



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Konfliktregulation und Meta-Kognition“

verfasst von / submitted by

Miriam Matysik

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015 / Vienna, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Psychologie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ansorge

In dieser Diplomarbeit wird aus Gründen der leichteren Lesbarkeit nur die grammatikalisch männliche Form verwendet. Die grammatikalisch weibliche Form ist selbstverständlich mit eingeschlossen

Das Herz hat seine Gründe, die der Verstand nicht kennt.

Blaise Pascal, Pensées, 1670

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich Christoph Huber-Huber meinen großen Dank aussprechen. Seine wertvolle und äußerst engagierte Arbeit sowie seine zuverlässige freundliche Unterstützung bei allen Angelegenheiten hat wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen.

Ein herzlicher Dank gilt auch Frau Mag. Dr. Isabella Fuchs-Leitner. Ihre Vorbereitung und Begleitung der Diplomarbeit im Rahmen des Forschungsseminars vermittelte alle wesentlichen Fähigkeiten und Kenntnisse, die für das Verfassen dieser Arbeit notwendig waren. Darüber hinaus unterstützte sie ihre Studenten während des Schreibprozesses.

Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ansorge danke ich sehr für die Zeit, die er sich für mich genommen hat, die klärenden und hilfreichen Besprechungen, für die Hinweise auf die für diese Arbeit relevanten Studien und Theorien sowie die Besprechung von Hauptergebnissen und einigen Details kurz vor Fertigstellung der Arbeit, die auch noch einmal sehr hilfreich war.

Anna-Lisa Schuler danke ich für ihre persönliche, praktische und fachliche Unterstützung, die mir den Abschluss des Studiums um Einiges erleichtert hat.

Meinen Eltern Astrid Weiss-Matysik und Jürgen Weiss danke ich in höchstem Maße für die ganzheitliche und finanzielle Unterstützung während meiner gesamten Studienzzeit sowie in der Diplomarbeitsphase.

gewidmet meiner Mutter Astrid Weiss-Matysik

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	11
Abstract	12
1 Einleitung	13
2 Theoretischer Hintergrund	14
2.1 Bahnung (Priming)	14
2.2 Gratton-Effekt (Konflikthanpassung)	16
2.3 Unbewusste Verarbeitung visueller Reize	18
2.4 Sichtbarkeit von Hinweisreizen	19
2.5 Maskierung	20
2.6 Die Signalentdeckungstheorie	22
2.7 Die Rolle von Bewusstheit bei Konflikthanpassung	23
3 Ziel	30
3.1 Herleitung der Fragestellung	30
3.2 Erwartungen	32
3.3 Forschungsfrage	32
3.4 Hypothesen	32
4 Methode	35
4.1 Teilnehmer	35
4.2 Stimuli	35
4.3 Materialien und Apparatur	36
4.4 Untersuchungsdesign und Untersuchungsdurchführung	36
5 Ergebnisse	39
5.1 D-Prime	39
5.1.1 Sichtbarkeit der Hinweisreize	39
5.1.2 Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit	40
5.2 Analyse des ersten Teils des Experiments (speed awareness)	41
5.3 Analyse des zweiten Teils des Experiments (prime visibility)	57
6 Diskussion	65
7 Schlussfolgerung	77
Tabellenverzeichnis	78
Abbildungsverzeichnis	79
Literaturverzeichnis	81
Anhang	87

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, zu untersuchen, welche Rolle Bewusstheit bei Konfliktregulation spielt, und Faktoren zum Auftreten des Gratton-Effekts zu finden. Genauer wird untersucht, ob die Bewusstheit über die aktuelle Antwortgeschwindigkeit den Gratton-Effekt beeinflusst. Unter dem Gratton-Effekt versteht man einen reduzierten Kongruenzeffekt im nächsten Durchgang nach Inkongruenz im vorherigen Durchgang. Dazu verwendeten wir ein maskiertes Bahnungsexperiment mit zwei Teilen. Die Stichprobe bestand aus 62 Versuchspersonen, die an der Universität in Wien getestet wurden. Im ersten Teil des Experiments wurde die Bewusstheit der Versuchsteilnehmer über die eigene Antwortgeschwindigkeit im aktuellen im Vergleich zu allen bisherigen Durchgängen erfasst (Bedingung Bewusstheit über Geschwindigkeit). Im zweiten Teil wurde die Bewusstheit der Teilnehmer über die Hinweisreize erfasst (Bedingung Sichtbarkeit der Hinweisreize). In beiden Teilen war die erste Aufgabe gleich, nämlich den Zielreiz so schnell und so richtig wie möglich zu kategorisieren (oben oder unten). Im ersten Teil (Bedingung Bewusstheit über Geschwindigkeit) mussten die Teilnehmer als zweite Aufgabe nach jedem Durchgang beurteilen, ob sie gerade im Vergleich zu allen vorherigen Durchgängen schneller oder langsamer geantwortet haben. Im zweiten Teil (Bedingung Sichtbarkeit der Hinweisreize), bestand die zweite Aufgabe darin, den Zusammenhang zwischen Hinweisreiz und Zielreiz zu beurteilen, also ob der Durchgang kongruent (Hinweis- und Zielreiz aus der gleichen Wortkategorie) oder inkongruent (aus verschiedenen Wortkategorien) war. Um einen möglichen Gratton-Effekt festzustellen, wurden Reaktionszeiten und Fehlerraten analysiert. Das Ergebnis war, dass sich weder die Antwortgeschwindigkeit noch die Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit für das Auftreten eines Gratton-Effekts als ursächlich zeigten. Wir fanden lediglich einen gering ausgeprägten Gratton-Effekt in der Interaktion von Kongruenz im aktuellen Durchgang und Kongruenz im vorherigen Durchgang in den Fehlerraten im zweiten Teil des Experiments. Das weist darauf hin, dass Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs sowie die Bewusstheit über den Hinweisreiz eine wichtige Rolle beim Auftreten des Gratton-Effekts spielen.

Schlüsselwörter: Antwortgeschwindigkeit, Bewusstheit, Gratton-Effekt, Maskierte Bahnung

Abstract

The goal of this thesis is to examine the role of consciousness in conflict regulation and to determine factors influencing the Gratton effect. More precisely, we investigate whether awareness of current reaction times influences the Gratton effect to a measurable extent. The Gratton effect implies that incongruency is typically followed by a reduced congruency effect in the next trial. The masked priming experiment consisted of two parts and was conducted at the University of Vienna testing sixty-two participants. In the first part, we measured awareness of the participants reaction times in real time compared to all previous trials (speed-awareness part). In the second part, we measured awareness of the subjects concerning the visibility of primes (prime-visibility part). The subjects' first task in both parts was a timed, categorical, target categorization (either top or bottom), where correctness and speed were measured. In the speed-awareness part, subjects had to judge whether they answered quicker or slower in the actual compared to all averaged previous trials. The second task in the prime visibility part was to correctly judge the relation between prime and target, i. e. whether the trial was congruent (prime and target of the same word category) or incongruent (prime and target of different word categories). To find a possible Gratton effect, reaction times and error rates were analyzed. Results showed a Gratton effect neither driven by reaction time nor by awareness of reaction time. We found a marginal Gratton effect indicated by the interaction of congruency in the current trial and congruency in the previous trial regarding error rates exclusively in the second part of the experiment. This suggests congruency/incongruency of the previous trial as well as awareness of the prime plays a crucial role to drive the Gratton effect.

Keywords: Reaction time, Consciousness, Gratton effect, Masked priming

1 Einleitung

Menschen gehen häufig davon aus, dass sie ein reales Bild ihrer Umgebung wahrnehmen und sie sich dieser Umgebung bewusst sind. Menschliche Wahrnehmung unterscheidet sich jedoch von der Wahrnehmung anderer Spezies und läuft auch nicht immer bewusst ab (Münsterberg, 1910). Welche Aspekte der menschlichen visuellen Wahrnehmung bewusst ablaufen und wovon dies abhängt, hilft das Verständnis menschlicher Wahrnehmung zu erweitern und Wahrnehmungsphänomene erklären zu können.

In dieser Diplomarbeit wird ein spezifischer Aspekt der Verarbeitung visueller Information und die Rolle der Bewusstheit dabei untersucht. Dabei werden Bedingungen für das Auftauchen des Gratton-Effekts (Gratton, Coles, & Donchin, 1992) beleuchtet. Genauer wird untersucht, ob die Bewusstheit über die eigene Reaktionsgeschwindigkeit den Gratton-Effekt beeinflusst. Unter dem Gratton-Effekt versteht man einen reduzierten Kongruenzeffekt im nächsten Durchgang nach Inkongruenz im vorherigen Durchgang (Ansorge, Fuchs, Khalid, & Kunde, 2011). Diese Reduktion des Kongruenzeffektes wird durch Reaktionszeiten und Fehlerraten gemessen. Damit kommt dem Gratton-Effekt bei experimentellen Untersuchungen eine wichtige Rolle zu. In dieser Diplomarbeit wird zunächst der theoretische Hintergrund erläutert und eine wissenschaftliche Kontroverse aufgezeigt, dann wird der Versuchsaufbau des Experiments beschrieben und schließlich werden die Ergebnisse genannt und diskutiert. Die Erkenntnisse dieser Diplomarbeit sollen zur Erforschung der Faktoren, die den Gratton-Effekt bedingen, beitragen und damit zu genaueren Ergebnissen und einem besseren Verständnis der menschlichen visuellen Wahrnehmung führen.

2 Theoretischer Hintergrund

Dieses Kapitel dient zur Einführung und zur Erklärung grundlegender theoretischer Konzepte und Begriffe, um ein besseres Verständnis des empirischen Teils zu gewährleisten. Weiter werden zur Forschungsfrage hinführende Studien näher beschrieben und dabei eine Kontroverse zum Thema Bewusstheit bei Konfliktregulation dargestellt.

2.1 Bahnung (Priming)

Bahnung (engl.: „Priming“) stellt eine Grundlage des in dieser Arbeit untersuchten Gratton-Effekts dar. Der wortwörtliche Sinn des Wortes *Priming* bedeutet Bahnung, Vorbereitung oder Zündung (Bermeitinger, 2015). In dieser Arbeit wird der deutsche Begriff *Bahnung* verwendet. Unter *Bahnung* versteht man die Beeinflussung der Verarbeitung bestimmter Reize oder Reaktionen durch vorherige Reize, indem bestimmte Gedächtnisinhalte oder Assoziationen aktiviert werden. Ein Reiz bahnt gewissermaßen die Verarbeitung eines weiteren Reizes. *Bahnung* tritt auf, wenn ein Hinweisreiz die Geschwindigkeit oder Genauigkeit der Antwort auf einen Zielreiz beeinflusst (Greenwald, Draine, & Abrams, 1996).

Bei wissenschaftlichen Experimenten zum Thema *Bahnung* spricht man von einem Hinweisreiz oder *Bahnungsreiz* (engl.: „prime“) und einem Zielreiz (engl.: „target“). Als Hinweisreize und Zielreize werden zum Beispiel Ziffern (Dehaene et al., 1998), Farben (Schmidt, 2002), Symbole (Desender, van Opstal, & van den Bussche, 2014; Kunde, 2003, Neumann & Klotz, 1994; Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt, & Schwarzbach, 2003) oder Wörter (Dehaene et al., 1998; Eriksen & Eriksen, 1974; Marcel, 1983) verwendet. Die behavioralen Maße Reaktionszeiten und Fehlerraten werden in dieser Arbeit verwendet, um den Einfluss von einem Reiz (einem Hinweisreiz) auf einen weiteren Reiz (Zielreiz) zu messen. Der Zielreiz erscheint zeitlich nach dem Hinweisreiz und kann als kongruent (aus der gleichen Kategorie) oder inkongruent (aus einer anderen Kategorie) klassifiziert werden. Im Falle eines inkongruenten Durchgangs entsteht ein Konflikt, der eine langsamere Reaktion auf den Zielreiz zur Folge hat. Sind Hinweisreiz und Zielreiz kongruent, sind die Reaktionszeiten kürzer und die Fehlerraten geringer. Diese Beobachtung nennt man *Kongruenzeffekt* oder auch *Korrespondenzeffekt* (Ansorge et al., 2011; Desender, van Lierde, & van den Bussche, 2013; Eriksen & Eriksen, 1974; Kiesel, 2009; Kunde, 2003). Myers (2014) geht auf den Bewusstheitszustand von *Bahnung* ein und erklärt, dass bestimmte Assoziationen durch *Bahnung* oft unbewusst aktiviert werden. Durch diese oft unbewusste Aktivierung bestimmter Assoziationen wird die

Wahrnehmung, das Gedächtnis oder die Reaktion in bestimmter Weise empfänglich gemacht. Bewusstheit spielt in der Diskussion über das Auftreten von Konflikthanpassung eine große Rolle und wird an späterer Stelle in dieser Arbeit in einem Kapitel eigens diskutiert. Bermeitinger (2015) beschreibt Bahnung als Beeinflussung oder Veränderung des Denkens, Fühlens und Handelns oder auch die Voraktivierung eines Konzeptes. Ein Reiz beeinflusst die Verarbeitung oder den Umgang mit nachfolgenden Reizen. Durch die Bahnung werden implizite Gedächtnisinhalte aktiviert, die im Folgenden besser zugänglich sind.

Es gibt vielerlei Arten von Bahnung. Für diese Diplomarbeit relevant ist die *Reaktionsbahnung* (engl.: „Response Priming“), die *semantische Bahnung* (engl.: „Semantic Priming“) und die *Wiederholungsbahnung* (engl.: „Repetition Priming“). Reaktionsbahnung meint die möglichst schnelle und fehlerfreie Reaktion auf einen Zielreiz mit einer motorischen Antwort (Schmidt, Haberkamp, & Schmidt, 2011). Typische Reize, die in der Reaktionsbahnung verwendet werden, sind geometrische Symbole wie Pfeile, die je nach Richtung (nach rechts oder nach links) als kongruent oder inkongruent klassifiziert werden sollen (Desender et al., 2014). Zeigt zum Beispiel ein Hinweisreiz nach rechts und ein Zielreiz auch nach rechts, ist dies ein kongruenter Durchgang. Zeigt ein Hinweisreiz nach rechts und ein Zielreiz nach links, ist das ein inkongruenter Durchgang. Bei einem kongruenten Durchgang sind schnellere Reaktionszeiten und weniger Fehler zu erwarten als bei einem inkongruenten Durchgang.

In dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment wurden Wörter verwendet (semantische Bahnung). Bei der semantischen Bahnung besteht eine semantische Beziehung zwischen Hinweisreiz und Zielreiz. Die semantische Beziehung können zum Beispiel Synonyme, Antonyme oder Wörter aus der gleichen semantischen Kategorie sein. Semantische Bahnung verwendeten zum Beispiel Ansohn und Kollegen (2011). Jeweils vier unterschiedliche deutsche Wörter aus den Kategorien „oben“ oder „unten“ dienten als Hinweisreize und Zielreize. Die Besonderheit der Wiederholungsbahnung (engl.: „Repetition Priming“) ist, dass der Hinweisreiz mit dem Zielreiz identisch ist. Damit keine Wiederholungsbahnung auftrat, wurden die Wörter in dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment so kombiniert, dass keine identischen aufeinanderfolgenden Reize präsentiert wurden (Forster, 1998; Norris & Kinoshita, 2008).

2.2. Gratton-Effekt (Konflikthanpassung)

Unter *Konflikt* wird in dieser Diplomarbeit ein Verarbeitungskonflikt in der visuellen Wahrnehmung verstanden. In dem Experiment, das dieser Diplomarbeit zugrunde liegt, wird Konflikt durch Inkongruenz von Hinweisreiz und Zielreiz (zwei aufeinanderfolgende Wörter aus verschiedenen Wortkategorien) erzeugt.

Mit *Konflikthanpassung* ist die Idee gemeint, dass wir auf verschiedene widersprüchliche visuelle Wahrnehmungsreize in unserer Umgebung reagieren, indem wir unsere Aufmerksamkeit weg von der Quelle des Konfliktes hin zum Stimulus, den wir verarbeiten wollen, lenken (Schmidt, 2013). Ein klassisches Experiment, das Konflikthanpassung anschaulich darstellt, ist der Stroop-Effekt. In einer Stroop-Aufgabe wird ein Wort, welches eine Farbe benennt (zum Beispiel blau) präsentiert, gleichzeitig wird dieses Wort aber in einer anderen Farbe farblich dargestellt. Dieses Farbwort kann in seiner Bedeutung mit der Schriftfarbe übereinstimmen (kongruente Bedingung) oder nicht übereinstimmen (inkongruente Bedingung). Stimmen die Farben nicht überein (inkongruente Bedingung), erfolgt das Lesen schneller als das Benennen der Farbe, in der dieses Wort geschrieben ist. Die Reaktion auf die Farbe wird durch die semantische Bedeutung des Farbwortes gestört, da diese trotz bewusster Absicht nicht völlig ignoriert werden kann (asymmetrische Interferenz). Diese Interferenz entsteht dadurch, dass die Reaktion, das Wort zu lesen und auszusprechen, automatisch aktiviert wird. Durch das Unterdrücken der Aussprachreaktion entsteht eine Zeitverzögerung (siehe Müller & Krummenacher, 2008; Stroop, 1935).

Um die verbale Information zugunsten der farblichen Information in der Stroop-Aufgabe zu unterdrücken, ist *kognitive Kontrolle* Voraussetzung (Verguts & Notebaert, 2009).

In Experimenten wie der Stroop-Aufgabe, die einen Konflikt darstellt, wird beobachtet, dass das Erkennen von Konflikt (ein inkongruenter Durchgang) im aktuellen Durchgang den Einfluss von Konflikt im darauffolgenden Durchgang reduziert. Die bewusste Wahrnehmung von Antwortkonflikt im vorherigen Durchgang beeinflusst kognitive Kontrollmechanismen so, dass der Korrespondenzeffekt im aktuellen Durchgang nach inkongruenten Durchgängen im vorherigen Durchgang kleiner ist als nach kongruenten Durchgängen im vorherigen Durchgang (Van Gaal, Lamme und Ridderinkhof, 2010). Diesen Effekt nennen die Autoren *Konflikthanpassung*. Diese Anpassung an einem Konflikt wird auch als *Konfliktregulation* bezeichnet; diese Begriffe werden synonym verwendet. Der Begriff „Konflikthanpassung“ beinhaltet, dass die Anpassung an einen

Konflikt als Ursache für die Interaktion interpretiert wird (siehe Schmidt, 2013). Etwas neutraler als der Begriff „Konflikthanpassung“ oder „Konfliktregulation“ ist der Begriff Gratton-Effekt, da dieser Begriff zumeist definiert wird, indem lediglich die Auswirkung der Interaktion von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen Durchgang auf die Kongruenz/Inkongruenz im aktuellen Durchgang beschrieben wird. Der *Gratton-Effekt* bezeichnet demnach die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten; der Kongruenzeffekt (kürzere Reaktionszeit und weniger Fehler bei kongruenten verglichen mit inkongruenten Durchgängen) fällt nach einem kongruenten vorherigen Durchgang (n-1) größer aus als nach einem inkongruenten vorherigen Durchgang (Wühr, 2015). Das Ausmaß des Bahnungseffektes (= Kongruenzeffekt) hängt also nicht nur von der Kongruenz/Inkongruenz des aktuellen Durchgangs, sondern auch von der Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs ab (Kunde, Reuss, & Kiesel, 2012). Bei Betrachtung des Auftauchens eines Gratton-Effektes muss man also mindestens zwei Durchgänge, die hintereinander stattfinden, untersuchen, da der Gratton-Effekt sich auf eine Interaktion zwei aufeinanderfolgender Durchgänge bezieht. Noch neutraler als der Begriff Gratton-Effekt ist der Begriff „Kongruenz-Sequenz-Effekt“, da auch Gratton eine Interpretation des Effekts vorschlägt. Der Namensgeber Gabriele Gratton erklärt den Gratton-Effekt so, dass ein inkongruenter Durchgang nicht nur Auswirkungen auf den aktuellen Durchgang hat, sondern auch die Kontrolle irrelevanter Information im nächsten Durchgang erhöht (Gratton et al., 1992). Alternative Interpretationen zum Auftauchen des Gratton-Effektes werden in der Diskussion beschrieben.

Abbildung 1 illustriert den Gratton-Effekt (= Kongruenz-Sequenz-Effekt) anhand von Reaktionszeiten bei zwei aufeinanderfolgenden kongruenten/inkongruenten Durchgängen. Die Reaktionszeit ist am kürzesten, wenn zwei kongruente Durchgänge aufeinander folgen. Wechseln sich kongruente und inkongruente Durchgänge ab, ist die Reaktionszeit länger. Folgen zwei inkongruente Durchgänge nacheinander, ist die Reaktionszeit nicht kürzer (fast gleich lang), als wenn sich kongruente und inkongruente Durchgänge abwechseln (Ansorge et al., 2011).

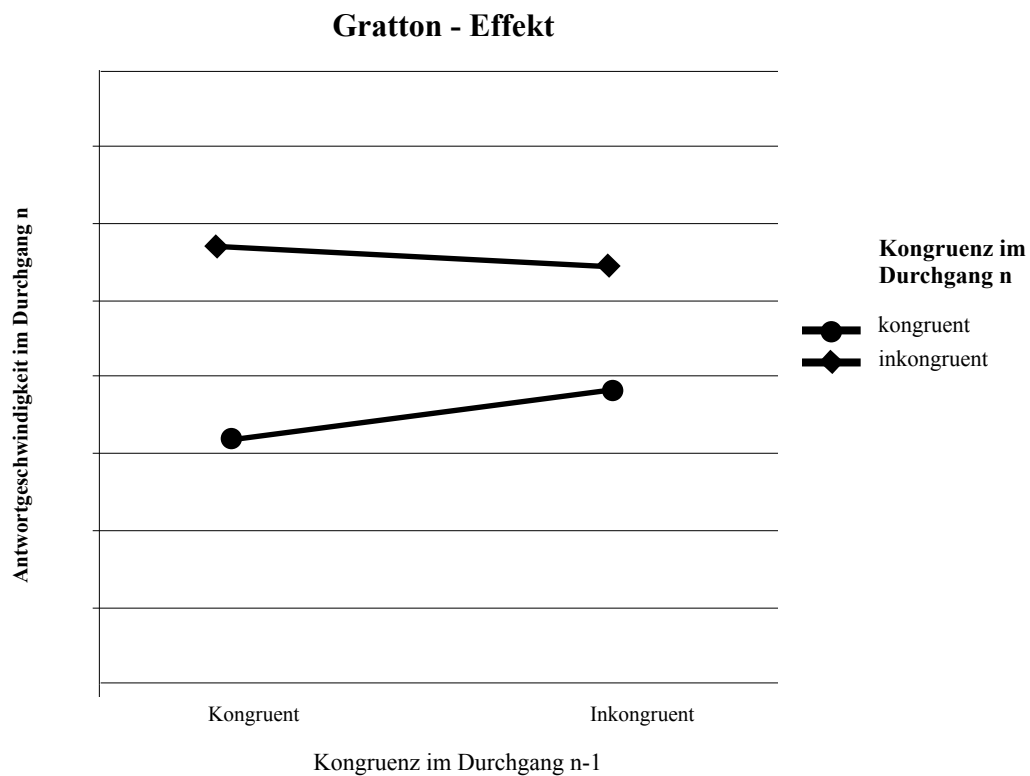


Abbildung 1. Dargestellt wird der Gratton-Effekt (Kongruenz-Sequenz-Effekt) in der Antwortgeschwindigkeit. Die Veränderung des Kongruenzeffektes im aktuellen Durchgang in Abhängigkeit der Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs wird durch die Linien deutlich.

Unter welchen Bedingungen solche Anpassungseffekte auftauchen und ob man sich einem Wahrnehmungskonflikt bewusst sein muss, um Anpassungseffekte zu erzeugen, wird in den folgenden Kapiteln diskutiert.

2.3 Unbewusste Verarbeitung visueller Reize

Wie bereits erwähnt, laufen visuelle Prozesse nicht immer bewusst ab (Münsterberg, 1910). Ein Beispiel für nicht-bewusste Verarbeitung von Sinnesdaten ist Blindsehen. Durch einen neurologischen Ausfall kann es vorkommen, dass Patienten Gegenstände, die in einem bestimmten Bereich des visuellen Feldes präsentiert werden, nicht sehen können. Obwohl ein Patient mit Schädigung des primären visuellen Kortex (V1) bestimmte Gebiete des Gesichtsfeldes nicht sehen konnte (Skotome) und somit auch keine Auskunft darüber geben konnte, ob ein Gegenstand im vom Skotom betroffenen Gebiet gezeigt

wurde, antwortete er überzufällig richtig, wenn er gebeten wurde, den Gegenstand zu unterscheiden (siehe Weiskrantz, 1986; Weiskrantz, Warrington, Sanders, & Marshall, 1974). Bei dem Patienten blieb das typische Sehempfinden aus; eine visuelle Verarbeitung fand aber statt. Diese Erkenntnis führte zu der Schlussfolgerung, dass es außer einer bewussten Verarbeitung visueller Reize auch eine unbewusste Verarbeitung geben muss. Neuere Forschung zu dem Thema unbewusste visuelle Verarbeitung findet man zum Beispiel bei Lamme und Roelfsema (2000). Lamme und Roelfsema (2000) stellen ein Zwei-Phasen-Modell der visuellen kortikalen Verarbeitung vor. Laut diesem Modell ist die Vorwärtsverarbeitungsphase ist die früheste kortikale Aktivierung. Nachdem ein Stimulus präsentiert wurde, erreicht ein visueller Input den primären visuellen Kortex nach ca. 40 ms. Zu diesem Zeitpunkt findet noch keine bewusste Verarbeitung statt. Die durch den visuellen Reiz bedingte Aktivierung läuft von der Retina über den Corpus geniculatum laterale nach anterior. Eine bewusste Erfahrung entsteht nach dieser Theorie erst nach ca. 100 ms während der Rückprojektionsphase, bei der Neuronen der primären visuellen Areale mit Neuronen weiter anterior gelegener Kortexareale rekurrent (rückläufig) interagieren (Lamme, 2003). Damit wird sowohl bewusste als auch unbewusste Verarbeitung von V1-Zellen erklärt. Die Hypothese von Lamme und Roelfsema wird durch Daten zur visuellen Maskierung belegt (Lamme & Roelfsema, 2000).

2.4 Sichtbarkeit von Hinweisreizen

Hinweisreize, die nicht bewusst wahrgenommen werden, können trotzdem vom kognitiven System verarbeitet werden (Van den Bussche, Notebaert, & Reynvoet, 2009; Van Opstal, Gevers, Osmann & Verguts, 2010). Um die unbewusste Verarbeitung bei Bahnungsreizen zu überprüfen, werden Hinweisreize experimentell unsichtbar präsentiert. Dazu gibt es verschiedene Methoden, die im folgenden Kapitel erklärt werden. Durch Variationen dieser Methoden kann die Sichtbarkeit der Hinweisreize variiert werden. Überprüft werden kann die Ausprägung der Sichtbarkeit mithilfe der Signalentdeckungstheorie (Green & Swets, 1966; Macmillan & Creelman, 2005; Maniscalco & Lau, 2012; Stanislaw und Todorov, 1999)

Um unsere Forschungsfrage, ob die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit ein bestimmender Faktor zum Auftreten des Gratton-Effekts ist, experimentell zu untersuchen, verwendeten wir ausschließlich unsichtbare (maskierte) Hinweisreize. Durch die Maskierung können wir einen möglichen Gratton-Effekt bei

entsprechender Analyse auf die Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit zurückführen und müssen nicht damit rechnen, dass ein möglicher Kongruenz-Sequenz-Effekt von der Bewusstheit über die Hinweisreize abhängt. Welche Möglichkeiten der Maskierung von Hinweisreizen bei Bahnungsexperimenten häufig verwendet werden und wie diese genau funktionieren, wird in folgendem Kapitel dargestellt.

2.5 Maskierung

Bahnungsexperimente können unter maskierten oder unter unmaskierten Bedingungen durchgeführt werden. Der Sinn einer Maskierung besteht darin, die bewusste Wahrnehmung des Hinweisreizes zu unterbinden, den Reiz also unsichtbar zu machen. Solch eine Minderung oder Beseitigung des bewussten Eindrucks eines visuellen Reizes geschieht experimentell durch einen zweiten Reiz, eine sogenannte Maske (Breitmeyer und Ögmen, 2006). Ein Hinweisreiz, der unbewusst dargestellt werden soll, kann durch eine Vorwärtsmaske (engl.: „forward mask“), die vor dem Hinweisreiz erscheint und eine Rückwärtsmaske (engl.: „backward mask“), die nach dem Hinweisreiz erscheint, maskiert werden (Kahnemann, 1968). Bei semantischer Bahnung kann die Maske zum Beispiel aus einer Reihe von Buchstaben, Symbolen oder Mustern bestehen (Van den Bussche et al., 2009). Danach erscheint der (sichtbare) Zielreiz.

Bei maskierter Bahnung wird ein visueller Hinweisreiz gefolgt von einer visuellen Maske an der gleichen Position oder im Umfeld der gleichen Position präsentiert. Eine *Metakontrast*-Maskierung wird dadurch erreicht, dass die Maske nach dem Hinweisreiz den Hinweisreiz räumlich umschließt, sodass beide Reize angrenzende Konturen bilden. Der Bahnungsreiz wird durch den Metakontrast unsichtbar gemacht (Breitmeyer, 1984; Breitmeyer & Ögmen, 2000; Breitmeyer & Ögmen, 2006).

Eine weitere Methode, den Hinweisreiz unsichtbar und damit unbewusst zu präsentieren, die oft zusätzlich zur Maske unterstützend verwendet wird, ist subliminale Präsentation. Dazu wird die Darbietungsdauer des Hinweisreizes unterhalb der Wahrnehmungsschwelle gezeigt. Diese liegt bei ca. 10-50 ms (Kiesel, 2009; Kiesel, Kunde, & Hoffmann, 2007).

Auch das Intervall zwischen dem Beginn des Hinweisreizes und dem Beginn des Zielreizes (*SOA*; engl.: „stimulus onset asynchrony“) hat eine Auswirkung auf die Sichtbarkeit des Hinweisreizes. Die *SOA* besteht aus der Darbietungsdauer des Hinweisreizes und der Zeit zwischen dem Ende des Hinweisreizes und dem Anfang des Zielreizes (*ISI*; engl.: „inter stimulus interval“). Unbewusste semantische Aktivierung ist

recht kurzlebig: Damit in einer maskierten Bedingung ein unbewusst dargestellter Hinweisreiz mit einer Darstellungsdauer von ca. 50 ms Einfluss auf den Zielreiz nehmen kann, muss der Zielreiz innerhalb von ca. 100 ms nach dem Hinweisreiz erscheinen. Bei einer SOA über ca. 500 ms bleiben behaviorale Bahnungseffekte in der Regel aus (Greenwald et al., 1996). Durch Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren wurde bei einer SOA über ca. 500 ms eine rasche Auflösung unbewusst hervorgerufener neuronaler Aktivität festgestellt, welche im Präfrontalen Kortex, der mit Kontrollfunktionen in Verbindung gebracht wird (siehe Botvinick, Nystrom, Fisell, Carter, & Cohen, 1999), nicht zu verzeichnen war (siehe Lau & Passingham, 2007; van Gaal, Ridderinkhoff, Fahrenfort, Scholte, & Lamme, 2008; van Gaal, Ridderinkhoff, Scholte, & Lamme, 2010).

Die SOA kann die Größe von Kongruenzeffekten stark beeinflussen (Ansorge et al., 2011). Bei einer SOA bis 100 ms wird der Kongruenzeffekt (schnellere Reaktionszeiten auf den Zielreiz und weniger Fehler in kongruenten Bedingungen) stärker, je länger die SOA andauert (Schmidt et al., 2011; Vorberg et al., 2003). In kongruenten Bedingungen werden die Reaktionszeiten bis zu einer SOA von ca. 100 ms also immer kürzer und in inkongruenten Bedingungen werden die Reaktionszeiten bis zu einer SOA von ca. 100 ms immer länger.

Das Ausmaß des Bahnungseffektes ist auch abhängig davon, ob ein Hinweisreiz maskiert (unsichtbar) oder sichtbar (unmaskiert) dargestellt wird: In einer sichtbaren (unmaskierten) Bedingung ist der Bahnungseffekt konstant bzw. wird bei einer SOA über 100 ms größer (bis ca. 400 ms); in einer maskierten Bedingung hingegen wird der Bahnungseffekt bei einer SOA über 100 ms kleiner (jeweils bei einer Darbietungsdauer des Hinweisreizes von 50 ms).

Auch die Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs spielt eine Rolle: Nach einem vorauslaufenden inkongruenten Durchgang fällt der Bahnungseffekt in der sichtbaren (unmaskierten Bedingung) kleiner aus als nach einem vorherigen kongruenten Durchgang (bei einer Darbietungsdauer des Hinweisreizes von 50 ms und einer SOA von 150 ms). In der maskierten (unsichtbaren) Bedingung können nach vorherigem inkongruenten Durchgang längere subliminale Bahnungseffekte verzeichnet werden (Darbietungsdauer des Hinweisreizes: 50 ms, SOA: 67 ms) als nach einem vorherigen kongruenten Durchgang (Greenwald et al., 1996).

2.6 Die Signalentdeckungstheorie

In dieser Diplomarbeit wird ein Maß für die Empfindlichkeit der Reizwahrnehmung an zwei verschiedenen Stellen gebraucht: Einmal, um festzustellen, ob die Versuchspersonen die (maskierten) Hinweisreize sehen können und ein weiteres Mal, um einen Messwert über die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit zu erhalten. Als Maß für die Empfindlichkeitsschwelle verwendeten wir d' aus der Signalentdeckungstheorie (z. B. Green & Swets, 1966). Die Signalentdeckungstheorie ist ein Modell zur Empfindlichkeitsmessung einer Reizwahrnehmung (Nett & Frings, 2015). Die Ursprünge der Theorie stammen aus der Radartechnik. Erstmals auf die Wahrnehmung visueller Stimuli angewandt wurde die Signalentdeckungstheorie von Tanner und Swets (1954).

In einem Experiment, in dem die Signalentdeckungstheorie zum Einsatz kommt, ist es typischerweise die Aufgabe der Versuchspersonen, anzugeben, ob ein Reiz präsentiert wurde oder nicht. Der Reiz wird als Signal und die Gesamteindrücke der Umwelt als Rauschen bezeichnet. Der Reiz ist oft sehr schwach und kann deswegen leicht mit dem Rauschen verwechselt werden. Antworten können Treffer sein (Signal und Rauschen richtig erkannt), falsche Alarme (Rauschen mit Treffer verwechselt), Verpasser (Treffer mit Rauschen verwechselt) oder korrekte Zurückweisungen (Rauschen richtig erkannt). Die Antworten der Versuchspersonen werden von zwei Parametern beeinflusst: Die *Sensitivität* und das *Antwortkriterium*. Die Sensitivität gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Wahrnehmungseffekt auf Rauschen oder einen Treffer zurückgeht bei konstanter Reizintensität. Das Antwortkriterium bezieht sich auf den subjektiven Wert, den der Wahrnehmungseffekt erreichen muss, damit die Versuchsperson angibt, den Reiz wahrzunehmen. Ein Vorteil der Signalentdeckungstheorie ist die unabhängige Messung der Sensitivität vom Antwortkriterium der Versuchsperson (Nett & Frings, 2015). Graphisch wird diese Messung anhand einer ROC-Kurve dargestellt (engl.: „receiver operating characteristic“). Das ROC-Diagramm zeigt, wie häufig Versuchspersonen das Signal richtig identifizieren. Die Trefferquote ist dabei eine Funktion der Falscher-Alarm-Rate. Der Bereich unter der ROC-Kurve misst Sensitivität unabhängig vom Antwortkriterium. Bei dieser Methode wird Sensitivität jedoch systematisch unterschätzt (Stanislaw und Todorov, 1999).

Beschrieben, angewandt und weiterentwickelt wurde die Theorie zum Beispiel von Green und Swets (1966), Macmillan & Creelmann (2005), Stanislaw und Todorov (1999) sowie Maniscalco und Lau (2012). Detaillierte Erklärungen, mathematische Formeln für Messungen sowie Methoden für die Berechnung von Messungen anhand von Tabellen und

spezifische Software für die Anwendung der Signalentdeckungstheorie findet man bei Stanislaw und Todorov (1999). Eine Erweiterung um ein metakognitives Element (*meta-d'*), durch Selbsteinschätzung zwischen der eigenen korrekten und inkorrekten Antwort zu unterscheiden, sowie einen Matlab Code zur Durchführung der Analyse findet man bei Maniscalco und Lau (2012).

2.7 Die Rolle von Bewusstheit bei Konflikthanpassung

Welche Bedingungen sind für das Auftauchen eines Gratton-Effekts Voraussetzung? Besonders im Licht dieser Diplomarbeit ist bei dieser Frage die Rolle von Bewusstheit. Zwischen Bewusstheit und kognitiver Kontrolle besteht eine enge Verbindung (Dehaene & Naccache, 2001; Kunde et al., 2012). Es herrscht eine wissenschaftliche Kontroverse zu dem Thema, ob für das Auftauchen von Konflikthanpassungseffekten Bewusstheit eine notwendige Voraussetzung darstellt. In einer Mehrheit von Studien wurde Konflikthanpassung nur bei sichtbaren (unmaskierten) Hinweisreizen gefunden. Dabei war die Bewusstheit visueller Reize für Konflikthanpassung Voraussetzung (Ansorge et al., 2011; Frings und Wentura, 2008; Greenwald et al., 1996, Kunde, 2003). Andere Autoren halten aber dagegen. So finden van Gaal et al. (2010) und Desender et al. (2013) Konflikthanpassung auch bei maskierten, also unbewussten Hinweisreizen. Worin könnten diese Unterschiede begründet liegen? Die Kontroverse über Bewusstheit als Voraussetzung für Konfliktregulation sowie methodische Unterschiede zwischen den verschiedenen Studien sollen in diesem Kapitel diskutiert werden.

Unter kognitiver Kontrolle wird die Fähigkeit des menschlichen kognitiven Systems, auf bestimmte Aufgaben durch Wahrnehmungsselektion zu reagieren, Fehler zu korrigieren oder Kontextinformation ständig zu überwachen, verstanden (Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001; siehe auch Botvinick, Cohen, & Carter, 2004). Auch Planung und zielgerichtetes Verhalten wird durch kognitive Kontrolle reguliert (Miller & Cohen, 2001). Ein bestimmter Ausdruck kognitiver Kontrolle ist Konflikthanpassung (Desender et al., 2013).

Ob man jedoch für Konflikthanpassung Bewusstheit benötigt, wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

Ein Experiment zum Thema Bewusstheit und die sequenzielle Modulation von Korrespondenzeffekten, das später von einigen Autoren adaptiert wurde, wurde von

Kunde (2003) durchgeführt. Kunde orientierte sich beim Aufbau seines Experiments, das aus zwei einzelnen Experimenten bestand, zum Beispiel an Neumann und Klotz (1994) und Klotz und Neumann (1999). Kunde untersuchte anhand einer Metakonstrast-Maske in einem maskierten Bahnungsexperiment die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten (Gratton-Effekt). Als Hinweisreize dienten Pfeile, die entweder nach rechts oder nach links zeigten oder sich durch einen nach rechts- und einen nach links zeigenden Pfeil überlappten (neutrale Bedingung). Diese Hinweisreize wurden entweder völlig maskiert und unsichtbar oder aber unmaskiert und sichtbar präsentiert. Aufgabe der Versuchspersonen war es, anzugeben, ob der präsentierte Hinweisreiz nach links zeigte, nach rechts zeigte oder neutral war. Das Intervall zwischen den Durchgängen dauerte 1300 ms -1600 ms. Jeder Durchgang begann mit einem 20 ms langen Warnton mit 100 Hz. Der Hinweisreiz startete 750 ms nach dem Beginn des Tons, danach erschien ein leerer Bildschirm für eine Dauer von 28 ms. Als nächstes wurde der Zielreiz für 126 ms präsentiert. Die Darbietungsdauer des Hinweisreizes lag in der maskierten Bedingung bei 14 ms und in der unmaskierten Bedingung bei 126 ms von Reizanfang (engl.: „onset“) bis Reizende (engl.: „offset“). Mit diesen starken zeitlichen Unterschieden sollte sichergestellt werden, dass die Hinweisreize für die Versuchspersonen völlig sichtbar oder völlig unsichtbar waren. Ein Kongruenzeffekt konnte von Kunde (2003) sowohl in der sichtbaren als auch in der unsichtbaren (maskierten) Bedingung gefunden werden. Eine Verarbeitung außerhalb des visuellen Systems muss daher stattgefunden haben. Ein Gratton-Effekt trat jedoch nur bei sichtbaren Hinweisreizen auf. Bewusstheit war hier also Voraussetzung für das Auftreten des Gratton-Effektes. Wurde der Hinweisreiz subliminal (unter der Bewusstheitsschwelle) präsentiert, wurde keine Konfliktkontrolle festgestellt. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit Dehaene et al. (2003), die bei subliminaler Präsentation von Hinweisreizen bei bildgebenden Verfahren keine Aktivierung des anterioren cingulären Kortex (ACC) feststellten. Diese Region wird mit Konfliktkontrolle in Verbindung gebracht (Botvinick, Nystrom, Fisell, Carter & Cohen, 1999). Diese Beobachtung ist aber auch umstritten (siehe Schmidt, 2013).

Van Gaal et al. (2010) untersuchten anhand eines schwach- bis stark maskierten Bahnungsexperiments und einer Meta-Konstrast-Maske, ob (unbewusst hervorgerufener) Konflikt im vorherigen Durchgang (n-1) Konfliktpassung (einen Gratton-Effekt) im darauffolgenden Durchgang hervorrufen kann. Operationalisiert wurde Konfliktpassung bei van Gaal et al. (2010) durch Reaktionszeiten und Fehlerraten. Die Darstellungsdauer des Hinweisreizes lag in der maskierten Bedingung bei 14 ms und in der unmaskierten

Bedingung bei 129 ms, danach folgte ein leerer Bildschirm für die Dauer von 29 ms, gefolgt von einem Zielsreiz mit der Darstellungsdauer von 129 ms. Die Autoren konnten Konfliktpassung sowohl bei bewusstem (unmaskierte Bedingung) als auch bei unbewusstem Antwortkonflikt (maskierte Bedingung) feststellen. Konfliktpassung war bei bewussten Durchgängen jedoch deutlich größer als bei unbewussten Durchgängen. Signifikante Konfliktpassungs-Effekte konnten van Gaal et al. (2010) sowohl bei den Reaktionszeiten als auch bei den Fehlerraten feststellen. Diese Konfliktpassungseffekte konnten die Autoren durch direkte Antwortwiederholung zwischen den einzelnen Durchgängen (Wiederholungsbahnung) nicht erklären. Konfliktpassung hing auch nicht mit der Sichtbarkeit der Hinweisreize zusammen. Die Autoren schlagen vor, dass die Versuchspersonen nach bewussten, aber auch nach unbewussten konflikterregenden Stimuli eine vorsichtigeren Antwortstrategie erzeugen und kognitive Kontrolle erhöhen. Diese Studie von van Gaal et al (2010) galt lange als die einzige, die nahelegt, dass für Konfliktpassung keine Bewusstheit notwendig ist.

Im Gegensatz zu van Gaal et al. (2010) konnte Kunde (2003) nach einem unbewussten Konflikt keine Konfliktpassung feststellen. Ansorge et al. (2011) mutmaßen, dass dies in methodischen Unterschieden begründet liegen könnte. Van Gaal et al. (2010) orientierten sich beim Aufbau des Bahnungsexperiments an Kunde. Sie adaptierten jedoch folgende Dinge: Zum einen ließen sie den Warnton vor einem Durchgang weg, der eine kurze Aufmerksamkeitsabwendung ermöglicht, und zum anderen verkürzten sie die Zeit zwischen zwei Durchgängen auf 1200 bis 1500 ms. Auch van Gaal et al (2010) halten die eher langen Intervalle zwischen den einzelnen Durchgängen bei Kunde (2003) für ausschlaggebend für das Nicht-Auftreten von Kongruenzeffekten in der maskierten Bedingung. Die Ergebnisse von van Gaal et al. (2010) zeigen, dass unbewusste Information einen längeren Einfluss auf menschliches Verhalten haben kann als vorherige Ergebnisse erwarten ließen (mindestens 2 Sekunden in der Studie von van Gaal et al, 2010).

Ansorge et al. (2011) untersuchten die Fragestellung, ob Kontrolle über potenziell zu Konflikt führender Information (Konfliktkontrolle) von Bewusstheit über diese zu Konflikt führenden Information abhängt. Außerdem wollten die Autoren untersuchen, ob die Darbietungsdauer des Hinweisreizes und die SOA für das Auftreten eines Gratton-Effektes ausschlaggebend ist. Um dieser Fragestellung nachzugehen, variierten Ansorge et al. (2011) die Sichtbarkeit der Hinweisreize anhand einer Rückwärtsmaske und indem sie die Darbietungsdauer des Hinweisreizes und die SOA in der maskierten und der

unmaskierten Bedingung konstant hielten. Unter Konfliktkontrolle verstehen die Autoren das Unterbinden der Verarbeitung des Hinweisreizes nach einem inkongruenten Durchgang. Nach kongruenten Durchgängen findet keine Konfliktkontrolle statt. Ansorge et al. (2011) weisen auf methodische Unterschiede in den Vorgängerstudien hin, die die unterschiedlichen Ergebnisse der Studien möglicherweise erklären könnten. Die Autoren nennen zum einen die Beobachtung, dass Versuchspersonen in früheren Studien mehr Zeit hatten, auf visuelle Stimuli in der bewussten als in der unbewussten Bedingung zu reagieren. Zum anderen wurde Konfliktkontrolle zu einem größeren Anteil richtig beurteilter als falsch beurteilter konfliktauslösender Stimuli in bewussten als in unbewussten Durchgängen beurteilt (Frings & Wentura, 2008; Greenwald et al., 1996; Kunde, 2003; van Gaal et al., 2010). Die Erwartung war, dass wenn Konfliktkontrolle von der Bewusstheit des Stimulus oder dessen Sichtbarkeit abhängt, Konflikthanpassung lediglich in der sichtbaren (unmaskierten) Bedingung, jedoch nicht in der unsichtbaren (maskierten) Bedingung zu finden sein dürfte. Wenn jedoch die Dauer der Darstellung des Hinweisreizes oder die Zeit zwischen der Darstellung des Hinweisreizes und des Zielreizes für Konfliktkontrolle Voraussetzung ist, müsste Konfliktkontrolle in der sichtbaren (unmaskierten) und unsichtbaren (maskierten) Bedingungen gleich sein (Vorberg, 2009). Dazu wurden zwei Experimente durchgeführt. Als Stimuli für Hinweis- und Zielreize wurden deutsche Wörter verwendet, deren Bedeutung über die Ausrichtung („oben“ oder „unten“) die Versuchspersonen unterscheiden mussten. Jeder Durchgang startete mit einem Fixationskreuz für die Dauer von 750 ms in der Mitte des Bildschirms. In der maskierten Bedingung erschien eine Vorwärtsmaske für die Dauer von 200 ms, gefolgt von einem Hinweisreiz für die Dauer von 34 ms. Dann erschien die Rückwärtsmaske für eine Dauer von 34 ms und danach der (sichtbare) Zielreiz für eine Dauer von 200 ms. In der unmaskierten (sichtbaren) Bedingung wurden genau die gleichen Zeiten verwendet, nur die Masken wurden nicht präsentiert. Die Reize folgten direkt hintereinander. Zur Datenanalyse wurden lediglich korrekt beurteilte Reizpaare herangezogen. Das Ergebnis war, dass der Gratton-Effekt nur bei sichtbaren (unmaskierten) Hinweisreizen auftrat. Nach einem inkongruenten vorhergehenden Durchgang war der Kongruenzeffekt im nachfolgenden Durchgang kleiner als nach einem vorhergehenden kongruenten Durchgang. Bei unsichtbaren Hinweisreizen trat der Effekt nicht auf- selbst dann nicht, wenn Versuchspersonen zufällig den Hinweisreiz richtig einschätzten. Selbst bei gleicher Darbietungsdauer trat der Effekt nur auf, wenn die Hinweisreize sichtbar (unmaskiert) waren. Bei Ansorge et al. (2011) konnte belegt

werden, dass die Bewusstheit visueller Hinweisreize für Konfliktregulation in visuomotorischen Prozessen eine Voraussetzung darstellt.

Diese Studie stellt eine Ausgangsstudie für das Experiment zu meiner Diplomarbeit dar. Meine Diplomarbeitsstudie untersucht einen spezifischen Aspekt der Bewusstheit; die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit als möglichen Auslöser des Gratton-Effektes.

Alle diese beschriebenen Studien untersuchten die *objektive* Bewusstheit über Hinweisreize, indem eine Reaktion auf den Hinweisreiz gemessen wurde. Van den Bussche et al. (2013) stellen eine alternative Methode vor, bewusste und unbewusste Kognition zu vergleichen. Sie ließen die Versuchspersonen anhand einer Bahnungs-Version einer Stroop-Aufgabe nach jedem Durchgang *subjektiv* einschätzen, wie stark sie sich des Hinweisreizes bewusst waren. Unterschieden wurden Durchgänge nach bewusst, unsicher und unbewusst. Van den Bussche et al. (2013) betonen, dass die Signalstärke der Hinweisreize in dieser Studie konstant gehalten wurde. Die Autoren argumentieren, dass die bisher übliche Methode, die Bedeutung von Bewusstheit für einen kognitiven Prozess (wie z. B. Konflikthanpassung) zu messen, indem sich die Versuchspersonen dem Hinweisreiz nicht bewusst sind, nach der Logik funktioniert, dass wenn ein Effekt nur bei sichtbaren (bewussten) Hinweisreizen auftritt, Bewusstheit eine notwendige Voraussetzung für den kognitiven Prozess, der dahintersteckt, darstellt. So schlussfolgerten zum Beispiel Kunde (2003) und Ansorge et al. (2011), dass der kognitive Prozess bei der Auflösung von Konflikt mit bewusster Wahrnehmung assoziiert wird.

Van den Bussche et al. (2013) argumentieren weiter, dass die Ergebnisse von Kunde (2003) auf unterschiedliche Signalstärken statt auf kognitive Funktionen, die bewusste Verarbeitung benötigen, zurückzuführen sind. Kleinere Effekte bei maskierten Bedingungen könnten in der Signalstärke statt in einem Unterschied von Bewusstheit begründet liegen (siehe Dehaene et al., 2003; van Gaal et al., 2010). Van den Bussche et al. (2013) beziehen sich auf Cleeremans (2011) und argumentieren, dass der bestimmende Faktor für Bewusstheit die introspektive Beurteilung, dass man sich über einen Hinweisreiz bewusst ist, darstellt. Das Ergebnis bei van den Bussche et al. (2013) waren signifikante Kongruenzeffekte in allen Bedingungen. Die Effekte bei van den Bussche und Kollegen (2013) waren jedoch für bewusste Durchgänge signifikant stärker als für unsichere und unbewusste Durchgänge. Zwischen unsicheren und unbewussten Durchgängen gab es keinen Unterschied. Die Autoren schließen daraus, dass die

Bewusstheit der Hinweisreize sogar bei gleicher Wahrnehmungsstärke einen starken Einfluss auf den Kongruenzeffekt hat.

Auch Desender et al. (2013) untersuchten die Rolle von Bewusstheit als Voraussetzung für Konflikthanpassung in einem maskierten und einem unmaskierten Bahnungsexperiment. Die maskierten oder unmaskierten Durchgänge wurden nicht gemischt, sondern jeweils in einem Block präsentiert, damit die Sensibilität für unbewusste Hinweisreize nicht verstärkt wird, wie es bei einer gemischten Darbietung vorkommen könnte. Dabei kam es den Autoren darauf an, dass die Versuchsteilnehmer keine Antwortstrategien entwickeln konnten. Die SOA wurde jeweils konstant gehalten (anders als bei van Gaal et al., 2010, die in der bewussten und in der unbewussten Bedingung eine verschiedene SOA verwendeten). Außerdem fügten Desender et al. (2013) neutrale Durchgänge hinzu, um eine Reduzierung des Kongruenzeffektes nach inkongruenten Bedingungen zweifellos auf die inkongruenten Bedingungen zurückführen zu können. Interessanterweise stellten Desender et al. (2013) robuste Konflikthanpassungseffekte bei den Reaktionszeiten und den Fehlerraten in der maskierten und in der unmaskierten Bedingung fest. Die Autoren schlagen vor, dass die Anpassung, die durch den Konflikt hervorgerufen wurde, hauptsächlich ein Störungseffekt ist (kein Erleichterungseffekt, wie ursprünglich von Gratton et al. (1992) angenommen). Desender et al. (2013) schlussfolgern, dass höhere kognitive Prozesse nicht immer von Bewusstheit abhängig sind.

Desender et al. (2014) untersuchten die kritische Rolle von Bewusstheit über Konflikt bei Konflikthanpassung. Sie konnten anhand eines maskierten Bahnungsexperiments nachweisen, dass Konflikthanpassung nur nach Durchgängen stattfand, in denen die Versuchspersonen Antwortkonflikt bewusst erlebten. Methodisch setzten sie die Unterscheidung zwischen bewussten und nicht bewussten Durchgängen um, indem sie die Versuchspersonen nach jedem Durchgang fragten, ob sie denken, dass in diesem Durchgang Konflikt stattfand. Die Autoren verwendeten nach einem Fixationskreuz von 1000 ms eine Darbietungsdauer der Hinweisreize von 23 ms, gefolgt von zwei verschiedenen Masken, die beide 23 ms präsentiert wurden. Dann folgte ein leerer Bildschirm für 23 ms und schließlich der Zielreiz für eine Dauer von 160 ms. Um die Erfahrung von Konflikt zu messen, untersuchten sie, ob inkongruente Durchgänge überzufällig oft von den Versuchspersonen als Konflikt bewertet wurden. Das Ergebnis war, dass die Versuchspersonen sehr gut zwischen kongruenten und inkongruenten Durchgängen unterscheiden konnten. Kongruenzeffekte waren nach dem Gefühl, dass es

einen Konflikt gab (auch wenn das nicht der Fall war) kleiner als nach dem Gefühl, dass es keinen Konflikt gab (auch wenn es einen gab). Anpassungseffekte wurden also nur nach der *bewussten Erfahrung von Konflikt* beobachtet, nicht nach Antwortinkongruenz. Das traf auch auf die Durchgänge zu, bei denen die subjektive Erfahrung von Konflikt nicht dem objektiv präsentierten Konflikt entsprach. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass die Bewusstheit über Konflikt und nicht Konflikt selbst für Konflikthanpassung verantwortlich ist. Damit bestätigen sie die Ergebnisse von Ansorge et al. (2011), bei deren Studie Bewusstheit ein notwendiger Faktor für Konfliktkontrolle darstellte und erweitern diese um das metakognitive Element der Bewusstheit der Versuchspersonen über Konflikt (Inkongruenz). Desender et al. (2014) schlagen als Erklärung für subjektive Erfahrung Top-down-Kontrolle vor.

Die Rolle von Bewusstheit beim Auftreten des Gratton-Effektes scheint noch nicht zufriedenstellend geklärt. Es muss genauer untersucht werden, welche Arten von Bewusstheit hier eine Rolle spielen. Bewusstheit zu unterscheiden, welche Art von Bewusstheit, Bewusstheit über einen Konflikt (erzeugt durch einen inkongruenten Durchgang) oder Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit, ist neu und Gegenstand dieser Diplomarbeit. In dieser Diplomarbeit wird deshalb differenziert: Ist es die Sichtbarkeit der Hinweisreize (also die Bewusstheit über einen Konflikt), die Konflikthanpassungseffekte bewirkt? Wir untersuchen die Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit als genauere Art von Bewusstheit für das Auftauchen des Gratton-Effektes. Dazu führten wir ein Experiment durch, das aus zwei Teilen bestand. Im ersten Teil untersuchten wir die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit, im zweiten Teil die Sichtbarkeit der Hinweisreize.

3 Ziel der vorliegenden Diplomarbeit

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es, weitere bewusstseinspflichtige Faktoren als Bewusstheit über Kongruenz oder Inkongruenz des Hinweisreizes zu untersuchen. Konkret wird untersucht, ob die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit zum Auftreten von einem Anpassungseffekt (Gratton-Effekt) führt.

3.1 Herleitung der Fragestellung

In den meisten Studien, die die Fragestellung untersuchten, ob Bewusstheit notwendig ist, damit Konflikthanpassung (ein Gratton-Effekt) auftritt, wurde ein maskiertes Bahnungsexperiment verwendet, um Bewusstheit zu messen. Bewusstheit (über Kongruenz oder Inkongruenz des vorherigen Durchgangs) wurde dann angenommen, wenn ein Hinweisreiz nicht maskiert war. Das mehrheitliche Ergebnis war, dass Bewusstheit (unmaskierte Durchgänge) eine notwendige Voraussetzung für das Auftreten eines Gratton-Effektes darstellt (Ansorge et al., 2011; Dehaene & Naccache, 2003; Frings & Wentura, 2008; Greenwald et al., 1996; Kunde, 2003). Es gibt aber auch Autoren, die in maskierten und damit unbewussten Durchgängen Konflikthanpassungseffekte zeigen konnten (Desender et al., 2013; van Gaal et al., 2010); allerdings deutlich schwächer als in der unmaskierten (sichtbaren) Bedingung. Daraus kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass Bewusstheit über Kongruenz oder Inkongruenz des vorherigen Durchgangs noch nicht der allein entscheidende Faktor für Konflikthanpassung ist.

Van den Bussche et al. (2013) argumentieren, dass der bestimmende Faktor für Bewusstheit die introspektive Beurteilung, also die subjektive Bewusstheit über einen Hinweisreiz ist. Die Rolle der subjektiven Bewertung von Bewusstheit untersuchten auch Desender et al. (2014): Diese Autoren untersuchten, ob Konflikthanpassung nur nach Durchgängen stattfindet, in denen die Versuchspersonen Antwortkonflikt bewusst erlebten. Das Ergebnis war, dass nicht die Kongruenz oder Inkongruenz des vorherigen Durchgangs, sondern die bewusste Erfahrung über einen Konflikt (Inkongruenz) für das Auftreten von Konflikthanpassung verantwortlich war. Ein Gratton-Effekt wurde nur nach der bewussten Erfahrung von Konflikt beobachtet, nicht nach Antwortinkongruenz. Die Schlussfolgerung der Studie war, dass subjektive Bewusstheit über Konflikt und nicht Konflikt selbst für das Auftreten von Konflikthanpassung ausschlaggebend ist.

Aufgrund der zahlreichen Studien, bei denen Bewusstheit Voraussetzung für das Auftreten des Gratton-Effektes war, untersuchen auch wir Bewusstheit als kritischen Faktor für das Auftreten des Gratton-Effektes. Da aber Bewusstheit über Kongruenz oder Inkongruenz des

vorherigen Durchgangs das Auftreten noch nicht völlig erklären konnte, müssen genauere Aspekte von Bewusstheit untersucht werden. Da bei Desender et al. (2014) die bewusste subjektive Erfahrung von Konflikt ausschlaggebend für das Auftreten von Konflikthanpassung war, untersuchen wir, ob sich die Versuchspersonen über ihre eigene Antwortgeschwindigkeit bewusst sind und ob die Antwortgeschwindigkeit selbst (die objektive Antwortgeschwindigkeit) oder die subjektive Antwortgeschwindigkeit für das Auftreten des Gratton-Effektes bestimmend ist.

Die Überlegung dahinter ist, ob die Antwortzeit im vorherigen Durchgang (statt der Kongruenz im vorherigen Durchgang) oder die Bewusstheit über die Antwortzeit für das Auftreten des Gratton-Effektes ausschlaggebend sein kann. Da es einen Hinweis darauf gibt, dass nicht die Kongruenz oder Inkongruenz im vorherigen Durchgang, sondern die bewusste Wahrnehmung der Kongruenz oder Inkongruenz im vorherigen Durchgang ausschlaggebend für das Auftreten des Gratton-Effektes ist (Desender et al., 2014), stellt sich die Frage, ob ein Effekt der Antwortzeit auch über die Bewusstheit über die Antwortzeit verstärkt oder abgeschwächt werden könnte. Yeung, Cohen und Botvinick (2011) weisen darauf hin, dass die Reaktionsgeschwindigkeit ein besserer Faktor ist, Konflikt zu messen, als Kongruenz/Inkongruenz. Dabei ersetzt sozusagen eine schnelle Antwortgeschwindigkeit einen kongruenten Durchgang und eine langsame Antwortgeschwindigkeit ersetzt einen inkongruenten Durchgang. Eine weitere Überlegung ist, dass der Kongruenzeffekt (Bahnungseffekt) auch mit unbewussten Hinweisreizen auftreten kann (z. B. Ansorge et al., 2011). Der Kongruenzeffekt besagt, dass Antworten bei inkongruenten Durchgängen langsamer und Fehlerraten höher sind. Es könnte sein, dass der Einfluss auf den nächsten Durchgang nicht von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen Durchgang abhängt, sondern von der Antwortzeit, in dem Sinne, dass ein Konflikt (Inkongruenz) bei einem unbewussten Hinweisreiz über die Antwortgeschwindigkeit wahrgenommen werden kann. In dem Fall wäre es denkbar, dass der Konflikt zu längeren Reaktionszeiten führt, ohne dabei bewusst wahrgenommen zu werden, um Anpassungseffekte hervorzurufen. Es könnte auch ein unbewusster Konflikt die Reaktionszeit beeinflussen, und die Änderung der Reaktionszeit den Versuchspersonen dann bewusst zugänglich sein und zu einer Anpassung führen. Das wäre eine Art Reaktionszeitanpassung.

3.2 Erwartungen

Die Annahme ist, dass Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit im vorherigen Durchgang dazu führt, dass der Kongruenzeffekt (kürzere Reaktionszeit und weniger Fehler bei kongruenten verglichen mit inkongruenten Durchgängen) nach einem kongruenten vorherigen Durchgang (n-1) größer ist als nach einem inkongruenten vorherigen Durchgang.

3.3 Forschungsfrage

Daraus ergibt sich die Forschungsfrage, ob Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit im vorherigen Durchgang für das Auftreten von Konflikthanpassung (oder eines Kongruenz-Sequenz-Effektes) im aktuellen Durchgang verantwortlich ist.

3.4 Hypothesen

H1) Die Versuchspersonen sind **nicht** in der Lage, die Hinweisreize zu sehen.

Da wir ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendeten, sollten die Versuchspersonen die Hinweisreize nicht sehen können (Breitmeyer und Ögmen, 2006). Die Darstellungsdauer der Hinweisreize betrug in unserem Experiment (wie bei Ansorge et al., 2011) 34 ms. Die SOA lag bei < 100 ms. In diesem Rahmen sollten die Hinweisreize unsichtbar bleiben (Greenwald et al., 1996).

H2) Die Versuchspersonen sind sich ihrer Antwortgeschwindigkeit **bewusst**.

Versuchspersonen können ihre eigene korrekte oder inkorrekte Antwort selbst gut einschätzen (siehe Maniscalco & Lau, 2012).

H3) Es gibt **keinen Gratton-Effekt** über die gesamte Stichprobe bei Betrachtung der Reaktionszeiten/Fehlerraten im ersten Teil des Experiments (in dem wir die Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit überprüften).

Da in dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendet wurden, gehen wir in Anlehnung an Ansorge et al. (2011) davon aus, dass über die Gesamtstichprobe kein Gratton-Effekt auftritt.

H4) Bei den Durchgängen, bei denen die Antwortgeschwindigkeit *objektiv* langsam oder schnell war, zeigt sich **kein Gratton-Effekt** bei Betrachtung der Antwortgeschwindigkeit/Fehlerraten.

Wenn die objektive Antwortgeschwindigkeit ausschlaggebend für das Auftreten des Gratton-Effekts ist, müssten wir in dieser Analyse einen Gratton-Effekt finden. Kinoshita, Mozer, und Forster (2011) fanden einen Gratton-Effekt in Abhängigkeit der Antwortgeschwindigkeit im vorherigen Durchgang. Wir erwarten Anpassungseffekte aber durch die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit eher als durch die objektive Antwortgeschwindigkeit und erwarten in dieser Analyse daher keinen Gratton-Effekt zu finden.

H5) Bei den Durchgängen, bei denen die Antwortgeschwindigkeit *subjektiv* langsam oder schnell war, zeigt sich **kein Gratton-Effekt** bei Betrachtung der Antwortgeschwindigkeit/Fehlerraten.

Wenn die subjektive Antwortgeschwindigkeit ausschlaggebend für das Auftreten des Gratton-Effekts ist, müssten wir in dieser Analyse einen Gratton-Effekt finden. Bei Desender et al. (2014) spielte subjektive Bewusstheit beim Auftreten des Gratton-Effekts die ausschlaggebende Rolle. Wir erwarten einen Gratton-Effekt jedoch nicht wie die eben genannten Autoren durch die subjektive Einschätzung der Hinweisreize, sondern durch die subjektive Einschätzung der Antwortgeschwindigkeit zu finden.

H6) Bei den Durchgängen, bei denen die *subjektive* Antwortgeschwindigkeit richtig eingeschätzt wurde und der objektiven entspricht, zeigt sich ein **Gratton-Effekt**.

Bei Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit erwarten wir gemäß unserer Forschungsfrage einen Gratton-Effekt. Yeung et al. (2011) weisen darauf hin, dass die Reaktionsgeschwindigkeit ein besserer Faktor ist, Konflikt zu messen, als Kongruenz/Inkongruenz.

H7) Es gibt **keinen Gratton-Effekt** über die gesamte Stichprobe, wenn man die Reaktionszeiten/Fehlerraten betrachtet im zweiten Teil des Experiments (in dem wir die Bewusstheit über die Hinweisreize überprüften).

Da in dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendet wurden, gehen wir in Anlehnung an Ansorge et al. (2011) auch im zweiten Teil des Experiments davon aus, dass über die Gesamtstichprobe kein Gratton-Effekt auftritt.

H8) Bei richtiger Einschätzung der Hinweisreize im vorherigen Durchgang erwarten wir bei Betrachtung der Reaktionszeiten/Fehlerraten einen **Gratton-Effekt**.

Die Ergebnisse von Desender et al. (2014) lassen durch die Bedeutung der richtigen Einschätzung der Hinweisreize vermuten, dass die Bewusstheit über den Hinweisreiz ein ausschlaggebender Faktor für das Auftreten von Anpassungseffekten oder Kongruenz-Sequenz-Effekten sein könnte.

4 Methode

4.1 Teilnehmer

An diesem Bahnungsexperiment nahmen 62 Versuchspersonen teil. Die meisten waren PsychologiestudentInnen, 20 davon waren männlich und 42 weiblich. Die Versuchspersonen wurden mittels des Versuchspersonen-Management-Systems (VPMS) des Instituts für Psychologische Grundlagenforschung der Universität Wien rekrutiert. Das Durchschnittsalter betrug 22,89 Jahre mit einer Spanne von 18-55 Jahren und einer Standardabweichung von 5,21. Die Händigkeit wurde mit dem Edinburgh Händigkeitstest ermittelt. 61 Teilnehmer waren rechtshändig und ein Teilnehmer war linkshändig. Alle Versuchsteilnehmer verzeichneten eine normale oder korrigierte Sehfähigkeit, welche anhand eines Sehschärfetests verifiziert wurde. Für die Teilnahme erhielten die Versuchsteilnehmer Punkte, die sie als Prüfungsbonus einsetzen konnten.

4.2 Stimuli

Als Stimuli für Hinweis- und Zielreize wurden wie bei Ansorge et al. (2011) deutsche Wörter verwendet. Hinweisreize sowie Zielreize konnten entweder eine räumlich erhöhte Position (oder eine Richtung nach oben) oder eine räumlich untere Position (oder eine Richtung nach unten) anzeigen. Die Wörter, die für die „oben“-Kategorie verwendet wurden, waren „oben“, „darüber“, „hinauf“, „hoch“; die Wörter, die für die „unten“-Kategorie verwendet wurden, waren „unten“, „darunter“, „hinab“ und „tief“. In kongruenten Durchgängen wurde nach jedem Wort einer Kategorie ein anderes Wort aus derselben Kategorie angezeigt. In inkongruenten Durchgängen wurde nach jedem Wort einer Kategorie ein Wort aus der anderen Kategorie angezeigt. Um Wiederholungsbahnung (identische aufeinanderfolgende Bilder) auszuschließen, benutzten wir in einem Durchgang nicht zwei identische Wörter (Forster, 1998; Norris & Kinoshita, 2008). Die Kombinationen aus Hinweis- und Zielreizen waren vollständig ausgeglichen, außer in dem Fall, dass Hinweis- und Zielreiz aus demselben Wort bestanden. Daraus ergab sich ein Pool von Stimuli aus 56 unterschiedlichen Hinweisreiz-Zielreiz-Paaren.

Alle Stimuli wurden in Kleinbuchstaben in der Schriftart Arial dargestellt. Die Wörter wurden in schwarzer Farbe mit $<1 \text{ cd/m}^2$ auf einem grauen Hintergrund mit 24 cd/m^2 präsentiert. Die Maskierung vor und nach dem Wort bestand aus einer Reihenfolge von acht gleichverteilten randomisierten Großbuchstaben und wurde auf dem gleichen

Hintergrund, in der gleichen Farbe, Schriftart und Schriftgröße wie die Wörter der Hinweis- und Zielreize dargestellt.

4.3 Materialien und Apparatur

Die Testungen fanden in einem Testraum der Fakultät für Psychologie an der Universität Wien statt. Die visuellen Stimuli wurden auf einem 15 " VGA-Farbmonitor des Herstellers Acer (System Software Microsoft Windows XP; Dell Optiplex GX960 mit Intel Core Duo E7500) mit einer Bildwiederholfrequenz von 60 Hz präsentiert. Die Bildauflösung lag bei 1280 x 960 Pixel.

Die Versuchspersonen saßen unter standardisierten Bedingungen so bequem wie möglich mit einem Abstand von 60 cm vom Bildschirm entfernt und stützten ihren Kopf auf einer Kinnstütze ab, um eine konstante Distanz zum Bildschirm sowie eine gerade Blickrichtung sicherzustellen. Im Raum war es leise und das Licht war indirekt und gedimmt. Es wurden ein bis sechs Personen gleichzeitig getestet. Die Reaktionszeiten wurden über den Nummernblock einer USB-Computertastatur erfasst, die direkt vor den Versuchsteilnehmern stand. Das Experiment wurde mit der Software MATLAB programmiert.

4.4 Untersuchungsdesign und Untersuchungsdurchführung

Als Design wurde ein within-subjects Design gewählt.

Das Experiment bestand aus zwei Teilen. Der erste Teil bestand aus 336 Durchgängen; der zweite Teil bestand aus 224 Durchgängen. Insgesamt dauerte das Experiment ca. 40 min. Pausen konnten die Teilnehmer nach eigenem Ermessen während der Instruktionen einlegen, die zwischen einzelnen Blöcken des Experiments aufschienen.

Im ersten Teil des Experiments wurde die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit der Versuchsteilnehmer im Vergleich zu allen bisherigen Durchgängen erfasst (speed-awareness). Dazu mussten die Versuchspersonen nach Zuordnung des dargestellten Wortes in eine der beiden Antwortkategorien „oben“ oder „unten“ die Frage „Waren Sie im letzten Durchgang im Vergleich zu allen bisherigen Durchgängen schneller oder langsamer?“ anhand der Tasten #D# oder #F# beantworten. Ob #D# für schnell und #F# für langsam gedrückt werden sollte oder #F# für schnell und #D# für langsam, variierte zwischen den Versuchsteilnehmern und wurde ihnen während der Instruktionen am Bildschirm mitgeteilt. Im zweiten Teil wurde die Sichtbarkeit der

Teilnehmer über die Hinweisreize erfasst (prime-visibility). Gemessen wurden Reaktionszeiten und Fehlerraten.

Jeder Durchgang startete mit einem variablen Zeitintervall von 1800 bis 2200 ms, bei dem ein leerer Bildschirm präsentiert wurde. Nach dieser Zeit wurde eine Vorwärtsmaske (200 ms), ein Hinweisreiz (34 ms), eine Rückwärtsmaske (34 ms) und ein Zielreiz (200 ms) unmittelbar hintereinander in beschriebener Reihenfolge präsentiert (siehe Abb. 1). Die zeitliche Darbietung aller Stimuli wurde von vorherigen Studien übernommen (Ansorge et al., 2011; Kiefer & Brendel, 2006).

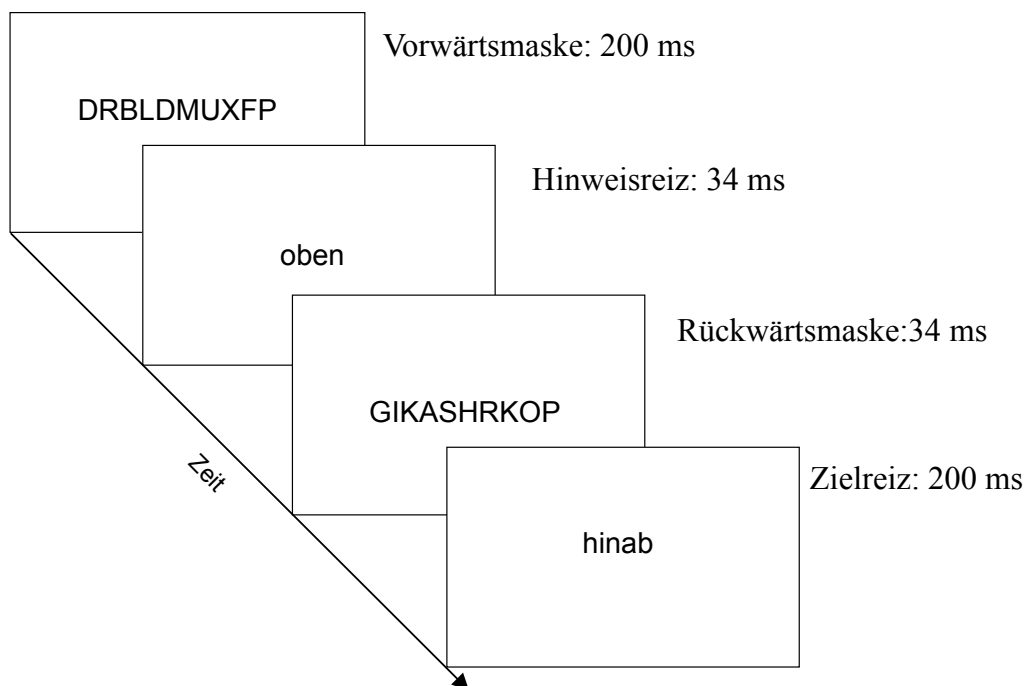


Abbildung 2. Die Abbildung zeigt einen inkongruenten Durchgang mit einem maskierten Bahnungsreiz. Der Zeitverlauf wird anhand des Pfeils dargestellt. Der Maßstab ist nicht realitätsgetreu abgebildet.

Für beide Teile des Experiments war die erste Aufgabe die gleiche. Die Versuchsteilnehmer mussten zuerst die Kategorie des Zielreizes (*oben* oder *unten*) so schnell und richtig wie möglich bestimmen. Um einen Durchgang zu starten, mussten die Versuchsteilnehmer die Taste #5# des Nummernblocks drücken und gedrückt halten, bis das Zielwort erschien. Wenn das Zielwort aus der „oben“-Kategorie stammte, war die Taste #8# auf dem Nummernblock mit dem Pfeil nach oben so schnell wie möglich zu

drücken und wenn das Zielwort aus der „unten“-Kategorie stammte, war die Taste #2# auf dem Nummernblock mit dem Pfeil nach unten so schnell wie möglich zu drücken. Nach Lesen der Instruktionen starteten die Versuchsteilnehmer das Experiment, indem sie die Leertaste drückten. Neue Durchgänge wurden jeweils mit der Taste #5# gestartet.

Bei der zweiten Aufgabe unterschieden sich die beiden Teile des Experiments jedoch. Im zweiten Teil, in welchem die Sichtbarkeit der Hinweisreize erfasst wurde, bestand die zweite Aufgabe darin, den Zusammenhang zwischen Hinweisreiz und Zielreiz zu beurteilen, also ob der Durchgang kongruent (Hinweis- und Zielreiz aus der gleichen Wortkategorie) oder inkongruent (Hinweis- und Zielreiz aus verschiedenen Wortkategorie) war. Dazu sollten die Tasten #D# und #F# verwendet werden. Die Zuteilung hierzu erfolgte ausgeglichen zwischen den einzelnen Teilnehmern. Im ersten Teil des Experiments (Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit), war die erste Aufgabe, die Kategorie des Zielreizes zu beurteilen, gleich wie im prime-visibility Teil. Die zweite Aufgabe war jedoch anders: Im speed-awareness Teil mussten die Teilnehmer nach jedem Durchgang beurteilen, ob sie gerade im Vergleich zu allen vorherigen Durchgängen schnell oder langsam geantwortet haben. Wie bei der zweiten Aufgabe des prime-visibility Teils änderte sich die Zuordnung der Tasten zum Antworten im speed-awareness Teil von Teilnehmer zu Teilnehmer.

In beiden Teilen wurde betont, dass jeweils nur die erste Aufgabe für die Messung von Reaktionszeiten von Bedeutung war.

Unterlief den Versuchsteilnehmern ein Fehler, erschien auf dem Bildschirm die Meldung „Falsche Taste!“ und wenn ihre Reaktionszeit länger als 1250 ms war, erschien die Meldung „Schneller Antworten!“. Falsche Durchgänge, zum Beispiel das gleichzeitige Drücken zweier Tasten, wurden hinten angehängt.

Jeder Teil begann mit 32 Übungsdurchgängen und jeder Versuchsteilnehmer bearbeitete beide Teile, wobei die Reihenfolge der Blöcke zwischen den Versuchsteilnehmern randomisiert war. Ebenfalls randomisiert waren kongruente und inkongruente Durchgänge.

5 Ergebnisse

Nach Ausschluss von zwei Versuchspersonen blieben 60 Versuchspersonen erhalten. Die beiden Versuchspersonen, die ausgeschlossen wurden, zeigten eine Fehlerrate von über 10 % in mindestens einem der beiden Teile (Sichtbarkeit der Hinweisreize oder Bewusstheit über Antwortgeschwindigkeit). Von den übrigen 60 Teilnehmern waren 40 weiblich und 20 männlich, im Alter von durchschnittlich 22,85 Jahren, einer Standardabweichung (SD; engl.: „standard deviation“) von 5,26, bei einer Altersspanne von 18-55. 59 Personen waren rechtshändig, eine Person war linkshändig.

Die Analyse der Daten erfolgte mittels t-Tests und 2- und 3-facher Varianzanalysen (ANOVA).

Es wurden Reaktionszeiten und Fehlerraten betrachtet. Für sämtliche Datenanalysen wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ angenommen und Mittelwerte (M) angegeben.

5.1 D-Prime

Unter D-Prime (d') verstehen wir die Empfindlichkeitsschwelle im Sinne einer Signalentdeckungstheorie (Green & Swets, 1966; Macmillan & Creelman, 2005; Maniscalco & Lau, 2012; Stanislaw & Todorov, 1999). Wir verwendeten d' als Index für die Sichtbarkeit der Hinweisreize (Konfliktwahrnehmung) sowie als Index für die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit.

5.1.1 Sichtbarkeit der Hinweisreize

Um herauszufinden, ob Versuchspersonen den Hinweisreiz sehen konnten, also zwischen kongruenten und inkongruenten Durchgängen unterscheiden konnten, bestimmten wir mittels t-Test, ob der mittlere d' -Wert (Mittelwert über alle Versuchspersonen) signifikant von 0 verschieden ist. Dabei zählte eine kongruente Einschätzung in einem kongruenten Durchgang als „Treffer“ (engl.: „hit“) und eine inkongruente Einschätzung in einem kongruenten Durchgang als „falscher Alarm“ (engl.: „false alarm“).

Im zweiten Teil des Experiments mussten die Versuchspersonen berichten, ob der Hinweisreiz und der Zielreiz kongruent oder inkongruent waren. Anhand dieser Angabe konnte auf die Sichtbarkeit der Hinweisreize geschlossen werden. Drei Teilnehmer mussten ausgeschlossen werden, da sie immer dieselbe Taste drückten und damit eine Trefferquote von 0 sowie eine Falscher-Alarm-Rate von 0 aufwiesen.

Die Auswertung der Daten zeigt keinen signifikanten Effekt, $t(56) = 1,656$, $p = 0,1$, $d' = 0,05$. Der Mittelwert der Einschätzungen der einzelnen Versuchspersonen entspricht dem

Zufall und bedeutet, dass die Versuchsteilnehmer die Hinweisreize nicht sehen konnten. Die Hinweisreize wurden also subliminal, d.h. unter der Bewusstheitsschwelle dargeboten und waren für die Versuchsteilnehmer somit nicht bewusst wahrnehmbar.

5.1.2 Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit

Um unsere Forschungsfrage, dass die Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit in einem kongruenten Durchgang (n-1) notwendig ist, um im folgenden Durchgang (n) schneller und richtig zu antworten, zu untersuchen, überprüften wir zunächst, ob die Versuchspersonen die Antwortgeschwindigkeit richtig einschätzen konnten..

Dazu ließen wir die Teilnehmer einschätzen, ob ihre Antwortgeschwindigkeit im aktuellen Durchgang im Vergleich zu allen vorherigen Durchgängen schneller oder langsamer war. Dafür rechneten wir für jeden Durchgang die objektive Geschwindigkeit aus und verglichen sie sowohl mit dem Mittelwert als auch mit dem Median aller vorherigen Durchgänge und kategorisieren demnach jeden Durchgang als schnell oder langsam. Diese objektive Geschwindigkeit (Mittelwert oder Median) wurde mit der subjektiven Geschwindigkeit verglichen (die über die Auskunft der Teilnehmer erhoben wurde). Diesen Vergleich nennen wir d' . Weicht d' signifikant von 0 ab, bedeutet das, dass die Teilnehmer durchschnittlich in der Lage waren, ihre Antwortgeschwindigkeit richtig, also als schnell oder langsam im Vergleich zu allen vorherigen Durchgängen, einzuschätzen.

d' bei Bewusstheit über Antwortgeschwindigkeit mittels Median.

Der t-Test bei einer Stichprobe mit dem Median berechnet ergab $t(58) = 9,285, p < 0,001, d' = 0,66$. Das bedeutet, dass die Versuchsteilnehmer im Durchschnitt in der Lage waren, ihre Reaktionsgeschwindigkeit einzuschätzen. Ein Versuchsteilnehmer musste aus der Analyse ausgeschlossen werden, da dieser Teilnehmer immer dieselbe Taste drückte.

d' bei Bewusstheit über Antwortgeschwindigkeit mittels Mittelwert. Der t-Test bei einer Stichprobe mit dem Mittelwert gerechnet ergab $t(58) = 9,571, p < 0,001, d' = 0,72$. Auch wenn man mit dem Mittelwert rechnet kommt man zu dem Schluss, dass die Versuchsteilnehmer im Durchschnitt in der Lage waren, ihre Reaktionsgeschwindigkeit einzuschätzen. Die Daten des Versuchsteilnehmers, welcher immer dieselbe Taste drückte, musste auch hier ausgeschlossen werden.

5.2 Erster Teil des Experiments: Bewusstheit über Antwortgeschwindigkeit (speed-awareness)

Die Analysen in diesem Abschnitt stützen sich auf den ersten Teil des Experiments.

Gratton-Effekt (Standard).

Wir rechneten eine 2-faktorielle ANOVA mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang* für Reaktionszeiten sowie Fehlerraten abhängig von Kongruenz im aktuellen und im vorherigen Durchgang. Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,39 %).

Reaktionszeiten. Wir fanden einen hochsignifikanten Kongruenzeffekt beim Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 59) = 46,52, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,44$. Die Versuchspersonen waren schneller in kongruenten (619 ms) im Vergleich zu inkongruenten Durchgängen (636 ms). Die 2-fache Varianzanalyse ergab keine Signifikanz im Faktor *Kongruenz im vorherigen Durchgang* und keine Signifikanz in der Interaktion beider Faktoren (*Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang*). Wir finden hier also keinen Gratton-Effekt, was in Übereinstimmung mit Ansorge et al., 2011 ist.

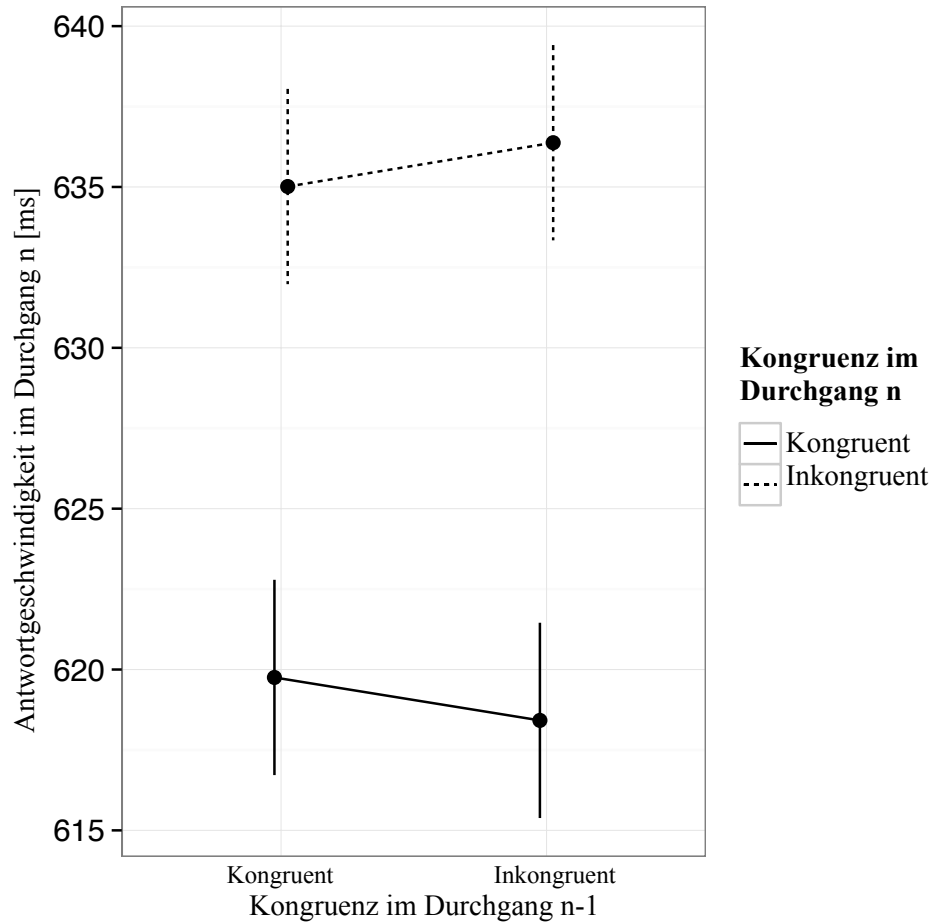


Abbildung 3. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang).

Fehlerraten. Eine 2-faktorielle ANOVA zeigt einen Haupteffekt bei *Kongruenz im aktuellen, nicht jedoch im vorherigen Durchgang*. $F(1, 59) = 11,28, p = 0,001$, partielles $\eta^2 = 0.16$. Es sind in kongruenten Durchgängen weniger Fehler zu verzeichnen (0,77 %) als in inkongruenten Durchgängen (1,31 %). Auch in den Fehlerraten sehen wir einen Kongruenzeffekt, aber keinen Gratton-Effekt.

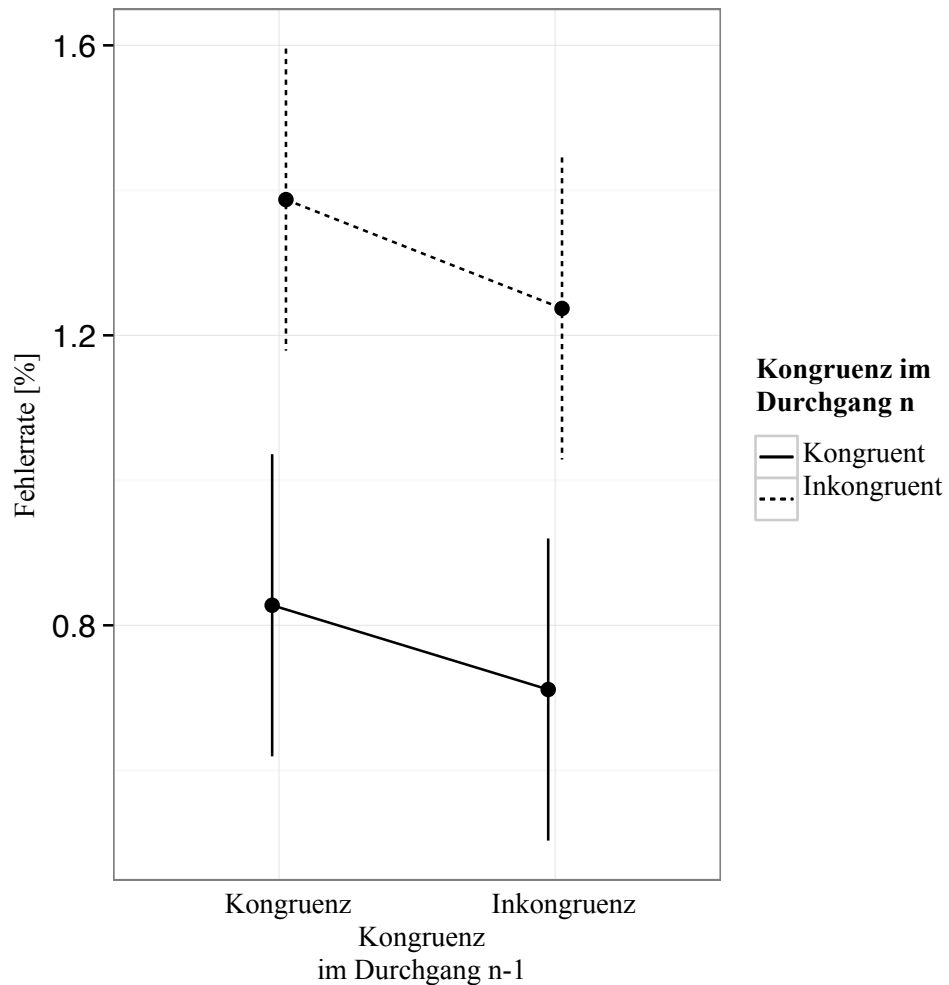


Abbildung 4. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang).

Gratton-Effekt objektiv langsam versus schnell (Median)

Wir rechneten eine 2-faktorielle ANOVA mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* für Reaktionszeiten sowie Fehlerraten. Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,45 %).

Reaktionszeiten. Um herauszufinden, ob ein Gratton-Effekt auftritt, wenn der vorherige Durchgang in **objektiv** langsam versus **objektiv** schnell eingeteilt wird, führten wir eine 2-faktorielle Varianzanalyse durch und sahen uns zunächst den Median der Reaktionszeiten aller vorherigen Durchgänge an. Die Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* ergab Signifikanz für beide Faktoren. Für den Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* ergab sich bei $F(1, 59) = 52,25$ eine Signifikanz von $p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,47$; der Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* wurde signifikant mit $F(1, 59) = 113,50$, $p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,66$. Die Antworten waren in kongruenten Durchgängen schneller ($M = 620$ ms) als in inkongruenten Durchgängen ($M = 638$ ms). Im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* gibt es einen Haupteffekt Reaktionszeit schnell = 616 ms und Reaktionszeit langsam = 642 ms. Nach schnellen Durchgängen antworteten die Versuchspersonen also schneller und nach langsamen Durchgängen antworteten die Versuchspersonen langsamer. Ein Gratton-Effekt trat in dieser Analyse nicht auf.

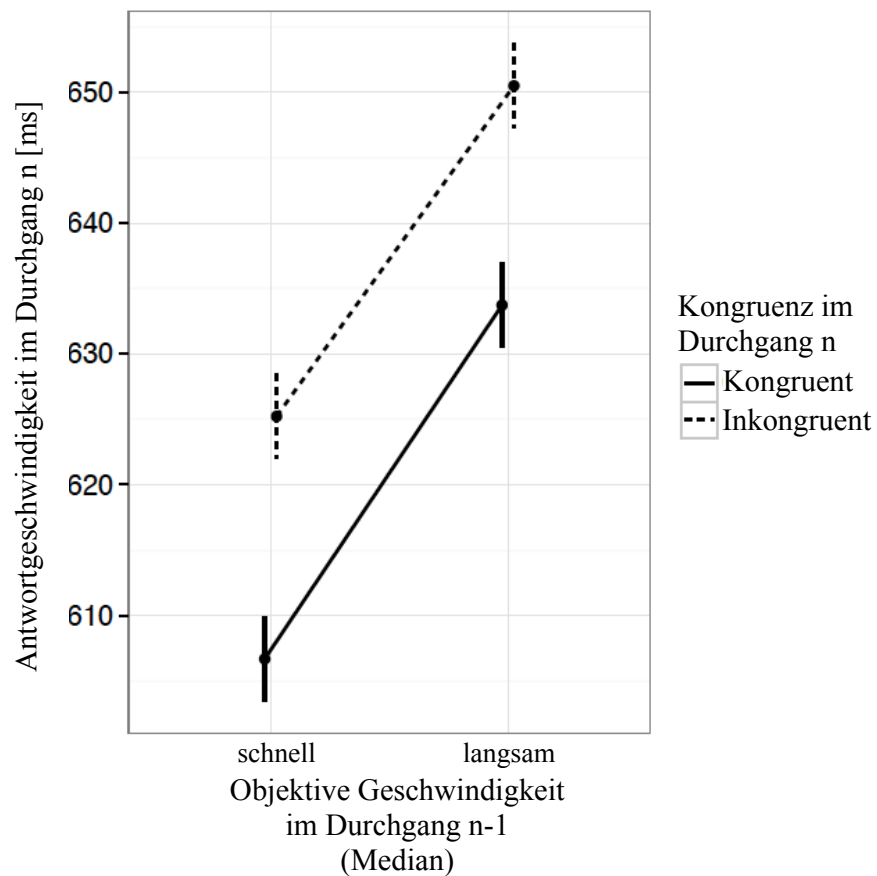


Abbildung 5. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit (Median) im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der objektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten. Bei den Fehlerraten zeigt eine 2-faktorielle Varianzanalyse Effekte bei beiden Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median*. Der Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* wurde signifikant mit $F(1, 59) = 11,30, p = 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,16$ und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* mit $F(1, 59) = 6,37, p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,10$. Wir haben zwei Haupteffekte: Im Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* mit einer Fehlerrate bei Kongruenz = 0,77 % und Inkongruenz = 1,36 %. In kongruenten Durchgängen waren die Fehlerraten also niedriger als in inkongruenten

Durchgängen. Im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* liegt die Fehlerrate bei schnell = 1,20 % und langsam = 0,93 %. Nach schnelleren Durchgängen waren die Fehlerraten also höher als nach langsameren Durchgängen. Auch hier sehen wir keinen Gratton-Effekt.

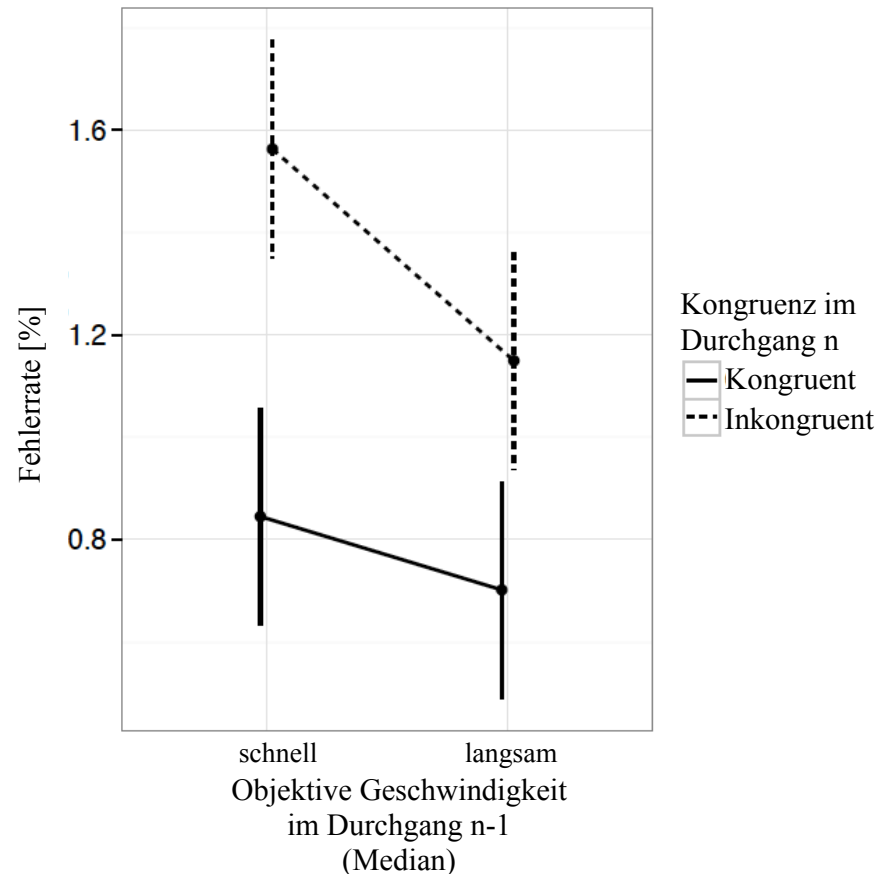


Abbildung 6. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate (Median) im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der objektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Gratton-Effekt subjektiv langsam versus schnell

Tritt ein Gratton-Effekt auf, wenn die vorherigen Durchgänge nach subjektiv berichteter schneller oder langsamer Antwortgeschwindigkeit (im Vergleich zu allen bisherigen Durchgängen) sortiert werden?

Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse

ausgeschlossen (2,46 %). Zwei Versuchspersonen mussten aufgrund fehlender Daten aus dieser Analyse ausgeschlossen werden. 58 Versuchspersonen verblieben in der Datenanalyse.

Reaktionszeiten. Um herauszufinden, ob ein Gratton-Effekt auftritt, wenn man die vorherigen Durchgänge in **subjektiv** langsam versus schnell aufteilt, führten wir eine 2-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* durch. Für *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* zeigt die 2-faktorielle Varianzanalyse Signifikanz. Der Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* wurde signifikant mit $F(1, 57) = 40.56, p < 0.001$, partielles $\eta^2 = 0.42$ und der Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* wurde signifikant mit $F(1, 57) = 15,35, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,21$. Es gibt keinen Gratton-Effekt bei Interaktion zwischen *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv*, aber zwei Haupteffekte: 1.) Die Antworten waren in kongruenten Durchgängen schneller als in inkongruenten Durchgängen (Kongruent = 621 ms, Inkongruent = 640 ms). 2.) In *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* gibt es einen Haupteffekt (Reaktionszeit schnell = 621 ms und Reaktionszeit langsam = 639 ms). Nach schnellen Durchgängen antworteten die Versuchspersonen also schneller und nach langsamen Durchgängen antworteten die Versuchspersonen langsamer.

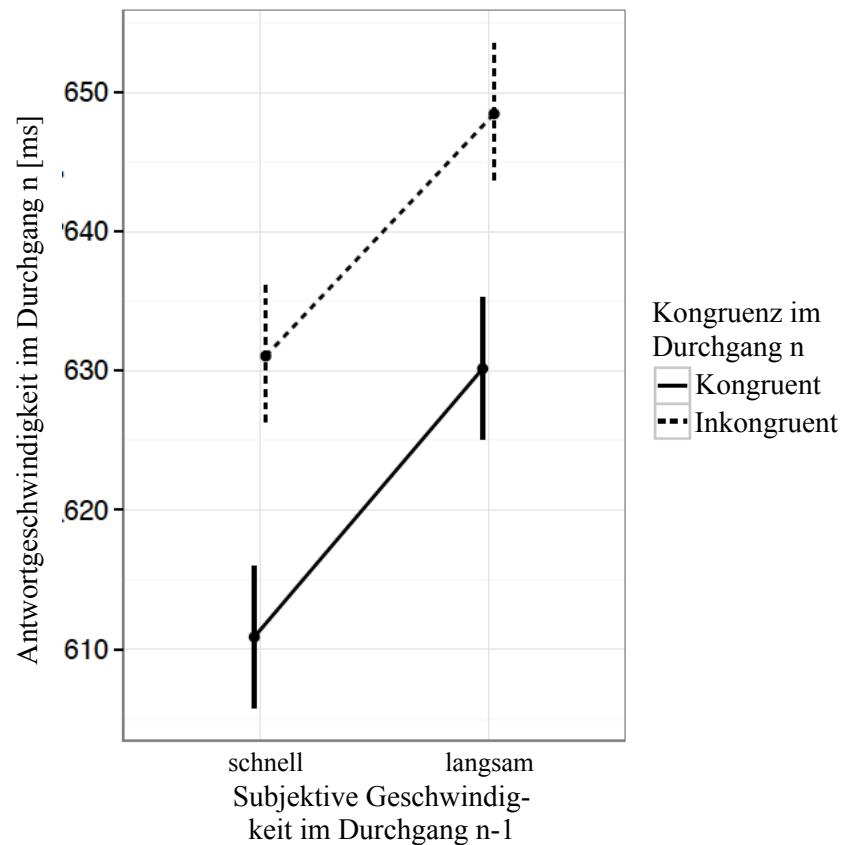


Abbildung 7. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten. Bei den Fehlerraten zeigt eine 2-faktorielle Varianzanalyse einen Haupteffekt im Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 57) = 6,00, p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,10$. Auch die Analyse der Fehlerraten zeigt keinen Gratton-Effekt bei Interaktion zwischen Kongruenz im aktuellen Durchgang und Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang. Es gibt einen Haupteffekt: Fehlerrate Kongruenz = 0,77 % und Fehlerrate Inkongruenz = 1,34 %. In kongruenten Durchgängen waren die Fehlerraten niedriger als in inkongruenten Durchgängen.

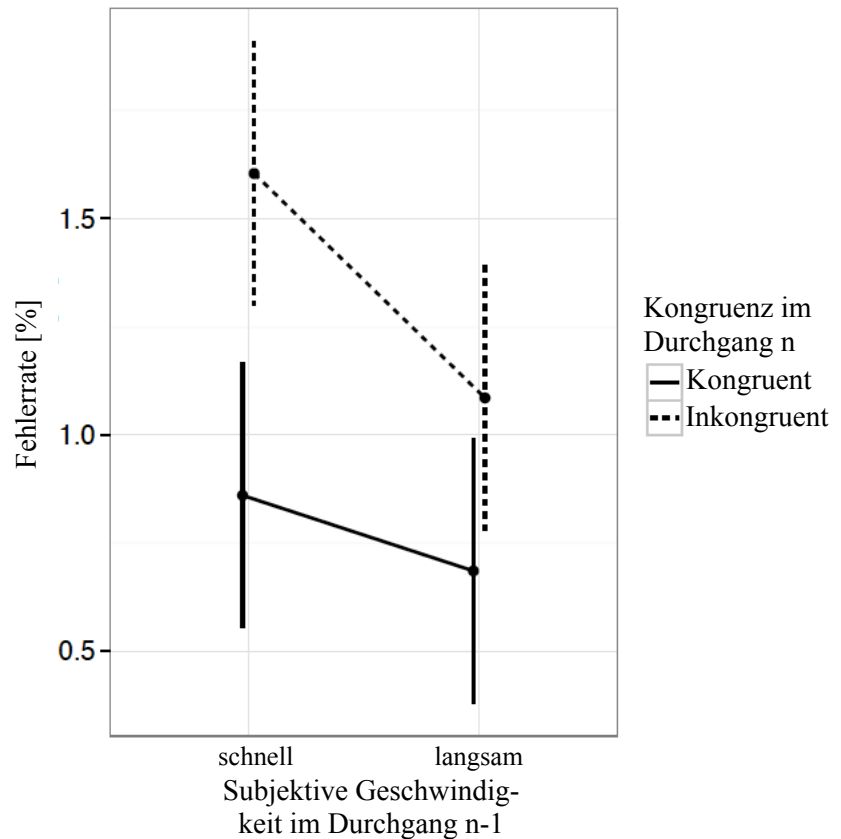


Abbildung 8. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Gratton-Effekt subjektiv und objektiv (Median) langsam versus schnell

Tritt ein Gratton-Effekt auf, wenn vorherige Durchgänge in subjektiv (berichtet) und objektiv (erhoben durch den Median aller vorheriger Durchgänge) langsam oder schnell eingeteilt werden? Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,37 %).

Da in dieser Analyse sehr wenige Durchgänge pro Faktorstufenkombination vorhanden sind (weniger als 5), nahmen wir nur Durchgänge in die Datenanalyse auf, bei denen sowohl subjektiv als auch objektiv langsame oder schnelle Durchgänge vorhanden waren.

3-fache Varianzanalyse subjektiv und objektiv langsam versus schnell

Für diese Analyse mussten 28 Versuchspersonen ausgeschlossen werden, da sie nicht zumindest zehn Durchgänge für eine Faktorstufenkombination aufwiesen. Damit verblieben 32 Versuchspersonen zur Datenanalyse.

Reaktionszeiten. Die 3-fache Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* ergab signifikante Unterschiede in allen drei Faktoren. Für *Kongruenz im aktuellen Durchgang* ergab sich bei $F(1, 31) = 21,06$, eine Signifikanz von $p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,40$. Die Antworten waren in kongruenten Durchgängen schneller (Reaktionszeit = 620 ms) als in inkongruenten Durchgängen (Reaktionszeit = 638 ms). Für *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* ergab sich bei $F(1, 31) = 5,52$, eine Signifikanz von $p = 0,025$, partielles $\eta^2 = 0,15$. In *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* gibt es einen Haupteffekt Reaktionszeit schnell = 624 ms und Reaktionszeit langsam = 633 ms. Für *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* ergab sich bei $F(1, 31) = 35,06$, eine Signifikanz von $p = 0$, partielles $\eta^2 = 0,53$. In *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median* gibt es einen Haupteffekt Reaktionszeit schnell = 617 ms und Reaktionszeit langsam = 640 ms.

Es gibt keine Signifikanzen bei Interaktionen der Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Median*. Das bedeutet, dass die Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang den Kongruenzeffekt nicht beeinflusst.

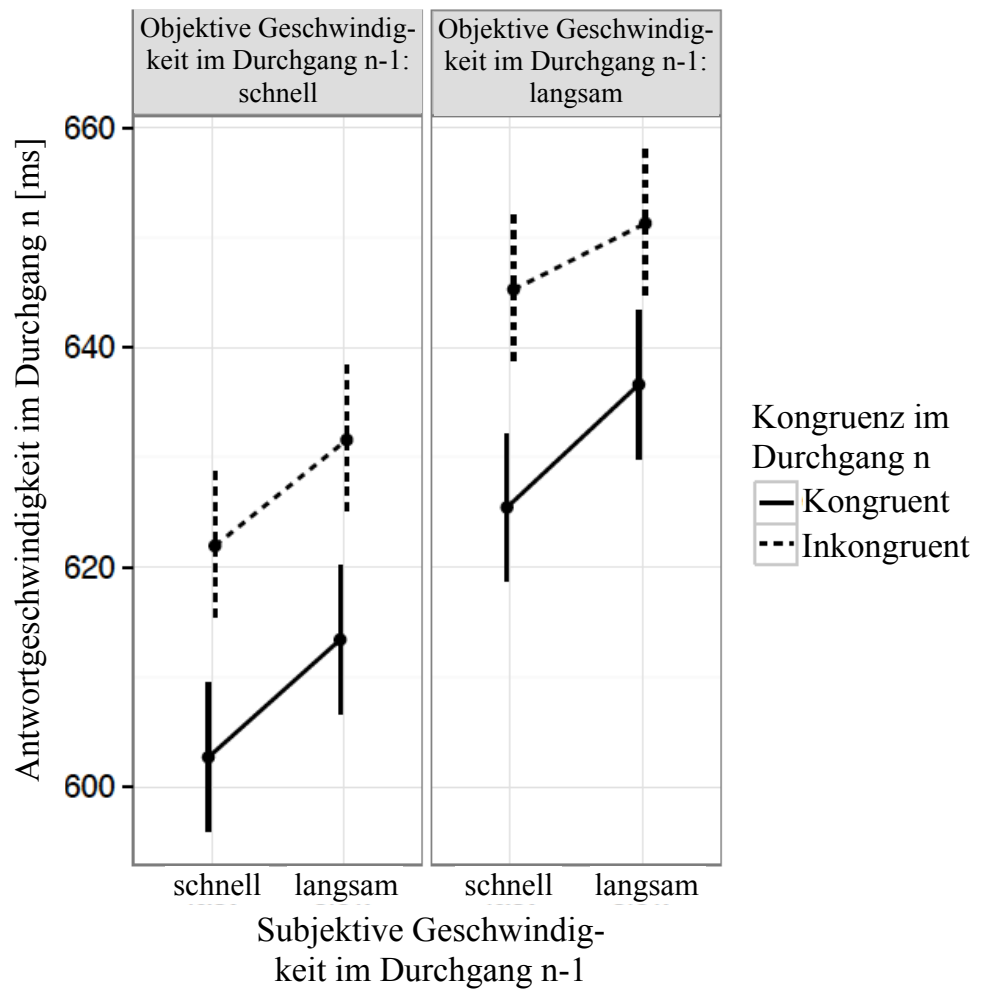


Abbildung 9. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten. Bei den Fehlerraten zeigt eine 3-faktorielle Varianzanalyse einen Haupteffekt im Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 31) = 5,37, p = 0,027$, partielles $\eta^2 = 0,15$. Die Analyse der Fehlerrate zeigte einen Haupteffekt: In kongruenten Durchgängen waren die Fehlerraten mit 1,00 % niedriger als in inkongruenten Durchgängen mit einer Fehlerrate von 1,41 %.

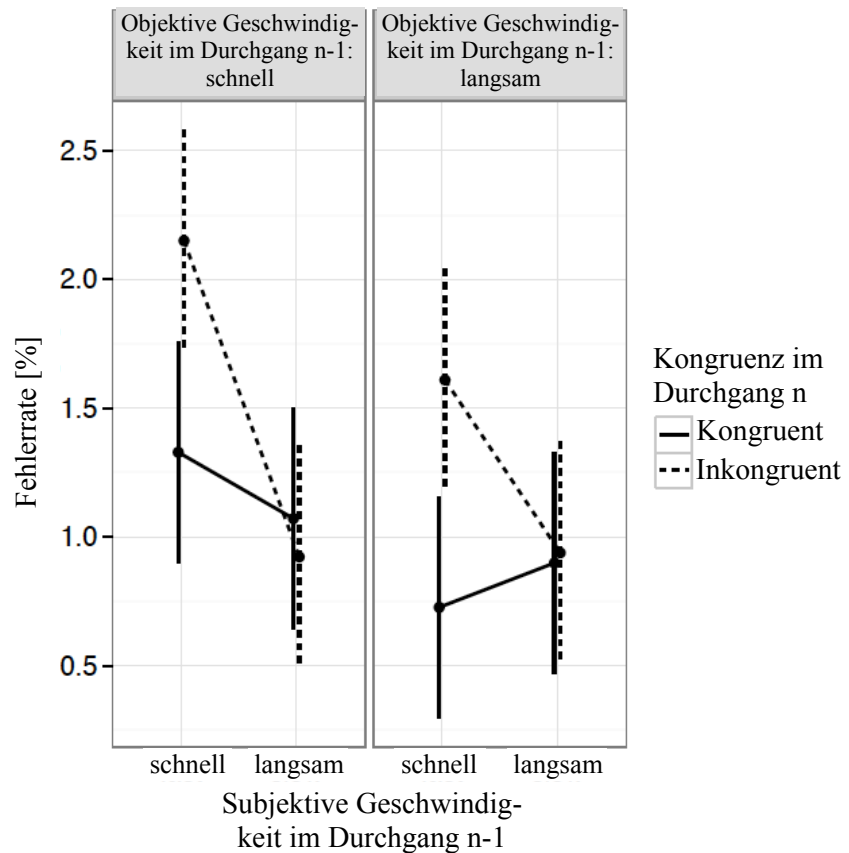


Abbildung 10. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Gratton-Effekt subjektiv und objektiv (Mittelwert) langsam versus schnell

Tritt ein Gratton-Effekt auf, wenn vorherige Durchgänge in subjektiv und objektiv (erhoben durch den Mittelwert aller vorheriger Durchgänge) langsam oder schnell eingeteilt werden? Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,35 %).

Auch in dieser Analyse sind sehr wenige Durchgänge pro Faktorstufenkombination vorhanden (weniger als 5).

3-fache Varianzanalyse subjektiv und objektiv (langsam versus schnell)

Für diese Analyse mussten 33 Versuchspersonen ausgeschlossen werden, da sie nicht zumindest zehn Durchgänge für eine Faktor-Level-Kombination aufwiesen. Es verblieben 27 Versuchspersonen zur Datenanalyse.

Reaktionszeiten. Die 3-fache Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang subjektiv* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Mittelwert* ergab signifikante Unterschiede in den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* bei $F(1, 26) = 21,70$, eine Signifikanz von $p < 0.001$, partielles $\eta^2 = 0,46$; die Antworten waren in kongruenten Durchgängen schneller (619 ms) als in inkongruenten Durchgängen (637 ms) für *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Mittelwert* ergab sich bei $F(1, 26) = 72,73$ eine Signifikanz von $p = 0$, partielles $\eta^2 = 0,74$ und im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Mittelwert* gibt es einen Haupteffekt Reaktionszeit schnell = 615 ms und Reaktionszeit langsam = 641 ms.

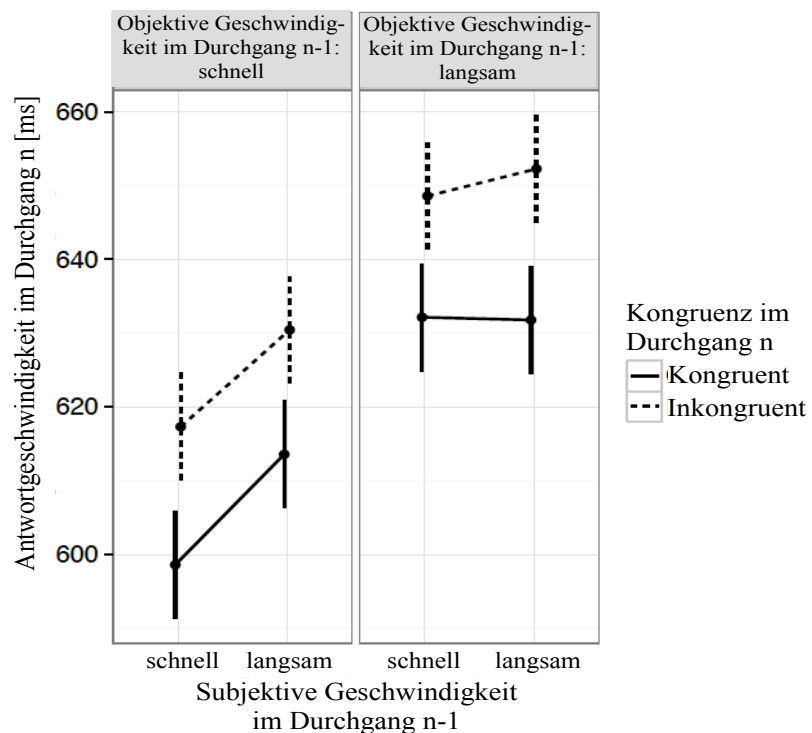


Abbildung 11. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten. Bei den Fehlerraten zeigt eine 3-faktorielle Varianzanalyse einen Haupteffekt im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang objektiv Mittelwert* bei $F(1, 26) = 6,64$, eine Signifikanz von $p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,20$. In schnellen Durchgängen waren die Fehlerraten mit 1,37 % höher als in langsamen Durchgängen mit einer Fehlerrate von 0,76 %.

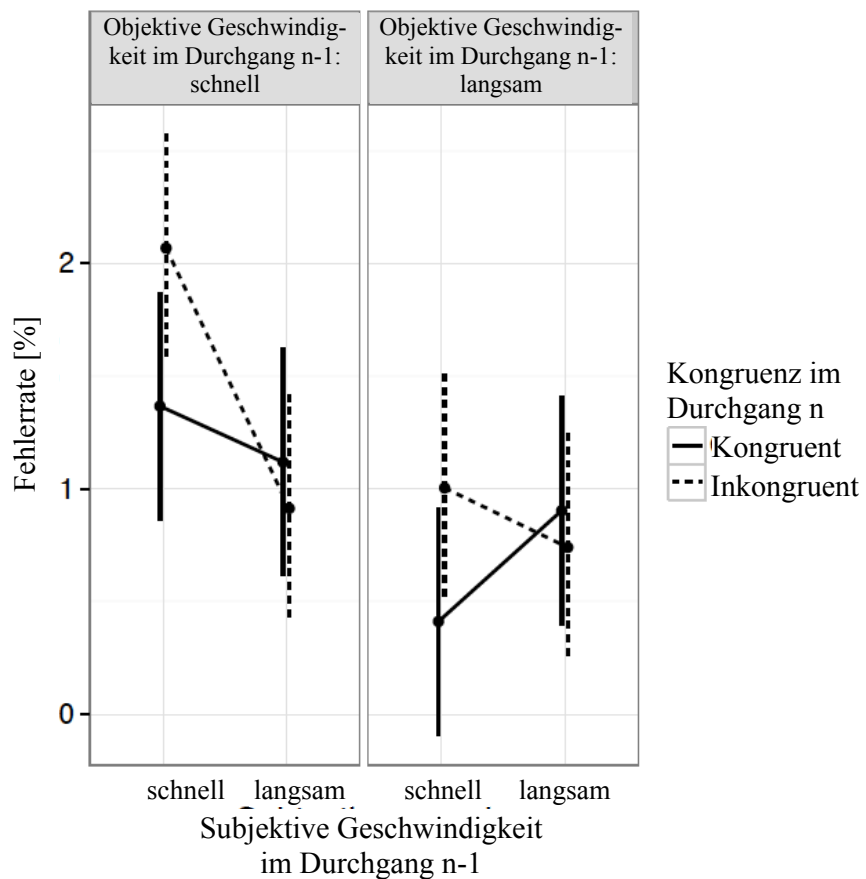


Abbildung 12. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

2-fache Varianzanalyse für Durchgänge, bei denen die subjektive Einschätzung der Geschwindigkeit der objektiven entspricht

In dieser Analyse sind nur diejenigen Durchgänge eingeschlossen, die sowohl subjektiv als auch objektiv schnell oder langsam sind. 12 Versuchspersonen mussten hier ausgeschlossen werden, 48 Versuchspersonen konnten in die Analyse eingehen.

Reaktionszeiten. Um die Antwortgeschwindigkeit abhängig von Kongruenz im aktuellen Durchgang sowie Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang (wir betrachten den Mittelwert aller bisherigen Antworten) zu erfassen, rechneten wir eine 2-fache Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang*.

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede für den Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 47) = 25,75$ eine Signifikanz von $p < 0.001$, partielles $\eta^2 = 0,35$, der Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang* wurde signifikant mit $F(1, 47) = 61,53$, $p = 0$ partielles $\eta^2 = 0,57$. Bei der Antwortgeschwindigkeit für *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang* gibt es zwei Haupteffekte: Die Antworten waren in kongruenten Durchgängen schneller (Reaktionszeit = 621 ms) als in inkongruenten Durchgängen (Reaktionszeit = 637 ms). Im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang* gibt es einen Haupteffekt Reaktionszeit schnell = 612 ms und Reaktionszeit langsam = 645 ms. Die Versuchspersonen antworteten nach schnellen Durchgängen schneller und nach langsameren Durchgängen langsamer.

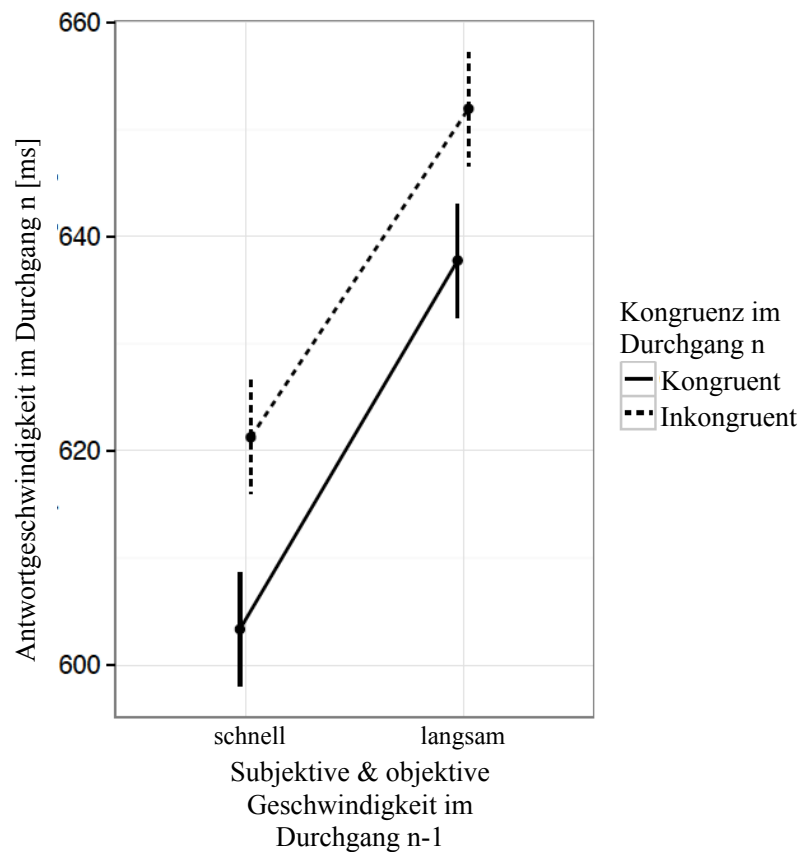


Abbildung 13. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten. Bei den Fehlerraten zeigt die 2-faktorielle Varianzanalyse ein signifikantes Ergebnis beim Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang* $F(1, 47) = 16,52$, $p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,26$. Wir haben einen Haupteffekt: Im Faktor *Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang* mit einer Fehlerrate bei schnell = 1,48 % und langsam = 0,72 %. Nach schnelleren Durchgängen waren die Fehlerraten also höher als nach langsameren Durchgängen.

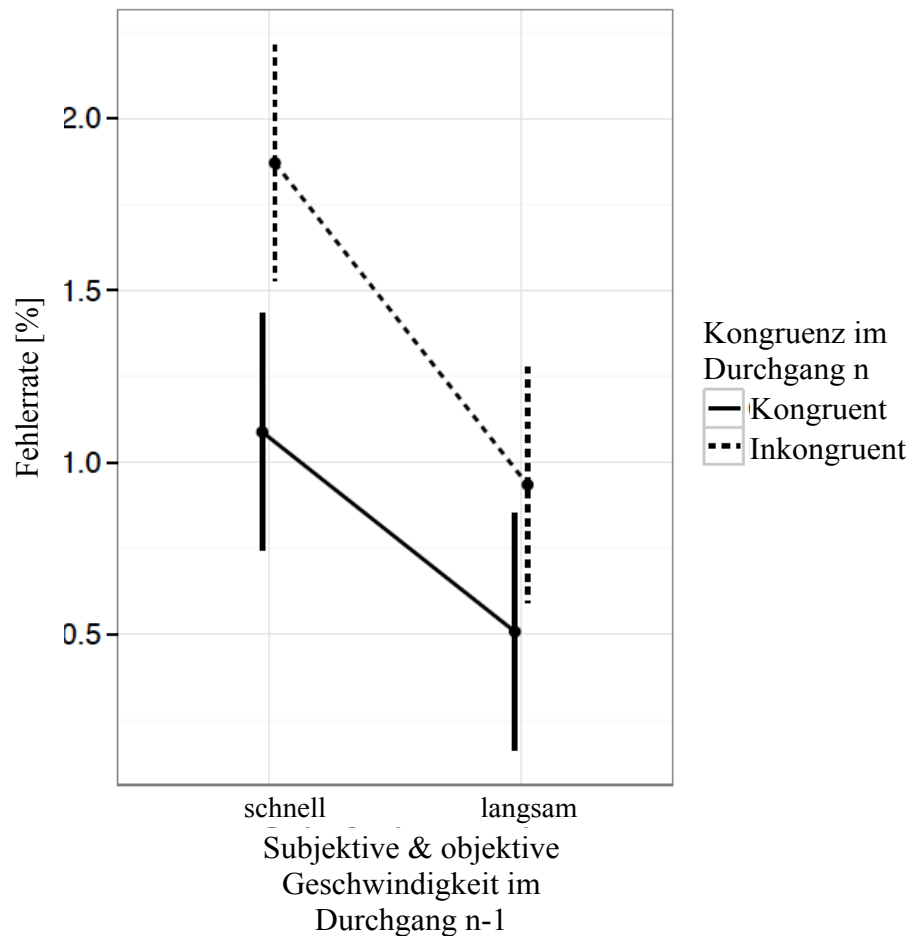


Abbildung 14. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

5.3 Zweiter Teil des Experiments: Sichtbarkeit der Hinweisreize (prime visibility)

Die Analysen in diesem Abschnitt stützen sich auf den zweiten Teil des Experiments.

Gratton-Effekt

Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,52 %).

Reaktionszeiten.

Wir rechneten eine 2-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang*. Wir haben einen signifikanten Haupteffekt im Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 59) = 40,26, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,41$. In kongruenten Durchgängen antworteten die Versuchspersonen schneller ($M = 635$ ms) als in inkongruenten Durchgängen ($M = 652$ ms). Das zeigt uns einen Kongruenzeffekt, aber keinen Gratton-Effekt.

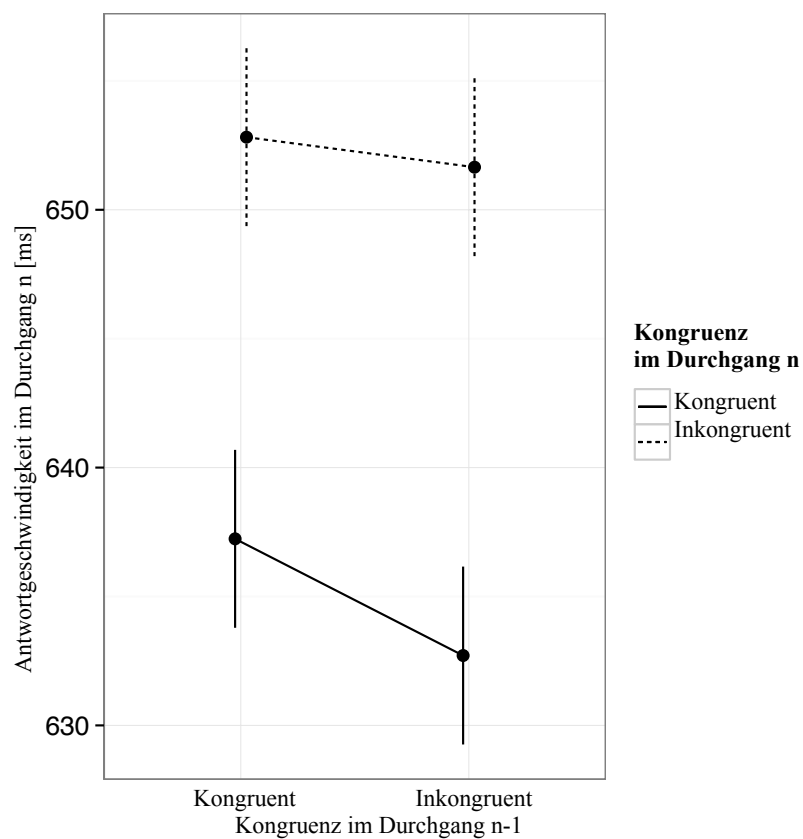


Abbildung 15. Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Fehlerraten.

Eine 2-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang* ergab ebenfalls einen signifikanten Haupteffekt im Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* $F(1, 59) = 4,06, p = 0,049$, partielles $\eta^2 = 0,06$. In kongruenten Durchgängen waren die Fehlerraten geringer (0,01 %) als in inkongruenten Durchgängen (0,02 %). Auch bei den Fehlerraten sehen wir einen Kongruenzeffekt, aber keinen Gratton-Effekt.

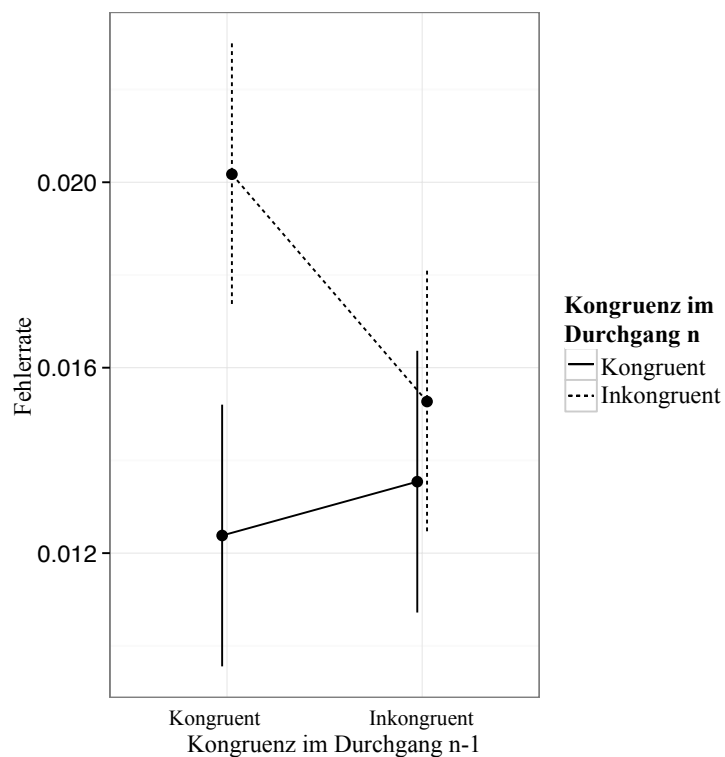


Abbildung 16. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen.

Analyse nach Desender et al. (2014)

Analog zu Desender et al. (2014) führten wir eine Analyse durch, bei der wir den zusätzlichen Faktor *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang* berechneten, also auswerteten, ob im vorherigen Durchgang der Hinweisreiz richtig erkannt wurde. Durchgänge, welche sich um +/- 2,5 Standardabweichungen von den Mittelwerten der Reaktionszeiten oder Fehlerraten unterschieden, wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen (2,43 %). Wir mussten bei dieser Analyse 20 Versuchspersonen ausschließen, sodass 40 Versuchspersonen in der Analyse verblieben.

Reaktionszeiten.

Die Daten wurden mittels 3-faktorieller Varianzanalyse (ANOVA) ausgewertet. Die Faktoren waren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Kongruenz im vorherigen Durchgang* und *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang*. Alle drei Faktoren zeigen signifikante Ergebnisse.

Der Faktor *Kongruenz im aktuellen Durchgang* ist signifikant $F(1, 39) = 20,89, p < 0.001$, partielles $\eta^2 = 0,983$ und zeigt schnellere Reaktionszeiten in kongruenten (639 ms) als in inkongruenten Bedingungen (655 ms). Hier sehen wir einen Bahnungseffekt.

Der Faktor *Kongruenz im vorherigen Durchgang* zeigt einen signifikanten Effekt mit $F(1, 39) = 5,39, p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,002$ und langsamere Reaktionszeiten (651 ms), wenn im vorherigen Durchgang (n-1) der Hinweisreiz und Zielreiz kongruent waren im Vergleich zu wenn im vorherigen Durchgang der Hinweisreiz und Zielreiz inkongruent waren (644 ms). Hier hätten wir einen gegenteiligen Effekt erwartet.

Der Faktor *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang* zeigt einen signifikanten Effekt mit $F(1, 39) = 6,31, p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,002$. Bei falscher Einschätzung der Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen Durchgang lag die Reaktionszeit bei $M = 651$ ms; bei richtiger Einschätzung der Kongruenz im vorherigen Durchgang lag die Reaktionszeit bei $M = 643$ ms. Die Versuchspersonen waren langsamer nach falschen verglichen mit richtigen Antworten.

Bei den Interaktionen wurde eine Interaktion signifikant: *Kongruenz im vorherigen Durchgang* und *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang* mit $F(1, 39) = 5,91, p < 0,05, \eta^2 = 0,002$. Der Unterschied in den Reaktionszeiten im aktuellen Durchgang abhängig davon, ob der vorherige Durchgang kongruent oder inkongruent war, ist größer, wenn der Bericht über die Sichtbarkeit des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang korrekt war (M Kongruent = 643 ms, M Inkongruent = 644 ms), als wenn der

Bericht über die Sichtbarkeit des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang nicht korrekt war (M Kongruent = 658 ms, M Inkongruent = 644 ms). Wir finden in dieser Analyse keinen Gratton-Effekt.

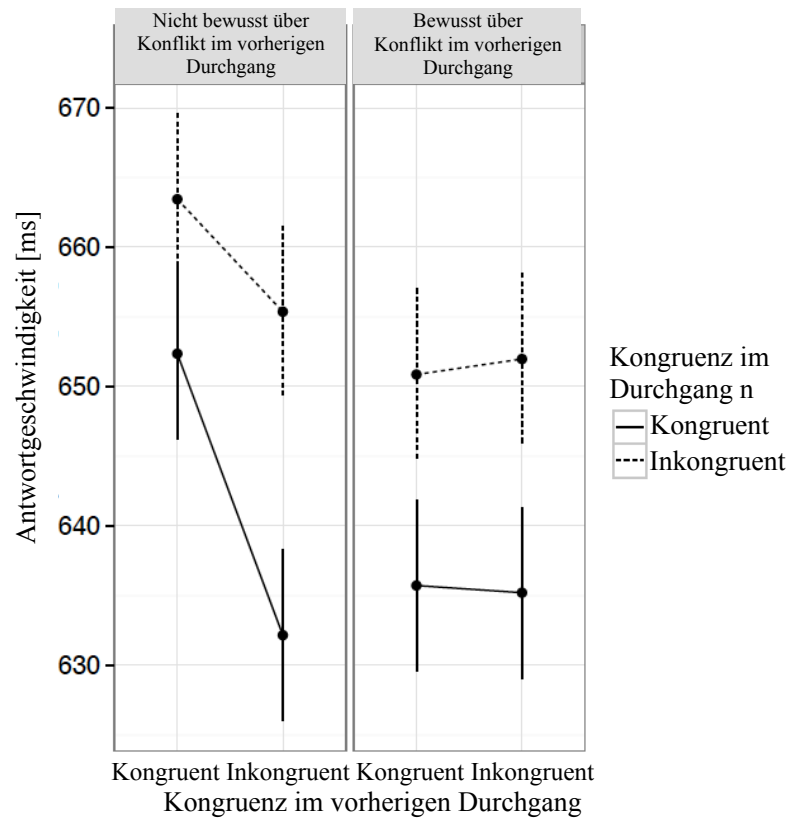


Abbildung 17: Die Abbildung zeigt die Antwortgeschwindigkeit (in ms) in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen und im aktuellen Durchgang in den Bedingungen Bewusstheit/keine Bewusstheit über Konflikt im vorherigen Durchgang.

Fehlerraten.

Die Daten wurden mittels 3-faktorieller Varianzanalyse (ANOVA) ausgewertet. Die Faktoren waren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Kongruenz im vorherigen Durchgang* und *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang*.

Der Faktor *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang* zeigte einen Haupteffekt mit $F(1, 39) = 4,89, p < 0,05$ und partielles $\eta^2 = 0,005$.

Die Fehlerraten waren bei bewussten Durchgängen (erfasst durch richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang) höher (1,68 %) als bei nicht bewussten Durchgängen (1,22 %). Die Versuchspersonen machten also mehr Fehler nach Antworten mit korrektem Bericht über die Sichtbarkeit des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang als nach Antworten mit inkorrektem Bericht über die Sichtbarkeit des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang.

Die Interaktion *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang* zeigt ebenfalls ein signifikantes Ergebnis mit $F(1, 39) = 5,20, p < 0,05$, partielles $\eta^2 = 0,009$. Fehlerraten im aktuellen Durchgang (abhängig davon, ob der vorherige Durchgang kongruent oder inkongruent war) waren am größten, wenn der Hinweisreiz und Zielreiz im vorherigen Durchgang kongruent waren und im aktuellen Durchgang inkongruent (ER Kongruent, Inkongruent = 2,07 %); am nächstgrößten, wenn der Hinweisreiz und Zielreiz im vorherigen Durchgang inkongruent waren und im aktuellen Durchgang wieder inkongruent (ER Inkongruent, Inkongruent = 1,46 %); am nächstgrößten, wenn der Hinweisreiz und Zielreiz im vorherigen Durchgang inkongruent waren und im aktuellen Durchgang kongruent (ER Inkongruent, Kongruent = 1,40 %) und Fehlerraten im aktuellen Durchgang waren am kleinsten, wenn der Hinweisreiz und Zielreiz im vorherigen Durchgang kongruent waren und im aktuellen Durchgang wieder kongruent (ER Kongruent, Kongruent = 0,85 %).

Der Unterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Durchgängen ist größer, wenn der vorherige Durchgang kongruent ist, als wenn der vorherige Durchgang inkongruent ist.

Das bedeutet, wir finden hier einen Gratton-Effekt!

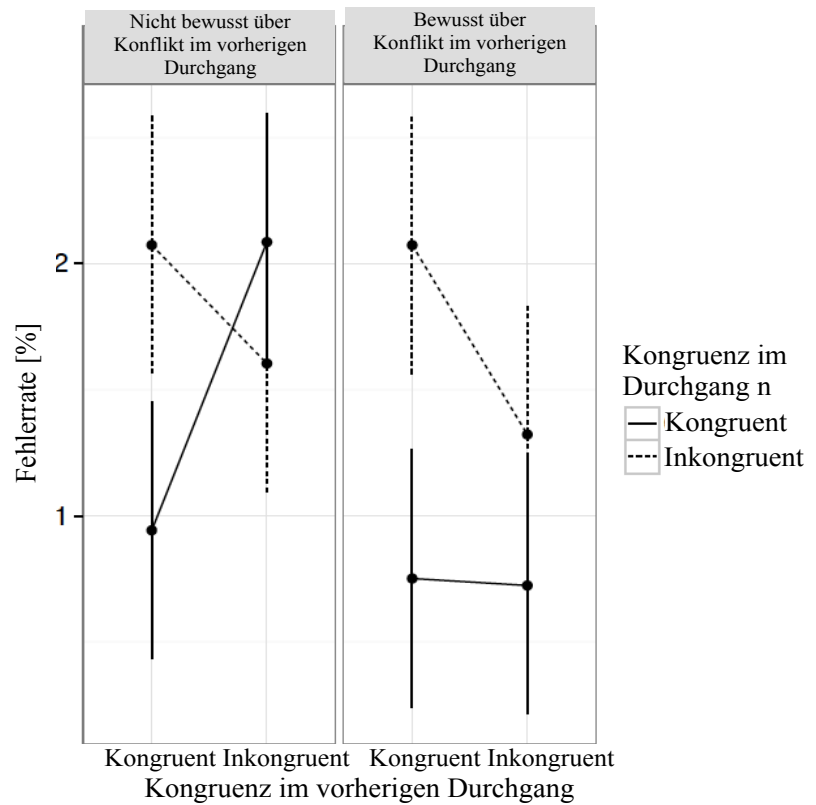


Abbildung 18. Die Abbildung zeigt die Fehlerrate (in %) in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen und im aktuellen Durchgang in den Bedingungen Bewusstheit/keine Bewusstheit über Konflikt im vorherigen Durchgang

Die Tabelle zeigt die Mittelwerte der Reaktionszeiten und Fehlerraten in den Bedingungen Kongruenz/Inkongruenz im aktuellen und vorherigen Durchgang bei richtiger/nicht richtiger Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang

Kongruenz im aktuellen Durchgang	Kongruenz im vorherigen Durchgang	Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang	Reaktionszeiten	Fehlerraten
Kongruent	Kongruent	0	652.300	0.942
Kongruent	Kongruent	1	635.700	0.751
Kongruent	Inkongruent	0	632.100	2.085
Kongruent	Inkongruent	1	635.200	0.724
Inkongruent	Kongruent	0	663.400	2.074
Inkongruent	Kongruent	1	650.900	2.073
Inkongruent	Inkongruent	0	655.400	1.604
Inkongruent	Inkongruent	1	652.000	1.322

Anmerkung. In der Spalte „Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang“ bedeutet „0“ = „falsch“ und „1“ = „richtig“.

6 Diskussion

Ziel dieser Diplomarbeit war es, herauszufinden, ob Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit den Gratton-Effekt bedingt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst und interpretiert. Außerdem wird auf Einschränkungen der vorliegenden Studie hingewiesen und Überlegungen zu weiterer Forschung angestellt. Alternative Interpretationen des Gratton-Effekts werden erläutert, Zusammenhänge vorheriger Studien werden mit unserem Ergebnis hergestellt und eine Schlussfolgerung daraus gezogen.

Um zu untersuchen, ob die Versuchspersonen die Hinweisreize sehen konnten, verwendeten wir d' als Index für Konfliktwahrnehmung im Sinne einer Signalentdeckungstheorie (Green & Swets, 1966) und bestimmten den Mittelwert der Unterscheidungsrate des Hinweisreizes (engl.: „prime discrimination rate“) mittels t -Test für eine Stichprobe.

Die Auswertung der Daten zeigte keinen signifikanten Effekt und bedeutet, dass die Versuchsteilnehmer die Hinweisreize nicht sehen konnten. Das entspricht unserer Erwartung, da die Hinweisreize maskiert dargestellt wurden anhand einer Vorwärts- und einer Rückwärtsmaske (Breitmeyer und Ögmen, 2006) und einer Darbietungsdauer der Hinweisreize von 34 ms sowie einer SOA unter 100 ms (Greenwald et al., 1996).

Um unsere Forschungsfrage (ob Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit einen Gratton-Effekt bewirkt) untersuchen zu können, mussten wir zunächst herausfinden, ob sich die Versuchsteilnehmer ihrer Antwortgeschwindigkeit überhaupt bewusst waren, also ob die Versuchsteilnehmer durchschnittlich in der Lage waren, ihre Antwortgeschwindigkeit richtig einzuschätzen (im Vergleich zu allen bisherigen Durchgängen). Die Analyse erfolgte sowohl mittels Median als auch durch den Mittelwert.

Beide Analysen zeigten, dass die Versuchsteilnehmer dazu in der Lage waren, ihre Antwortgeschwindigkeit richtig einzuschätzen. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit unserer Annahme. Auch in der Studie von Maniscalco und Lau (2012) konnten Versuchspersonen ihre eigene Antwort gut einschätzen.

Im ersten Teil unseres Experiments (Bewusstheit über die Antwortgeschwindigkeit) untersuchten wir zunächst, ob ein Gratton-Effekt über die gesamte Stichprobe auftritt. Das interessierte uns, da wir ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendeten und davon ausgingen, dass bei maskierten Hinweisreizen kein Gratton-Effekt auftritt (Ansorge et al., 2011).

Die Ergebnisse zeigten, dass weder bei der Antwortgeschwindigkeit noch bei den Fehlerraten ein Gratton-Effekt auftrat. Das bedeutet, dass wir über die Gesamtstichprobe keinen Gratton-Effekt fanden, was sich mit vorangegangener Forschung (Ansorge et al., 2011) und mit unserer Hypothese deckt. Ebenfalls in Anlehnung an Ansorge et al. (2011) fanden wir einen Kongruenzeffekt. Die Versuchspersonen antworteten bei kongruenten Durchgängen schneller als bei inkongruenten Durchgängen und machten weniger Fehler bei kongruenten Durchgängen als bei inkongruenten Durchgängen.

Um herauszufinden, ob bei den Durchgängen, bei denen die Antwortgeschwindigkeit objektiv langsam oder objektiv schnell war, ein Gratton-Effekt auftritt, teilten wir die Daten in objektiv langsam und objektiv schnell auf.

Es zeigte sich entsprechend unserer Annahme kein Gratton-Effekt - weder bei Betrachtung der Antwortgeschwindigkeit, noch bei Betrachtung der Fehlerraten. Die objektive Antwortgeschwindigkeit im vorherigen Durchgang bewirkte keinen Gratton-Effekt im folgenden Durchgang. Das Auftauchen eines Kongruenzeffektes hängt also nicht von der Geschwindigkeit der Versuchspersonen ab. Dieses Ergebnis ist nicht in Einklang mit Kinoshita et al. (2011). Kinoshita und Kollegen stellten bei maskierten Hinweisreizen einen Einfluss der Reaktionszeit vom vorherigen Durchgang auf den aktuellen Durchgang fest.

Dasselbe Vorgehen führten wir bei subjektiv berichteter langsamer oder subjektiv berichteter schneller Antwortgeschwindigkeit durch. Die Durchgänge wurden nach subjektiv berichteter schneller und subjektiv berichteter langsamer Antwortgeschwindigkeit aufgeteilt und auf einen Gratton-Effekt hin untersucht. Wenn die subjektiv berichtete Geschwindigkeit eine Ursache für das Auftreten eines Gratton-Effekts wäre, hätte hier ein Kongruenz-Sequenz-Effekt auftauchen müssen.

Die subjektiv wahrgenommene Antwortgeschwindigkeit im vorherigen Durchgang hatte jedoch keinen Effekt auf die Reaktionszeit im aktuellen Durchgang. Wir fanden auch in dieser Analyse keinen Gratton-Effekt, weder bei der Analyse der Reaktionszeiten noch bei

der Analyse der Fehlerraten. Dieses Ergebnis liegt mit den Ergebnissen von Desender et al. (2014) nicht im Einklang. Bei der Studie dieser Autoren war der ausschlaggebende Faktor für das Auftauchen von Kongruenz-Sequenz-Effekten die subjektive Erfahrung von Konflikt. Allerdings war unsere Forschungsfrage nicht, die subjektive Erfahrung des Hinweisreizes auf Konfliktanpassungseffekte hin zu untersuchen, sondern die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit zu untersuchen. Dazu wurde auch die subjektiv berichtete Antwortgeschwindigkeit als möglicher Auslöser von Kongruenz-Sequenz-Effekten untersucht.

Von besonderem Interesse war für uns die Frage, ob wir einen Gratton-Effekt feststellen können, wenn die subjektive und die objektive Geschwindigkeit übereinstimmen, die Versuchspersonen ihre Antwortgeschwindigkeit also richtig eingeschätzt hatten. Hier erwarteten wir einen Gratton-Effekt. Wir stellten aber fest, dass die Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang den Kongruenzeffekt im aktuellen Durchgang nicht beeinflusst und fanden keinen Gratton-Effekt.

Eine Erklärung, warum wir keinen Gratton-Effekt fanden, wenn die subjektive und die objektive Geschwindigkeit übereinstimmen, könnte in der Maskierung der Hinweisreize liegen. Wenn ein Auftauchen des Gratton-Effekts nur Bewusstheit über die eigene Reaktionszeit bräuchte, müsste hier ein Gratton-Effekt aufgetreten sein. Wenn das Auftauchen eines Gratton-Effekts aber Bewusstheit über den Hinweisreiz braucht, was einige Autoren schlussfolgerten (Ansorge et al., 2011; Dehaene & Naccache, 2003; Frings & Wentura, 2008; Greenwald et al., 1996; Kunde, 2003), würde in dieser Untersuchung kein Gratton-Effekt auftauchen. Ein Nicht-Auftreten des Effektes könnte aber auch in der geringen Anzahl an Durchgängen pro Faktorstufenkombination (weniger als 5) in dieser Untersuchung begründet liegen.

Auch im zweiten Teil des Experiments (Sichtbarkeit der Hinweisreize) untersuchten wir, ob über die gesamte Stichprobe ein Gratton-Effekt auftaucht. Da wir ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendeten, erwarteten wir keinen Gratton-Effekt über die gesamte Stichprobe (in Anlehnung an Ansorge et al., 2011). Bei diesem Teil des Experiments war es die Aufgabe der Versuchsteilnehmer, auf Hinweisreize zu achten. Die Aufmerksamkeit wurde also auf die Hinweisreize gelenkt, was unsere Erwartung, dass wir bei maskierten Hinweisreizen keinen Gratton-Effekt finden dürften, verstärkt hat.

Eine Analyse der Reaktionszeiten zeigte einen Kongruenzeffekt (Bahnungseffekt), aber keinen Gratton-Effekt. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der maskierten Bedingung bei Ansorge et al. (2011). Bei der Analyse der Fehlerraten zeigte sich dasselbe Ergebnis: Es trat ein Kongruenzeffekt (Bahnungseffekt) auf, aber gemäß unserer Erwartung kein Gratton-Effekt.

Zusätzlich zu den beschriebenen Analysen führten wir eine 3-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren *Kongruenz im aktuellen Durchgang*, *Kongruenz im vorherigen Durchgang* und *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang* in Anlehnung an Desender und Kollegen (2014) durch.

Wir fanden bei den Fehlerraten einen leicht signifikanten Gratton-Effekt. Die Interaktion *Kongruenz im aktuellen Durchgang* und *Kongruenz im vorherigen Durchgang* wurde signifikant. Die Fehlerraten im aktuellen Durchgang waren geringer, wenn der Hinweisreiz und Zielreiz im vorherigen Durchgang inkongruent waren und im aktuellen Durchgang wieder inkongruent im Vergleich zu einem kongruenten vorherigen und inkongruenten aktuellen Durchgang.

Dieser Gratton-Effekt hing jedoch nicht von der Bewusstheit über den Hinweisreiz ab – der Faktor Bewusstheit (gemessen durch den Faktor *Richtige Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang*) wurde in der Interaktion nicht signifikant.

In dieser Analyse hat die Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs einen Anpassungseffekt oder Kongruenz-Sequenz-Effekt bewirkt. Dieser Gratton-Effekt ist damit nicht, unserer Forschungsfrage entsprechend, auf die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit zurückzuführen. Auch der Faktor Bewusstheit über den Hinweisreiz wurde in dieser Interaktion nicht signifikant, weshalb der aufgetretene Effekt aufgrund von dieser Analyse nicht auf die Bewusstheit über den Hinweisreiz zurückzuführen ist. Damit entspricht dieses Ergebnis nicht dem Ergebnis von Desender et al. (2014), da bei diesen Autoren die bewusste Erfahrung des Hinweisreizes das Auftreten eines Gratton-Effekts verursacht hat; und zunächst auch nicht dem Ergebnis von Ansorge et al. (2011). Bei Ansorge und Kollegen (2011) war Bewusstheit über den Hinweisreiz der kritische Faktor für das Auftreten von Konfliktkontrolle. Allerdings ist der Effekt gemessen an der Effektgröße sehr gering und tritt nur im zweiten Teil des Experiments und nur in den Fehlerraten auf. Damit könnte es sich um einen residualen Gratton-Effekt handeln. Die Tatsache, dass dieser Gratton-Effekt nur im zweiten Teil des Experiments auftaucht, könnte auch bedeuten, dass bewusstes Beachten des Hinweisreizes und die

dadurch vermehrte Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Hinweisreiz (durch die Aufgabenstellung, die Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs zu beurteilen) eher dazu führt, einen Gratton-Effekt zu finden. In diesem Fall ist das Ergebnis im Einklang mit Desender et al (2014). Berücksichtigt man, dass bei Ansorge et al. (2011) ein Gratton-Effekt ausschließlich in der unmaskierten Bedingung auftrat, bei der Bewusstheit über den Hinweisreiz bestand, so ist dieses Ergebnis durchaus auch in Einklang mit Ansorge und Kollegen (2011) zu bringen, da wir in dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendeten und die Versuchspersonen diese Hinweisreize auch nicht sehen konnten. Bei Ansorge und Kollegen (2011) trat bei maskierten Hinweisreizen ebenfalls kein Gratton-Effekt auf. In Bezug auf die Analyse der Reaktionszeiten sowie für den ersten Teil des Experiments stimmt das Ergebnis dieses Experiments also mit Ansorge et al. (2011) überein. Auch die Ergebnisse von Ansorge et al. (2011) und Desender et al. (2014) widersprechen sich nicht, da die subjektive Erfahrung von Konflikt (Desender et al., 2014) als kritischer Faktor für das Auftreten des Gratton-Effekts und die Bewusstheit über Konfliktkontrolle (Ansorge et al., 2011) sehr nahe beieinander liegen.

Wie bereits angesprochen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, Kongruenz-Sequenz-Effekte zu erklären. Abhängig von der Erklärung, welche Mechanismen solchen Effekten zugrunde liegen, ist die Verwendung einer unterschiedlichen Terminologie sinnvoll. Abschließend sollen einige relevante Theorien, wie man Kongruenz-Sequenz-Effekte interpretieren kann, vorgestellt und in Bezug auf unsere Ergebnisse diskutiert werden.

Eine häufige Erklärung für Konflikthanpassung (Gratton-Effekt) sind kognitive Kontrollprozesse im Präfrontalen Kortex, welche nach dem Erleben von Konflikt top-down-Kontrolle über sensorische Prozesse verstärken und die nachfolgende Bearbeitung dadurch verbessern (Botvinick et al., 2001; Egner & Hirsch, 2005; Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger, & Carter, 2004; van Gaal et al., 2010). Top-down Prozesse sind willentliche Prozesse, bei denen die Aufmerksamkeit von der Zielsuche geleitet wird (siehe Posner, 1980). Einige Studien mit bildgebenden Verfahren fanden erhöhte Aktivität im dorsalen anterioren cingulären Kortex (ACC) bei der Wahrnehmung von Konflikt (zum Beispiel Botvinick et al., 1999; Carter et al., 1998; MacDonald, Cohen, Stenger, & Carter, 2000; Ullsperger & von Cramon, 2001). Die erhöhte Kontrolle durch die bewusste Erfahrung eines Konflikts (inkongruenter Durchgang) führt zu einer langsameren

Reaktion als bei einem kongruenten Durchgang (*Konflikt-Überwachungs-Hypothese*; engl.: „conflict-monitoring theory“, Botvinick et al., 2001). Die Konflikt-Überwachungs-Hypothese geht davon aus, dass die Menge an Energie bei einer Antwort über das Auftreten von kognitiver Kontrolle bestimmt (Verguts & Notebaert, 2009). In inkongruenten Durchgängen verursacht die Aktivierung von Antworten mehr Energie (zum Beispiel Konflikt) als in kongruenten Durchgängen (Botvinick et al., 2001). Inkongruenz führt zu Antwortkonflikt (die gleichzeitige Aktivierung mindestens zweier Antwortalternativen). Bewusste Kontrolle beruht dabei auf impliziter Information, d. h., bewusste Kontrolle findet sowohl bei bewussten als auch bei unbewussten Durchgängen statt. Das Wahrnehmen von Antwortkonflikt (inkongruente Durchgänge) bewirkt eine stärkere Fokussierung auf die Zielreize im nächsten Durchgang (*task focusing*). Deshalb kann nach inkongruenten Durchgängen schneller auf inkongruente Durchgänge geantwortet werden. Das führt zu einer Verringerung des Kongruenzeffektes (Verguts, Notebaert, Kunde, & Wühr, 2011).

Es wird jedoch kontrovers diskutiert, ob Konflikthanpassungseffekte (Gratton-Effekt) durch Veränderungen kognitiver Kontrolle bedingt sind (Verguts & Notebaert, 2009). Vertritt man die These, dass Kontrollmechanismen beteiligt sind, um Kongruenz-Sequenz-Effekte auszulösen, sind die Begriffe Konfliktkontrolle, Konfliktregulation oder Konflikthanpassung treffend. In allen anderen Fällen ist der Begriff Kongruenz-Sequenz-Effekt, der lediglich die Interaktion beschreibt, passender, da dieser Begriff neutral ist was die Ursache der Mechanismen, die zu solch einem Effekt führen, beschreibt. Gratton et al. (1992) schlugen die Erwartung der Wiederholung des letzten Ereignisses vor. Die Erwartung, dass die Kongruenz des vorherigen Durchgangs gleich sein wird wie die Kongruenz des aktuellen Durchgangs, führt laut Gratton und Kollegen zu einer stärkeren Konflikthanpassung nach einem inkongruenten Durchgang und einer schwächeren Konflikthanpassung nach einem kongruenten Durchgang (Schmidt, 2013). Der Begriff Gratton-Effekt ist damit auch nicht ganz neutral, auch wenn er häufig verwendet und von einigen Autoren neutral definiert wird (siehe Wühr, 2015).

Was sagen unsere Ergebnisse dazu, ob Kontrollmechanismen durch die bewusste Erfahrung eines Konflikts ausgelöst werden und zu Konfliktkontrolle führen?

In dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment fanden wir unter Verwendung von ausschließlich unbewussten (maskierten) Hinweisreizen einen Kongruenzeffekt, aber einen Gratton-Effekt lediglich in den Fehlerraten mit einer sehr geringen Effektstärke und ausschließlich im zweiten Teils des Experiments (in dem die Sichtbarkeit der

Hinweisreize überprüft wurde). Daraus kann man schließen, dass ein Kongruenzeffekt keine Bewusstheit über den Hinweisreiz erfordert (im Einklang zu Ansorge et al, 2011; Kunde, 2003), Konflikthanpassung (ein Gratton-Effekt) aber viel stärker als ein Kongruenzeffekt Bewusstheit über Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs erfordert. Diese Bewusstheit könnte Kontrollmechanismen auslösen, die dazu führen könnten, dass nach einem inkongruenten Durchgang im nächsten inkongruenten Durchgang eine schnellere Reaktionszeit und weniger Fehler (Gratton-Effekt) zu verzeichnen sind. Da wir in diesem Experiment keine unmaskierten Hinweisreize verwendeten, können wir diese Theorie nicht direkt stützen, aber unsere Ergebnisse widersprechen dem nicht.

Alternative Erklärungsansätze für das Auftreten von Kongruenz-Sequenz-Effekten sehen nicht zwangsläufig Konflikt als Ursache für solche Effekte an. Davon sollen anschließend einige vorgestellt und diskutiert werden.

Bei Mayr, Awh und Laurey (2003) und Hommel, Proctor und Vu (2004) findet sich eine Erklärung des Gratton-Effekts durch Wiederholungsbahnung. Bei Experimenten, bei denen man nur bipolar entscheiden kann, lässt sich jedoch kein vollwertiger Test auf Wiederholungsbahnung durchführen (van Gaal et al., 2010). Kunde und Wuhr (2006) sowie van Gaal et al. (2010) weisen jedoch darauf hin, dass Konflikthanpassung nicht vollständig durch Wiederholungsbahnung erklärt werden kann (siehe auch Egner & Hirsch, 2005; Kunde & Wuhr, 2006; Ullsperger, Bylsma & Botvinick, 2005).

Mayr et al. (2003) stellen die Erklärung, dass Anpassungseffekte durch kognitive Kontrollprozesse im Präfrontalen Kortex ausgelöst werden, in Frage. Sie weisen darauf hin, dass Konflikthanpassungseffekte lediglich bei identischen Durchgängen (gleicher Hinweisreiz und Zielreiz) vorkamen und deshalb durch (stimulusspezifische) Wiederholungsbahnung durch das episodische Gedächtnis während einer Aufmerksamkeitsselektion erklärt werden können (siehe Mayr et al., 2003). Sie argumentieren, dass geringere Aktivierung des ACC bei zwei inkongruenten Durchgängen hintereinander als bei einem zuerst kongruenten und dann inkongruenten Durchgang dafür spricht, dass der ACC Konflikt eher nur aufzeigt, statt zu regulieren. Des Weiteren könnte die geringere ACC Aktivität bei zwei inkongruenten Durchgängen auch dadurch erklärbar sein, dass es in diesem Fall weniger zu regulieren gibt als bei einem Wechsel (Mayr et al., 2003). Auch Hommel et al. (2004) und Nieuwenhuis, Stins, Posthuma, Poldermann, Boomsma, und De Geus (2006) weisen darauf hin, dass Varianz bei Aufgaben, die einen

Wahrnehmungskonflikt beinhalten, durch Wiederholungsbahnung zustande kommen könnte. Um Wiederholungsbahnung auszuschließen, wurde in dieser Diplomarbeitsstudie niemals ein identischer Hinweisreiz und Zielreiz verwendet. Bei einigen Autoren konnte jedoch trotz gezieltem Ausschluss von Wiederholungsbahnung Konflikthanpassung festgestellt werden (z. B. Ullsperger et al. 2005; van Gaal et al., 2010). Ullsperger et al. (2005) nennen als mögliche Erklärung für das Nicht-Auffinden von Anpassungseffekten bei Mayr et al. (2003) negative Bahnungseffekte im ersten Experiment (ein Zielreiz war in einem vorherigen Durchgang ein Distraktor; es kommt zu langsamerer Verarbeitung dieses Zielreizes in einem nachfolgenden Durchgang) sowie ein Stimulus-Antwort-Intervall von 1000 ms und zeitlich unlimitierte Durchgänge, welche zu einem reduzierten Bedarf an Konflikthanpassungsstrategien führen könnten. Im zweiten Experiment wurden bei Mayr et al. (2003) verschiedene Stimuli verwendet, die von den Versuchspersonen als unabhängige Durchgänge aufgefasst werden könnten und somit einen Wechsel darstellen, der komplexe Effekte kognitiver Kontrolle auslöst (Ullsperger et al., 2005).

In unserem Experiment wurde ein Gratton-Effekt gefunden, obwohl wir alle Durchgänge, bei denen der Hinweisreiz und der Zielreiz identisch waren, also Wiederholungsbahnung auftreten würde, ausgeschlossen haben. Das widerspricht der Ansicht von Mayr et al. (2003) und Hommel et al. (2004), die Wiederholungsbahnung als Ursache für das Auftreten des Gratton-Effekts sahen, aber ist konform mit der Annahme von Kunde und Wuhr (2006) sowie van Gaal et al. (2010), dass Konflikthanpassung nicht vollständig durch Wiederholungsbahnung erklärt werden kann. Im Unterschied zu Mayr et al. (2003) waren die Durchgänge in unserem Experiment zeitlich limitiert, was die Aufmerksamkeit auf die Hinweisreize noch verstärkt haben könnte und im Einklang mit stärkerer Konfliktkontrolle liegen würde.

Eine weitere bedeutende Erklärung für das Auftreten des Gratton-Effekts bildet die Bindungstheorie. Die Bindungstheorie geht von Interaktionen zwischen Bindungsprozessen, wie in der Hebbschen Lernregel beschrieben, aus (siehe Hebb, 1949; Verguts & Notebaert, 2009). Dabei schließen sich die Bindungstheorie mit der Theorie der kognitiven Kontrolle (Anpassungstheorie) nicht aus. Verguts und Notebaert (2009) schlagen eine Integration vieler Aspekte kognitiver Kontrolle als Modulation Hebbschen Lernens vor. In diesem Fall ist kognitive Kontrolle ein Resultat aus der Interaktion von Bindungsprozessen und Erregung. Konfliktsituationen (z. B. Inkongruenz) führen zu Noradrenalinausschüttung im Gehirn. Dadurch werden Bindungsprozesse zwischen

aufgabenrelevanten kortikalen Gebieten erleichtert. Lernen, Emotionen und kognitive Kontrolle sind damit keine strikt getrennten Bereiche mehr (Verguts & Notebaert, 2009). Der Unterschied von dieser Bindungstheorie zur Konflikt-Überwachungs-Hypothese von Botvinick et al. (2001) liegt darin, dass Information über Konflikt, nachdem es von einem Konfliktüberwachungssystem im medialen frontalen Kortex festgestellt wurde, nicht wie bei der Konflikt-Überwachungs-Hypothese von Botvinick in einem Arbeitsgedächtnis gehalten wird, sondern eine Erregung in einem neuromodulatorischen System wie z. B. dem Locus caeruleus auslöst. Dieses System interagiert mit Hebbschem assoziativem Lernen und wirkt auf Bindung aktiver Repräsentationen. Konflikthanpassung wird also auch dadurch erklärt, dass aktive Repräsentationen stärker zusammengebunden werden (siehe Verguts & Notebaert, 2009).

Das Hebbsche Lernen ist besonders bei Inkongruenz stark und führt zu einer Anpassung an die Aufgabe im Sinne kognitiver Kontrolle.

Eine Reduzierung der Fehlerrate bei einem aktuellen inkongruenten Durchgang in Folge eines vorherigen inkongruenten Durchgangs (Gratton-Effekt) ließ sich in unserem Experiment nur im zweiten Teil finden, bei dem es die Aufgabe der Versuchspersonen war, Kongruenz/Inkongruenz zu beurteilen, die Aufmerksamkeit also (bewusst) auf den Hinweisreiz gelenkt wurde. Dieses Ergebnis geht einher mit der Theorie, dass Lernen stattgefunden hat, und Versuchspersonen bei wiederholten inkongruenten Durchgängen weniger Fehler machten. Die Theorie von Verguts und Notebaert (2009), dass bei inkongruenten Durchgängen mehr Noradrenalin ausgeschüttet wird, wurde in diesem Experiment nicht überprüft.

Autoren, die ebenfalls Effekte der Antwortgeschwindigkeit untersuchten, sind Kinoshita et al. (2011). Kinoshita und Kollegen untersuchten zwar nicht direkt den Gratton-Effekt, stellten aber einen Einfluss der Reaktionszeiten vom vorherigen Durchgang ($n-1$) auf den aktuellen Durchgang (n) fest. Versuchspersonen antworteten nach inkongruenten Durchgängen langsamer als nach kongruenten Durchgängen. Weitere Durchgänge waren daraufhin langsamer. Ein Gratton-Effekt wurde nicht auf Kongruenz, sondern auf die Reaktionszeit beim vorherigen Durchgang ($n-1$) zurückgeführt. Die Überlegung, dass die Antwortgeschwindigkeit eine Rolle beim Auftreten von Kongruenz-Sequenz-Effekten spielen könnte, findet sich auch in unserem Experiment. Zusätzlich wurde in dem dieser Diplomarbeit zugrunde liegenden Experiment analysiert, ob die Reaktionszeit selbst oder die Bewusstheit über die Reaktionszeit zum Auftreten von Anpassungseffekten führt. Als

Indikator für Schwierigkeit wurde bei Kinoshita et al. (2011) Geschwindigkeit verwendet: Die Leistung im aktuellen Durchgang wird durch die Schwierigkeit im vorherigen Durchgang bestimmt. Nach einem schwierigen vorherigen Durchgang wird eine Versuchsperson langsamer und macht mehr Fehler und nach einem einfachen vorherigen Durchgang wird eine Versuchsperson schneller und macht weniger Fehler (Lupker, Brown, & Colombo, 1997; Tayler & Lupker, 2011). Wenn bei einem Bahnungsexperiment Antworten so schnell und so richtig wie möglich erfolgen sollen, muss für eine „optimale“ Antwort ein gutes Verhältnis zwischen Geschwindigkeit und Fehlerrate gefunden werden (Kinoshita et al., 2011). Solch ein Verhältnis kann erreicht werden, indem bei kongruenten (einfachen) Durchgängen etwas langsamer reagiert wird und bei inkongruenten Durchgängen etwas schneller (zugunsten der Geschwindigkeit, aber mit dem Risiko zu mehr Fehlern). Dadurch würde sich die Differenz zwischen kongruenten und inkongruenten Durchgängen reduzieren. Die schnellere Reaktion auf einen inkongruenten Durchgang würde einen Kongruenz-Sequenz-Effekt bewirken. Das ASE Modell (engl.: „adaptation to the statistics of the environment“) von Kinoshita, Mozer und Forster (2008) erklärt Kongruenz-Sequenz-Effekte eher als Anpassung durch erlebte Schwierigkeit als durch Nützlichkeit der Hinweisreize. Dabei sind Blöcke mit vielen inkongruenten Hinweisreizen schwieriger als Blöcke mit vielen kongruenten Hinweisreizen. Versuchspersonen könnten feine Unterschiede bemerken und auf diese Unterschiede reagieren (Kunde et al., 2012).

Unsere Ergebnisse bezüglich der Antwortgeschwindigkeit widersprechen denen von Kinoshita et al. (2011), da wir bei maskierten Hinweisreizen abhängig von der Geschwindigkeit im vorherigen Durchgang keine Kongruenz-Sequenz-Effekte finden konnten.

Hommel (2004) erklärt Effekte wie kognitive Kontrolle alternativ anhand der *Event-file-Hypothese*. Die Event-file-Hypothese geht davon aus, dass Merkmale zu sogenannten *event-files* verbunden werden (Hommel, 1998). Unter einem event-file versteht Hommel (2004) ein Netzwerk aus Bindungen, das temporär Repräsentationen besonders relevanter Merkmale eines Wahrnehmungsereignisses, einer begleitenden Handlung oder des Kontextes einer Aufgabe zusammenschließt. Dieser Bindungsprozess ist für eine erfolgreiche Verarbeitung und Handlungsplanung notwendig (siehe Hommel, Müsseler, Aschersleben, & Prinz, 2001; Treisman, 1996). Während ein event-file aufrechterhalten wird, bedingt das erneute Auftauchen eines oder mehrerer verbundener Merkmale ein

automatisches Wiederherstellen des gesamten Netzwerkes oder eines Teiles davon - ein Prozess, der an das Vervollständigen eines Puzzles erinnert. Auf diese Weise kann der Gratton-Effekt als schnelle Antwortgeschwindigkeit in aufeinanderfolgenden kongruenten oder aufeinanderfolgenden inkongruenten Durchgängen erklärt werden. Weicht ein Merkmal jedoch von dem bereits gebildeten Netzwerk ab (zum Beispiel durch einen inkongruenten Durchgang), muss das Netzwerk neu strukturiert werden. Solch ein Wechsel von Elementen eines existierenden Netzwerkes verursacht Kosten (*switch-costs*), die sich antwortverzögernd und durch eine größere Fehlerhäufigkeit auswirken (Hommel, 2004).

Bei zwei aufeinanderfolgenden inkongruenten Durchgängen ist kein Wechsel notwendig, es entstehen keine *switch-costs*. Die Reaktionszeit kann durch das schon bestehende Netzwerk beschleunigt werden. Fehlerraten, wie es in unserer Untersuchung der Fall war, werden nach einem bereits durchlaufenen inkongruenten Durchgang nicht größer, da schon Informationen über Inkongruenz im Netzwerk vorhanden sind. Die Hypothese von Hommel (2004) liegt damit im Einklang mit den Ergebnissen aus dem zweiten Teil unseres Experiments (dem Gratton-Effekt bei den Fehlerraten).

Schmidt (2013) argumentiert, dass es nicht Konflikthanpassung sein muss, die den Gratton-Effekt verursacht. Das trifft insbesondere dann zu, wenn alternative Interpretationen zum Gratton-Effekt wie z. B. die Bindungstheorie zutreffen. Außer dem Gratton-Effekt könnte auch „proportion congruent“ Konflikthanpassung erklären (siehe Schmidt, 2013).

Diese Modelle können lediglich eine unvollständige Erklärung für den Gratton-Effekt bieten. Weitere Forschung in dem weiten Feld der visuellen Wahrnehmung und dem Kongruenz-Sequenz-Effekt im Zusammenhang mit Bewusstheit steht noch aus.

Eine Einschränkung in einzelnen der in dieser Diplomarbeit durchgeführten Analysen besteht in unzuverlässigen Schätzwerten aufgrund sehr weniger Durchgänge für manche Faktorstufenkombinationen (siehe Ergebnisteil).

Zusammengefasst konnte in dieser Diplomarbeitsstudie gezeigt werden, dass bei Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Geschwindigkeit (die Versuchspersonen sich ihrer Antwortgeschwindigkeit bewusst waren) kein Gratton-Effekt auftrat. Das bedeutet, dass weder die Antwortgeschwindigkeit noch Bewusstheit über die

Antwortgeschwindigkeit für das Auftreten von einem Gratton-Effekt ursächlich ist. Wir fanden aber einen Gratton-Effekt bei den Fehlerraten mit einer kleinen Effektstärke im zweiten Teil des Experiments (in welchem die Bewusstheit über die Hinweisreize gemessen wurde). Dieses Ergebnis eines wenn auch schwachen Gratton-Effekts schlägt die Wichtigkeit der Kongruenz/Inkongruenz des Hinweisreizes zum Auftreten von einem Kongruenz-Sequenz-Effekt vor. Außerdem fanden wir in Einklang mit der Literatur (Ansorge et al., 2011; Kunde, 2003) Bahnungseffekte trotz maskierter Hinweisreize in beiden Teilen des Experiments. Einen Gratton-Effekt über beide Teile des Experiments konnten wir bei diesem Bahnungsexperiment nicht finden, was nahe legt, dass Bewusstheit über den Hinweisreiz eine wichtige Rolle beim Auftreten von Konflikthanpassung spielt, da wir ausschließlich maskierte Hinweisreize verwendeten.

In Zukunft wäre es interessant zu untersuchen, bei welchen weiteren Bedingungen ein Gratton-Effekt auftauchen könnte. Die Bewusstheit über eigene Fehler könnte nach jedem Durchgang explizit erfragt werden. Methodische Variationen wie die Darbietungsdauer von Hinweisreizen, der Intervalle zwischen Hinweisreiz und Zielreiz oder verschiedene Arten von Maskierung könnten vorgenommen werden.

7 Schlussfolgerung

Wir fanden keinen Gratton-Effekt, wenn die Versuchspersonen sich ihrer Antwortgeschwindigkeit bewusst waren. Wir konnten also unsere Hypothese, dass Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit notwendig ist, damit ein Gratton-Effekt auftritt, nicht bestätigen. Es war weder die Antwortgeschwindigkeit noch die Bewusstheit über die eigene Antwortgeschwindigkeit für das Auftauchen eines Gratton-Effekts Voraussetzung. Eine Vermittlung des Gratton-Effekts über die Antwortgeschwindigkeit ist also nicht anzunehmen. Selbst wenn man alternative Mechanismen zum Auftauchen von Kongruenz-Sequenz-Effekten berücksichtigt, lässt sich bei maskierten Hinweisreizen kein Gratton-Effekt finden. Anpassungseffekte sind eher aufgrund des Faktors Kongruenz/Inkongruenz des vorherigen Durchgangs zu finden. Die Bewusstheit über den Hinweisreiz scheint eine kritische Rolle beim Auftreten von Konflikthanpassung zu spielen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Mittelwerte der Reaktionszeiten und Fehlerraten in den Bedingungen Kongruenz/Inkongruenz im aktuellen und vorherigen Durchgang bei richtiger/nicht richtiger Einschätzung des Hinweisreizes im vorherigen Durchgang

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1.* Gratton-Effekt (Kongruenz-Sequenz-Effekt) in der Antwortgeschwindigkeit
- Abbildung 2.* Inkongruenter Durchgang mit einem maskierten Bahnungsreiz
- Abbildung 3.* Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang)
- Abbildung 4.* Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang)
- Abbildung 5.* Antwortgeschwindigkeit (Median) im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der objektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 6.* Fehlerrate (Median) im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der objektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 7.* Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 8.* Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven Geschwindigkeit im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 9.* Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 10.* Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 11.* Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen
- Abbildung 12.* Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen

Abbildung 13. Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen

Abbildung 14. Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von der subjektiven und objektiven Geschwindigkeit (schnell oder langsam) im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen

Abbildung 15. Antwortgeschwindigkeit im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in ms in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen

Abbildung 16. Fehlerrate im Durchgang n (im aktuellen Durchgang) in % in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im Durchgang n-1 (im vorherigen Durchgang) in kongruenten und in inkongruenten Bedingungen

Abbildung 17 Antwortgeschwindigkeit (in ms) in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen und im aktuellen Durchgang in den Bedingungen Bewusstheit/keine Bewusstheit über Konflikt im vorherigen Durchgang

Abbildung 18. Fehlerrate (in %) in Abhängigkeit von Kongruenz/Inkongruenz im vorherigen und im aktuellen Durchgang in den Bedingungen Bewusstheit/keine Bewusstheit über Konflikt im vorherigen Durchgang

Literaturverzeichnis

- Ansorge, U., Fuchs, I., Khalid, S., & Kunde, W. (2011). No conflict control in the absence of awareness. *Psychological Research*, *75*, 351–365. doi:10.1007/s00426-010-0313-4
- Bermeitinger, C. (2015). Priming. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie*. Abgerufen am 12.09.2015, von <https://portal.hogrefe.com/dorsch/priming>
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*(3), 624–652. doi:10.1037//0033-295X.108.3.624
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingu-late cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(12), 539–546. doi:10.1016/j.tics.2004.10.003
- Botvinick, M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (1999). Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, *402*, 179-181.
- Breitmeyer, B. G. (1984). *Visual masking: An integrative approach*. New York: OxfordUniversity Press.
- Breitmeyer, B. G., & Ögmen, H. (2000). Recent models and findings in visual backwardmasking: A comparison, review, and update. *Perception and Psychophysics*, *62*, 1572–1595.
- Breitmeyer, B. G., & Ögmen, H. (2006). *Visual masking: Time slices through conscious and unconscious vision* (2. Ausg.). Oxford University Press.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., & Cohen, J. D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, *280*, 747-749.
- Cleeremans, A. (2011). The radical plasticity thesis: how the brain learns to be conscious. *Frontiers in Psychology*, *2*, 86. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00086
- Dehaene, S., Artiges, E., Naccache, L., Martelli, C., Viard, A., Schürhoff, F., Recasens, C., Martinot, M. L., Leboyer, M., & Martinot, J. L. (2003). Conscious and subliminal conflicts in normal subjects and patients with schizophrenia: The role of the anterior cingulated. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, *100*, 13722-13727.
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: Basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, *79*(1), 1–37. doi:10.1016/S0010-0277(00)00123-2

- Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'h, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G., Van de Moortele, P.-F., & Le Biham, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. *Nature*, *395*, 597–600.
- Desender, K., Van Lierde, E., & Van den Bussche, E. (2013). Comparing conscious and uncon-scious conflict adaptation. *PLoS One*, *8*(2), 1–9. doi:10.1371/journal.pone.0055976
- Desender, K., Van Opstal, F., & Van den Bussche, E. (2014). Feeling the conflict: The crucial role of conflict experience in adaptation. *Psychological Science*, *25*, 675–683. doi:10.1177/0956797613511468
- Egner, T. & Hirsch, J. (2005). Cognitive control mechanisms resolve conflict through cortical amplification of task-relevant information. *Nature Neuroscience*, *8*, 1784-1790. doi:10.1038/nn1594
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*(1), 143–149.
- Forster, K. I. (1998). The pros and cons of masked priming. *Journal of psycholinguistic research*, *27*(2), 203–33.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, *121*, 480–506. doi:10.1037/0096-3445.121.4.480
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of uncon-scious semantic activation. *Science*, *273*, 1699–1702. doi:10.1126/science.273.5282.1699
- Hebbs, D. O. (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*.
- Hommel, B. (1998). Event files: evidence for automatic integration of stimulus-response episodes. *Visual Cognition*, *5*, 183-216.
- Hommel, B. (2004). Event-files: feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 494-500.
- Hommel, B. & Colzato, L. S. (2004). Visual attention and the temporal dynamics of feature integration. *Visual Cognition*, *11*, 483-521.
- Hommel, B.; Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC); a framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*(5), 849-878.

- Hommel, B.; Proctor, R. W., & Vu, K. P. L. (2004). A feature-integration account of sequential effects in the Simon task. *Psychological Research*, *68*, 1-17.
- Kahneman, D. (1968). Method, findings, and theory in studies of visual masking. *Psychological Bulletin*, *70*(6), 404–425. doi:10.1037/h0026731
- Kerns, J.G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023-1026.
- Kiesel, A. (2009). Unbewusste Wahrnehmung. Handlungsdeterminierende Reizerwartungen bestimmten die Wirksamkeit subliminaler Reize. *Psychologische Rundschau*, *60*(4), 215-228.
- Kiesel, A., Kunde, W., & Hoffmann, J. (2007). Mechanisms of subliminal response priming. *Advances in Cognitive Psychology*, *3*, 307–315.
- Kinoshita, S., Forster, K. I., & Mozer, M. C. (2008). Unconscious cognition isn't that smart. Modulation of masked repetition priming effect in the word naming task. *Cognition*, *107*, 623–649. doi:10.1016/j.cognition.2007.11.011
- Kinoshita, S., Mozer, M. C., & Forster, K. I. (2011). Dynamic adaptation to history of trial difficulty explains the effect of congruency proportion on masked priming. *Journal of experimental psychology. General*, *140*(4), 622–36. doi:10.1037/a0024230
- Klotz, W., & Neumann, O. (1999). Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*, 976–992.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus-response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*(1), 198–205. doi:10.3758/BF03196485
- Kunde, W., Reuss, H., & Kiesel, A. (2012). Consciousness and cognitive control. *Advances in Cognitive Psychology*, *8*(1), 9-18.
- Kunde, W., & Wuhr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, *34*(2), 356-367.
- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 12-18.
- Lamme, V. A. F., & Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends Neuroscience*, *23*, 571-579.
- Lau, H. C., & Passingham, R. E. (2007). Unconscious activation of the cognitive control system in the human prefrontal cortex. *The Journal of Neuroscience*, *27*, 5805-5811.

- Lupker, S. J., Brown, P., & Colombo, L. (1997). Strategic control in a naming task: Changing routes or changing deadlines? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 570-590. doi:10.1037/0278-7393.23.3.570
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stengler, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, *288*, 1835-1838.
- MacMillan, N. A., & Creelmann, C. D. (2005). *Detection theory: A user's guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maniscalco, B., & Lau, H. (2012). A signal detection theoretic approach for estimating metacognitive sensitivity from confidence ratings. *Consciousness and cognition*, *21*(1), 422–30. doi:10.1016/j.concog.2011.09.021
- Marcel, A. (1983). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive Psychology*, *15*, 197-237.
- Mayr, U., Awh, E., & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, *6*, 450-452. doi:10.1038/nn1051
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167-202.
- Müller, H. J., & Krummenacher, J. (2008). Aufmerksamkeit. In J. Müsseler (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie*. Zweite neu bearbeitete Auflage (S. 103–155). Heidelberg: Spektrum, Akademischer Verlag.
- Münsterberg, H. (1910). *Subconsciousness*. Boston, MA: Badger.
- Myers, D. G. (2014). *Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Naccache, L., & Dehaene, S. (2001). Unconscious semantic priming extends to novel unseen stimuli. *Cognition*, *80*, 215-229.
- Nett, N., & Frings, C. (2015). Signalentdeckungstheorie. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie*. Abgerufen am 06.10.2015, von <https://portal.hogrefe.com/dorsch/signalentdeckungstheorie/>
- Neumann, O., & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli: Where is the limit of direct parameter specification? In C. Umiltà & M. Mascovitch (Herausgeber), *Attention and Performance XV. Conscious and nonconscious information processing*, 123-150. Cambridge: MIT Press.
- Nieuwenhuis, S., Stins, J. F., Posthuma, D., Polderman, T. J. C., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2006). Accounting for sequential trials effects in the flanker task: Conflict adaptation or associative priming? *Memory Cognition* *34*, 1260-1272.

- Norris, D., & Kinoshita, S. (2008). Perception as evidence accumulation and Bayesian inference: Insights from masked priming. *Journal of experimental psychology. General*, *137*(3), 434–455. doi:10.1037/a0012799.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *32*(1), 3-25. doi: 10.1080/00335558008248231
- Schmidt, T. (2002). The finger in flight: Real-time motor control by visually masked color stimuli. *Psychological Science*, *13*, 112-118.
- Schmidt, J. R. (2013). Questioning conflict adaptation: proportion congruent and Gratton effects reconsidered. *Psychonomic Bulletin and Review*, *20*, 615-630. doi: 10.3758/s13423-012-0373-0
- Schmidt, F., Haberkamp, A., & Schmidt, T. (2011). Dos and don'ts in response priming research. *Advances in Cognitive Psychology*, *7*(1), 120-131.
- Stanislaw, H., & Todorov, N. (1999). Calculating of signal detection theory measures. *Behavior research Methods, Instruments, & Computers*, *31*(1), 137-149.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662.
- Tanner, W. P. Jr. & Swets, J. A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, *61*, 401–409.
- Taylor, T. E., & Lupker, S. J. (2001). Sequential effects in naming: A time-criterion account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*, 117-138. doi:10.1037/0278-7393.27.1.117.
- Treisman, A. (1996). The binding problem. *Current Opinion in Neurobiology*, *6*, 171-178.
- Ullsperger, M., Bylsma, L. M., & Botvinick, M. M. (2005). The conflict adaptation effect: it's not just priming. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*, *5*(4), 467–72. Von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16541815>
- Ullsperger, M., & von Cramon, D. Y. (2001). Subprocesses of performance monitoring: A dissociation of error processing and response competition revealed by event-related fMRI and ERPs. *Neuro-Image*, *14*, 1387-1401.
- Van den Bussche, E., Van den Noortgate, W., & Reynvoet, B. (2009). Mechanisms of masked priming: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *135*(3), 452-477.
- Van den Bussche, E., Vermeiren, A., Desender, K., Gevers, W., Hughes, G., Verguts, T., & Reynvoet, B. (2013). Distinguishing conscious and unconscious processing: a subjective trial-based assessment approach. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 769. doi: 10.3389/fnhum.2013.00769

- Van Gaal, S., Lamme, V. A. F., & Ridderinkhof, K. R. (2010). Unconsciously triggered conflict adaptation. *PLoS ONE*, 5(7): e11508. doi:10.1371/journal.pone.0011508.
- Van Gaal, S.; Ridderinkhof, K. R., Fahrenfort, J. J., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. F. (2008). Frontal cortex mediates unconsciously triggered control. *The Journal of Neuroscience*, 28, 8053-8062.
- Van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. F. (2010). Unconscious activation of the prefrontal no-go network. *The Journal of Neuropsychology*, 30, 4143-4150.
- Van Opstal, F., Gevers, W., Osmann, M., & Verguts, T. (2010). Unconscious task application. *Consciousness and Cognition*, 19, 999-1006. doi: 10.1016/j.concog.2010.05.002
- Verguts, T., & Notebaert, W. (2009). Adaptation by binding: a learning account of cognitive control. *Trends in cognitive science*, 13(6), 252-257. doi: 10.1016/j.tics.2009.02.007
- Verguts, T., Notebaert, W., Kunde, W., & Wühr, P. (2011). Post-conflict slowing: cognitive adaptation after conflict processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2011. doi: 10.3758/s13423-010-0016-2
- Vorberg, D. (2009). Unterliegt unbewusste Informationsverarbeitung bewusster Kontrolle? Is unconscious information processing subject to conscious control? In A. B. Eder, K. Rothermund, S. R. Schweinberger, M. C. Steffens, & H. Wiese (Herausgeber), 51. Tagung experimentell arbeitender Psychologen in Jena (S. 94). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T., & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100(10) 6275-6280.
- Weiskrantz, L. (1986). *Blindsight. A case study and implications*. Oxford: University Press.
- Weiskrantz, L., Warrington, E. K., Sanders, M. D., & Marshall, J. (1974). Visual capacity in the hemianoptic field following a restricted occipital ablation. *Brain*, 97, 709-728.
- Wühr, P. (2015). Gratton-Effekt. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie*. Abgerufen am 29.08.2015, von <https://portal.hogrefe.com/dorsch/gratton-effekt/>
- Yeung, N., Cohen, J. D., Botvinick, M. M. (2011). Errors of interpretation and modeling: A reply to Grinband et al.. *NeuroImage*, 57, 316-319.

Anhang

Instruktion Versuchsteilnehmer

Liebe VersuchsteilnehmerInnen,

Vielen Dank, dass Sie an dieser Studie teilnehmen. Wir führen ein Priming-Experiment durch, bei dem Ihre Aufgabe darin besteht, möglichst schnell und genau Wörter aus den Wortkategorien „oben“ und „unten“ zuzuordnen. Drücken Sie die Taste #5, um mit einem Durchgang zu beginnen und lassen Sie diese Taste gedrückt, bis Sie die Antwort zur Wortkategorie geben. Erscheint ein Wort aus der Wortkategorie „oben“, so drücken Sie bitte die #8, für ein Wort aus der Wortkategorie „unten“ drücken Sie bitte die #2.

Wir messen Reaktionszeit und Fehlerrate. Antworten Sie also bitte so schnell und so gut als möglich. Nach jeder einzelnen Ihrer Antworten geben Sie bitte mit den Tasten „D“ und „F“ eine Einschätzung Ihrer Reaktionszeit ab. Geben Sie bitte bipolar an, ob Sie meinen, in dem gerade absolvierten Durchgang eher schnell oder langsam gewesen zu sein. Treffen Sie diese Einschätzung bitte immer im Hinblick auf Ihre Antwortgeschwindigkeiten in allen bisherigen Durchgängen. Für diese Einschätzung können Sie sich ruhig Zeit lassen. Ob Sie die Taste „D“ für schnell und „F“ für langsam, oder „F“ für schnell und „D“ für langsam drücken sollen, wird Ihnen während der Instruktionen am Bildschirm mitgeteilt. Sie werden bei diesem ersten Teil des Experiments zuerst ein paar Probendurchgänge machen, um mit der Aufgabe vertraut zu werden. Anschließend sind drei Blöcke zu absolvieren, zwischen denen Sie jeweils eine Pause machen können.

Im zweiten Teil des Experiments wird die erste Aufgabe, Wörter den Kategorien „oben“ oder „unten“ zuzuordnen gleich bleiben. Die zweite Aufgabe die Antwortgeschwindigkeit einzuschätzen wird sich jedoch ändern. Das wird Ihnen jedoch nach dem ersten Teil des Experiments am Bildschirm erklärt werden. Im zweiten Teil des Experiments werden Sie ebenfalls zuerst ein paar Probendurchgänge machen, danach sind vier Blöcke zu absolvieren, die jedoch etwas kürzer sein werden als die drei Blöcke des ersten Teils.

Das Experiment wird ca. 40 min. dauern. Wenn Sie Fragen haben, steht Ihnen die Versuchsleitung jederzeit zur Verfügung.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!