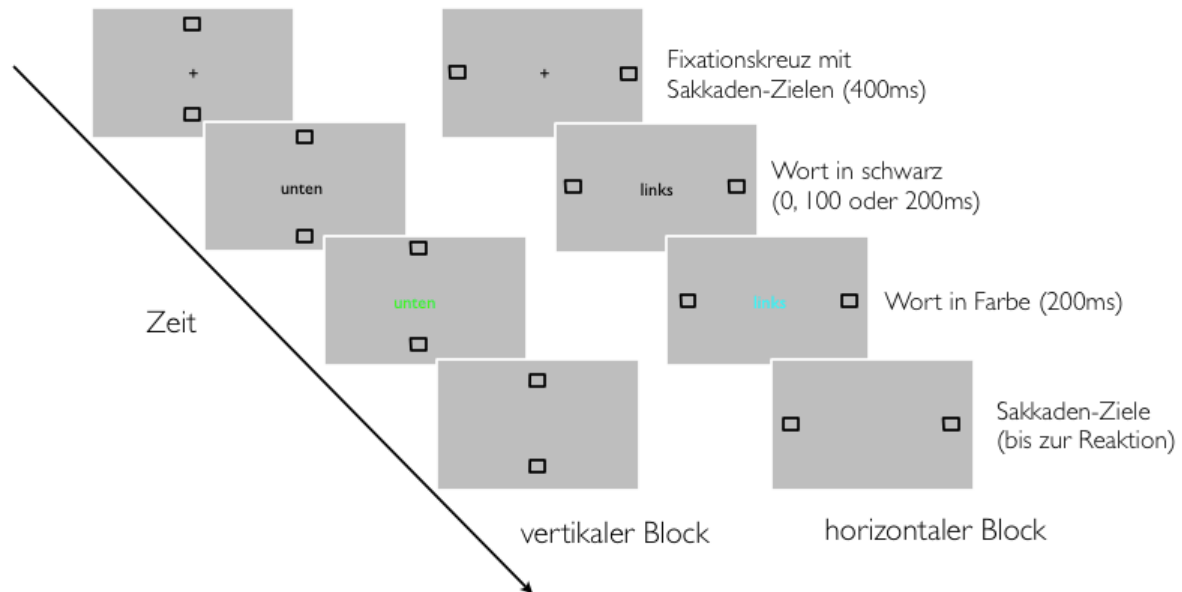


Abb. 6: Versuchsablauf: Bildschirme eines Trials des vertikalen sowie horizontalen Block im zeitlichen Verlauf.

Sowohl in der vorausgehenden Übungsphase (mit Rückmeldung) als auch in der eigentlichen Testphase (ohne Rückmeldung) erschien zunächst ein schwarzes Fixationskreuz (CIE-Wert $< 0.1 \text{ cd/m}^2$)⁸ – zentral positioniert zwischen den beiden, je nach Bedingung blockweise entweder horizontal oder vertikal ausgerichteten schwarzen Zielboxen (CIE-Wert $< 0.1 \text{ cd/m}^2$) – für 400 ms auf dem grau eingefärbten Bildschirmhintergrund (CIE-Wert = 50.2 cd/m^2). Danach wurde an dessen Stelle ein Wort in schwarzen Kleinbuchstaben eingeblendet (CIE-Wert $< 0.1 \text{ cd/m}^2$). Dieses wurde mit unterschiedlicher Latenzzeit (SOAs) entweder grün (CIE-Wert = 29.5 cd/m^2) oder türkis (CIE-Wert = 35.2 cd/m^2) eingefärbt. Der Zeitpunkt der Einfärbung wurde dabei so variiert, dass die Einblendung des schwarzen Wortes auf dem Bildschirm mit einem *zeitlichen Vorsprung* von entweder 0, 100 oder 200 ms gegenüber der Einfärbung des Wortes geschah (*Head Start*). Auf die Farbe des Wortes hin sollte dann nach 200 ms die entsprechende Blickbewegung in die gemäß der Instruktion durch die Farbe vorgegebene Zielbox – je nach Bedingung in horizontaler (z. B. grün für rechts und türkis für links) oder in vertikaler Achse (z. B. grün für oben und türkis für unten) – geschehen.

Das Wort konnte dabei in seiner semantisch-inhaltlichen Richtungsinformation (,rechts‘/,links‘ oder ,oben‘/,unten‘) entweder kompatibel oder inkompatibel in Bezug auf die relevante Dimension der Diskriminierungsaufgabe (Farbe) und damit auf die instrukti-

⁸ Farb-CIE-Normwerte der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE – Commission internationale de l'éclairage) liegen zwischen 0 cd/m^2 = schwarz und 100 cd/m^2 = weiß.

entsprechend auszuführende Blickbewegungs-Antwort sein. Die semantisch-inhaltliche Richtungsinformation des Wortes war in Hinblick auf die zu beantwortende Aufgabenstellung irrelevant und sollte daher ignoriert werden.

Durch Betätigen der Leertaste galt der Durchgang als beendet und der nächste Trial wurde gestartet.

Dem zuvor dargestellten Experiment lag somit ein drei-faktorielles Versuchsdesign mit vollständiger Messwiederholung (*within-subject-Design*) zugrunde, bei dem jeder Proband alle Faktorstufen durchlaufen musste. Der Faktor *Achse* war dabei zweifach gestuft: Entweder erfolgte die Diskriminierungsaufgabe in horizontaler oder in vertikaler Richtung. Der zweite Faktor *SOA* war dreifach gestuft: Die Einfärbung des Wortes geschah entweder unmittelbar und somit ohne zeitlichen Vorsprung (0 ms) oder sie erfolgte gegenüber dem Einblenden des Wortes verzögert nach 100 ms oder in einer dritten Bedingung erst nach 200 ms. Der dritte und letzte Faktor *Kompatibilität* beschreibt die Passung zwischen der gemäß der Instruktion durch die Farbe des Wortes vorgegebenen Richtung, in der die Sakkade auszuführen war, und der durch die semantisch-inhaltliche Bedeutung des Wortes suggerierten Richtungsantwort, und war dementsprechend zweifach gestuft: Die beiden Dimensionen konnten kompatibel, im Falle einer Korrespondenz der durch die Farbe vorgegebenen Richtung und der Richtungsantwort, oder, im Falle nicht vorhandener Korrespondenz, inkompatibel sein.

Tabelle 2 zeigt zur übersichtlicheren Darstellung das Versuchsdesign getrennt nach den jeweiligen Faktoren und liefert einen Überblick über die verschiedenen Faktorkombinationen sowie die Anzahl der sich daraus ergebenden Trials.

Tabelle 2: Drei-faktorielles Versuchsdesign mit den jeweiligen Faktoren und ihren Stufen und der Anzahl der Trials.

Faktor	Stufen	Blöcke											
Achse	2	horizontal						vertikal					
SOA	3	0 ms		100 ms		200 ms		0 ms		100 ms		200 ms	
Kompatibilität	2	k	ink	k	ink	k	ink	k	ink	k	ink	k	ink
# Trials	Σ 768	64	64	64	64	64	46	64	64	64	64	64	64

Die aus dem 2 (Achse) x 3 (SOA) x 2 (Kompatibilität) -faktoriellen Versuchsdesign resultierenden 12 Merkmalskombinationen wurden jeweils 64 mal wiederholt, sodass insgesamt zwei Blöcke zu je 384 Trials (jeweils inklusive 10 Trainingstrials) zu absolvieren waren. Die Diskriminationsaufgabe mittels Blickbewegung anhand der relevanten Dimension der Farbe (grün vs. türkis) erfolgte so blockweise entweder in horizontaler oder vertikaler Richtung, wobei jeweils die Hälfte der Trials inkompatibel bzw. kompatibel in Bezug auf die Passung von relevanter und irrelevanter Dimension war.

Farben und jeweilige Richtungszuweisung wurden über die Versuchspersonen blockweise variiert, sodass vier Gruppen entstanden, die sich in Startblock und Zuordnung voneinander unterschieden und zu denen die Probanden zufällig zugewiesen wurden. Somit können die Versuchsbedingungen als ausbalanciert angesehen werden.

Die vier durch die unterschiedliche Kombination der beiden Farben und Richtungen entstandenen Gruppen, denen die Probanden blockweise randomisiert zugeteilt wurden, sind in Tabelle 3 dargestellt. Wie dieser zu entnehmen ist, erfolgte die Variation der *Achse* somit blockweise, während die Versuchspersonen die Kombination innerhalb der Blöcke in randomisierter Sequenz durchliefen.

Tabelle 3: Gruppen/Blöcke.

			semantisch-inhaltliche Information des Wortes			
			Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Farbe des Wortes	Block 1	grün	oben	rechts	unten	links
		türkis	unten	links	oben	rechts
	Block 2	grün	rechts	oben	links	unten
		türkis	links	unten	unten	oben

Zwischen den beiden Blöcken wurde eine Entspannungspause eingeräumt, deren Dauer die Probanden selbst bestimmen konnten. Jeweils vor den Blöcken erfolgte die schriftliche Instruktion mit anschließender Übungsphase, die nicht in die Auswertung mit einfluss. Die durchschnittliche Dauer betrug dabei ungefähr 20 Minuten je Block.

6 Ergebnisse

Zur Überprüfung der anfangs in Kapitel 4 aufgestellten Hypothese der Replizierung sowie daran geknüpft die Unterhypothese der Manipulation der Intensität des *Simon Effekts* in einem Blickbewegungsexperiment mit 2x3x2-faktoriellem Versuchsdesign fanden die aus den Daten extrahierten Parameter Eingang in die Auswertung.

Getrennt für die drei in Kapitel 5.2 beschriebenen Parameter Reaktionszeit (*RT*), bereinigte Reaktionszeit (*bRT*) und Fehleranzahl (*Error*) wurde jeweils eine drei-faktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit vollständiger Messwiederholung berechnet.⁹ Das 2x3x2-Design setzte sich dabei aus dem zweifach gestuften Faktor *Achse* (horizontal vs. vertikal), dem dreifach gestuften Faktor *SOA* (0 ms vs. 100 ms vs. 200 ms) und dem zweifach gestuften Faktor *Kompatibilität* (inkompatibel vs. kompatibel) zusammen, wobei gemäß der within-Subject-Design-Konzipierung alle Probanden alle Faktorstufen durchliefen.

Das α -Niveau lag bei 5 %. Falls nötig wurde post-hoc eine Bonferroni-Korrektur vorgenommen.

Eine Sphärizitätsprüfung mittels Mauchly's-W-Test wurde ebenfalls durchgeführt und die Freiheitsgrade im Falle signifikanter Testergebnisse gemäß der Greenhouse-Geisser-Korrektur angepasst.

Allen Variablen liegt eine Normalverteilung zugrunde.

Um Ausreißerwerte nicht in die Datenanalyse mit einfließen zu lassen, wurden diejenigen Trials mit Sakkade in gemäß der Instruktion richtiger Richtung aus der Auswertung ausgeschlossen, in denen die Reaktionszeiten über oder unter zwei Standardabweichungen vom individuellen Durchschnittswert einer Probanden abwichen, sodass weder sehr schnelle noch sehr langsame Trials mit aufgenommen wurden. Dies war für 8.3 % der Trials gemittelt über alle Probanden hinweg der Fall. Trials mit Sakkaden-Antwort in falscher Richtung wurden gesondert über den Parameter Fehleranzahl (*Error*) betrachtet.

Im Folgenden gelangen nun die Ergebnisse der drei-faktoriellen ANOVA getrennt nach den drei Parametern der Reaktionszeit (*RT*), der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*) sowie der Fehleranzahl (*Error*) zur Darstellung.

⁹ Zur Auswertung wurde das Programm IBM SPSS Statistics 20 verwendet.

6.1 Reaktionszeit (RT)

Zur Übersicht findet sich in Tabelle 4 eine Zusammenstellung der aggregierten Daten des vorliegenden Parameters.

Tabelle 4: Aggregierte Daten für den Parameter RT (in ms) – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (GMW), sowie Gesamtstandardabweichungen (GSD).

	kompatibel				inkompatibel			
	0 ms	100 ms	200 ms	Gesamt	0 ms	100 ms	200 ms	Gesamt
horizontal	372.783	489.548	567.514	476.615	390.858	493.557	577.142	487.186
	± 106.669	± 113.171	± 114.272	± 136.269	± 118.005	± 115.777	± 105.648	± 135.521
vertikal	411.581	500.607	584.623	498.937	414.439	508.061	588.416	503.639
	± 32.175	± 30.101	± 32.162	± 77.618	± 30.779	± 31.968	± 32.691	± 78.154
Gesamt	392.182	495.078	576.069	487.776	402.649	500.809	582.779	495.413
	± 80.399	± 82.147	± 83.529	± 111.085	± 86.114	± 84.377	± 77.606	± 110.558

Einen Überblick über die Ergebnisse der Berechnung der drei-faktoriellen Varianzanalyse mit vollständiger Messwiederholung für den Parameter der Reaktionszeit (RT) findet sich zur übersichtlicheren Darstellung in Tabelle 5. Die gefundenen Effekte werden im Anschluss daran näher erläutert.

Tabelle 5: Innersubjekteffekte für den Parameter RT sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadrat (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η_p^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).

Quelle d. Effekts	QS	FG	MS	F	p	η_p^2	sig.
Achse	28191.134	1	28191.134	.930	.344	.037	n. s.
SOA	1662402.19	1.367	1216196.49	1391.062	< .05	.983	*
Kompatibilität	4373.05	1	4373.05	14.046	.001	.369	*
Achse x SOA	5248.347	2	2624.174	5.117	.010	.176	*
Achse x Kompatibilität	645.887	1	645.887	2.404	.134	.091	n. s.
SOA x Kompatibilität	312.438	2	156.219	.390	.679	.016	n. s.

6 Ergebnisse

Achse x SOA x Kompatibilität	1088.356	2	544.178	1.565	.220	.061	n. s.
Fehler (Achse)	727287.095	24	30303.629				
Fehler (SOA)	28681.428	32.805	874.293				
Fehler (Kompatibi- lität)	7472.037	24	311.335				
Fehler (Achse x SOA)	24615.633	48	512.826				
Fehler (Achse x Kompatibilität)	6449.084	24	268.712				
Fehler (SOA x Kompatibilität)	19245.743	48	400.953				
Fehler (Achse x SOA x Kompatibilität)	16.693.255	48	347.776				

Die Berechnung ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor *Achse* ($F(1, 24) = .930$; $p = .344$; $\eta_p^2 = .037$), jedoch fanden sich signifikante Haupteffekte sowohl für den Faktor *SOA* ($F(1.367, 32.805) = 1391.062$; $p < .05$; $\eta_p^2 = .983$) als auch für den Faktor *Kompatibilität* ($F(1, 24) = 14.046$; $p < .05$; $\eta_p^2 = .369$).

Die kürzeste Reaktionszeit lag in der Nullbedingung, bei einem SOA von 0 ms, vor. Hier betrug die durchschnittliche Reaktionszeit einen Mittelwert von $MW = 397.415$ ms ($SD = 12.546$ ms), gefolgt von einer durchschnittlichen RT von $MW = 497.943$ ms ($SD = 13.032$ ms) bei einem SOA von 100 ms. Die längste Reaktionszeit zeigten die Probanden mit einem Mittelwert von $MW = 579.424$ ms ($SD = 12.498$ ms) bei einem SOA von 200 ms. Der Verlauf der Reaktionszeiten über die verschiedenen Stufen des Faktors SOA stellt sich – wie Abbildung 7 verdeutlicht – treppenförmig dar.

6 Ergebnisse

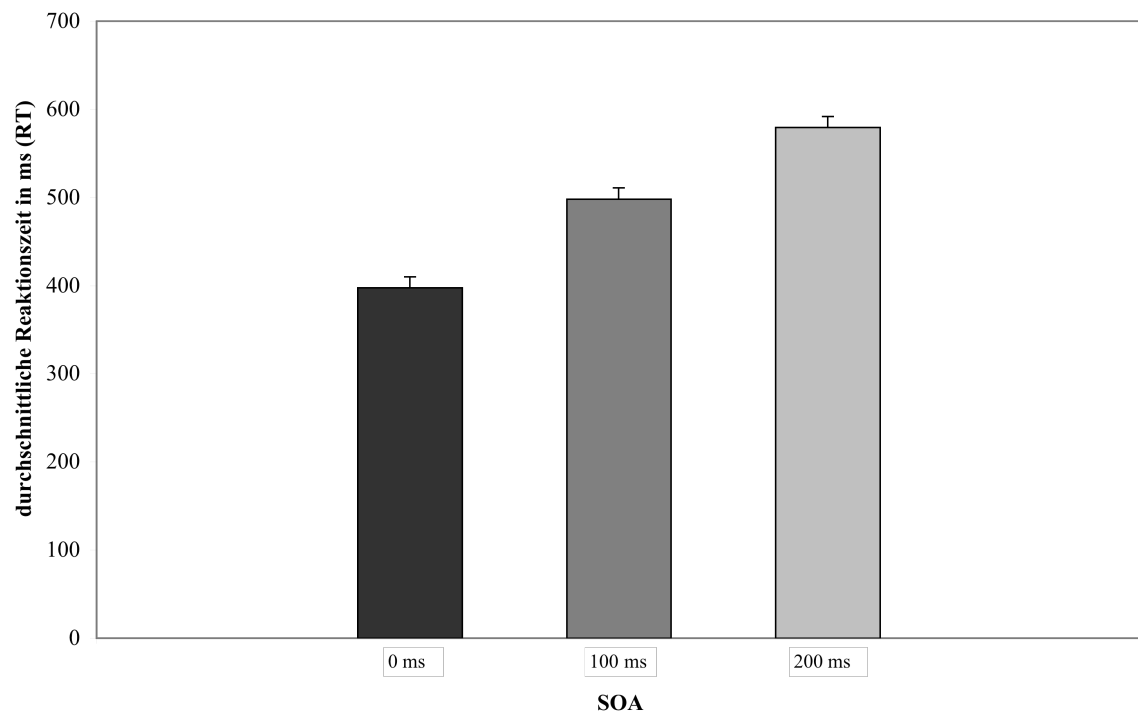


Abb. 7: Haupteffekt des Faktors SOA im Parameter RT.

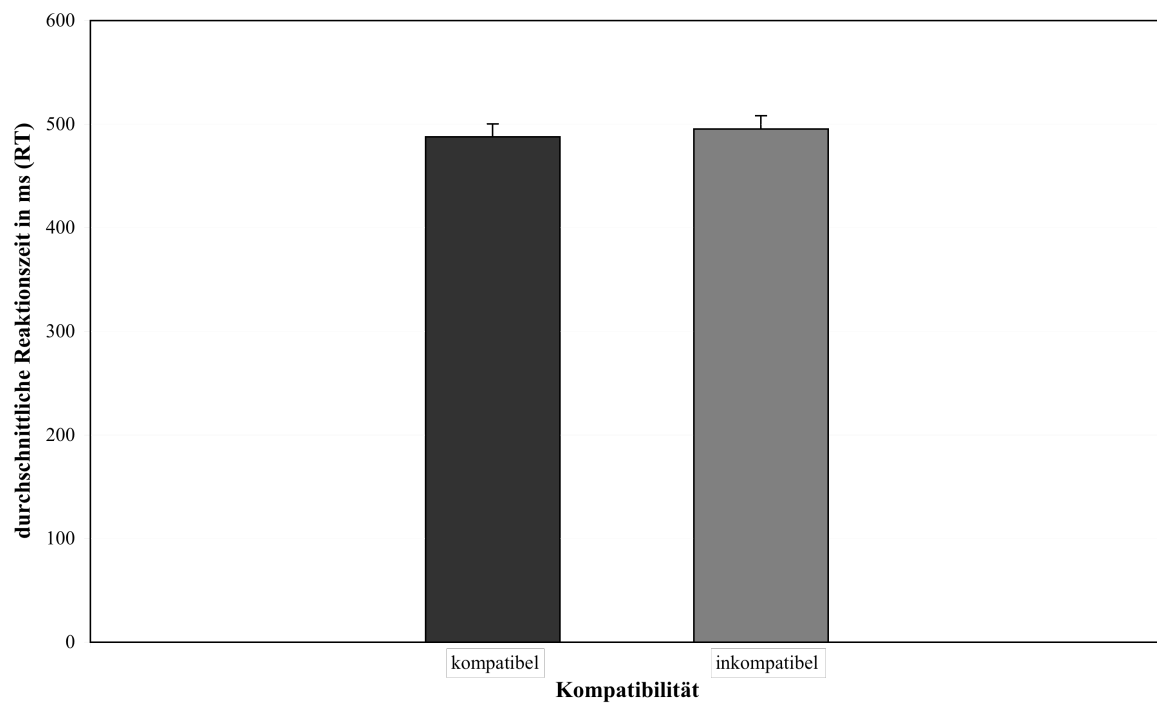


Abb. 8: Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter RT.

Wie Abbildung 8 verdeutlicht, zeigten die Probanden für den Faktor *Kompatibilität* in der kompatiblen Bedingung mit einem Mittelwert von $MW = 487.776$ ms ($SD = 12.550$) signifikant kürzere Reaktionszeiten im Vergleich zur inkompatiblen Bedingung mit einem Mittelwert von $MW = 495.412$ ms ($SD = 12.605$ ms). Mit anderen Worten, die Probanden reagierten über alle Trials hinweg im Durchschnitt schneller bei der Passung der gemäß der Instruktion durch die Farbe geforderten Richtung des Wortes und der semantisch-inhaltlichen Richtungsinformation des Wortes.

Des Weiteren konnte der Interaktionseffekt zwischen den Faktoren *Achse* und *SOA* das festgelegte Signifikanzniveau ($F(2, 48) = 5.117$; $p = .010$; $\eta_p^2 = .176$) erreichen. Eine grafische Darstellung des Interaktionseffekts findet sich zur Veranschaulichung in Abbildung 9.

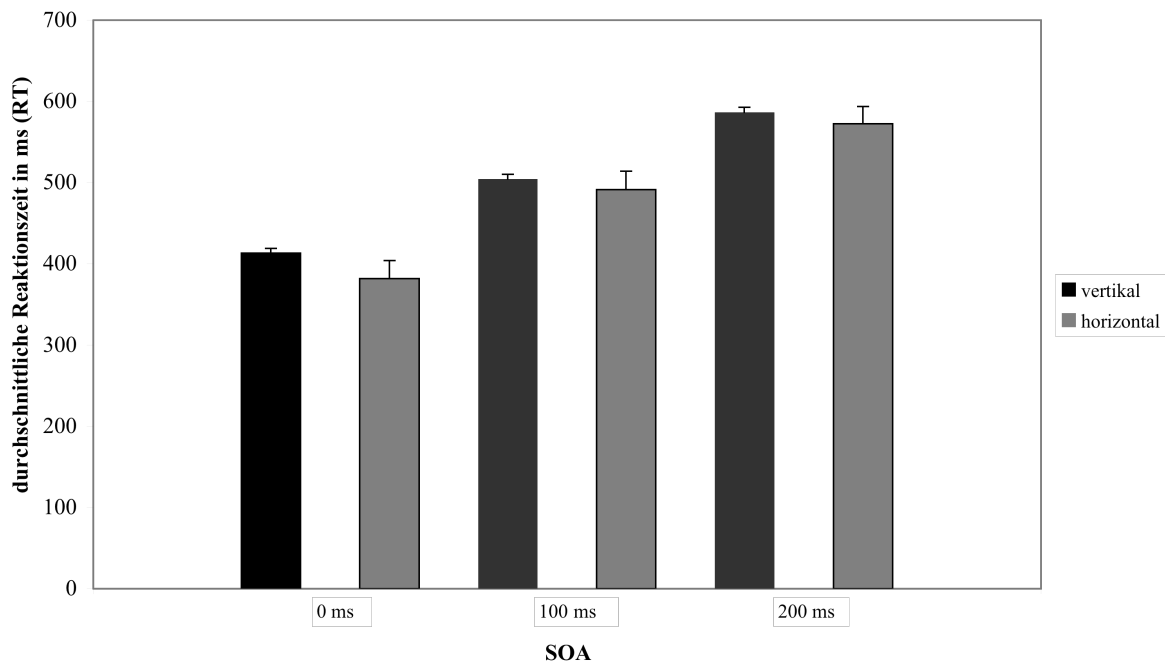


Abb. 9: Interaktionseffekt der Faktoren *Achse* und *SOA* im Parameter *RT*.

Auch in der Interaktion zeigte sich weiterhin der schon im Haupteffekt des Faktors *SOA* aufgetretene, treppenförmige Verlauf der Reaktionszeiten über die verschiedenen *SOAs* hinweg: Mit zunehmendem *SOA* erzielten die Probanden längere Reaktionszeiten, wobei jeweils in horizontaler Richtung schneller reagiert wurde als in vertikaler Richtung: Die kürzesten Reaktionszeiten erzielten die Probanden mit einem Mittelwert von $MW = 381.820$ ms ($SD = 22.245$ ms) in der Nullbedingung in horizontaler Richtung. In vertikaler Richtung lag die durchschnittliche Reaktionszeit hier bei einem Mittelwert von $MW = 413.010$ ms ($SD =$

22.245 ms). Gefolgt von den Reaktionszeiten mit einem Mittelwert von $MW = 491.553$ ms ($SD = 22.741$ ms) bei einem SOA von 100 ms in horizontaler Richtung gegenüber einem Mittelwert von $MW = 504.334$ ms ($SD = 5.980$ ms) in vertikaler Richtung und zu guter Letzt wurden die längsten Reaktionszeiten mit einem Mittelwert von $MW = 586.520$ ms ($SD = 6.263$ ms) bei einem SOA von 200 ms in vertikaler Richtung erreicht, in horizontaler Richtung lag die durchschnittliche Reaktionszeit hier bei einem Mittelwert von $MW = 572.328$ ms ($SD = 21.650$ ms).

Die anderen Interaktionseffekte zwischen den jeweiligen Faktoren verfehlten das Signifikanzniveau (siehe Tabelle 5).

6.2 Bereinigte Reaktionszeit (*bRT*)

Wie in Kapitel 6.1 für den Parameter der Reaktionszeit (*RT*) liefert nun ebenfalls zu Beginn Tabelle 6 für den Parameter der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*) eine Zusammenstellung der aggregierten Daten.

Tabelle 6: Aggregierte Daten für den Parameter *bRT* (in ms) – Mittelwerte (*MW*) und Standardabweichungen (*SD*) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (*GMW*), sowie Gesamtstandardabweichungen (*GSD*).

	kompatibel				inkompatibel			
	0 ms	100 ms	200 ms	Gesamt	0 ms	100 ms	200 ms	Gesamt
horizontal	372.783 ± 106.669	389.548 ± 113.170	367.514 ± 114.272	376.615 ± 110.311	390.858 ± 118.005	393.558 ± 115.776	377.142 ± 105.648	387.186 ± 111.964
vertikal	411.581 ± 32.176	400.608 ± 30.101	384.623 ± 32.162	398.937 ± 33.004	414.439 ± 30.779	408.061 ± 31.969	388.416 ± 32.691	403.639 ± 33.311
Gesamt	392.182 ± 80.400	395.078 ± 82.146	376.069 ± 83.529	387.776 ± 81.914	402.649 ± 86.176	400.809 ± 84.377	382.779 ± 77.606	395.413 ± 82.735

Tabelle 7 dient einem Überblick über die Ergebnisse der Berechnung der drei-faktoriellen Varianzanalyse mit vollständiger Messwiederholung für den Parameter der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*). Die gefundenen Effekte werden im Anschluss daran näher erläutert.

Tabelle 7: Innersubjekteffekte für den Parameter *bRT* sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadratrate (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η_p^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).

Quelle d. Effekts	QS	FG	MS	F	p	η_p^2	sig.
Achse	28190.346	1	28190.346	.930	.344	.037	n. s.
SOA	22232.116	1.367	16264.798	18.605	< .05	.437	*
Kompatibilität	4373.214	1	4373.214	14.047	.001	.369	*
Achse x SOA	5247.611	2	2623.806	5.116	.010	.176	*
Achse x Kompatibilität	646.008	1	646,008	2.404	.134	.091	n. s.
SOA x Kompatibilität	312.385	2	156.193	.390	.679	.016	n. s.
Achse x SOA x Kompatibilität	1088.262	2	544.131	1.565	.220	.061	n. s.
Fehler (Achse)	727285.079	24	30303.545				
Fehler (SOA)	28679.395	32,805	874.232				
Fehler (Kompatibi- lität)	7471.822	24	311.326				
Fehler (Achse x SOA)	24616.161	48	512.837				
Fehler (Achse x Kompatibilität)	6449.332	24	268.722				
Fehler (SOA x Kompatibilität)	19245.858	48	400.955				
Fehler (Achse x SOA x Kompatibilität)	16693.635	48	347.784				

Auch für den Parameter der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*) ergab die Berechnung der drei-faktoriellen ANOVA mit vollständiger Messwiederholung keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor *Achse* ($F(1, 24) = .930$; $p = .344$; $\eta_p^2 = .037$). Doch konnten auch hier die Haupteffekte der beiden Faktoren *SOA* ($F(1.367, 32.805) = 18.605$; $p < .05$; $\eta_p^2 = .437$) und *Kompatibilität* ($F(1, 24) = 14.047$; $p = .001$; $\eta_p^2 = .369$) jeweils das Signifikanzniveau erreichen.

Im Vergleich zu den im vorherigen Unterkapitel dargestellten Ergebnissen des Parameters der Reaktionszeit (*RT*), zeigt sich beim Parameter der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*) auf Stufenebene des Faktors *SOA* im Mittelwertsvergleich der einzelnen Stufen nun

kein treppenförmiger, mit den Latenzzeiten des Versuchsdesigns korrespondierender Verlauf des Haupteffekts mehr: die kürzeste durchschnittliche Reaktionszeit zeigten die Probanden mit einem Mittelwert von $MW = 379.424$ ms ($SD = 12.498$ ms) bei einem SOA von 200 ms. Am zweitschnellsten reagierten die Probanden mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von $MW = 397.415$ ms ($SD = 12.546$ ms) in der Nullbedingung, bei einem SOA von 0 ms, während sie jedoch auch nur geringfügig langsamer mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von $MW = 397.944$ ms ($SD = 13.032$ ms) bei einem SOA von 100 ms die gewünschte Reaktion zeigten. Die folgende grafische Darstellung (Abbildung 10) des Haupteffekts soll dies nochmals veranschaulichen.

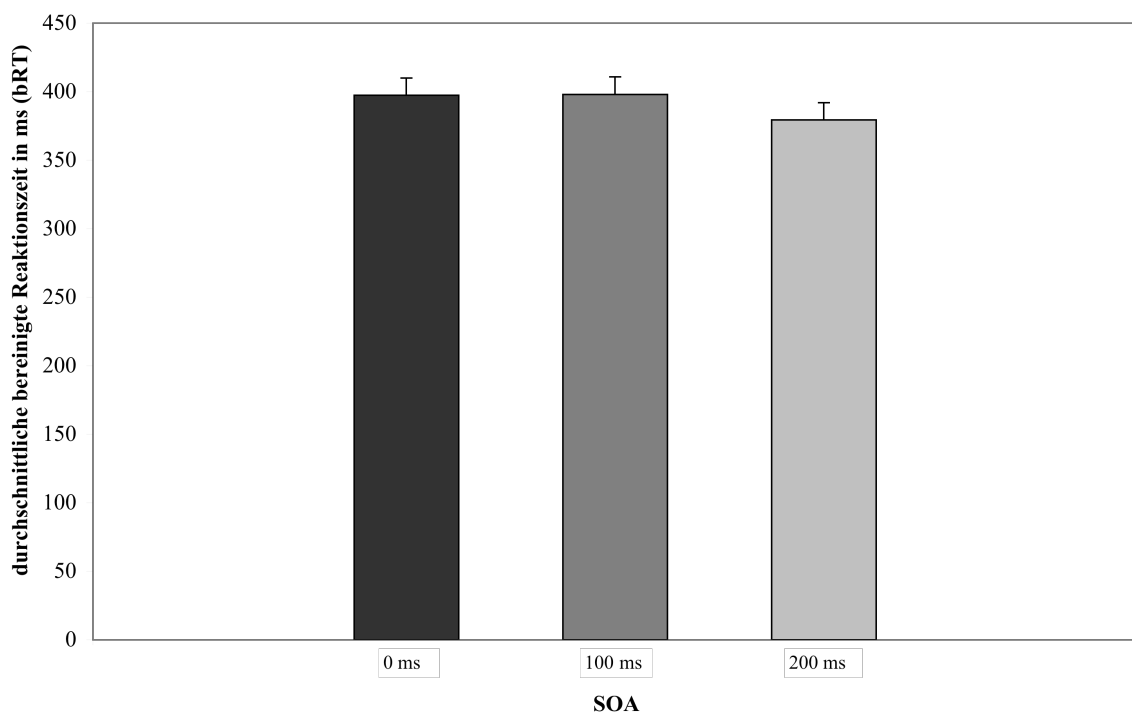


Abb. 10: Haupteffekt des Faktors SOA im Parameter bRT.

Ein Blick auf den Mittelwertsvergleich der beiden Stufen des Faktors *Kompatibilität* zeigt, dass die Probanden in der kompatiblen Bedingung, also im Falle der Passung zwischen der gemäß der Instruktion durch die Farbe vorgegebenen Richtung des Wortes und der durch die semantische-inhaltliche Bedeutung des Wortes suggerierten Richtung, mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von $MW = 387.776$ ms ($SD = 12.550$ ms) gegenüber der inkompatiblen Bedingung mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von $MW = 395.412$ ms ($SD = 12.605$ ms) schneller reagierten. Auch hier dient die folgende grafische Darstellung (Abbildung 11) des Haupteffekts im Faktor *Kompatibilität* der Veranschaulichung.

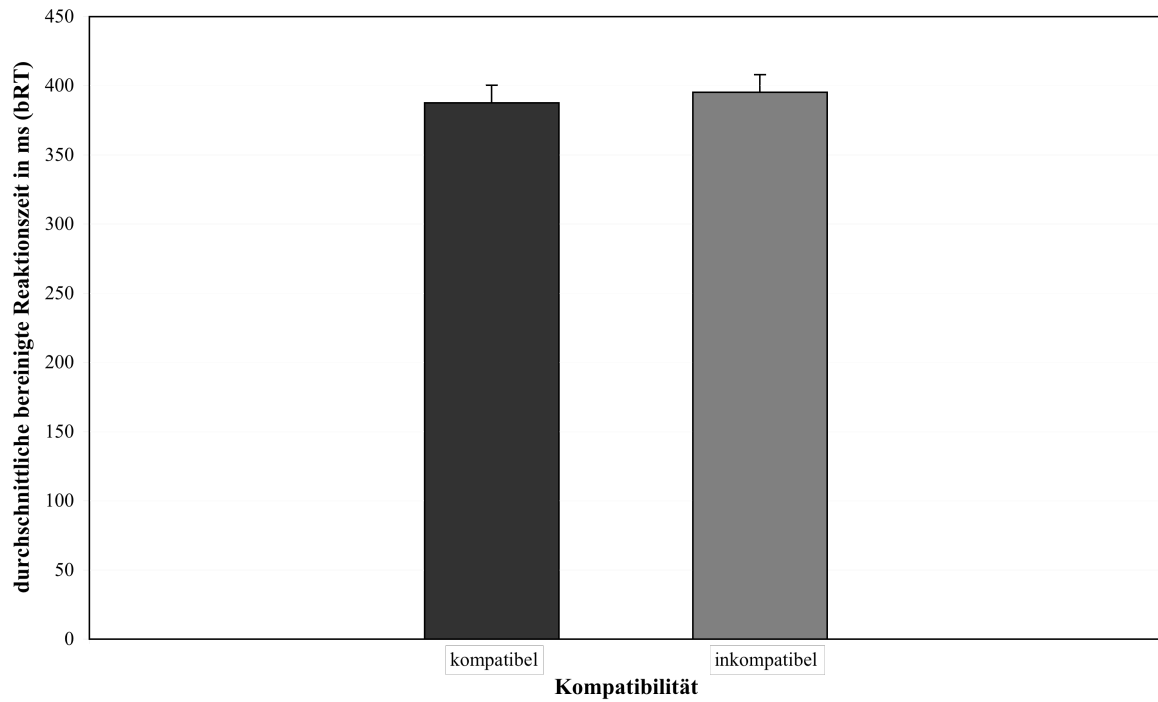


Abb. 11: Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter *bRT*.

Ebenfalls signifikant wurde der Interaktionseffekt der beiden Faktoren *Achse* und *SOA* ($F(2, 48) = 5.116$; $p = .010$; $\eta_p^2 = .176$). Die folgende Abbildung 12 zeigt, dass sich auch hier der Verlauf der Interaktion auf Stufenebene nicht mehr wie im Parameter der Reaktionszeit (*RT*) treppenförmig, korrespondierend zu den Latenzzeiten des Versuchsdesigns darstellt. Das hier vorliegende Interaktionsmuster gestaltet sich deutlich komplexer.

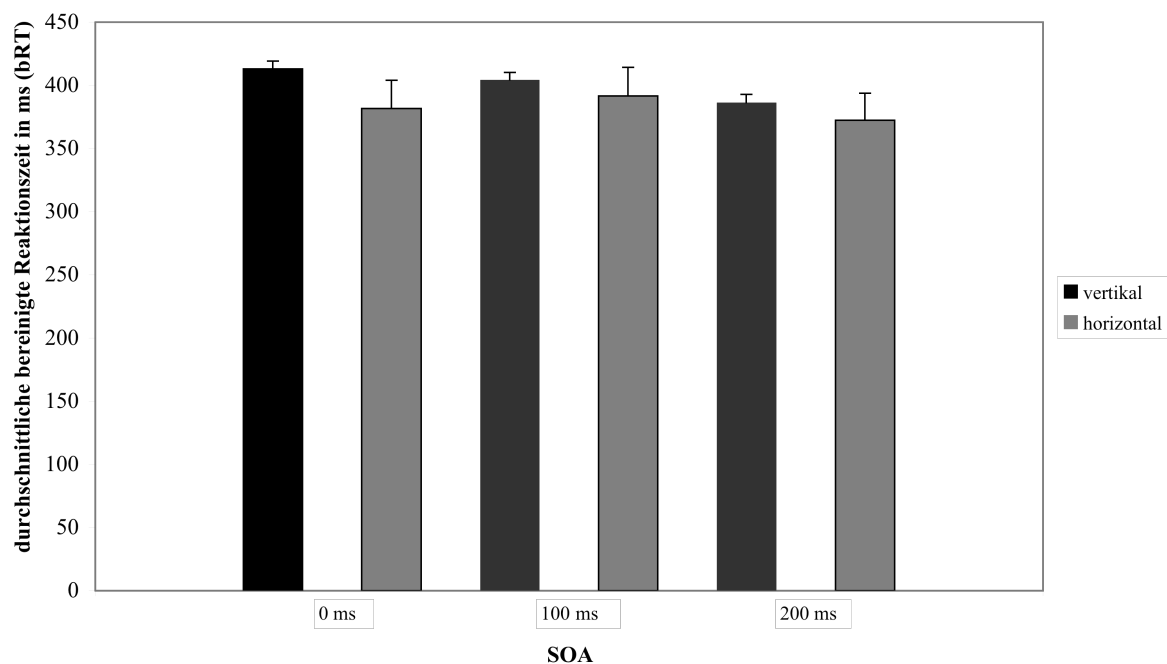


Abb. 12: Interaktionseffekt der Faktoren *Achse* und *SOA* im Parameter *bRT*.

Die kürzeste durchschnittliche Reaktionszeit mit einem Mittelwert von $MW = 372.328$ ms ($SD = 21.650$ ms) erzielten die Probanden in den Trials, bei denen die Sakkade in horizontaler Richtung nach einem SOA von 200 ms erfolgen sollte. Am langsamsten reagierten die Probanden mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von $MW = 413.010$ ms ($SD = 6.144$ ms) in vertikaler Richtung in der Nullbedingung bei einem SOA von 0 ms. Ebenfalls längere Reaktionszeiten ergaben sich für die Konstellation eines SOA von 100 ms und der Diskriminationsaufgabe in vertikaler Richtung: hier lag die durchschnittliche Reaktionszeit bei einem Mittelwert von $MW = 404.334$ ms ($SD = 5.980$ ms). Bei einem SOA von 100 ms in horizontaler Richtung lag die durchschnittliche Reaktionszeit der Probanden dagegen bei einem Mittelwert von $MW = 391.553$ ms ($SD = 22.740$ ms). Kürzere durchschnittliche Reaktionszeiten konnten die Probanden mit einem Mittelwert von $MW = 386.520$ ms ($SD = 6.263$ ms) in der Stufenkombination von einem SOA von 200 ms und in vertikaler Richtung bzw. in der Nullbedingung, bei einem SOA von 0 ms, und in horizontaler Richtung verbuchen.

Besonderes Hauptaugenmerk liegt hier auf den durchschnittlichen Reaktionszeiten bei einem SOA von 200 ms: sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Achse wurde hier die kürzeste durchschnittliche Reaktionszeit durch die Probanden erzielt. Ein Vergleich dieser Werte des Parameters der bereinigten Reaktionszeit (*bRT*) mit denen des Parameters der Reaktionszeit (*RT*) zeigt, dass diese Ergebnisse konträr sind. Im Falle des letzteren Parameters zeigten die Probanden in dieser Faktorstufenkonstellation die längsten Reaktionszeiten. Damit einhergehend und daher von Interesse ist ebenfalls die langsamste durchschnittlichste Reaktionszeit in der Nullbedingung (SAO von 0 ms) in vertikaler Richtung.

Als aufgebrochen anzusehen ist, neben der treppenförmigen Struktur über die SOA-Stufen hinweg, zudem, die im Parameter der *RT* in der Interaktion der Faktoren *SOA* und *Achse* klar zu sehende Tendenz der schnelleren Antworten in horizontaler gegenüber der vertikalen Richtung. Im Parameter der *bRT* zeigt sich dies nicht über alle Interaktionen der Faktorstufen hinweg, wenn auch hier die Tendenz eher zu Gunsten der horizontalen Achse fällt.

Wie der anfangs angeführten Tabelle 7 zu entnehmen, ergaben sich keine weiteren signifikanten Interaktionseffekte der einzelnen Faktoren untereinander im Parameter der durchschnittlichen bereinigten Reaktionszeit (*bRT*).

6.3 Fehleranzahl (Error)

Die Zusammenstellung der aggregierten Daten des Parameters Fehlerzahl (*Error*) ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Aggregierte Daten für den Parameter Error (in %) – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (GMW), sowie Gesamtstandardabweichungen (GSD).

	kompatibel				inkompatibel			
	0 ms	100 ms	200 ms	GMW	0 ms	100 ms	200 ms	GMW
horizontal	6.125	6.375	5.250	5.917	8.625	9.813	10.812	9.750
	±	±	±	±	±	±	±	±
	5.239	6.050	3.341	4.963	6.340	4.827	6.869	6.062
vertikal	7.188	10.188	8.313	8.563	13.25	15.063	14.500	14.271
	±	±	±	±	±	±	±	±
	4.961	6.523	4.873	5.571	6.003	7.13	6.242	6.434
GMW	6.657	8.282	6.781	7.240	10.938	12.438	12.656	12.010
	±	±	±	±	±	±	±	±
	5.078	6.517	4.415	5.423	6.546	6.584	6.758	6.629

Tabelle 9 liefert zur übersichtlicheren Darstellung einen Überblick über die Ergebnisse der Berechnung der drei-faktoriellen Varianzanalyse mit vollständiger Messwiederholung für den Parameter der Fehleranzahl (*Error*). Aufgelistet sind die Testkennwerte sowohl für die Haupteffekte wie auch für die Interaktionseffekte der einzelnen Faktoren. Die gefundenen signifikanten Effekte werden im Anschluss daran näher erläutert.

Tabelle 9: Innersubjekteffekte des Parameters Error sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadrat (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η_p^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).

Quelle d. Effekts	QS	FG	MS	F	p	η_p^2	sig.
Achse	963.021	1	963.021	19.748	< .05	.451	*
SOA	123.389	2	61.694	3.549	.037	.129	*
Kompatibilität	1707.064	1	1707.064	84.206	< .05	.778	*
Achse x SOA	37.223	2	18.612	1.264	.292	.050	n. s.
Achse x Kompatibilität	65.918	1	65.918	1.714	.203	.067	n. s.
SOA x Kompatibilität	45.915	2	22.957	1.401	.256	.055	n. s.

6 Ergebnisse

Achse x SOA x Kompatibilität	28.76	2	14.38	0.778	.465	.031	n. s.
Fehler (Achse)	1170.361	24	48.765				
Fehler (SOA)	834.456	48	17.385				
Fehler (Kompatibilität)	486.54	24	20.272				
Fehler (Achse x SOA)	706.592	48	14.721				
Fehler (Achse x Kompatibilität)	923.258	24	38.469				
Fehler (SOA x Kompatibilität)	786.605	48	16.388				
Fehler (Achse x SOA x Kompatibilität)	887.581	48	18.491				

Die Berechnung der drei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung für den Parameter der Fehleranzahl (*Error*) ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor *Achse* ($F(1, 24) = 19.748$; $p < .05$; $\eta_p^2 = .451$). In vertikaler Richtung wurden mit einem Mittelwert von $MW = 11.417\%$ ($SD = .896\%$) – gegenüber einem Mittelwert von $MW = 7.833\%$ ($SD = .774\%$) in horizontaler Richtung – durchschnittlich mehr Fehler begangen. Der Haupteffekt des Faktors *Achse* ist in Abbildung 13 dargestellt.

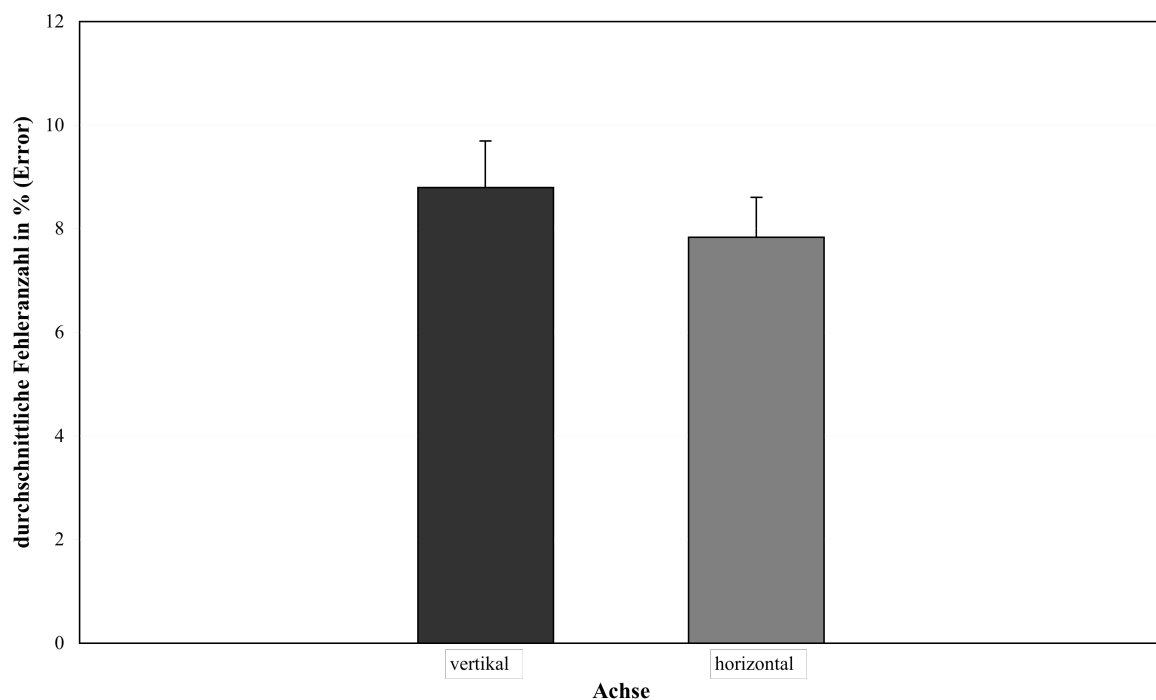


Abb. 13: Haupteffekt des Faktors *Achse* im Parameter *Error*.

Wie Abbildung 14 verdeutlicht, fand sich ein weiterer Haupteffekt für den Faktor *SOA* ($F(2, 48) = 3.549$; $p = .037$; $\eta_p^2 = .129$), wobei die Probanden bei einem zeitlichen Vorsprung der Einblendung des Wortes (ohne Farbe) von 100 ms mit einem Mittelwert von $MW = 10.359\%$ ($SD = .872\%$) die meisten Fehler begingen, gefolgt von einer durchschnittlichen Fehleranzahl von $MW = 9.719\%$ ($SD = .726\%$) bei einem zeitlichen Vorsprung von 200 ms. Mit einem Mittelwert von $MW = 8.797\%$ ($SD = .820\%$) wurden die wenigsten Fehler in der Nullbedingung der *SOA* (kein zeitlicher Vorsprung (0 ms)) begangen.

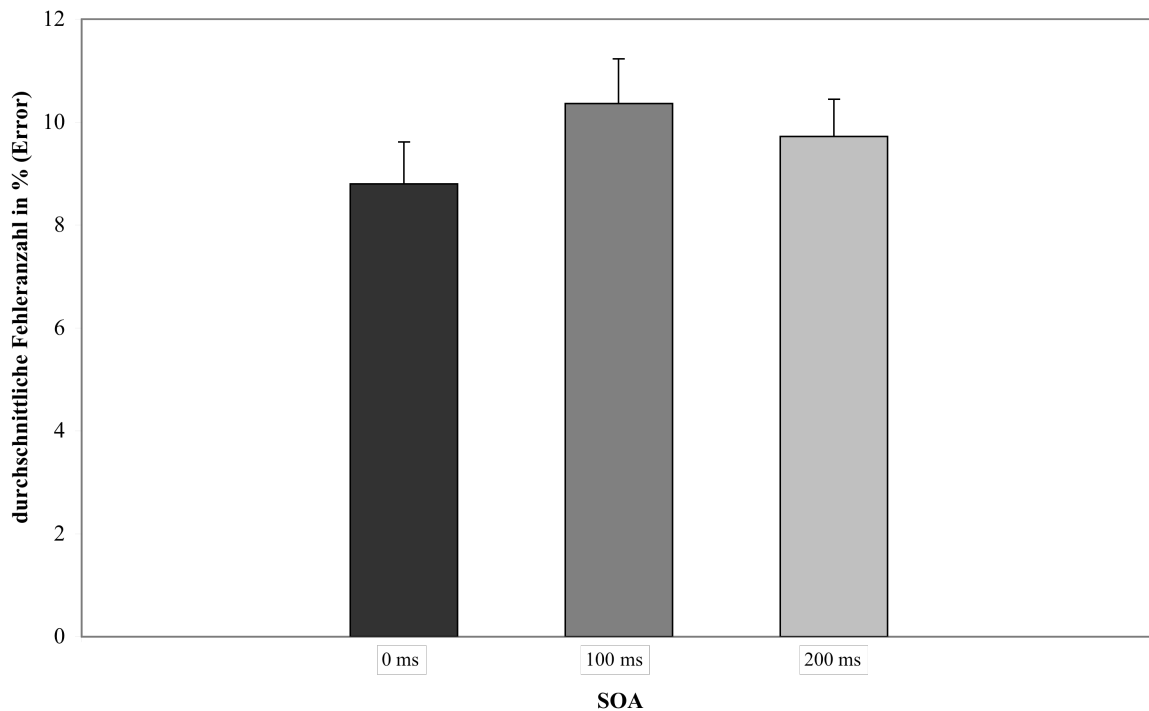


Abb. 14: Haupteffekt des Faktors *SOA* im Parameter Error.

Für den Faktor *Kompatibilität* lag ebenfalls ein Haupteffekt vor ($F(1, 24) = 84.206$; $p < .05$; $\eta_p^2 = .778$): Stimmten die durch die Farbe gemäß der Instruktion geforderte Richtung des Wortes und die semantisch-inhaltliche Richtungsbedeutung des Wortes überein (kompatibel), so unterliefen den Probanden im Durchschnitt weniger Fehler ($MW = 7.240\%$; $SD = .702$). Bei Nichtübereinstimmung (inkompatibel) der beiden Dimensionen kam es im Durchschnitt zu höheren Fehlerzahlen ($MW = 12.010\%$; $SD = .847\%$). Die Fehlerzahlen (*Error*) der kompatiblen sowie inkompatiblen Versuchsbedingung sind einander in Abbildung 15 gegenübergestellt.

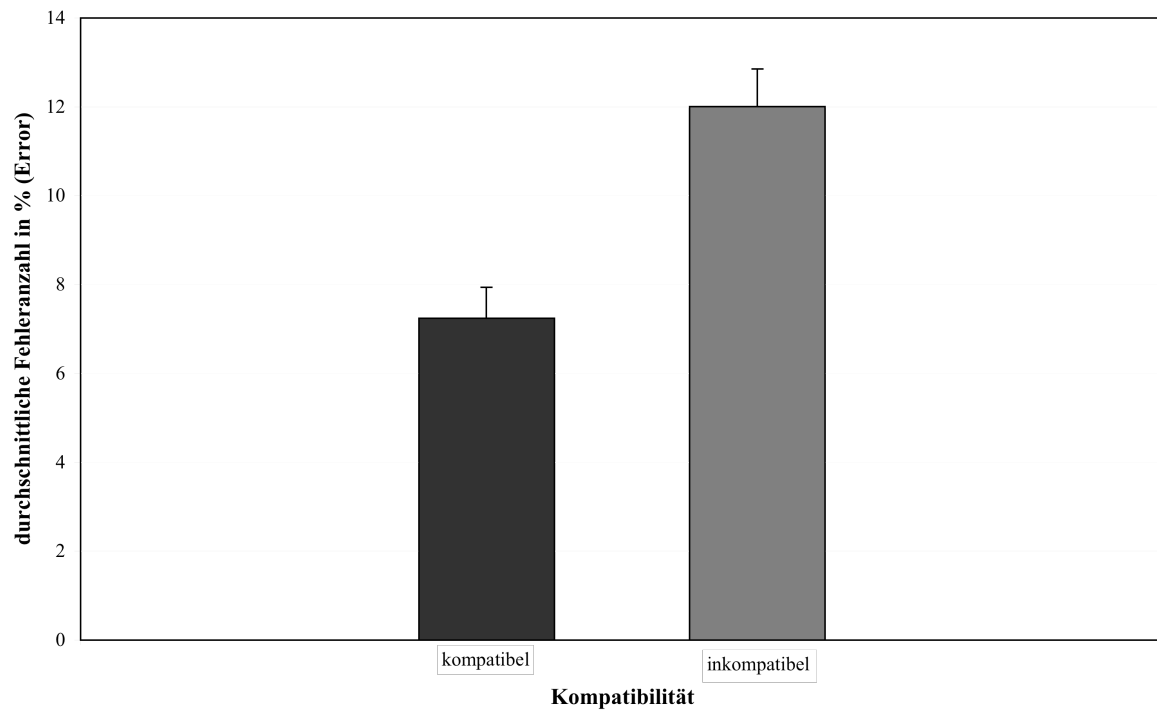


Abb. 15: Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter Error.

Die drei-faktorielle Varianzanalyse für den Parameter Fehleranzahl (*Error*) konnte darüber hinaus jedoch keine signifikanten Interaktionseffekte der einzelnen Faktoren untereinander aufzeigen (siehe Tabelle 9).

7 Diskussion und Ausblick

Im Folgenden soll nun nach einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, sowie der Beantwortung der Fragestellung, die Integration und Diskussion der daraus gewonnenen Erkenntnisse vor dem Hintergrund der in Kapitel 3 zur Darstellung gelangten Theorie und Empirie erfolgen. Es wird herauszustellen sein, was sich durch das hier gewählte Experiment bestätigen ließ, was bisherigen Annahmen widerspricht bzw. diese gegebenenfalls erweitert. Eine kritische Methodendiskussion in Bezug auf das gewählte Experiment soll ebenfalls im Rahmen der Diskussion erfolgen. Ein Ausblick mit Überlegungen zu Folgeuntersuchungen, zum Transfer in andere Forschungsfelder und -bereiche, sowie zu möglichen Anwendungsbezügen, sofern nicht schon an entsprechender Stelle innerhalb der Diskussion aufgezeigt, bildet den Abschluss dieses Kapitels.

Mit dem im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Experiment sollte in erster Linie untersucht werden, ob der traditionsreiche und vielfach nachgewiesene *Simon Effekt* auch auf Basis von semantisch-inhaltlicher räumlicher Wortbedeutung durch das hier vorliegende, neuartige Versuchsdesign bei Blickbewegungen repliziert und darüber hinaus durch den zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) der für die Aufgabe irrelevanten gegenüber der relevanten Reizdimension verstärkt werden kann. Zur Beantwortung dieser Fragestellung führten die Probanden mit einem Blickbewegungsexperiment eine abgewandelte Form der klassischen *Simon Aufgabe* durch. Sie sollten dabei mittels Blickbewegung in entsprechende Zielboxen in zwei Blöcken entweder in horizontaler oder vertikaler Achse zwischen zwei Farben (türkis vs. grün) eines Wortes unterscheiden (relevante Reizmerkmalsdimension), wobei es die semantisch-inhaltliche Richtungsbedeutung des Wortes (‘oben’/‘unten’ oder ‘links’/‘rechts’), und damit die für die Aufgabenstellung irrelevante Merkmalsdimension des Reizes, zu ignorieren galt. Die aufgrund der gemäß der Instruktion durch die Farbe vorgegebene Richtungsinformation zu treffende Reaktion war dabei entweder kompatibel oder inkompatibel in Bezug auf die semantisch-inhaltliche Richtungsbedeutung des Wortes, das zuvor in schwarzen Buchstaben zentral auf dem Bildschirm eingeblendet wurde und erst mit verschiedenen SOAs (0 ms, 100 ms oder 200 ms) eingefärbt wurde.

Das vorrangige Ziel der Replizierung des *Simon Effekts* kann durch die signifikanten Haupteffekte des Faktors *Kompatibilität* in allen drei Parametern Reaktionszeit (*RT*), berei-

nigte Reaktionszeit (*bRT*) und Fehleranzahl (*Error*) als erreicht angesehen werden: Die Probanden reagierten signifikant schneller und ihnen unterliefen signifikant weniger Fehler, wenn die durch die Instruktion gemäß der Farbe des Wortes vorgegebene Richtungsantwort mit der semantisch-inhaltlichen Richtungsinformation des Wortes übereinstimmte, sich somit auch in Hinblick auf die instruktionsgemäße Blickbewegungsantwort als kompatibel darstellte. Mit anderen Worten: Über diejenigen Trials mit Korrespondenz der relevanten und der irrelevanten Dimension in Hinblick auf die zu treffende Reaktion hinweg, zeigte sich ein stabiler *Simon Effekt*.

Darüber hinaus konnten aber die an diese Haupthypothese geknüpften Unterhypothesen der Verstärkung bzw. Manipulation der Intensität des *Simon Effekts* durch den zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension durch die Daten nicht bestätigt werden. Der zur Bestätigung dieser Hypothese notwendige Interaktionseffekt zwischen dem Faktor *SOA* und *Kompatibilität* wurde in keinem der in die Datenauswertung aufgenommenen Parameter signifikant. So traten über die verschiedenen SOAs keine signifikanten Unterschiede in der Fehlerzahl (*Error*) oder den Reaktionszeiten (*RT* oder *bRT*) in der kompatiblen vs. inkompatiblen Versuchsbedingung auf. Zwar fanden sich signifikante Haupteffekte des Faktors *SOA* in allen drei Parametern, doch stellten sich diese im Vergleich auf den einzelnen Faktorstufen nicht einheitlich dar und sollen daher aufgrund des uneinheitlichen Bildes der Struktur der Effekte im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch zum Gegenstand einer vertiefenden Diskussion werden.

Des Weiteren lieferten die Ergebnisse mit einem signifikanten Haupteffekt des Parameters *Error* im Faktor *Achse*, sowie einem signifikanten Interaktionseffekt des Faktors *SOA* und des Faktors *Achse* in den zeitlichen Parametern (*RT & bRT*), Anhaltspunkte dafür, dass die *Achse*, d. h. die Richtungsdimension, in derer es die Diskriminationsaufgabe zu beantworten galt, einen signifikanten Einfluss auf das Antwortverhalten und somit auf den *Simon Effekt* zu nehmen scheint. Dabei ist die horizontale gegenüber der vertikalen Richtung mit weniger Fehlern und, über die verschiedenen SOAs hinweg, tendenziell mit kürzeren Reaktionszeiten verbunden.

Im Anschluss an diese Zusammenfassung der Ergebnisse und Beantwortung der Fragestellung wird nun im Folgenden eine Integration und Diskussion der Ergebnisse vor dem zu Beginn der Diplomarbeit dargestellten theoretischen Hintergrund und der damit einherge-

henden empirischen Forschungslage erfolgen. Auch sollen eigene Ideen möglicher weiterer Forschungsprojekte an entsprechender Stelle kurz erläutert werden.

Generell lässt sich zunächst festhalten, dass sich die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung im Rahmen dieser Diplomarbeit konform zu den Ergebnissen vorangegangener empirischer Untersuchungen darstellen. So hatte ein Blick in die Literatur gezeigt, dass experimentelle Untersuchungen einen Effekt des Faktors *Achse* im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* nahelegen (Vallesi et al., 2005). Der Faktor *Achse* fand explorativ Eingang in diese Untersuchung und konnte durch einen signifikanten Haupteffekt im Parameter der durchschnittlichen Fehlerzahl (*Error*), sowie durch einen signifikanten Interaktionseffekt mit dem Faktor *SOA* in den zeitlichen Parametern (*RT & bRT*), die bisherigen Ergebnisse untermauern. Der Effekt von semantisch-inhaltlichen räumlichen Wortbedeutungen als irrelevante Merkmalsdimension des Reizes wurde im Vorfeld bereits im Zusammenhang mit dem *Simon Effekt* untersucht (vgl. u. a. Proctor et al., 2000;), ebenso wurde dem entgegengesetzt häufig das Merkmal der Farbe als relevante Dimension des Reizes gewählt, sodass sich auch räumliche Kompatibilitätseffekte in vorangegangenen Versuchsdesigns fanden, die eine Kombination beider Merkmale aufwiesen (vgl. u. a. Pellicano et al., 2009). Auch im vorliegenden Versuchsdesign wurde diese Merkmalskombination gewählt und ein *Kompatibilitätseffekt* durch signifikante Haupteffekte in allen drei Parametern im Faktor *Kompatibilität* entsprechend nachgewiesen.

Was die aktuelle Studienlage hingegen bislang nicht zu klären vermochte, war die Frage, ob es den *Simon Effekt* auch auf Basis von semantisch-inhaltlichen räumlichen Wortbedeutungen bei Blickbewegungen gibt. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen dies mit signifikanten Haupteffekten im Faktor *Kompatibilität* in allen Parametern (*RT*, *bRT* und *Error*) und sprechen damit auch für eine Loslösung vom ursprünglich gängigen Untersuchungsparadigma des Tastendruckexperiments.

Vordergründig ist an die aktuelle Untersuchung die Frage über den Zusammenhang zwischen der Sprache und Blickbewegungen gekoppelt, oder konkreter und direktional formuliert, über den Einfluss der Sprache auf die Sakkade. Dieser war bereits bei Hodgson et al. (2009) thematisiert und für den *räumlichen Stroop Effekt* nachgewiesen worden. Die Autoren konnten zeigen, dass die Präsentation linguistischer Reize die Programmierung von Sakkaden beeinflussen kann, auch wenn die Wortbedeutung in Bezug auf die Aufgabenstellung irrelevant war.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung legen eine Übertragung der Befunde auch auf das Phänomen des *Simon Effekts* nahe, jedoch bedarf es weiterer Untersuchungen, um den aufgezeigten Zusammenhang zu bestätigen. Die inhaltlich-semantische Richtungsbedeutung des Wortes scheint, obwohl irrelevant für die Aufgabenstellung, die Blickbewegung zu beeinflussen, in dem Sinne, dass im Falle der Kompatibilität der inhaltlich-räumlichen Wortbedeutung (z. B. ‚links‘) und der durch die relevante Dimension der Farbe vorgegebenen Richtungsantwort (z. B. Sakkade nach links für türkis) gegenüber der inkompatiblen Versuchsbedingung (z. B. Wort ‚rechts‘ aber Sakkade nach links für türkis) schnellere und akkuratere Antworten produziert werden.

Die der Thematik übergeordnete Diskussion beschäftigt sich mit der Frage nach der Einordnung der beiden Effekte unter den Terminus der Kompatibilitätseffekte und darüber hinaus der Unterscheidung zwischen *Reiz-Reiz-* und *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekten*. Ausgehend von der in Kapitel 3 dargestellten Taxonomie nach Kornblum et al. (1990), handelt es sich bei den beiden Effekten um Phänomene unterschiedlicher Klassen von Effekten. Ein Umstand, der nicht zuletzt in der Operationalisierung der Experimente zum Ausdruck kommt: Hodgson und Kollegen (2009) sprechen von einem *räumlichen Stroop Effekt*, da bei ihnen die Hinweiswörter (Reize) und die Sakkadenziele, die Farbfelder, in die geschaut werden sollte, je nach Versuchsbedingung entweder von derselben oder von unterschiedlicher Farbe waren. Zur Erinnerung: Die Probanden sollten gemäß der tatsächlichen Farbe eines Wortes (relevante Reizdimension) eine Sakkade in eines von vier farblich entsprechenden Farbfeldern ausführen, wobei es die semantisch-inhaltliche Bedeutung des Wortes (Bedingung (a) Farbe; Bedingung (b) Richtungsinformation) zu ignorieren galt, da diese in Bezug auf die Aufgabenstellung das irrelevante Merkmal des Reizes darstellte. In der kongruenten Bedingung der Farb-Wörter (a) stimmten die tatsächliche Farbe des Reizes (relevante Dimension des Reizes) und die Farbwortbedeutung (irrelevante Dimension des Reizes), sowie die Farbe des Farbfeldes, in das die Sakkade erfolgen sollte, überein. In der kongruenten Bedingung der Lokations-Wörter (b) stimmten wiederum die tatsächliche Farbe des Reizes (relevante Dimension des Reizes) und die Lokation des gemäß der Farbe zu wählenden Farbfeldes mit der semantisch-inhaltlich räumlichen Wortbedeutung (irrelevante Dimension des Reizes) überein.

Im vorliegenden experimentellen Design gestaltete sich die Lage anders: Hier wurden die Boxen und damit die Sakkadenziele, unabhängig von der Farbe des Wortes, in schwarz gehalten. Zwar sollte auch hier die inhaltlich-semantische Wortbedeutung des Rei-

zes ignoriert werden (irrelevante Dimension des Reizes) und die Antwort ausschließlich, blockweise randomisiert aufgrund der Farbe des Reizes (grün vs. türkis) getroffen werden. Jedoch liegt der Unterschied zu Hodgson et al. (2009) darin, dass dies aufgrund der der Farbe durch die Instruktion innewohnenden Richtungsinformation (bspw. grün für links/unten vs. türkis für rechts/oben) geschehen sollte, und somit folglich auf Basis des symbolischen Gehaltes des Reizes (relevante Dimension des Reizes). Bei Hodgson und Kollegen (2009) konnte die Antwort aufgrund der farblichen Übereinstimmung von Reiz und Sakkadenziel ohne einen zusätzlichen Übersetzungsschritt bei der Kodierung der Farbdimension erfolgen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, eine alternative Erklärung des Effekts über das Phänomen der *Reiz-Reiz-Kompatibilität* von vornherein durch die Wahl farbneutraler Sakkadenziele auszuschließen. Die kürzeren Reaktionszeiten (*RT* bzw. *bRT*) sowie geringeren Fehlerzahlen (*Error*) zeigten sich, wenn die semantisch-inhaltlich räumlichen Wortbedeutung (irrelevante Dimension des Reizes) mit der gemäß der Farbe zu treffenden Reaktion übereinstimmte; sprich die Sakkade, die auf Basis der Farbe des Wortes initiiert wurde (z. B. links für grün), übereinstimmte mit der semantisch-inhaltlich räumlichen Wortbedeutung (z. B. ‚links‘) und somit eine *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* vorlag.

Der im Rahmen der Untersuchung dieser Diplomarbeit aufgetretene signifikante Haupteffekt im Faktor *Kompatibilität* lässt sich somit in die Taxonomie Kornblums und seiner Kollegen (1990) unter den Terminus der *räumlichen Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* einordnen.

Mit der Loslösung der Definition des *Simon Effekts* als natürliche Tendenz in Richtung der Reizquelle zu reagieren (Simon, 1969) hin zu der weitergefassten Konzeption, dass Reiz und Reaktion ein räumliches Attribut teilen, das zwar aufgabenirrelevant ist, aber dennoch mitverarbeitet wird, weil es eine stereotype Tendenz zu geben scheint, eher initial auf diese Richtungsinformations-Komponente des Reizes zu reagieren als auf seinen symbolischen Inhalt (Simon, 1969), fällt auch das vorliegende Untersuchungsdesign unter die Kategorie des *Simon Effekts*. Im Fall des vorliegenden Blickbewegungsexperiments und der Farbdiskriminationsaufgabe spielte die Position des Stimulus an sich keine Rolle (mehr), sondern die zu ignorierende, semantische und somit inhaltliche räumliche Wortbedeutung interferierte - so die Hypothese - mit der Antwort auf die relevante Dimension (Farbe) und hatte im Fall kompatibler Passung kürzere Reaktionszeiten sowie geringere Fehlerzahlen zur Folge.

Auch zeigt dieser gefundene Haupteffekt im Faktor *Kompatibilität* im Gegenzug wiederum, dass nicht nur der Ort des Reizes an sich, sondern auch die dem Stimulus innewohnende räumliche Informationen generell, oder hier im Speziellen die inhaltlich-semantische räumliche Wortbedeutung, Einfluss auf das Antwortverhalten im Muster des *Simon Effekt* nehmen kann.

Im Theoriekapitel dieser Arbeit ist festgehalten worden, dass die Stärke der Reiz-Reaktions-Assoziation und damit von Kompatibilitätseffekten wie dem *Simon Effekt* von einer Reihe von Faktoren abhängig ist. Lu und Proctor (2001) hatten beispielsweise herausgefunden, dass die *konzeptuelle Ähnlichkeit* (*conceptual similarity*) und die *Modus- bzw. physikalische Ähnlichkeit* (*mode similarity* bzw. *physical similarity*) in Zusammenhang mit der Wahl der Präsentations- sowie Erhebungsmethode eine Rolle spielen. So kann im vorliegenden Experiment die *konzeptuelle Ähnlichkeit* als Erklärung für den Kompatibilitätseffekt herangezogen werden. Diese ist größer, wenn Reiz und Reaktion sich auf dasselbe Konzept beziehen (z. B. Ortsinformation), als wenn dies nicht gegeben ist (Farbe und Ort). Mit anderen Worten: im verwendeten Versuchsdesign stellen sowohl die irrelevante inhaltlich-semantische Reizdimension als auch die aufgrund der relevanten Dimension der Farbe zu treffende Richtungsantwort Konzepte räumlicher Informationen dar. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der relevanten Dimension des Reizes um dessen Farbe, die erst über die Instruktion und damit durch einen weiteren Translationsschritt in eine räumliche Information übersetzt werden kann. Die konzeptuelle Ähnlichkeit der irrelevanten inhaltlich-semantischen räumlichen Dimension und der aufgrund der Farbe zu treffenden richtigen räumlichen Reaktion ist somit größer als die der relevanten farblichen Dimension und der richtigen räumlichen Reaktion. Dies führt so vermutlich zu einer schnelleren Antwortkodierung auf Basis der irrelevanten räumlichen Wortbedeutung gegenüber der farblichen Dimension und darüber hinaus wird somit auch die Reaktion schneller gemäß der irrelevanten Dimension initiiert. Ist diese Dimension und die sich daraus ergebende Antwort kompatibel mit der richtigen Antwort, so resultieren kürzere Reaktionszeiten und weniger Fehlerzahlen. Eine Verknüpfung zwischen der relevanten farblichen Dimension und einer Richtungsantwort erfolgt hingegen zeitlich verzögert.

Mit dem Ziel des Nachweises eines möglichst starken *Kompatibilitätseffekts* ist die Wahl der inhaltlich-semantischen Wortbedeutung als irrelevante Dimension und die Festlegung der Farbe als relevante Dimension in der Operationalisierung somit auch theoretisch

sinnvoll zu begründen und nicht nur als Resultat oder notwendiger Konsequenz der Forschungsfrage nach dem Einfluss der semantischen Wortbedeutung bei Blickbewegungen. Die Voraussetzung für das Auftreten eines signifikanten Kompatibilitätseffekts konnten dahingehend als erfüllt angesehen werden.

Im Sinne des Charakteristikums der *Asymmetrie der Aufgabe* (Lu & Proctor, 2001; vgl. Kapitel 3.2) ist außerdem zu vermuten, dass bei entgegengesetzter Festlegung des Relevanzkriteriums der Dimensionen, ein schwächerer oder kein *Simon Effekt* zu erwarten gewesen wäre. Diese Vermutung könnte in einem Folgeexperiment durch entsprechende Änderung des Designs und eine Gegenüberstellung der Ergebnisse überprüft werden.

Darüber hinaus ist mit der *konzeptuellen Ähnlichkeit* zwischen Reiz und Reaktion außerdem die Voraussetzung für die Identifizierung des Effekts als der Klasse der *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* zugehörig, erfüllt.

Mit dieser Einordnung der Ergebnisse unter die *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* generell und der Spezifizierung als *Simon Effekt*, lässt sich der gefundene Haupteffekt im Faktor *Kompatibilität* auch im Licht der einschlägigen Erklärungsansätzen beleuchten. Zu berücksichtigen bleibt dabei jedoch, dass im vorliegenden Experiment die Realisierung der irrelevanten Reizdimension nicht, wie den meisten Erklärungsmodellen zugrunde gelegt, über die Position/Lokalisation des Reizes geschieht, sondern über dessen semantisch-inhaltliche räumliche Wortbedeutung.

Die vorliegende Arbeit hat jedoch weder den Anspruch, noch ist es das Ziel, die Frage nach der besseren Passung eines der in Kapitel 3.3.2 dargestellten theoretischen Ansätze zu lösen. Auch vermag das hier gewählte Forschungsdesign nicht zwischen der Richtigkeit des einen oder anderen Erklärungsmodells zu unterscheiden. Auf eine konkrete Zuweisung der gefundenen Ergebnisse zu einem der Modelle wird bewusst verzichtet, vielmehr soll stattdessen im Sinne eines integrativen Ansatzes versucht werden, die Effekte unter Bezugnahme auf einzelne Aspekte der unterschiedlichen Modelle zu erläutern.

Den meisten Erklärungsmodellen zum *Simon Effekt* liegt die Annahme zugrunde, dass nicht nur die relevante, sondern auch die irrelevante Dimension des Reizes in irgendeiner Form mitverarbeitet wird. Es wird vermutet, dass somit beide Codes, der des nicht-räumlichen, aufgabenrelevanten Reizmerkmals (Farbe) und der des räumlichen, aufgabenirrelevanten Reizmerkmals (semantische Wortbedeutung) gebildet werden. Geknüpft an die im vorigen Abschnitt angeführte Beschreibung des *Simon Effekts* als *räumlichen Reiz-Reakti-*

ons-Kompatibilitätseffekt aufgrund der Tatsache, dass Reiz und Reaktion ein räumliches Attribut teilen, kann basierend auf der Annahme der *konzeptuellen Ähnlichkeit* zwischen irrelevanter Reizdimension und Richtungsantwort weiter vermutet werden, dass die Kodierung des irrelevanten Merkmals gegenüber der Kodierung des farblichen relevanten Merkmals schneller bzw. gegebenenfalls sogar automatisiert erfolgt, da bei Letzterem ein zusätzlicher Translationsschritt erforderlich und damit Prozesse höherer Ordnung beteiligt sind.

Aufgrund der *dimensionalen Überlappung* der gemäß der Farbe zu erwartenden Reaktion (nach oben/unten bzw. nach rechts/links) mit der semantisch-inhaltlichen räumlichen Wortbedeutung (,oben‘/,unten‘ bzw. ,rechts‘/,links‘), kommt es im Falle kompatibler Passung zwischen diesen beiden Dimensionen zu schnelleren Reaktionszeiten und weniger Fehlern. Ein signifikanter Kompatibilitätseffekt ist, wie auch in dieser Untersuchung, die Folge.

Die Interpretation der Ergebnisse unter Bezugnahme auf die Konzepte der *konzeptuellen Ähnlichkeit* als auch der *dimensionalen Überlappung* unterstützt die Annahmen eines *Zwei-Prozess-Modells*, wobei in der vorliegenden Untersuchung davon ausgegangen werden kann, dass die Kodierung der irrelevanten semantischen Richtungsinformation automatisiert und damit zeitlich schneller erfolgt, wohingegen die Kodierung der relevanten farblichen Dimension des Reizes indirekt und intentionsgeleitet und daher mit zeitlicher Verzögerung einsetzt.

Auch lassen sich die Ergebnisse im Sinne eines *Drei-Prozess-Modells*, wie von Metzker und Dreisbach (2011) vorgeschlagen, interpretieren. Ursprünglich für die klassische *Simon Aufgabe* und somit für die Reizposition als irrelevante Merkmalsdimension und die Untersuchung in Tastendruckexperimenten konzipiert, könnte dies auch dem vorliegenden Untersuchungsdesign als Erklärungsmodell zugrunde gelegt werden. Demnach kommt es nicht nur, wie in der Tradition der *Zwei-Prozess-Modelle*, zu einer Kodierung der irrelevanten semantisch-inhaltlichen Wortbedeutung, die in einem entsprechenden Reaktionskode und dessen Aktivierung resultiert, sowie einer davon unabhängigen Kodierung des relevanten Reizmerkmals der Farbe, und durch einen zusätzlichen Translationsschritt komplexeren entsprechenden Reaktionskodierung und -aktivierung. Sondern die beiden Codes der relevanten sowie irrelevanten Merkmalsdimension des Reizes aktivieren sich darüber hinaus gegenseitig. Der auf Basis der inhaltlich-semantischen räumlichen Wortbedeutung zustande gekommene Kode bahnt (*primed*) dabei den Farbkode des Reizes. Aufgrund der Aufgabenstellung und den Übungsdurchgängen kommt es, so die Annahmen Metzkers und Dreisbachs (2011), zu einer gelernten Assoziation beispielsweise der Codes ,türkis‘ und ,oben‘, sowie ,grün‘

und ‚unten‘. Während der Bearbeitung der Aufgabe kann nun gemäß des Modells weiter davon ausgegangen werden, dass die inhaltlich-semantische räumliche Wortbedeutung ‚oben‘ die räumlich entsprechende Blickbewegung nach oben primed. Gleichmaßen sollte diese irrelevante Merkmalsdimension des Reizes aber auch den räumlichen Kode ‚oben‘ primen, der wiederum mit dem nicht-räumlichen Kode ‚türkis‘ assoziiert ist, sodass die Aktivierung des Kodes ‚oben‘ sich auf die Aktivierung des Kodes ‚türkis‘ ausweitet. Als Folge dessen kann die Farbe türkis als relevante Merkmalsdimension schneller identifiziert und die gemäß der Aufgabenstellung richtige Antwortreaktion im Falle kompatibler Passung schneller aktiviert werden.

Einer möglichen Folgeuntersuchung oder Auswertung der vorliegenden Daten in Hinblick auf eine Überprüfung des Modells könnte die Annahme zugrunde gelegt werden, dass stärkere Assoziationen zwischen dem räumlichen und dem nicht-räumlichen Kode zu einer Verstärkung des *Simon Effekts* führen könnten. Die Autoren Metzker und Dreisbach (2011) hatten bereits zeigen können, dass schwächere Assoziationen den Effekt abflachen lassen. Wenn gemäß Metzker und Dreisbach (2011) davon ausgegangen werden kann, dass die Aufgabenstellung und Übungsdurchgänge bereits zu einer Assoziation führen, so müssten Erfahrungen und bereits gelernte, gespeicherte Assoziationen den Effekt zusätzlich fördern. So könnte überprüft werden, ob die Versuchspersonen für die Durchgänge, in denen eine stärkere Assoziation zwischen der relevanten Merkmalsdimension des Reizes und einer durch die Aufgabenstellung vorgegebenen räumlich entsprechenden Kodierung gegeben ist, im Falle kompatibler Passung zwischen der auf Basis der relevanten Reizmerkmal zu treffenden Reaktion und der irrelevanten Merkmalsdimension schnellere Antworten und weniger Fehler produzieren. Besteht beispielsweise bereits vor Vorlage der Instruktion eine nachweisliche Assoziation zwischen der Farbe türkis und der Richtung oben (blau für Himmel) und zwischen der Farbe grün und der Richtung unten (grün für Erde), so müssten diejenigen Durchläufe mit dieser Kombination, wiederum im Falle kompatibler Passung zwischen gemäß der Farbe zu treffender Antwort und irrelevanten Merkmalsdimension, schneller und akkuratere Antworten zu Folge haben, als die umgekehrte Kombination (grün und oben; blau und unten). Ein Vergleich dieser beiden Aufgabenblöcke könnte Aufschluss über die Vermutung einer möglichen Verstärkung liefern, sofern zuvor die Voraussetzung überprüft wurde, dass die Probanden diese Assoziation für sich treffen oder eine solche zuvor alternativ durch Priming induziert werden kann.

Die Grundidee hinter der vorliegenden Arbeit ist über die Replizierung des *Simon Effekts* hinaus, dass dieser verstärkt werden kann, wenn die irrelevante inhaltlich-semantische räumliche Dimension einen zusätzlichen zeitlichen Vorteil gegenüber der relevanten farblichen Dimension des Reizes erhält. Die Ergebnisse konnten dies jedoch - wie schon erwähnt - nicht bestätigen.

Dadurch ergibt sich eine Reihe von Fragen, deren Beantwortung weitere Folgeuntersuchungen erforderlich macht. So kann beispielsweise durch das vorliegende Design nicht geklärt werden, auf welcher Prozessstufe der Informationsverarbeitung der gefundene Kompatibilitätseffekt anzusiedeln ist. Handelt es sich eher um ein Phänomen der Antwortkodierung oder der *Antwort-Auswahl* oder sind vielleicht Prozesse höherer Ordnung wie zum Beispiel Absichten ausschlaggebend daran beteiligt? Eine weitere wichtige Frage, die sich außerdem in diesem Zusammenhang stellen könnte, ist, ob die beiden Reizdimensionen in der Nullbedingung, wie der Annahme entsprechend, zeitlich versetzt oder vielleicht doch parallel verarbeitet werden, somit Prozesse der *früheren* oder der *späteren Antwort-Auswahl* (Hommel, 2011a) beteiligt sind. Diese Frage müsste Inhalt nachfolgender empirischer und theoretischer Betrachtungen werden.

Auch liefern die Ergebnisse Raum für Spekulationen über die Begründung der fehlenden Interaktionseffekts der Faktoren *SOA* und *Kompatibilität* und damit des Einflusses des zeitlichen Vorsprungs auf die Stärke des Effekts. Möglicherweise herrscht aufgrund der von vornherein bestehenden Manipulation der relevanten Dimension mit der größeren Farbähnlichkeit von türkis und grün bereits ein ausreichend großer Vorteil der irrelevanten Dimension gegenüber der relevanten Dimension, der wiederum durch die direkte Manipulation der zeitlichen Intervalle nicht noch zusätzlich vergrößert werden kann. Auch ist die Verarbeitung der semantischen Reizdimension per se schneller als die Verarbeitung symbolischer Reizdimensionen - ein Umstand dem der *Simon Effekt* verschuldet ist, der aber auch wiederum schon so stark ausgeprägt sein könnte, dass durch eine zusätzliche Verstärkung kein darüber hinausgehender Vorteil mehr erzielt werden kann. So ist zu vermuten, dass sich die Stärke des Effekts als Funktion aller Einflussfaktoren zeigt, die sich gegenseitig verstärken aber auch hemmen können. Das Extrahieren der Faktoren sowie das Erstellen der Funktion und deren Überprüfung bedarf weiterer Untersuchungen und statistischer Analysen, um Aussagen über die Struktur dieser Beeinflussung, im Sinne einer verstärkend-additiven, multiplikativen, gewichteten, hemmenden oder wiederum andersartigen Beeinflussung treffen zu können.

In Bezug auf Effekte aufgrund der Manipulation der zeitlichen Komponente als möglichen Einflussfaktor hatte sich die Literatur als nicht einheitlich dargestellt (vgl. Kapitel 3). Ebenso gestaltete sich auch die Operationalisierung des Einflusses über den Parameter der *Reaktionszeit* als nicht ganz unproblematisch. Auf beide Punkte soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

In Hinblick auf das gewählte Versuchsdesign lässt sich anmerken, dass ein Vergleich der Struktur der Haupteffekte auf den einzelnen Faktorstufen im Faktor *SOA* nahelegt, dass die Aufnahme des Parameters *bRT* als zweiten zeitlichen Parameter aufgrund einer möglichen Konfundierung des Parameters *RT* mit dem Versuchsdesign gerechtfertigt war: Zeigte sich im Parameter *RT* noch ein treppenförmiger Verlauf mit den schnellsten Antworten in der 0 ms-Bedingung, gefolgt von den Reaktionszeiten der Probanden in der 100 ms-Bedingung und zu guter Letzt die längsten Reaktionszeiten bei einem *SOA* von 200 ms, so ist dieser im Parameter *bRT* aufgehoben: die kürzeste Reaktionszeit zeigten die Probanden hier bei einem *SOA* von 200 ms, dem folgten die Reaktionszeiten in der Nullbedingung bei einem *SOA* von 0 ms, sowie die längsten Reaktionszeiten in der 100ms-Bedingung. Es ist daher anzunehmen, dass der treppenförmige Verlauf im Parameter *RT* aufgrund der Wahl der Messzeitpunkte zu Stande gekommen sein könnte: Der Parameter *RT* beschreibt die Zeit von der Einblendung des Wortes bis zur Einleitung der Sakkade, sodass das jeweilige *SOA* mit in die Messung einfließt und so gewissermaßen zu einer Verzerrung des Ergebnisses führen kann. Ein Umstand dem mit der Gegenüberstellung des Parameter *bRT* zur Überprüfung Rechnung getragen wurde: Dieser beschreibt ebenfalls die Zeit von der Einblendung des Wortes bis zur Einleitung der Sakkade, jedoch abzüglich des jeweiligen *SOA*-Intervalls in der 100 ms- bzw. 200 ms-Bedingung, sodass die ‚reine‘ Reaktionszeit zurückbleibt.

Im Parameter *Error* hingegen zeigte sich wiederum ein anderes Bild: die wenigsten Fehler unterliefen den Probanden hier in der Nullbedingung, gefolgt von der Fehlerzahl bei einem *SOA* von 200 ms. Die meisten Fehler wurden bei einem *SOA* von 100 ms begangen. Die Haupteffekte des Faktors in den Parametern legen zwar nahe, dass dieser die Unterschiede in den Reaktionszeiten, sowie in den durchschnittlichen Fehlerzahlen der Probanden im Sinne der Varianzaufklärung zu erklären vermag, doch zeigte sich diesbezüglich auf Faktorstufenebene kein einheitliches Bild.

Zusammen mit dem nichtvorhandenen Interaktionseffekt in allen drei Parametern zwischen den Faktoren *SOA* und *Kompatibilität*, der zu einer Bestätigung der Unterhypothesen des positiven Einflusses des zeitlichen Vorsprungs auf die Stärke des *Simon Effekt* erfor-

derlich gewesen wäre, lässt sich somit festhalten, dass aufgrund des Faktors *SOA* im Grunde genommen keine genaue Aussage oder Vorhersage getroffen werden kann – weder bezüglich der Reaktionszeiten (*bRT*) oder durchschnittlichen Fehlerzahl (*Error*) auf Faktorstufenebene, noch bezüglich der Stärke des zu erwartenden Kompatibilitätseffekts.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung unterstützen somit weder die mit der Hauptfragestellung verknüpften Unterhypothese, dass der zeitliche Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Merkmalsdimension des Reizes den *Simon Effekt* verstärkt, noch die dem entgegengesetzte Annahme Hommels (1993b), sowie Lu und Proctors (2001). Diese hätten ebenfalls einen Einfluss des Faktors *SOA* auf die Stärke des Effekts vermutet, jedoch in dem Sinne, dass die Höhe des Effekts abnimmt, wenn die *SOA* zwischen der irrelevanten und der relevanten Dimension zunimmt (vgl. Lu & Proctor, 2001). Hommels (1993b) *Modell der zeitlichen Überlappung* und die damit einhergegangene empirische Überprüfung hatten gezeigt, dass die Manipulation der Reizdimensionen (Reizqualität/Hintergrund) und damit in Konsequenz daraus auch des zeitlichen Vorsprungs der irrelevanten örtlichen Information gegenüber der relevanten symbolischen Information des Reizes zu einer Verringerung des Kompatibilitätseffekts führt (Lu & Proctor, 2001). Die Verarbeitung der irrelevanten, örtlichen Reizdimension erfolgt, so die Annahme des Modells, ohnehin schon zeitlich schneller als die der relevanten, symbolischen Reizdimension, nimmt jedoch im weiteren zeitlichen Verlauf ab, da diese irrelevant in Hinblick auf die Aufgabenstellung ist (Lu & Proctor, 2001). Wird der Kodierungsprozess des räumlichen Merkmals aber noch zusätzlich unterstützt, indem die Kodierung des symbolischen Merkmals zusätzlich erschwert wird, resultiert ein in seiner Stärke verringerter *Simon Effekt* aufgrund der noch kleineren zeitlichen Überlappung der beiden Kodierungsprozesse (Lu & Proctor, 2001). Je größer die zeitliche Überlappung der Kodierungsprozesse, desto größer der aufgrund deren Konfundierung zustande kommende *Simon Effekt* (Lu & Proctor, 2001). Die direkte Manipulation der zeitlichen Komponente über den zeitlichen Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Merkmalsdimension des Reizes ohne über Reizqualität der relevanten Dimension zu gehen, hätte als mögliche Schlussfolgerung aus den Versuchen Hommels (1993b) vermuten lassen, dass der Effekt dadurch ebenfalls zu verringern sei.

Die Annahme der dieser Arbeit zugrunde liegenden Hypothese ist hingegen, dass die Verarbeitung und damit die Kodierung der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension des Reizes einen zeitlichen Vorteil hat, da für die semantisch-inhaltliche Richtungsinformation des Wortes im Gegensatz zu der symbolischen, erst durch die Instruktion der Farbe zu-

gesprochene Richtungsinformation, kein zusätzlicher Translationsschritt nötig ist, um den örtlichen Kode zu formen. Obschon dieser irrelevant in Hinblick auf die zu bearbeitende Aufgabe ist, wird er schneller gebildet und auf Basis dessen eine Handlung initiiert. Erweist sich die aufgrund der irrelevanten Reizdimension getroffene Reaktionsentscheidung in Hinblick auf die durch die Farbe zu treffende Reaktion als kompatibel, so resultieren kürzere Reaktionszeiten und weniger Fehler gegenüber der inkompatiblen Bedingung. Ein zusätzlicher zeitlicher Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Dimension müsste demnach diesen Vorteil ausweiten und zu einer Verstärkung des Effekts führen.

Sowohl die Farbähnlichkeit (grün und türkis) als auch die Versuchsbedingung des zeitlichen Vorsprungs (*Head Start*) durch den Faktor *SOA* sollten dem Zweck dienen, den *Simon Effekt* zusätzlich zu verstärken.

Statistisch hätte zur Bestätigung der der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Hypothese des positiven Einflusses des zeitlichen Vorsprungs auf die Stärke des *Simon Effekts*, sowie auch zur Bestätigung der dem entgegengesetzten Befunde Hommels (1993b) des kleiner werdenden *Simon Effekts* bei steigendem *SOA*, ein Interaktionseffekt der Faktoren *SOA* und *Kompatibilität* resultieren müssen. Dies war jedoch nicht der Fall.

Die Frage, ob die Farbähnlichkeit als Manipulation der relevanten Dimension ausschlaggebend für das Auftreten oder die Stärke des *Simon Effekts* ist, sowie die Frage nach der Richtung des Einflusses, vermag durch das vorliegende Untersuchungsdesign jedoch nicht geklärt zu werden. Zur Überprüfung dieser Hypothese müsste ein Vergleich der Ergebnisse der drei Experimente der Experimentalreihe der Universität Wien untereinander herangezogen oder ein neues Experiment konzipiert werden, in dem die unterschiedlichen Farbbedingungen gegeneinander getestet werden. Im Einklang mit der Argumentationsstruktur der vorliegenden Arbeit wäre zu vermuten, dass der Effekt im Falle ähnlicherer Farben gegenüber der schwarz-weiß-Bedingung verstärkt auftritt, während in der Tradition Hommels (1993b) oder Lu und Proctors (2001) ein verringerter *Simon Effekt* zu erwarten wäre.

Im nächsten Abschnitt soll nun eine kritische Methodendiskussion in Bezug auf das gewählte Experiment zur Darstellung gelangen. Es sei im Zuge dessen auch auf mögliche Fehlerquellen bei der Datenerhebung sowie der Wahl des experimentellen Designs hingewiesen.

Bedingt durch die Technik des Eye Trackers ergaben sich bei der Testung mitunter verschiedene Schwierigkeiten, die es bei der Datenauswertung zu berücksichtigen galt. So

war beispielsweise die Aufzeichnung der Blickbewegung bei Brillen oder Kontaktlinsenträgern durch Spiegeleffekte nicht ganz unproblematisch. Hier kam jedoch zur Optimierung die Möglichkeit der binokularen Linse zugute, da so bei allen Probanden das jeweilige Auge mit den messgenaueren Daten ausgewählt werden konnte. Aufgrund der Kalibrierungs- & Validierungssoftware des Eye Trackers wurde darüber hinaus versucht, schon im Vorfeld zu gewährleisten, dass verlässliche Daten produziert werden können.

Ein weiterer möglicher – bei einer überwiegend weiblichen Stichprobe nicht unerheblicher – Störfaktor war die Einbuße der Genauigkeit der Messung durch den Gebrauch von Maskara. Zwar wurden die Probandinnen im Vorfeld instruiert, darauf zu verzichten, doch könnte dies bei Missachtung dennoch eine Erklärung für mögliche Aufzeichnungsschwierigkeiten darstellen, wie sie in einigen Fällen auftraten, da diese zu Reflexionen führt und statt der Pupille die Wimpern erfasst worden sein könnten.

Auch sind mögliche ungünstige Rahmenbedingungen, wie das Problem des geringen Spielraums der Sitzhöhereinstellung, zu berücksichtigende Faktoren, die zu fehlerhaften Daten geführt haben könnten. So fanden sich besonders große Probanden in einer – wie sie berichteten – unbequemen Sitzposition wieder, da die Kinnstütze eine standardisierte Höhe vorgab, der Stuhl sich aber nur geringfügig anpassen ließ. Ebenfalls durch die Sitzeinstellung bedingt war, dass besonders im horizontalen Block die Abwärtsbewegung des Blicks nur minimal ausgeführt wurde, vermutlich, weil die Probanden sich bereits auf Augenhöhe mit der unteren Box befanden.

Zu guter Letzt sind auch die Einflussfaktoren, die mit der Testperson verbunden sind, nicht zu vernachlässigen. Müdigkeit und Motivationseffekte waren zu beobachten.

Möglichen Testleitereffekten wurde versucht durch eine standardisierte, schriftliche Instruktion, die der Proband auf dem Bildschirm lesen konnte, entgegen zu wirken. Sie sind aber dennoch nicht gänzlich auszuschließen.

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Limitationen musste im Zuge der Auswertung letztendlich jedoch nur ein Proband ausgeschlossen werden, sodass die Daten von $N = 25$ Probanden in die Datenanalyse mit einfließen.

Zeigen sich die Ergebnisse bezüglich der Hauptfragestellung der Replizierung des *Simon Effekts* auf Basis von Wortbedeutungen bei Blickbewegungen im Konsens der empirischen Befunde sowie theoretischen (Erklärungs-)Modelle der Literatur, so bleibt die Frage, warum der zeitliche Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Reizdimension

weder einen, wie in den über die Hauptfragestellung hinausgehenden Unterhypothesen vermutet, verstärkenden Einfluss auf den Kompatibilitätseffekt hatte, noch eine Schwächung des Effekts in Tradition des *Modells der zeitlichen Überlappung* (Hommel, 1993b) zur Folge hatte, derzeit weiterhin offen. Die dargestellten Erklärungsansätze vermögen dies nicht zu erklären und die Forschungslücke kann somit aktuell noch nicht geschlossen werden. Um dieses Ziel erreichen zu können, bedarf es statt dessen weiterer gezielter Untersuchungen.

Wird das Hauptaugenmerk jedoch auf die Hauptfragestellung gelegt, auch wenn sich diese „nur“ der Replizierung des Effekts verschrieben haben mag, wie vielleicht kritisch angemerkt werden könnte, so sind die Implikationen für die Praxis und weitere Forschungsarbeiten doch weitreichender als es auf den ersten Blick den Anschein hat.

So konnte auch mit der vorliegenden Untersuchung gezeigt werden, dass nicht nur die Reizposition als irrelevante Merkmalsdimension einen *Simon Effekt* zu Folge hat, sondern auch die inhaltlich-semantische Wortbedeutung des Reizes diesen provozieren kann. Somit können die Ergebnisse zur Bestätigung der weiter gefassten Definition des *Simon Effekts* herangezogen werden.

Der signifikante Haupteffekt im Faktor *Kompatibilität* spricht außerdem dafür, dass die inhaltlich-semantische Verarbeitung der Wortbedeutung wiederum der Verarbeitung der Farbe und somit der erst durch die Instruktion an Bedeutung gewinnenden Reizdimension überlegen sein könnte, da im Falle der Kompatibilität der irrelevanten inhaltlich-semantischen Reizdimension mit der gemäß der Farbe zu erwartenden richtigen Antwort, kürzere Reaktionszeiten sowie weniger Fehler resultieren. Die semantische Richtungsbedeutung oder, anders ausgedrückt, linguistische Hinweisreize werden folglich mit verarbeitet und nehmen Einfluss auf das Blickverhalten, selbst wenn diese irrelevant in Hinblick auf Aufgabenstellung sind.

Eine Interpretation der Ergebnisse im Sinne eines *Zwei-Prozess-Modells* (DeJong et al., 1994; Kornblum et al., 1990) ließe vermuten, dass die semantische Verarbeitung dabei automatisiert abläuft, während bei der Verarbeitung der Farbe ein zusätzlicher Translationschritt beteiligt ist und somit die Antwort auf der Grundlage der Beteiligung höherer kognitiver Prozesse erfolgt. Im Sinne des *Drei-Prozess-Modells* (Metzker & Dreisbach, 2011) könnte weiter davon ausgegangen werden, dass auch die Stärke der Assoziation der Farbe mit einer räumlichen Bedeutung und darüber hinaus einer möglichen räumlichen Antwort eine Rolle spielt.

Eine Argumentation über Assoziationen könnte auch erklären, warum linguistische Reize überhaupt als räumliche Merkmalsdimension des Reizes aufgefasst werden können. Eine Assoziation der Wortbedeutung mit der entsprechenden Richtung wurde selbst in der Lerngeschichte des Menschen über Jahre hinweg gelernt und automatisiert. Der Effekt müsste beispielsweise im Falle von Kunstwörtern oder Richtungswörtern einer fremden Sprache wesentlich geringer ausfallen oder gegebenenfalls sogar erst gar nicht auftreten, da die Kodierung des Merkmals sowie die Verknüpfung mit einer Richtungsantwort dann auch hier nicht mehr automatisiert vonstatten liefe, sondern ebenfalls einen zusätzlichen Translations-schritt benötigen würde. Beim klassischen *Simon Effekt* kann davon ausgegangen werden, dass das räumliche Reizmerkmal dasjenige darstellt, das einfacher zu verarbeiten ist, da im Normalfall keine zusätzlichen Verarbeitungsschritte notwendig sind. Ist nun das räumliche Reizmerkmal als solches nicht mehr direkt zu erkennen, verschwindet dieser Vorteil bei der Kodierung. Beide Reizmerkmale wären somit gleichberechtigt bei der Kodierung. Auch wäre dadurch die *konzeptuelle Ähnlichkeit* (Lu & Proctor, 2001) als Voraussetzung für den *Simon Effekt* nicht mehr auf Anhieb gegeben. Schlussendlich ist dann fragwürdig, ob die Ergebnisse dann per se noch unter den Begriff des *Simon Effekts* fallen würden, oder ob in Hinblick auf die Taxonomie der *S-R-Kompatibilitätseffekte* von Kornblum et al. (1990) (vgl. Tabelle 1, Kapitel 3.2) eine Einordnung in die *Typ IV* oder *Typ I Kombinationen* vorgenommen werden muss.

Eine weitere Konsequenz bei Gültigkeit des *Drei-Prozess-Modells* ist die Vermutung, dass Lerneffekte zu beobachten sein müssten, in dem Sinne, dass vermehrtes Üben zu stärkeren Assoziationen der Farbe mit einer räumlichen Bedeutung führen und schlussendlich einen stärkeren *Simon Effekt* zur Folge haben müsste, da die Antwort, im Falle der kompatiblen Versuchsbedingung aufgrund der schnelleren Identifizierung des relevanten Merkmals, noch schneller zu treffen ist.

Weiteres könnte beispielsweise auch die Annahme Lu und Proctors (2001) der *asymmetrischen Richtung des Effekts* (siehe Kapitel 3.2) einer Überprüfung auf Gültigkeit für den *Simon Effekt* auf Basis von Wortbedeutungen bei Blickbewegungen unterzogen werden. Die Autoren hatten festgestellt, dass bei der Wahl der Farbe als irrelevantes Merkmal und des räumlichen Merkmals als relevante Dimension, kein Effekt zu beobachten ist. Die Ursache könnte darin zu suchen sein, dass durch die Vorgabe einer räumlich zu treffenden Antwort

auch das räumliche Reizmerkmal aufgrund der *konzeptuellen Ähnlichkeit* schneller verarbeitet wird und das andere (hier farbliche) Reizmerkmal nur aufgrund der Aufgabenstellung übersetzt wird. Die Verarbeitung des anderen Merkmals fällt jedoch wiederum weg, sobald das relevante Reizmerkmal auch gleichzeitig das räumliche Reizmerkmal ist, da dieses ohnehin durch eine geringere Anzahl notwendiger Translationsschritte einfacher zu identifizieren und in eine entsprechende Reaktion zu übersetzen ist. Bei Umkehrung des Versuchsdesigns durch einen Wechsel der relevanten und der irrelevanten Merkmalsdimension ist eine Interpretation im Sinne des *Simon Effekts* nicht länger gegeben, und es müsste wiederum eine andere Einordnung gemäß der Taxonomie der *S-R-Kompatibilitätseffekte* nach Kornblum et al. (1990) vorgenommen werden: das Versuchsdesign spricht dann eher für die Kategorie der *Typ II Kombinationen* (vgl. Tabelle 1, Kapitel 3.2).

In Hinblick auf das Versuchsdesign möglicher Folgestudien gibt die vorliegende Untersuchung den Anstoß zu einer Loslösung von der Tradition der Tastendruckexperimente im Zusammenhang mit der Erforschung des *Simon Effekts*. Die Ergebnisse zeigen, dass ein signifikanter Kompatibilitätseffekt auf Basis von Wortbedeutungen auch bei Blickbewegungen realisiert werden kann. Eine Übertragung oder Ausweitung auf andere Versuchsdesigns ist somit denkbar und in Hinblick auf eine Weiterentwicklung des Forschungsfeldes und daraus resultierender möglicher Erkenntnisgewinne auch wünschenswert.

Hatte Hommel (2011b) in seiner Zusammenstellung von Untersuchungen zum *Simon Effekt* bereits angemerkt, dass sich der *Simon Effekt* und die *Simon Aufgabe* als Werkzeug und Heuristik („tool and heuristic“) eignen und etabliert haben, um Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung untersuchen zu können, so kann diese Meinung durch die vorliegende Untersuchung bestätigt und weiter ausgebaut werden.

Hommel (2011b) zeigt in seinen Ausführungen zur Entwicklung des *Simon Effekts* seit seiner Entdeckung, den Grundaspekten sowie den unterschiedlichen experimentellen Designs zu dessen Erforschung, auf, wie breitgefächert und weitreichend die Anwendungsgebiete des *Simon Effekts* als Werkzeug („tool“) zur Erforschung der Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Aktionsplanung sowie kognitiven Kontrolle sind.

Gekoppelt daran ist seine Feststellung, dass nicht nur der *Simon Effekt* an sich Gegenstand der Forschung war und ist, sondern dass, durch ihn oder mit ihm verbunden, zahlreiche neue theoretische Fragestellungen aufgeworfen werden („heuristic“) und darüber hinaus durch die *Simon Aufgabe* oder ihr ähnliche Untersuchungsdesigns bereits nützliche em-

pirische Strategien zu deren Erforschung aufgezeigt werden („tool“). Vor allem aber versucht er so der Frage nach dem Nutzen der Erkenntnisse nachzugehen, der über eine theoretische Untersuchung des Effekts hinausgeht. Mit dem Versuch aufzeigen zu wollen, wie weitreichend die Erkenntnisse sein können, und dass diese auch jenseits einer künstlichen Laborsituation zum Tragen kommen können, spricht er dem ein oder anderen Grundlagenforscher aus dem Herzen, da er so gewissermaßen eine Lanze für den *Simon Effekt* bricht. Letztendlich muss jedoch kritisch angemerkt werden, dass durch die Ausführungen Hommels zwar die Vielfältigkeit und Facettenhaftigkeit der Erforschungsmöglichkeiten des *Simon Effekts* und auch der mit ihm in Verbindung stehenden Phänomene der menschlichen Informationsverarbeitung und aufgeworfenen Fragen aufgezeigt wurden, doch wird ebenso deutlich, dass sich die Untersuchung dennoch zumeist auf Laborsituationen beschränkt(e) und eine Implikation für den Alltag - besonders für Laien - nicht immer gleich erkennbar ist.

Die Loslösung von Tastendruckexperimenten, die die Probanden im Grunde genommen die künstliche Laborsituation kaum vergessen und auch einen Alltagsbezug und Transfer in das eigene Leben für den Einzelnen schwerer erkennen lassen, hin zu der Erfassung von Blickbewegungen und der Beeinflussung dieser durch linguistische Reize, kann als ein Schritt der Annäherung an den menschlichen Alltag verstanden werden. So könnte ein Ziel der zukünftigen Forschung, den Anwendungsbezug der mit dem *Simon Effekt* gewonnen Erkenntnisse der Grundlagenforschung stärker in den Fokus zu rücken und auch die zur Überprüfung herangezogenen Aufgaben und Versuchsdesigns stärker mit einem Alltagsbezug der menschlichen Erfahrungswelt zu versehen. Lassen doch die Worte Hommels (2011b) erkennen, dass ihm - wie auch anderen - dies ein Anliegen, auch im Sinne der Rechtfertigung der langen Forschungstradition des *Simon Effekts*, zu sein scheint.

An dieser Stelle soll daher kurz Bezug genommen werden auf eine Studie von Koch, Glawe und Holt (2011), um abschließend die Chance zu bieten, stellvertretend für andere, einen neuartigen Ansatz aus dem Bereich der Sportwissenschaften mit aufzunehmen, mit dem ein solcher Anwendungskontext und eine Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Laborsituation heraus, versucht wurde.

Vermag die vorliegende Untersuchung den Zusammenhang zwischen linguistischen Hinweisreizen und Blickbewegungen aufzuzeigen, so fanden Koch et al. (2011) heraus, dass auch die Position des ganzen Körpers im Zusammenhang mit der Verarbeitung der inhaltlich-semanticen Wortbedeutung steht. Ihre Studie entstammt der *Embodimentforschung*,

die sich, allgemein gesprochen, der Erforschung des Zusammenhangs von Kognition und Körper verschrieben hat.

Ähnlich wie auch im vorliegenden Experiment, wurde auch bei Koch et al. (2011) ein Wort zentriert auf dem Bildschirm eingeblendet. Die Diskriminierungsaufgabe bestand darin mittels Sliderbewegung (Hebelbewegung) in vertikaler bzw. sagittaler Achse gemäß der Farbe des Wortes in Richtung zweier am Bildschirmrand positionierter Boxen (1. Exp.: oben/unten; 2. vorwärts/rückwärts) zu reagieren und dabei die Richtungsinformation durch die Wortbedeutung (1. Exp. pos./neg.; 2. Exp.: zeitlich vor-/zurückliegend) selbst zu ignorieren. Die Wortbedeutung konnte kongruent oder inkongruent bezüglich der auszuführenden Bewegung sein, wobei in der kongruenten Bedingung schnellere Reaktionszeiten zu erwarten waren.

Der Zugang zur *Embodimentforschung* findet sich in der Konzeption der Antwortmodi der Untersuchung und der Operationalisierung. So kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die Annahme der *Embodiment Theorie*, der Körper spiele eine wichtige Rolle in der mentalen Verarbeitung abstrakter Konzepte, durch die Ergebnisse bestätigt werden können und beschreiben so unter anderem, den Zusammenhang zwischen (Richtungs-)Bewegung (*movement*) und Bedeutung (*meaning*) (Koch et al., 2011). Dem Untersuchungsdesign wurde hier die Annahme zugrunde gelegt, dass die Bewegung entlang der vertikalen Achse mit positiver (oben) oder negativer (unten) Bewertung assoziiert ist, während die Bewegung entlang der sagittalen Achse zeitlich vor- (vorne) oder zurückliegenden (zurück) Ereignisse widerspiegeln kann, sodass es zu einer Konfundierung der inhaltlichen Wortbedeutung und der Richtungsentscheidung aufgrund der Farbe kommen sollte (Koch et al., 2011). Die Ergebnisse bestätigen diese Hypothese in Richtung eines Kongruenzeffekts.

Die Autoren konnten somit zeigen, dass Konzepte mit einer direkten oder metaphorischen räumlichen Assoziation systematisch mit Bewegung verbunden werden können. Zur Erklärung ihrer Ergebnisse nehmen Koch und Kollegen (2011) Bezug auf die *konzeptuelle Metapher Theorie (conceptual metaphor theory)* von Lakoff und Johnson (1999), die besagt, dass abstrakte Konzepte auf räumlich-motorischen Schemata basieren und daher auch auf einer körperlichen Ebene der Erfahrung zugänglich gemacht werden können (Koch et al., 2011). Die Aktivierung dieser Schemata geschieht dabei, so die Autoren weiter, automatisch, und trägt somit zum menschlichen Wortverständnis bei.

Weiteres kann nach Auffassung der Autoren auch über implizite Gedächtnisleistungen argumentiert werden: Auf linguistischer Ebene werden räumlich-semantiche Assoziati-

onen durch das Wort getriggert, die vom Individuum in seiner Vergangenheit im Sprachgebrauch durch räumliche Metaphern angeeignet wurden. Auf motorischer Ebene können jene Konzepte aktiviert werden, die semantisch mit der Richtung der Bewegungsantwort assoziiert werden. Diese wurden wiederum durch Bewegungserfahrung verschiedener Kontexte und Situationen des bisherigen Lebens verstärkt (Koch et al., 2011). Die Übereinstimmung oder der Konflikt zwischen diesen beiden Erfahrungsquellen, auf Basis derer wiederum eine Antwort generiert und ausgewählt werden soll, könne schlussendlich als mögliche Erklärung für den gefundenen Kongruenzeffekt herangezogen werden (Koch et al., 2011).

Verknüpft mit der Idee des *Embodiments* ist jedoch keine eindeutige Antwort in Hinblick auf die Frage nach der Richtung oder Kausalität des Einflusses von Körper und Kognition. Bisher konnte nur aufgezeigt werden, dass ein Zusammenhang besteht. Denkbar wäre im Bereich dieses Forschungsfeldes somit auch eine Folgeuntersuchung, ob die Position des Körpers oder die Blickbewegung anders herum auch einen Einfluss auf die Verarbeitung linguistischer Hinweisreize nehmen kann.

Ein Unterschied zu dem im Rahmen dieser Diplomarbeit vorliegenden Versuchsdesign stellte die Tatsache dar, dass die Boxen bei Koch et al. (2011) farblich der Einfärbung der Wörter entsprachen, sodass die Ergebnisse, wie auch schon bei Hodgson et al. (2009), im Sinne einer *Reiz-Reiz-* und nicht einer *Reiz-Reaktions-Kompatibilität* zu interpretieren sind. Die Aufgabe entsprach somit einer *Stroop-ähnlichen Aufgabe* und nicht einer *Simon Aufgabe*. Dennoch müsste ein ähnliches Versuchsdesign auch zur Untersuchung des *Simon Effekts* konzipiert werden können.

Ein solches Versuchsdesign und beispielsweise die Nutzung solcher allgemeinspsychologischer Effekte in der *Embodimentforschung* und der damit einhergehenden Interpretation der Ergebnisse lassen erkennen, dass *Reiz-Reiz-Kompatibilitätseffekte* und bei entsprechender analoger Operationalisierung auch *Reiz-Reaktions-Kompatibilitätseffekte* im Alltag vielfach vertreten sind und die menschliche Informationsverarbeitung, wenn auch nicht immer auf den ersten Blick direkt erkennbar, mit beeinflussen. Die Erforschung basaler und damit komplexeren Vorgängen zugrunde liegender Mechanismen spielt somit eine tragende Rolle im Versuch, menschliches Handeln zu verstehen. Der *Simon Effekt* und die Abwandlungen, sowie kontinuierlichen Weiterentwicklungen der *klassischen Simon Aufgabe* liefern dabei als Werkzeug und Heuristik gleichermaßen einen fruchtbaren Nährboden für zahlreiche Forschungsfelder.

8 Abstract

The *Simon Effect* describes a spatial stimulus-response compatibility-effect. Responses are faster and less error-prone when the spatial but task-irrelevant stimulus feature and the response dimension correspond than when they do not correspond. The *Simon Effect* of spatial words is as well established as its investigation via key press experiments.

The present diploma thesis explores the question whether the *Simon effect* due to spatial words can be replicated in eye movements. As a third experiment of a series, it is also tested whether a possible compatibility-effect can be increased by presenting the irrelevant spatial semantic dimension prior to the response relevant colour feature of the word with a variation of the *head start* by SOAs (*Stimulus Onset Asynchrony*) of 0, 100 or 200 ms.

N = 26 students of University of Vienna (M = 24 ages, SD = 2,44) with normal or corrected to normal visual acuity were instructed to discriminate by a saccade between two colours (relevant stimulus dimension) of a word (green/turquoise) either in horizontal (right/left) or in vertical (up/down) axis depending on the task. The semantic location information of the word (irrelevant stimulus dimension) needed to be ignored (,rechts‘/,links‘ or ,oben‘/,unten‘). Participants‘ saccades were recorded by an Eye Tracker with a binocular lens (25mm) and SR Research Ltd. EyeLink 1000. The data of the eye with more precise values were extracted for further analysis.

To answer the question, the influence of the factors *compatibility* and *SOA* (independent variables) on participants‘ average *reaction-times* and *error rates* (dependent variables) was tested. Additionally the factor *axis* was considered in the present examination for an explorative investigation.

With a significant *compatibility effect*, results of a 2x3x2 factorial variance analysis (ANOVA) speak in favour of the verification of the *Simon Effect* in eye movements whereas no additional enhancement by the *head start* of the irrelevant stimulus dimension could be found.

9 Literaturverzeichnis

- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, 57(1), 2-12.
- Ansorge, U. & Wühr, P. (2004). A Response-Discrimination Account of the Simon Effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30(2), 365-377.
- Aschersleben, G. (2002). Handlung und Wahrnehmung. In J. Müsseler & W. Prinz (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 895-929). Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Buetti, S. & Kerzel, D. (2010). Effects of saccades and response type on the Simon effect: If you look at the stimulus, the Simon effect may be gone. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(11), 2172-2189.
- Bundesen, C. (1991). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97, 523-547.
- DeJong, R., Liang, C.-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(4), 731-750.
- Eimer, M. (1995). Stimulus-Response Compatibility and Automatic Response Activation. Evidence From Psychophysiological Studies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(4), 837-854.
- Fischer, M. H. & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 825-850.
- Fitts, P. M. & Seeger, C. M. (1953). S-R compatibility: Spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210.

- Gibson, B. S. & Kingstone, A. (2006). Visual Attention and the Semantic of Space. Beyond Central and Peripheral Cues. *Psychological Science*, 17(7), 622-627.
- Hasbroucq, T. & Guiard, Y. (1991). Stimulus–response compatibility and the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 246-266.
- Hedge, A. & Marsh, N. W. A. (1975). The Effect of spatial correspondences on two-choice response-time. *Acta Psychologica*, 39, 427-439.
- Hodgson, 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 Research*, 49, 569-574.
- Hommel, B. (1993a). The role of attention for the Simon effect. *Psychological Research/Psychologische Forschung*, 55, 208-222.
- Hommel, B. (1993b). The relationship between stimulus processing and response selection in the Simon task: Evidence for a temporal overlap. *Psychological Research*, 55, 280-290.
- Hommel, B. (1994). Spontaneous decay of response-code activation. *Psychological Research/Psychologische Forschung*, 56, 261–268.
- Hommel, B. (2002). Planung und exekutive Kontrolle von Handlungen. In J. Müsseler & W. Prinz (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 795-863). Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Hommel, B. (2011a). Attention and spatial stimulus coding in the Simon task: A rejoinder to van der Lubbe and Abrahamse (2010). *Acta Psychologica*, 136(2), 265-268.
- Hommel, B. (2011b). The Simon Effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136(2), 189-202.

- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *The Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-878.
- Kantowitz, B. H., Triggs, T. J., & Barnes, V. E. (1990). Stimulus-Response compatibility and human Factors. In R. W. Proctor, & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 365-388). Amsterdam (North-Holland): Elsevier Science Publishers B. V.
- Koch, S., Glawe, S., & Holt, D. V. (2011). Social Stereotypes and Automatic Goal Pursuit. *Social Psychology*, 42(3), 214-224.
- Kornblum, S. (1994). The way irrelevant dimensions are processed depends on what they overlap with: The case of Stroop- and Simon-like stimuli. *Psychological Research*, 56, 130-135.
- 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.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Liotti, M., Castiello, U., & Umiltà, C. (in prep.). Are the spatial codes formed automatically in spatial compatibility? (zitiert nach Umiltà & Nicoletti, 1992).
- Lu, C.-H. & Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon & spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(2), 174-207.

- Lu, C.-H. & Proctor, R. W. (2001). Influence of irrelevant information on human performance: Effects of S-R association strength and relative timing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 54(1), 95-136.
- Marble, J. G. & Proctor, R. W. (2000). Mixing Location-Relevant and Location-Irrelevant Choice-Reaction Tasks: Influences of Location Mapping on the Simon Effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(5), 1515-1533.
- Metzker, M. & Dreisbach, G. (2011). Priming Processes in the Simon Task: More Evidence From the Lexical Decision Task for a Third Route in the Simon Effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(3), 892-902.
- Pellicano, A., Lugli, L., Baroni, G., & Nicoletti, R. (2009). The Simon Effect with Conventional Signals. *Experimental Psychology*, 56(4), 219-227.
- Proctor, R. W. (2011). Playing the Simon game: Use of the Simon task for investigating human information processing. *Acta Psychologica*, 236(2), 182-188.
- Proctor, R. W. & Lu, C.-H. (1994). Referential coding and attention-shifting accounts of the Simon effect. *Psychological Research*, 56, 185-195.
- Proctor, R. W., Marble, J. G., & Vu, K.-P. L. (2000). Mixing incompatibly mapped location-relevant trials with location-irrelevant trials: effect of stimulus mode on the reverse Simon effect. *Psychological Research*, 64, 11-24.
- Proctor, R. W. & Reeve, T. G. (1990). Research on Stimulus-Response Compatibility: Toward a Comprehensive Account. In R. W. Proctor, & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 483-494). Amsterdam (North-Holland): Elsevier Science Publishers B. V.
- Rubichi, S., Nicoletti, R., Iani, C., & Umiltà, C. (1997). The Simon Effect Occurs Relative to the Direction of an Attention Shift. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 23(5), 1353-1364.

- Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, 53, 61-97.
- Sanders, A. F. (1990). Issues and trends in the debate on discrete vs. continuous processing of information. *Acta Psychologica*, 74, 123-167.
- Schmidt, R. A. & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor Learning and Performance. A Situation-Based Learning Approach* (4th ed.). United States: Human Kinetics.
- Sheliga, B. M., Craighero, L., Riggio, L., & Rizzolatti, G. (1997). Effects of spatial attention on directional manual and ocular responses. *Experimental Brain Research*, 114, 339-351.
- Simon, J. R. (1968). Effect of ear stimulated on reaction time and movement time. *Journal of Experimental Psychology*, 78, 344-346.
- Simon, J. R. (1969). Reaction towards the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174-176.
- Simon, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. W. Proctor, & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31-86). Amsterdam (North-Holland): Elsevier Science Publishers B. V.
- Simon, J. R. & Craft, J. L. (1970). Effects of an irrelevant auditory stimulus on visual choice-reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 86, 272-274.
- 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.
- Simon, J. R. & Small, A. M. (1969). Processing auditory information: interference from an irrelevant cue. *Journal of Applied Psychology*, 53(5), 433-435.

- Stins, J. F. & Michaels, C. F. (1997). Stimulus-Target Compatibility for Reaching Movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 756-767.
- Stoffels, E. J., van der Molen, M. W., & Keuss, P. G. J. (1989). An additive factor analysis of the effect(s) of location cues associated with auditory stimuli on stages of information processing. *Acta Psychologica*, 70, 161-197.
- Stoffer, T. H. (1991). Attentional zooming and spatial S-R compatibility. *Psychological Research*, 53, 127-135.
- Stoffer, T. H. & Umiltà, C. (1997). Spatial Stimulus Coding and the Focus of Attention in S-R Compatibility and the Simon Effect. In B. Hommel & W. Prinz (Eds.), *Theoretical Issues in Stimulus-Response Compatibility*. Amsterdam: Elsevier Sciences B. V.
- Umiltà, C. & Liotti, M. (1987). Egocentric and relative spatial codes in S-R compatibility. *Psychological Research*, 49, 81-90.
- Umiltà, C. & Nicoletti, R. (1985). Attention and coding effects in S-R compatibility due to irrelevant spatial cues. In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 457-471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Umiltà, C. & Nicoletti, R. (1990). Spatial stimulus-response compatibility. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 89-116). Amsterdam (North-Holland): Elsevier Science Publishers B. V.
- Umiltà, C. & Nicoletti, R. (1992). An integrated Model of the Simon Effect. In J. Alegria, D. Holender, J. Junça de Moraes, & M. Radeau (Eds.), *Analytic Approaches to Human Cognition: in honour of Professor Paul Bertelson* (pp. 331-350). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- Umiltà, C. & Nicoletti, R. (in prep.). Orienting of attention and the coding of stimulus position. (zitiert nach Umiltà & Nicoletti (1992)).

- Vallesi, A., Mapelli, D., Schiff, S., Amodio, P., & Umiltà, C. (2005). Horizontal and vertical Simon effect: different underlying mechanisms?. *Cognition*, 96, B33-B43.
- van der Lubbe, R. H. J. & Abrahamse, E. L. (2010). The missing spatial code: A comment on Hommel. / The premotor theory of attention and the Simon effect. (2011). *Acta Psychologica*, 136(2), 259-264.
- Wallace, R. J. (1971). S-R compatibility and the idea of the response code. *Journal of Experimental Psychology*, 88, 354-360.
- Zorzi, M. & Umiltà, C. (1995). A computational model of the Simon effect. *Psychological Research*, 58, 193-205.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	<i>Basisschema linearer Modelle menschlicher Informationsverarbeitung eigene Bearbeitung nach Aschersleben (2002, S.897).</i>	Seite 11
Abbildung 2	<i>Prozessmodell der Informationsverarbeitung; eigene Bearbeitung nach Sanders (1990, S. 133).</i>	Seite 13
Abbildung 3a	<i>Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des Simon Effekts; eigene Bearbeitung nach Hommel (2011a, S. 266) – Teil 1.</i>	Seite 40
Abbildung 3b	<i>Gegenüberstellung verschiedener Erklärungsansätze des Simon Effekts; eigene Bearbeitung nach Hommel (2011a, S. 266) – Teil 2.</i>	Seite 41
Abbildung 4	<i>Versuchsaufbau: A) 15 Zoll-Color-CRT-Monitor; B) Kinn-Stirn-Stütze, C) Eye Tracker, D) Tastatur, E) indirekte Lichtquelle.</i>	Seite 53
Abbildung 5	<i>EyeLink 1000 - Bildschirm des Auswertungscomputers zur Kontrolle des regelkonformen Versuchsablaufs während der Versuchsdurchführung.</i>	Seite 54
Abbildung 6	<i>Versuchsaufbau: Bildschirme eines Trials des vertikalen sowie horizontalen Block im zeitlichen Verlauf.</i>	Seite 56
Abbildung 7	<i>Haupteffekt des Faktors SOA im Parameter RT.</i>	Seite 62
Abbildung 8	<i>Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter RT.</i>	Seite 62
Abbildung 9	<i>Interaktionseffekt der Faktoren Achse und SOA im Parameter RT.</i>	Seite 63
Abbildung 10	<i>Haupteffekt des Faktors SOA im Parameter bRT.</i>	Seite 66
Abbildung 11	<i>Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter bRT.</i>	Seite 67
Abbildung 12	<i>Interaktionseffekt der Faktoren Achse und SOA im Parameter bRT.</i>	Seite 67
Abbildung 13	<i>Haupteffekt des Faktors Achse im Parameter Error.</i>	Seite 70
Abbildung 14	<i>Haupteffekt des Faktors SOA im Parameter Error.</i>	Seite 71
Abbildung 15	<i>Haupteffekt des Faktors Kompatibilität im Parameter Error.</i>	Seite 72

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	<i>Taxonomie von S-R-Kompatibilitätseffekten (Kornblum et al., 1990); eigene Bearbeitung nach Umiltà und Nicoletti (1990).</i>	Seite 18
Tabelle 2	<i>Drei-faktorielles Versuchsdesign mit den jeweiligen Faktoren und ihren Stufen und der Anzahl der Trials.</i>	Seite 57
Tabelle 3	<i>Gruppen/Blöcke.</i>	Seite 58
Tabelle 4	<i>Aggregierte Daten für den Parameter RT (in ms) – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (GMW), sowie Gesamtstandardabweichungen (GSD).</i>	Seite 60
Tabelle 5	<i>Innersubjekteffekte für den Parameter RT sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadrate (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).</i>	Seite 60
Tabelle 6	<i>Aggregierte Daten für den Parameter bRT (in ms) – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (GMW), sowie Gesamtstandardabweichungen (GSD).</i>	Seite 64
Tabelle 7	<i>Innersubjekteffekte für den Parameter bRT sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadrate (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).</i>	Seite 65
Tabelle 8	<i>Aggregierte Daten für den Parameter Error (in %) – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Faktorstufen und Gesamtmittelwerte (GMW), sowie Gesamtstandardabweichungen (GSD).</i>	Seite 69
Tabelle 9	<i>Innersubjekteffekte des Parameters Error sortiert nach der Quelle des Effekts mit Angabe der Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert (QS), den dazugehörigen Freiheitsgraden (FG), der mittleren Abweichungsquadrate (MS), des F-Werts (F), des Signifikanzniveaus (p), des partiellen Eta-Quadrats (η^2) und Angabe zur Signifikanz (sig.).</i>	Seite 69

12 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bRT	bereinigte Reaktionszeit
bzw.	beziehungsweise
bspw.	beispielsweise
cd/m ²	candela pro Quadratmeter
CIE	Commission internationale de l'éclairage
d.	des
d. h.	das heißt
Eds.	Editors
et al.	und andere (Latein)
etc.	und im übrigen/und so weiter (Latein)
Exp.	Experiment
F	F-Wert
FG	Freiheitsgrade
GMW	Gesamtmittelwert
GSD	Gesamtstandardabweichung
Hrsg.	Herausgeber
Hz	Hertz
in prep.	in preparation (in Vorbereitung)
m	Meter
mm	Millimeter
ms	Millisekunden
MS	mittlere Abweichungsquadrate
MW	Mittelwert
N	Anzahl der Probanden
n. s.	nicht signifikant
PMTA	premotor-theory account (Premotor-Theorie)
p	Signifikanzniveau
pp.	pages (Seiten)
rPMTA	revised premotor-theory account (umgekehrte Premotor-Theorie)
RT	Reaktionszeit
S.	Seite
SD	Standarddiviation (Standardabweichung)
sig.	signifikant
SOA	Stimulus Onset Asynchrony
SOAs	Plural: Stimulus Onset Asynchrony
S-R-	Stimulus-Response- (Reiz-Reaktions-)
S-S-	Stimulus-Stimulus- (Reiz-Reiz-)
TEC	Theory of Event Coding (Theorie der Ereignis-Kodierung)
QS	Summe der quadrierten Abweichungen vom Gesamtmittelwert
u. a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
vs.	versus
z. B.	zum Beispiel
η^2	partielltes Eta-Quadrat

ANHANG

I schriftliche Instruktionen

- a) Schriftliche Instruktionen für den vertikalen Block je nach Gruppenbedingung der Zuordnung von Farbe und entsprechender Box, in die geschaut werden sollte.

Anweisung

Im jetzt folgenden Block werden Sie oben und unten auf dem Bildschirm einen Kasten sehen. In der Mitte des Bildschirms erscheinen die Wörter „oben“ oder „unten“ in den Farben **Grün** und **Türkis**.

Wenn ein **türkises** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur oberen Box.

Wenn ein **grünes** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur unteren Box.

Bitte reagieren Sie so schnell und so genau wie möglich. Sie starten den jeweils nächsten Versuch durch drücken der Leertaste.

Bitte drücken Sie die Leertaste, um mit dem Training zu beginnen.

Anweisung

Im jetzt folgenden Block werden Sie oben und unten auf dem Bildschirm einen Kasten sehen. In der Mitte des Bildschirms erscheinen die Wörter „oben“ oder „unten“ in den Farben **Grün** und **Türkis**.

Wenn ein **grünes** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur oberen Box.

Wenn ein **türkises** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur unteren Box.

Bitte reagieren Sie so schnell und so genau wie möglich. Sie starten den jeweils nächsten Versuch durch drücken der Leertaste.

Bitte drücken Sie die Leertaste, um mit dem Training zu beginnen.

- b) Schriftliche Instruktionen für den horizontalen Block je nach Gruppenbedingung der Zuordnung von Farbe und entsprechender Box, in die geschaut werden sollte.

Anweisung

Im jetzt folgenden Block werden Sie rechts und links auf dem Bildschirm einen Kasten sehen. In der Mitte des Bildschirms erscheinen die Wörter „rechts“ oder „links“ in den Farben **Grün** und **Türkis**.

Wenn ein **grünes** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur rechten Box.

Wenn ein **türkises** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur linken Box.

Bitte reagieren Sie so schnell und so genau wie möglich. Sie starten den jeweils nächsten Versuch durch drücken der Leertaste.

Bitte drücken Sie die Leertaste, um mit dem Training zu beginnen.

Anweisung

Im jetzt folgenden Block werden Sie rechts und links auf dem Bildschirm einen Kasten sehen. In der Mitte des Bildschirms erscheinen die Wörter „rechts“ oder „links“ in den Farben **Grün** und **Türkis**.

Wenn ein **türkises** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur rechten Box.

Wenn ein **grünes** Wort erscheint, dann gucken Sie bitte zur linken Box.

Bitte reagieren Sie so schnell und so genau wie möglich. Sie starten den jeweils nächsten Versuch durch drücken der Leertaste.

Bitte drücken Sie die Leertaste, um mit dem Training zu beginnen.

II Zusammenfassung und Abstract

Der *Simon Effekt* gilt als ein in zahlreichen unterschiedlichen Versuchsdesigns vielfach replizierter räumlicher Kompatibilitätseffekt. Probanden zeigen in Tastendruckexperimenten kürzere Reaktionszeiten und ihnen unterlaufen weniger Fehler, wenn die räumliche, aber in Hinblick auf die Aufgabenstellung irrelevante Eigenschaft des Reizes sich als kompatibel mit der gemäß der relevanten Reizeigenschaft zu erwartenden Antwortdimension darstellt. Experimentell wurde der Effekt bisher nicht nur für die Reizposition als irrelevante Merkmalsdimension, sondern auch auf Basis von dessen inhaltlich-semanticen räumlichen Wortbedeutung nachgewiesen.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Frage, ob sich der *Simon Effekt* auf Basis von inhaltlich-semanticen räumlichen Wortbedeutungen auch für Blickbewegungen replizieren lässt.

Darüber hinaus soll versucht werden, diesen durch einen zeitlichen Vorsprung (*Head Start*) zusätzlich zu verstärken, indem die irrelevante gegenüber der relevanten Dimension durch die Manipulation der Latenzzeit mit SOAs (*Stimulus Onset Asynchrony*) von 0 ms, 100 ms oder 200 ms noch mehr zum Tragen kommt. Zu diesem Zweck wurde ein Blickbewegungsexperiment konzipiert, dessen Operationalisierung zum einen eine mögliche Replizierung des *Simon Effekts* auf Basis von Wortbedeutung bei Blickbewegungen an sich und zum anderen – durch die Nutzung unterschiedlicher SOAs – die Untersuchung des Einflusses des zeitlichen Vorsprungs auf die Antwort des Probanden erlaubt. Gemäß den Erwartungen müsste mit längerer Latenzzeit zwischen den beiden Reizdimensionen der Effekt noch stärker ausfallen.

Insgesamt wurden $N = 26$ Probanden ($MW = 24$ Jahre, $SD = 2.44$) mit normaler oder gegen normal korrigierter Sehkraft, allesamt Studenten der Universität Wien, instruiert mittels einer Sakkade (Blickbewegung) zwischen zwei Farben (relevante Dimension) eines Wortes (grün/türkis) je nach Aufgabenstellung entweder in horizontaler Achse (rechts/links) oder in vertikaler Achse (oben/unten) zu diskriminieren. Die inhaltlich-semantiche Richtungsbedeutung des Wortes (irrelevante Dimension) galt es dabei zu ignorieren (,rechts‘/,links‘ oder ,oben‘/,unten‘). Der zeitliche Vorsprung der irrelevanten gegenüber der relevanten Reizdimension wurde durch eine verzögerte Einfärbung des zunächst in schwarzen Buchstaben eingeblendeten Wortes realisiert.

Die Blickbewegungen der Probanden wurden von einem Eye Tracker mit binokularer Linse (25mm) aufgezeichnet und mittels SR Research Ltd. EyeLink 1000 festgehalten, wobei die Daten desjenigen Auges mit messgenaueren Werten Eingang in die Analyse fanden.

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde der Einfluss der Faktoren *Kompatibilität* und *SOA* (unabhängige Variablen) auf die *durchschnittlichen Reaktionszeiten* und die *Fehlerzahlen* der Probanden (abhängige Variablen) untersucht. Der Faktor der *Achse* fand ebenfalls explorativ Eingang in die vorliegende Untersuchung. Die Ergebnisse einer 2x3x2-faktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) konnten zwar den *Simon Effekt* auf Basis von räumlicher Wortbedeutung für Blickbewegungen durch einen signifikanten Kompatibilitätseffekt nachweisen, jedoch den vermuteten zusätzlich verstärkenden Einfluss des zeitlichen Vorsprungs nicht bestätigen.

The *Simon Effect* describes a spatial stimulus-response compatibility-effect. Responses are faster and less error-prone when the spatial but task-irrelevant stimulus feature and the response dimension correspond than when they do not correspond. The *Simon Effect* of spatial words is as well established as its investigation via key press experiments.

The present diploma thesis explores the question whether the *Simon effect* due to spatial words can be replicated in eye movements. As a third experiment of a series, it is also tested whether a possible compatibility-effect can be increased by presenting the irrelevant spatial semantic dimension prior to the response relevant colour feature of the word with a variation of the *head start* by SOAs (*Stimulus Onset Asynchrony*) of 0, 100 or 200 ms.

N = 26 students of University of Vienna (M = 24 ages, SD = 2,44) with normal or corrected to normal visual acuity were instructed to discriminate by a saccade between two colours (relevant stimulus dimension) of a word (green/turquoise) either in horizontal (right/left) or in vertical (up/down) axis depending on the task. The semantic location information of the word (irrelevant stimulus dimension) needed to be ignored (‘rechts‘/‘links‘ or ‘oben‘/‘unten‘). Participants‘ saccades were recorded by an Eye Tracker with a binocular lens (25mm) and SR Research Ltd. EyeLink 1000. The data of the eye with more precise values were extracted for further analysis.

To answer the question, the influence of the factors *compatibility* and *SOA* (independent variables) on participants‘ average *reaction-times* and *error rates* (dependent variables) was

tested. Additionally the factor *axis* was considered in the present examination for an explorative investigation.

With a significant *compatibility effect*, results of a 2x3x2 factorial variance analysis (ANOVA) speak in favour of the verification of the *Simon Effect* in eye movements whereas no additional enhancement by the *head start* of the irrelevant stimulus dimension could be found.

III Lebenslauf

Profil

Nachname: Knieps
Vorname: Katharina Maria
Geburtsdatum: 01.10.1986
Geburtsort: Köln
Heimataadresse: Hechelscheid 52
52152 Simmerath
Telefonnummer: 00491778390727

Ausbildung

ab WS 2009/10 Studium: Diplom Psychologie Universität Wien
(bis voraussichtlich WS 2012/13)

2006-2009 Studium: Diplom Psychologie, Rheinische Friedrich-
Wilhelms-Universität Bonn (1.- 6. Semester)

1998-2006 St. Michael Gymnasium Monschau (Abitur)

1997-1998 Abtei-Gymnasium Köln-Brauweiler

1993-1997 Johanniter-Grundschule Köln-Lövenich

praktische Tätigkeit

Oktober 2011-
heute studentische Hilfskraft in der Abteilung für Leistungspsychologie
im Institut für Psychologie der Deutschen Sporthochschule Köln

Juli 2011 -
September 2011 drei-monatiges Forschungspraktikum in der Abteilung Leistungs-
psychologie im Institut für Psychologie der Deutschen Sporthoch-
schule Köln

April 2009 -
September 2009 Tutorin in der Abteilung für Sozialpsychologie des Psychologi-
schen Instituts der Universität Bonn

November 2008 -
Februar 2009 studentische Hilfskraft im Bereich Neuropsychologie der Univer-
sitätsklinik für Epileptologie Bonn

Sprachkenntnisse

1997-2006 Englisch (Leistungskurs)
1999-2006 Französisch

Sonstiges

gute Mac- und Windowskenntnisse