



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Der Gratton-Effekt in Abhängigkeit der
Sichtbarkeit

Verfasser

Oliver Oberleitner

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im September 2010

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: V.-Prof. Dr.Ulrich Ansorge

INHALTSVERZEICHNIS:

1. Theorie.....	1
1.1. Einleitung.....	1
1.2. Abstract.....	2
1.3. Theoretischer Hintergrund.....	3
1.3.1. Inter-Trial-Effekte.....	3
1.3.2. 2 Wege der Verarbeitung.....	5
1.3.3. Häufigkeit der (in)kongruenten Durchgänge.....	6
1.3.4. Lokalisation im Zentralnervensystem.....	7
1.3.5. Konfiktanpassungseffekt und Effekt der adaptiven Verlangsamung.....	9
1.3.6. Unterdrückung des unbedingten Wegs.....	13
1.4. Herleitung der Fragestellung.....	15
1.5. Fragestellung.....	20
1.6. Zielsetzung.....	21
1.7. Hypothesen.....	22
2. Methode	
2.1. Versuchsteilnehmer.....	24
2.2. Design.....	25
2.3. Versuchsaufbau.....	27
2.4. Untersuchungsvorbereitung.....	31
2.5. Testverlauf	32
2.2. Analyse-Auswertung	33
3. Ergebnisse.....	34
4. Interpretation der Ergebnisse und Diskussion.....	40
5. Zusammenfassung.....	42
6. Legende.....	43
7. Literaturverzeichnis.....	44

Der Gratton-Effekt in Abhängigkeit der Sichtbarkeit

Oliver M. Oberleitner

Psychologische Fakultät - Wien

Theorie

Einleitung

Das Ziel meiner Diplomarbeit ist es die Bedingungen für das Auftauchen des Grattoneffekts genauer zu untersuchen. Der Grattoneffekt ist ein Phänomen, das für den Versuchsaufbau von experimentellen Untersuchungen stets mitberücksichtigt werden sollte, da er einen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit von Versuchspersonen hat. Zuerst wird ein Überblick über den theoretischen Hintergrund und den aktuellen Stand der Dinge gegeben. Anschließend wird die verwendete Methode erläutert und danach werden die Ergebnisse der Untersuchung präsentiert. Durch die Erkenntnisse die aus dieser Studie entstehen, können zukünftige Untersuchungen zu genaueren Ergebnissen führen und diese besser interpretiert werden.

Abstract

Diese empirische Untersuchung wurde basierend auf einer vorausgehenden Studie (W. Kunde, 2003) durchgeführt. Diese überprüfte seine Hypothese, dass der Grattoneffekt nur bei sichtbaren Bedingungen in Erscheinung tritt und nie bei maskierten Bedingungen. Das Ziel meiner Studie war es Kundes Annahme, anhand der Auswirkungen des Grattoneffekts auf die Reaktionsgeschwindigkeit als auch auf die Fehlerhäufigkeit in sichtbaren und maskierten Bedingungen, zu testen. In meiner Untersuchung wurde der Grattoneffekt in einem zweistufigen, zweifaktoriellen Design in vier Versuchsblöcken überprüft. 32 Versuchspersonen der psychologischen Fakultät in Wien wurden getestet. Jeder Block bestand aus einem maskierten und einem unmaskierten Teil, die systematisch variierten. Dadurch konnten die unterschiedlichen Effekte bei kongruenten und inkongruenten Bedingungen und deren verschiedenen Konstellationen getestet werden. Anschließend wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass sich der Grattoneffekt tatsächlich nur in den sichtbaren Bedingungen zeigte. Dies spricht dafür, dass „automatisches“ Antwortpriming willentlich beeinflussbar ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigten die Hypothese von Kunde.

Schlüsselwörter: Cue, Prime, Target, Kongruenz, Inkongruenz, Grattoneffekt, Maskierung

Theoretischer Hintergrund

Inter-Trial-Effekte

Aus den bisherigen Untersuchungen ging hervor, dass ein singulärer Untersuchungsdurchgang nicht völlig unabhängig von den vorausgehenden Durchgängen ist. Es stellte sich heraus, dass zwischen den einzelnen Durchgängen Abhängigkeiten bestehen. Diese Effekte wurden in mehreren experimentellen Studien überprüft und es zeigten sich folgende Ergebnisse. Man kam zu der Erkenntnis, dass es nicht nur zu Effekten zwischen einzelnen Durchgängen kam, sondern auch dass verschiedene Konstellationen unterschiedliche Auswirkungen hatten. In diesen früheren Untersuchungen wurde ein Hinweisreiz (Cue) und ein Zielreiz (Target) verwendet, die einander entsprechen konnten oder nicht.

Wenn der Hinweisreiz eine ähnliche räumliche oder inhaltliche Bedeutung wie der Zielreiz aufweist, sie örtlich oder kontextuell übereinstimmen, spricht man von Kongruenz zwischen Hinweisreiz und Zielreiz (z.B.: gleiche Bildschirmposition). Wenn sich die beiden Reize nicht ähneln, beziehungsweise eine konträre Bedeutung haben, spricht man von Inkongruenz.

Der Hinweisreiz ist ein sehr kurz gezeigter Reiz. Bei der Darbietungsdauer handelt es sich meist um wenige Millisekunden (ms), sodass dieser Hinweisreiz im Vergleich zum Zielreiz schlechter sichtbar ist. Der Zielreiz wird hingegen länger gezeigt und kann deswegen besser erkannt werden.

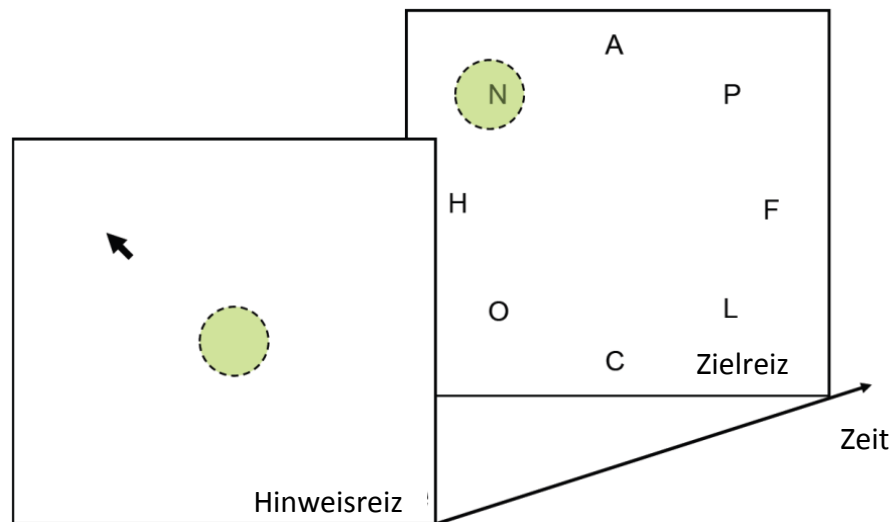


Abbildung 1: Verlagerung der Aufmerksamkeit vom Bildschirmzentrum zu dem Pfeil; schnellere Wahrnehmung des Zielreizes

Zum Beispiel kann es sich beim Hinweisreiz um einen Pfeil handeln, der an einer bestimmten Stelle eines Computerbildschirms für kurze Zeit aufleuchtet. Der Zielreiz kann ein bestimmter Buchstabe (z.B.: „N“) sein, der länger gezeigt wird (siehe Abb.1). Die entstehende Kongruenz (im Beispiel die gleiche räumliche Position von Pfeil und Zielreiz), beziehungsweise Inkongruenz kann gemessen werden. Bei Kongruenz kommt es zu schnelleren Reaktionszeiten und einer geringeren Fehlerhäufigkeit. Man geht davon aus, dass der Hinweisreiz zu einer automatischen Aufmerksamkeitsverlagerung führt, wodurch sich in einer kongruenten Bedingung die Aufmerksamkeit bereits auf der richtigen Position für den anschließenden Zielreiz befindet. Dadurch kommt es zu schnelleren Reaktionszeiten. Umgekehrt führt das Anzeigen einer anderen oder konträren Position zu längeren Suchzeiten. Da die Aufmerksamkeit neu verlagert werden muss kommt es somit auch zu längeren Reaktionszeiten und einer größeren

Fehlerhäufigkeit. Es stellte sich heraus, dass die Kongruenz nicht nur zu Effekten im aktuellen Durchgang führt, sondern auch Auswirkungen auf den nächsten Durchgang hat. Außerdem kommt es zu unterschiedlichen Effekten, je nachdem ob der vorausgehende Durchgang eine kongruente Hinweisreiz-Zielreiz Konstellation aufwies, oder sich Zielreiz und Hinweisreiz inkongruent zueinander verhielten. Im Fall einer kongruenten vorausgehenden Bedingung kommt es zu noch schnelleren Reaktionszeiten in der aktuellen Bedingung, sofern diese auch kongruent ist. Sollte der aktuelle Durchgang inkongruent sein kommt es zu längeren Reaktionszeiten. War der vorausgehende Durchgang inkongruent kommt es in einem aktuellen kongruenten Durchgang zu längeren Reaktionszeiten. Falls der aktuelle Untersuchungsdurchgang ebenfalls inkongruent ist verkürzen sich die Reaktionszeiten.

Für diesen Sachverhalt gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten:

Zwei Wege der Verarbeitung

Stürmer, Soetens, Leuthold, Schröter und Sommer (2002) stellten die Hypothese auf, dass es zwei unterschiedliche Verarbeitungswege gibt, die zwischen Wahrnehmung und Handlung liegen. Es wird angenommen, dass es einen bedingten Weg gibt bei dem die richtige Antwort intentional selektiert und aktiviert wird, wohingegen auf einem parallelen unbedingten Weg eine Reaktion automatisch aktiviert wird. Stimuli auf der linken Seite des Sehfelds primen linksseitige Antworten und rechtsseitige Stimuli rechtsseitige Antworten. Unter Primen versteht man die unterschwellige Aktivierung von Assoziationen. Wenn ein Reiz und eine Antwort sich kongruent zueinander verhalten wird die Suche nach einer richtigen Antwort erleichtert. Im Gegensatz dazu

verursachen die beiden Wege der Verarbeitung einen Antwortkonflikt, wenn der Reiz und die Reizantwort nicht kongruent sind. Die automatische Reaktion führt dazu, dass man seine Aufmerksamkeit auf den Reiz richtet, wohingegen die willentliche Aufgabenbewältigung eine korrekte Reaktion anstrebt. Aus diesem Konflikt resultieren verlängerte Reaktionszeiten.

Häufigkeit der (in)kongruenten Durchgänge

Hommel (1994) stellte fest, dass die Häufigkeiten der kongruenten und inkongruenten Durchgänge die Größe des reaktiven Simoneffekts beeinflussen. Der Simoneffekt bezeichnet die Tatsache, dass Antwortzeiten auf Reize kürzer ausfallen, wenn sich Reiz und Reaktion am gleichen Ort befinden, selbst wenn die Reizposition irrelevant für die Durchführung der Aufgabe ist. Bei 80% der kongruenten Durchgänge verkürzte der Simoneffekt die Reaktionszeiten, aber bei nur mehr 20% kongruenter Durchgänge kehrte sich der Effekt um.

In ihrer Untersuchung stellten Stürmer et al. (2002) ebenfalls eine Verringerung des Simoneffekts fest, wenn die Anzahl der kongruenten Durchgänge sank. Zusätzlich stellten sie nur einen Simoneffekt nach kongruenten und nicht nach inkongruenten Durchgängen fest. Wenn die kongruenten Durchgänge sehr selten waren kehrte sich der Simoneffekt um. Das Fehlen des Simoneffekts nach inkongruenten Durchgängen, lässt sich durch die Annahme der Unterdrückung des unbedingten Wegs erklären, wodurch inkorrektes Antwortpriming verhindert wird. Wenn kongruente Durchgänge vorausgingen, sanken die Reaktionszeiten bei kongruenten Durchgängen und bei inkongruenten Durchgängen stiegen sie. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass

entweder der unbedingte Weg von der Unterdrückung befreit ist oder es zu einer Fehlleistung des unbedingten Wegs kommt. Laut der Unterdrückungshypothese (Stürmer et al., 2002) ist der unbedingte Weg nach kongruenten Ereignissen aktiver hingegen nach inkongruenten Durchgängen stärker blockiert. Die Ergebnisse der Untersuchungen sprechen dafür, dass die Häufigkeit der Kongruenz das bedingte Verarbeiten beeinflusst.

Diese Studie von Stürmer et al. (2002) zeigte, dass Modulationen der Kongruenz bezogen auf die Häufigkeiten kongruenter Durchgänge zu den Abhängigkeiten zwischen den Durchgängen beitragen. Stürmer et. al (2002) vermuten, dass dieser Einfluss auf eine Unterdrückung des unbedingten Wegs zurückgeht.

Lokalisation im Zentralnervensystem

Es wurden auch bereits neuronale Korrelate festgestellt, die mit den unterschiedlichen Reaktionszeiten bei wechselnden kongruenten und inkongruenten Bedingungen in Verbindung zu stehen scheinen.

Botvinick, Braver, Yeung, Ullsperger, Carter und Cohen (2004) gehen davon aus, dass die Konflikte zwischen den verschiedenen Verarbeitungswegen auf die Grenzen der Aufmerksamkeitskapazität zurückzuführen sind. Sie beschreiben Aufmerksamkeit als einen Mechanismus zur Konfliktverhinderung.

Botvinick et. al. (2004) entwickelten die Konflikt-Überwachungs-Hypothese, laut der die Aufmerksamkeitssysteme direkt die Konflikte evaluieren.

Sie gliedert sich in zwei Teile. Erstens bestehen spezifische Subsysteme im menschlichen Zentralnervensystem die auf Konflikte der Informationsverarbeitung reagieren und auch speziell auf Antwortkonflikte. Zweitens führt die Wahrnehmung derartiger Konflikte zu kompensatorischen Prozessen im Aufmerksamkeits- beziehungsweise Kontrollsystem, um diese Konflikte zu reduzieren oder zu verhindern.

Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter und Cohen (1999) vermuteten, dass es sich bei der Regulation der Aufmerksamkeit um das Hirnareal des anterioren cingulären Cortex (ACC) handelt. Sie nahmen an, dass im ACC das Auftreten von Konflikten im Prozess der Informationswahrnehmung erkannt und angezeigt wird. Es konnte eine höhere Aktivität des ACC während Durchgängen mit einem hohen Konfliktlevel festgestellt werden, als bei Durchgängen mit einem geringeren Konfliktlevel.

Carter und Veen (2007) gehen ebenfalls davon aus, dass der anteriore cinguläre Cortex (ACC) mit der Konfliktwahrnehmung zusammenhängt. Das Monitoring System scheint tatsächlich ein spezifisches neuronales Korrelat zu haben und zwar den ACC. Beim Bemerkens eines inneren Konflikts durch den ACC werden vermutlich die Areale des dorsolateralen präfrontalen Cortex (DLPFC) aktiviert, wodurch der Konflikt reduziert wird.

Dies wurde mithilfe der Stroop Aufgabe überprüft. Bei dieser Aufgabe wurden den Versuchspersonen Wörter mit Farbbezeichnungen in unterschiedlichen Farben präsentiert. Dabei mussten sie die Farbe der Wörter benennen und gleichzeitig die Bedeutung der Wörter ignorieren. Wenn die Bedeutung eines Wortes nicht mit dessen Farbe identisch war, entstand ein Antwortkonflikt und die Häufigkeit falscher Antworten stieg.

Dieser Konflikt aktivierte das Konfliktüberwachungssystem im ACC, wodurch die Kontrollfunktionen im DLPFC aktiviert wurden. Dadurch stieg die Aufmerksamkeit für die Farbe in den folgenden Durchgängen und es kam zu einer besseren Leistung. Diese Aktivierung des ACC wurde sowohl bei kongruenten als auch inkongruenten Durchgängen festgestellt. Wie stark sich ein vorhergehender Durchgang auf die Leistung des nächsten Durchgangs auswirkt hängt vom Ausmaß des wahrgenommenen Konflikts im vorherigen Durchgang ab.

Konflikthanpassungseffekt und Effekt der adaptiven Verlangsamung

Es wurden zwei weitere Effekte gefunden, die die unterschiedlichen Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten bei den verschiedenen Konstellationen von kongruenten und inkongruenten Durchgängen bedingen. Der „Konflikthanpassungseffekt“ und der „Effekt der darauf folgenden Verlangsamung“ (Carter & Veen, 2007).

Der „Konflikthanpassungseffekt“ bezieht sich auf die Tatsache, dass der Unterschied der Leistung zwischen inkongruenten und kongruenten Durchgängen auch von den Eigenschaften des vorherigen Durchgangs abhängt. Nach mehreren inkongruenten Durchgängen ist die Leistung bei einem weiteren inkongruenten Durchgang nicht so stark durch irrelevante Reize beeinflusst, wie bei einem nachfolgenden kongruenten Durchgang. Wenn ein weiterer inkongruenter Durchgang auf einen inkongruenten Durchgang folgt sind die Reaktionszeiten kürzer und die Fehlerhäufigkeit ist geringer als wenn ein kongruenter Durchgang vorausgeht. Und umgekehrt sind die

Reaktionszeiten bei einem aktuellen kongruenten Durchgang kürzer wenn ein kongruenter und länger wenn ein inkongruenter Durchgang vorausgeht. Durch den Konfliktpassungseffekt steigt das Ausmaß der Kontrolle bei der Wahrnehmung eines Konflikts. Dieses Phänomen wurde als die „konfliktabhängige, dynamische Anpassung der Kontrolle“ bezeichnet (Botwinick, Braver, Barch, Carter & Cohen 2001). Nach einem konfliktfreien Durchgang ist die Kontrolle entspannter und dadurch wird man durch irrelevante Stimuli leichter abgelenkt. Nach einem konfliktbehafteten Durchgang ist die Kontrolle größer, wodurch die Anfälligkeit für irrelevante Reize geringer ist. Durch diese Erkenntnis lassen sich die verschiedenen Reaktionszeiten in den unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus kongruenten und inkongruenten Durchgängen erklären.

Reaktionszeiten bei kongruent-kongruent Durchgängen (K-K) sind sehr schnell. Die relevante und irrelevante Reizdimension aktivieren dieselbe Antwort, wodurch eine Aktivität (Handlungsbereitschaft) schneller aufgebaut wird. Dies führt wiederum zu einer schnelleren Antwort. Reaktionszeiten bei inkongruent-kongruent Durchgängen (I-K) sind im Vergleich dazu langsam. Der erleichternde Effekt der irrelevanten Reizdimension ist reduziert und die Aktivierung der richtigen Antwort ist langsamer. Bei inkongruent-inkongruent Durchgängen (I-I) kommt es meist zu schnellen und richtigen Antworten, weil der inkongruente ablenkende Reiz früher identifiziert und aussortiert werden kann, wodurch eine geringere Aktivierung in Richtung falscher Antwort erfolgt. Bei kongruent-inkongruent Durchgängen (K-I) hat der inkongruente ablenkende Reiz stärkere Auswirkungen auf die Antwort. Dies zeigt sich in einem größeren Antwortkonflikt, wodurch längere Reaktionszeiten und größere Fehlerhäufigkeiten resultieren. Lateralisierte-Bereitschaftspotential-Daten zeigten auch,

dass die anfängliche inkorrekte Antwortaktivierung bei kongruent-inkongruent Durchgängen größer ist als bei inkongruent-inkongruent Durchgängen. Durch die ACC-Aktivierung bei widersprüchlichen Durchgängen kann sowohl die DLPFC-Aktivierung während den nachfolgenden hoch kontrollierten Durchgängen vorausgesagt werden, als auch die Störanfälligkeit des Verhaltens (Carter & Veen, 2007).

Die zweite Erklärungsmöglichkeit ist die „nachherige Verlangsamung“. Es ist bekannt, dass Menschen nach fehlerhaften Durchgängen langsamer und konzentrierter antworten. Diese nachherige Verlangsamung hängt vermutlich mit einem Kontrollmechanismus zusammen und scheint mit einer gesteigerten DLPFC-Aktivierung beim folgenden Durchgang einherzugehen. Zusätzlich stellte man fest, je größer die Aktivität des ACC war, desto langsamer antworteten Versuchsteilnehmer im folgenden Durchgang. Ein starker Konflikt bei Fehlern reduzierte die Aktivierung einer Antwortreaktion im anschließenden Durchgang. Somit wurde langsamer geantwortet, da die Antwortaktivierung länger dauerte.

Es stellte sich heraus, dass sowohl der Konfliktadaptionseffekt als auch die nachträgliche Verlangsamung die Aktivierung derselben Areale des DLPFC zur Folge haben (Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger & Carter 2004).

Wenn Konfliktwahrnehmung durch den ACC zu einer Kontrollaktivierung führt, müssten Läsionen zu einer Beeinträchtigung dieser Mikroanpassungen führen. Eine Untersuchung von acht Patienten zeigte, dass diese tatsächlich einen geringeren Effekt der nachträglichen Verlangsamung und einen schlechteren Konfliktadaptionseffekt zeigten.

Ein neuer Ansatz stammt von Steenbergen, Band und Hommel (2009) und berücksichtigt die Tatsache, dass Emotion und Kognition eng verknüpft sind. Wenn die Konfliktpassung auf der negativen Qualität des Konflikts beruht, müsste sie durch ein positives, belohnendes Ereignis aufgehoben werden können. Es müsste zu einer Reduktion der Konfliktpassung kommen, wenn diesen Durchgängen ein finanzieller Gewinn folgen würde.

Begründet ist diese Annahme auf der Feststellung, dass eine positive Stimmung die Leistung verbessern kann. Auch sehr kurze affektive Stimmungen können mit Adaptionen der kognitiven Kontrolle einhergehen. Ein weiterer Aspekt dieser Studie war, dass allein auf Basis der subjektiven Erfahrung einer Belohnung, adaptive Kontrolle entstehen kann. Daraus folgt, dass sich in maskierten Bedingungen adaptive Kontrolle aus der bloßen Überzeugung ob ein Durchgang kongruent oder inkongruent ist, entwickeln kann. Dies kann überprüft werden, indem man nur die richtig beurteilten Durchgänge betrachtet.

Botvinick (2007) nahm an, dass ein experimenteller Konflikt möglicherweise als ein negatives Ereignis erfahren wird. Die aversive Qualität des Konflikts könnte die Notwendigkeit einer Korrektur im kognitiven Kontrollsystem auslösen. Wenn die Notwendigkeit einer Kontrolle durch ein negatives Ereignis angezeigt wird, so müsste es möglich sein diesen Kontrolloperationen durch die Vorgabe eines positiven, belohnenden Ereignisses entgegenzuwirken. Die Idee dahinter war, dass der Belohnungsreiz möglicherweise das konfliktinduzierte Kontrollsignal ausgleichen und somit eine Änderung des Verhaltens verhindern könnte. In ihrer Untersuchung stellten sie fest, dass der monetäre Gewinn tatsächlich zu einer starken Reduktion der

konfliktverursachten Anpassung führte. Der belohnende Reiz und der Antwortkonflikt können sich gegenseitig aufheben. Durch Belohnungen ist es anscheinend möglich, das Kontrollsystem zu schwächen.

Des Weiteren stellte man fest, dass die zweiwegige Verarbeitung sowohl von dem Ausmaß der Kongruenz des vorausgegangenen Durchgang als auch von der relativen Häufigkeit der kongruenten Durchgänge abhängt.

Unterdrückung des unbedingten Wegs

Wie eingangs erwähnt, haben in der experimentellen Psychologie eine Vielzahl von Untersuchungen gezeigt, dass eine Reaktion auf einen vorausgegangenen Reiz nicht völlig von aufgabenirrelevanten Informationen abgeschirmt werden kann.

Dies kann anhand von geringerer Leistungserbringung festgestellt werden. Daraus lässt sich ebenfalls schließen, dass es neben einer reflektierten Reaktionswahl zusätzlich einen automatischen unbedingten Weg der Antwortaktivierung gibt (Ansorge 2000).

Untersuchungen zeigten (Stürmer, Leuthold, Soetens, Schröter & Sommer, 2002), dass Kongruenzeffekte reduziert werden konnten, wenn der vorausgehende Durchgang inkongruent war. Aus dieser Beobachtung entstand die Idee, dass der automatische unbedingte Antwortweg nach inkongruenten Durchgängen kurzzeitig blockiert werden kann, was sich in niedrigeren Kosten bei inkongruenten Stimulus-Reiz (S-R) und geringeren Gewinnen bei kongruenten S-R Konstellationen in den folgenden Durchgängen zeigte (Kunde, 2003).

Kunde (2003) erwähnt in diesem Zusammenhang den „Gating Account“. Dieser Ansatz vertritt den Standpunkt, dass das „automatische“ Antwortschema nicht so immun gegenüber bewusster Kontrolle ist, wie es bisher angenommen wurde. Bereits Gratton, Gehring, Coles und Donchin (1992b) nahmen an, dass die Antwort auf eine visuelle Information entweder schon auf einer frühen parallelen Stufe der Verarbeitung erfolgen kann oder erst zu einem späteren Zeitpunkt. Die Auswahl der geeigneten Verarbeitungsstufe ist laut Gratton, Coles und Donchin (1992a) strategisch und kontextbezogen. Die Ergebnisse ihrer Studie zeigten, dass die Nützlichkeit der Information bestimmt zu welchem Zeitpunkt der Verarbeitung die Antwortaktivierung erfolgt. Des Weiteren stellten Gratton et. al. (1992b) die Vermutung auf, dass das Feature-Analyse-System durch eine vorausgehende warnende Information stärker aktiviert oder geprimt wird. Sie nehmen an, dass eine vorausgehende Information die Arbeit des Informationsverarbeitungssystems verändert. Ihre Untersuchung ergab, dass ein vorausgehender warnender Hinweisreiz die Versuchspersonen dazu veranlasst hatte, Erwartungen bezüglich des Auftretens kommender Zielreize zu generieren.

Die Ergebnisse einer Reaktionszeitstudie von Schlaghecken und Eimer (1997) führten zu der Erkenntnis, dass es durch unbewusst wahrgenommene Hinweisreize zu einer Antwortvorbereitung kommt, die nach einiger Zeit zum gegenteiligen Effekt führen und eine Antwortgabe hemmen. Sie nehmen an, dass maskierte Reize Effekte auf die motorische Aktivität haben und dass dies auf eine Aktivität des visuomotorischen Kontrollsystem zurückzuführen ist. Dieses nutzt die Informationen des Hinweisreizes um die richtige Antwort einzuleiten, unabhängig von der bewussten Wahrnehmung.

Herleitung der Fragestellung

Kunde (2003) kam in seiner Untersuchung zu dem Ergebnis, dass das Bewusstsein eines Antwortkonflikts im vorausgehenden Durchgang entscheidend ist um sequentielle Modulationseffekte zu produzieren. Er schließt aus dieser Erkenntnis, dass das „Gating“ von automatischen Antwortreaktionen nicht eine unmittelbare Konsequenz eines Antwortkonflikts ist, sondern ein strategischer Versuch der Probanden die automatische Antwort zu unterdrücken. Zugleich stellte er fest, dass die bewusste Wahrnehmung des Primes im aktuellen Durchgang nicht wesentlich für sequentielle Effekte war. Daraus lässt sich schließen, dass die sequentielle Modulation ihren Ausgangspunkt in späteren Stufen der Wahrnehmungsverarbeitung hat.

Prime induzierte Antwortaktivierung kann nach einem inkongruenten Durchgang kurzzeitig unterdrückt werden. Dies zeigte sich in der Untersuchung allerdings nur wenn der Prime des vorausgegangenen Durchgangs bewusst wahrgenommen wurde. Kunde geht davon aus, dass die vorübergehende Unterdrückung der automatischen Antwort auf einen Prime durch eine intentionsgesteuerte Strategie entsteht.

Bei vielen früheren Untersuchungen waren die Primes sichtbar, weshalb den Versuchspersonen die gegensätzlichen Antwortformate bewusst waren. In dieser Studie wurden die Reize unter der Wahrnehmungsschwelle präsentiert, wodurch sich zwar Effekte auf die Leistung ergaben, es den Versuchspersonen jedoch nicht bewusst war, ob ein Antwortkonflikt existierte.

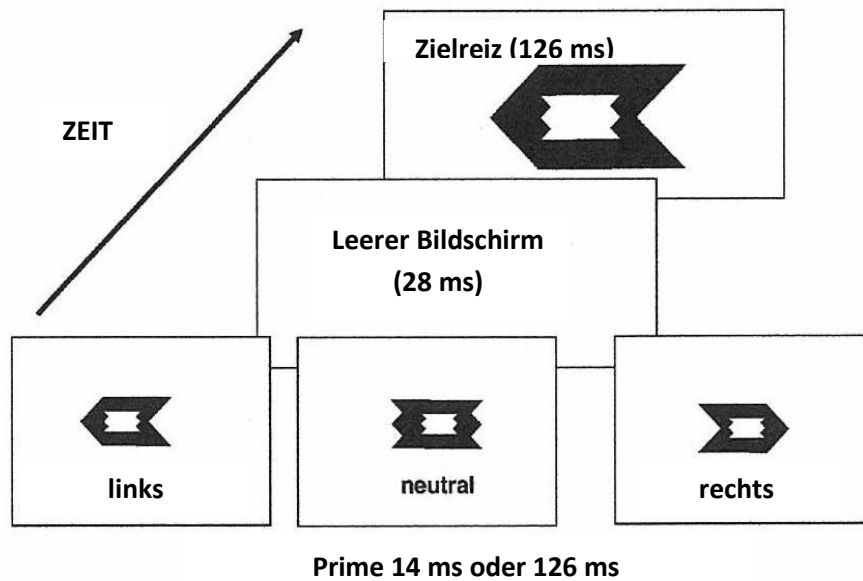


Abbildung 2: Auf einen der drei Primes folgt nach einem leeren Bildschirm der Zielreiz (Target), der linke Pfeil verhält sich kongruent zum Zielreiz, der rechte Pfeil inkongruent und der mittlere Pfeil neutral

In seinem ersten Experiment gab es eine kongruente Bedingung, eine neutrale Bedingung und eine inkongruente Bedingung. Die Pfeile passten genau in den Ausschnitt des Zielreizes und die Versuchspersonen wurden über Präsenz und Formen der Primes informiert. Anschließend wurde erfragt ob die Primes gesehen wurden und ob diese mit dem Zielreizen übereinstimmten.

Dabei gab es zwei Möglichkeiten für die Reizdauer der Hinweisreize. Entweder die Primes waren sichtbar und hatten eine Darbietungszeit von 126 Millisekunden (ms) oder sie waren nicht sichtbar und wurden nur 14 ms lang gezeigt.

Dabei stellte er fest, dass die Primes bei einer Dauer von 14 ms nicht unterscheidbar waren und bei 126 ms schon. Bei diesem Experiment überprüfte er, ob die Effekte zwischen zwei Durchgängen auf die Sichtbarkeit der Primes zurückzuführen war.

In seiner Untersuchung waren die Reaktionszeiten bei kongruenten kürzer als bei neutralen Durchgängen und bei neutralen kürzer als bei inkongruenten Durchgängen.

Wenn eine inkongruente Bedingung vorausging dann zeigte sich der Grattoneneffekt.

Allerdings nur bei sichtbaren Primes. Es zeigte sich kein Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei nicht sichtbaren Primes und es kam zu längeren Reaktionszeiten wenn die Primes sichtbar waren.

Diese Effekte wurden auf den Mechanismus des „Gating“ von automatischem Antwortpriming zurückgeführt. Beeinflussung fand nur statt wenn die Primes sichtbar waren. Daraus folgerte Kunde dass Gating einem willentlichen Eingriff der Versuchspersonen unterlag und dass ein sorgfältigerer Antwortmodus erfolgte wenn der Prime sichtbar war und ein bewusster Konflikt vorlag. Aus seiner Untersuchung ging hervor, dass automatische S-R-Beziehungen nicht immun gegenüber willentlicher Beeinflussung sind.

Kundes Studie (2003) zeigt, dass die bewusste Erfahrung eines Antwortkonflikts eine Voraussetzung für das Auftreten des „Gating“-Mechanismus ist.

Wenn Kunde mit seinen Annahmen richtig liegt, dürfte der Grattoneneffekt folglich nur in den unmaskierten Bedingungen auftreten. In den maskierten Bedingungen sollte es somit zu keinem Grattoneneffekt kommen. Der Grattoneneffekt erleichtert die Prime-Aufnahme nach einem kongruenten Durchgang. Man hat durch die kongruente

Bedingung gelernt, dass der Prime hilfreich war uns somit wird dieser im darauf folgenden Durchgang stärker beachtet.

Jedoch wies die Untersuchung von Kunde Mängel auf. Einer seiner Fehler war, dass es in seiner Untersuchung zu einer Konfundierung von Prime-Target-Intervall und Sichtbarkeit kam. In Bedingungen mit sichtbaren Primes waren die Prime-Target-Intervalle länger als in Bedingungen mit unsichtbaren Primes. Infolgedessen ist nicht klar, ob die kürzeren Prime-Target-Intervalle oder die Unsichtbarkeit der Primes "adaptive Kontrolle" in Kundes Untersuchung verhinderten. Indirekt wurde diesem Einwand durch eine Untersuchung von Frings und Wentura (2008) bereits entgegnet. Die beiden hatten in sichtbaren Priming-Bedingungen keinen Einfluss der Intervalle auf die Stärke der "adaptiven Kontrolle" feststellen können. Allerdings bleibt weiterhin die Frage offen, ob unterschiedliche Prime-Target-Intervalle in maskierten Bedingungen sehr wohl einen Einfluss auf die Stärke der „adaptiven Kontrolle“ haben.

Zusätzlich ist anzumerken, dass die maskierten und unmaskierten Bedingungen nicht gleichwertig in seiner Auswertung berücksichtigt wurden. Es wurden 50% richtig erkannte Hinweisreize mit 100% richtigen verglichen. In maskierten Bedingungen wurde die "adaptive Kontrolle" auch in Bedingungen geschätzt, bei denen die Identität des Primes möglicherweise umgekehrt wahrgenommen wurde. Daraus folgt, dass bei Mittelung über gleich viele häufige und falsche Urteile, die „adaptive Kontrolle“ alleine deswegen im Mittel Null war, weil 50% der kongruenten Fälle für inkongruent und 50% der inkongruenten Fälle für kongruent gehalten wurden. Im Einklang mit dieser Möglichkeit zeigten van Steenbergen et al. (2009), dass es allein auf Basis der

subjektiven Erfahrung einer Belohnung „adaptive Kontrolle“ gibt. Das heißt, dass in maskierten Fällen die Überzeugung, dass ein Durchgang kongruent oder inkongruent war, „adaptive Kontrolle“ erzeugt haben könnte. Dies kann überprüft werden, indem nur die richtig beurteilten Durchgänge betrachtet werden.

Basierend auf Kundes Untersuchung und seiner Annahme, dass der Grattoneffekt nur bei sichtbaren Bedingungen vorhanden ist, versuchte ich diese Hypothese in diesem experimentellen Design zu überprüfen. In meiner experimentellen Studie wurden die unberücksichtigten Faktoren der vorausgehenden Untersuchung mit einbezogen.

Mithilfe einer veränderten Versuchsanordnung wurde der Grattoneffekt in Abhängigkeit von der Sichtbarkeit der Hinweisreize untersucht. Wenn Kunde mit seiner Vermutung recht hat, dann dürfte in den maskierten Versuchsbedingungen kein Grattoneffekt auftreten.

In meiner Untersuchung verwendete ich Wörter für die Primes und die Zielreize, die von den Versuchspersonen beurteilt werden müssen. Dabei handelt es sich um Wörter mit einer räumlichen Bedeutung. (z.B.: oben, unten, hinauf,..). Wenn die Wörter dieselbe räumliche Bedeutung aufweisen handelt es sich um eine kongruente Bedingung. (z.B.: oben - hinauf) Wenn sie eine entgegengesetzte Richtung haben, ist es eine inkongruente Bedingung (z.B.: unten – oben). Die Versuchspersonen müssen beurteilen ob der Versuchsdurchgang kongruent oder inkongruent ist. Anhand der Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten werden die verschiedenen Konstellationen von kongruenten und inkongruenten Durchgängen anschließend miteinander verglichen. Damit kann man feststellen ob signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen

bestehen. Des Weiteren wurde überprüft ob der Grattoneffekt sowohl in sichtbaren, als auch in maskierten Bedingungen auftritt.

Um Kunden Annahmen zu überprüfen und die Gültigkeit seiner Hypothese festzustellen, wurde diese Untersuchung durchgeführt. Dabei werden die Daten in sichtbaren und unsichtbaren Durchgängen nur auf korrekt beurteilte Primes gestützt.

Fragestellung

In meiner Studie überprüfe ich die Hypothese, ob die Reihenfolge der vorausgegangenen kongruenten (PCon) und inkongruenten (PInc) Durchgänge das Antwortverhalten im aktuellen Durchgang beeinflusst. Im Rahmen der Studie sollen folgende Fragestellungen mit den jeweils entsprechenden statistischen Methoden beantwortet werden. Erstens die Frage ob Kongruenz in der vorausgehenden Bedingung die Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten des aktuellen Durchgangs beeinflusst. Ob es bei vorausgehender Kongruenz unterschiedliche Auswirkungen auf den nachfolgenden Durchgang gibt, wenn man dabei die Kongruenz (Con), beziehungsweise Inkongruenz (Inc) des aktuellen Durchgangs mitberücksichtigt (K-K, K-I). Zweitens stellt sich die Frage, ob es zu anderen Effekten kommt, wenn der vorausgehende Durchgang inkongruent ist. Und auch hier gilt es zu überprüfen ob es einen Unterschied macht, ob die aktuelle Bedingung kongruent oder inkongruent ist (I-K, I-I).

Die Hauptfragestellung bezieht sich allerdings auf den Grattoneffekt. Es handelt sich um die Frage, ob der Grattoneffekt nur in sichtbaren Bedingungen und in maskierten Bedingungen nicht auftritt.

Ein wichtiger Aspekt in meiner Untersuchung ist der Vergleich der Reizdauer des

Primes in den verschiedenen Untersuchungsbedingungen. In einem der beiden Versuchsteile wird der Prime so lange gezeigt, dass er bewusst wahrgenommen werden kann (Unm). In dem anderen Versuchsteil wird der Prime hingegen nur so kurz gezeigt, dass nur eine unterbewusste Wahrnehmung möglich ist (Mas). Daraus lässt sich die Frage beantworten, ob die Effekte des vorausgehenden Durchgangs auch von der Sichtbarkeit des Primes abhängen.

Zielsetzung

Wenn man die Reihenfolge der kongruenten und inkongruenten Durchgänge systematisch variiert, kann man die verschiedenen Konstellationen miteinander vergleichen und Rückschlüsse auf die Auswirkungen der vorausgehenden Bedingungen ziehen. Damit kann man überprüfen welche Effekte ein vorausgehender kongruenter Durchgang auf den darauffolgenden Durchgang hat. Zusätzlich kann man feststellen, ob es zu unterschiedlichen Auswirkungen kommt, je nachdem ob der folgende Durchgang kongruent oder inkongruent ist. Dadurch wird ein Vergleich mit früheren Studien ermöglicht und der Versuch unternommen noch ungeklärte Fragen zu beantworten. Zentrales Thema dieser Untersuchung ist jedoch den Grattoneffekt genauer zu untersuchen. Durch diese Studie soll es möglich sein eine sichere Aussage bezüglich Kundes Hypothese zu machen. Es soll festgestellt werden, ob der Grattoneffekt tatsächlich nur in sichtbaren Bedingungen auftritt.

Hypothesen

H_0^1 : Es gibt keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Reaktionszeiten und der Fehlerhäufigkeiten zwischen den Versuchspersonen mit einer vorausgehenden kongruenten Bedingung im Vergleich zu denen mit einer vorausgehenden inkongruenten Versuchsbedingung.

$$H_0^1: \mu RZ_{PCon} = \mu RZ_{PInc}$$

H_1^1 : Es gibt signifikante Unterschiede bezüglich der Reaktionszeiten und der Fehlerhäufigkeiten zwischen den Versuchspersonen mit einer vorausgehenden kongruenten Bedingung im Vergleich zu denen mit einer vorausgehenden inkongruenten Versuchsbedingung.

$$H_0^1: \mu RZ_{PCon} \neq \mu RZ_{PInc}$$

H_0^2 : Es gibt keine signifikanten Unterschiede bezüglich der gemessenen Reaktionszeiten zwischen Versuchspersonen bei denen der aktuelle Durchgang kongruent war und Probanden bei denen der aktuelle Durchgang inkongruent war.

$$H_0^2: \mu RZ_{Con} = \mu RZ_{Inc}$$

H_1^2 : Es gibt signifikante Unterschiede bezüglich der gemessenen Reaktionszeiten zwischen Versuchspersonen bei denen der aktuelle Durchgang kongruent war und Probanden bei denen der aktuelle Durchgang inkongruent war

$$H_1^2: \mu RZ_{\text{Con}} \neq \mu RZ_{\text{Inc}}$$

H_0^3 : Es gibt keine signifikanten Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen vorausgehender kongruenter und dann inkongruenter Bedingung und vorausgehender kongruenter und aktueller inkongruenter Bedingung.

$$H_0^3: \mu RZ_{\text{K-I}} = \mu RZ_{\text{K-K}}$$

H_1^3 : Es gibt signifikante Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen vorausgehender kongruenter und dann inkongruenter Bedingung und vorausgehender kongruenter und aktueller inkongruenter Bedingung.

$$H_1^3: \mu RZ_{\text{K-I}} \neq \mu RZ_{\text{K-K}}$$

H_0^4 : Es gibt keine signifikanten Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen vorausgehender inkongruenter und dann inkongruenter Bedingung und vorausgehender inkongruenter und aktueller kongruenter Bedingung.

$$H_0^4: \mu RZ_{\text{I-I}} = \mu RZ_{\text{I-K}}$$

H_1^4 : Es gibt signifikante Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen vorausgehender inkongruenter und dann inkongruenter Bedingung und vorausgehender inkongruenter und aktueller kongruenter Bedingung.

$$H_1^4: \mu RZ_{I-I} \neq \mu RZ_{I-K}$$

H_0^5 : Es bestehen keine signifikanten Unterschiede bei den Reaktionszeiten zwischen sichtbaren Hinweisreizen und Hinweisreizen unter der Wahrnehmungsschwelle.

$$H_0^5: \mu RZ_{U_{nm}} = \mu RZ_{Mas}$$

H_1^5 : Es bestehen signifikante Unterschiede bei den Reaktionszeiten zwischen sichtbaren Hinweisreizen und Hinweisreizen unter der Wahrnehmungsschwelle.

$$H_1^5: \mu RZ_{U_{nm}} \neq \mu RZ_{Mas}$$

Methode

Versuchsteilnehmer

Es wurden insgesamt 32 Versuchspersonen getestet. Davon waren 4 männlich und 28 weiblich. Die Testpersonen waren im Durchschnitt 22 Jahre alt.

Letztendlich wurden die Ergebnisse von 25 Versuchspersonen in die Datenauswertung einbezogen. Generell wurden für diese Untersuchung lediglich 24 Versuchspersonen benötigt, da es vier unterschiedliche Bedingungen zu testen gab, für die jeweils 6

Versuchspersonen getestet werden sollten. Bei den Versuchspersonen handelte es sich ausschließlich um PsychologiestudentInnen, die mithilfe des VPMS-Systems der Psychologischen Fakultät akquiriert wurden. Die Repräsentativität dieser Studie kann man als gegeben betrachten, da es sich um grundlegende Verarbeitungsprozesse handelt, die in jedem Individuum vorhanden sind.

Design

Bei der Untersuchung handelte es sich um ein zweifaktorielles Design, wobei jeder der Faktoren zwei Ausprägungen hatte. Der erste Faktor bezog sich auf die kongruenten und inkongruenten Bedingungen. Der zweite Faktor unterschied zwischen vorauslaufendem Durchgang und aktuellem Durchgang. Dabei wurden die Faktoren orthogonal realisiert. Die kongruenten und die inkongruenten Durchgänge waren in dieser Untersuchung gleich häufig vertreten.

Um meine Hypothesen zu überprüfen, wurde ein Design erstellt, das die unterschiedlichen Konstellationsmöglichkeiten der kongruenten und inkongruenten Durchgänge berücksichtigte.

Zusammen mit Dr. Ulrich Ansorge wurde ein Computerprogramm entwickelt mit dem es möglich war die Versuchspersonen zu testen.

Die Untersuchung bestand aus vier Blöcken, wobei jeder Block aus einem maskierten und einem unmaskierten Teil bestand. Zwei Blöcke starteten mit dem maskierten Teil und zwei mit dem unmaskierten. Jeder maskierte und unmaskierte Teil bestand aus je 320 Durchgängen (zwei Minblöcke bestehend aus 160 Durchgängen).

Zusätzlich wurden jedem Teilnehmer 32 Übungsdurchgänge zu Beginn der Untersuchung präsentiert. Insgesamt wurden jedoch nur die 640 Durchgänge in der Auswertung berücksichtigt.

Die Reihenfolge der Durchgänge war pseudorandomisiert. In meiner Untersuchung wechselten sich die kongruenten Durchgänge mit den inkongruenten Durchgängen nach dem Zufallsprinzip ab. Somit konnte es vorkommen, dass zum Beispiel eine kongruente Bedingung auch öfters hintereinander auftreten konnte. Durch dieses Prinzip war es möglich die unterschiedlichen Auswirkungen bei wechselnden vorausgehenden Durchgängen zu untersuchen.

Zur Hypothesentestung wurden vier Konstellationsmöglichkeiten näher betrachtet.

Kongruent-Kongruent (K-K), Kongruent-Inkongruent (K-I), Inkongruent-Kongruent (I-K) und Inkongruent-Inkongruent (I-I).

Des Weiteren wurde in meiner Untersuchung der Grattoneffekt untersucht. Dieser besagt, dass nach einem kongruenten Durchgang die Wahrnehmung eines Primes im darauf folgenden Durchgang erleichtert wird. Im Prinzip wird durch eine kongruente Bedingung die Aufmerksamkeitszuwendung auf den Hinweisreiz der darauffolgenden Bedingung verstärkt. In meiner Studie wurde der Grattoneffekt zwischen zwei Durchgängen beobachtet, somit ließen sich mögliche Effekte des Grattoneffekts auf die Kongruenz feststellen. Dies wurde mithilfe von Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten überprüft, indem die verschiedenen Untersuchungsbedingungen miteinander verglichen wurden und festgestellt wurde, ob diese sich signifikant unterschieden.

Versuchsaufbau

Der Versuch fand in einem separaten Testraum statt, in dem zu vereinbarten Zeitpunkten ein bis zwei Probanden getestet wurden. Zunächst wurden die Versuchspersonen instruiert und nach dem Unterschreiben der Einverständniserklärung begann die Testung.

Um meine Fragestellung überprüfen zu können, wurde den Probanden das Testmaterial mit Hilfe von Computern vorgegeben. Zusätzlich verwendete ich Kinnstützen, deren Justierung bei alle Versuchspersonen unverändert blieb. Dies ermöglichte erstens eine gewisse Entspannungsmöglichkeit für die Versuchspersonen, da die Testung im Durchschnitt eine Stunde dauerte. Somit konnten Ermüdungserscheinung vorgebeugt werden. Zweitens trugen die Kinnstützen zur Standardisierung der Testung bei. Der Monitor stand mittig und parallel zur Blickrichtung der Versuchsperson. Auch der Betrachtungsabstand (57 cm zwischen Auge und Bildschirm) wurde kontrolliert und gegebenenfalls neu justiert.

Durch höhenverstellbare Stühle konnte die Sitzhöhe angepasst werden, um allen Testpersonen die gleichen Untersuchungsbedingungen zu ermöglichen.

Das Deckenlicht wurde ausgeschaltet und mittels einer Lampe, die die Wand hinter dem Computer ausleuchtet, wurden Lichtverhältnisse geschaffen die Reflexionen verhinderten und eine optimale Aufgabenbewältigung ermöglichten.

Alle Antworten sollten die Versuchspersonen mit dem Zeigefinger der dominanten Hand geben. Da sie jeden Durchgang durch Druck der mittleren Taste (#5) auf dem Nummernfeld der Standardtastatur starteten und dann eine Taste über oder unter dieser

Taste drückten um ihre Antwort zu geben, wurde die Tastatur mit dem Nummernfeld mittig vor die Probanden gelegt.

Alle Versuchspersonen wurden vorab darauf hingewiesen, dass das Experiment aus einem maskierten und einem unmaskierten Teil besteht und jeder der beiden Teile ungefähr 40 Minuten in Anspruch nehmen wird.

In meiner Untersuchung wurden Wörter für Primes und Zielreize verwendet um die InterTrial-Effekte zu untersuchen. Diese Wörter hatten eine räumliche (richtungsweisende) Bedeutung (z.B.: oben, unten, hinauf, etc.). Wenn die Wörter dieselbe räumliche Bedeutung aufwiesen, handelte es sich um eine kongruente Bedingung (z.B.: oben - hinauf). Wenn entgegengesetzte Richtungen vorgegeben wurden, war es eine inkongruente Bedingung (z.B.: unten – oben). Die Versuchspersonen mussten schließlich beurteilen ob der Versuchsdurchgang kongruent oder inkongruent war (z.B.: #8 wenn die Wörter kongruent waren und #2 wenn sie inkongruent waren).

Jede Versuchsperson bearbeitete zwei Teile: Zuerst den maskierten Teil (Abb.3) und anschließend den unmaskierten Teil (Abb.4) oder in der umgekehrten Reihenfolge.

Maskierte Bedingung:

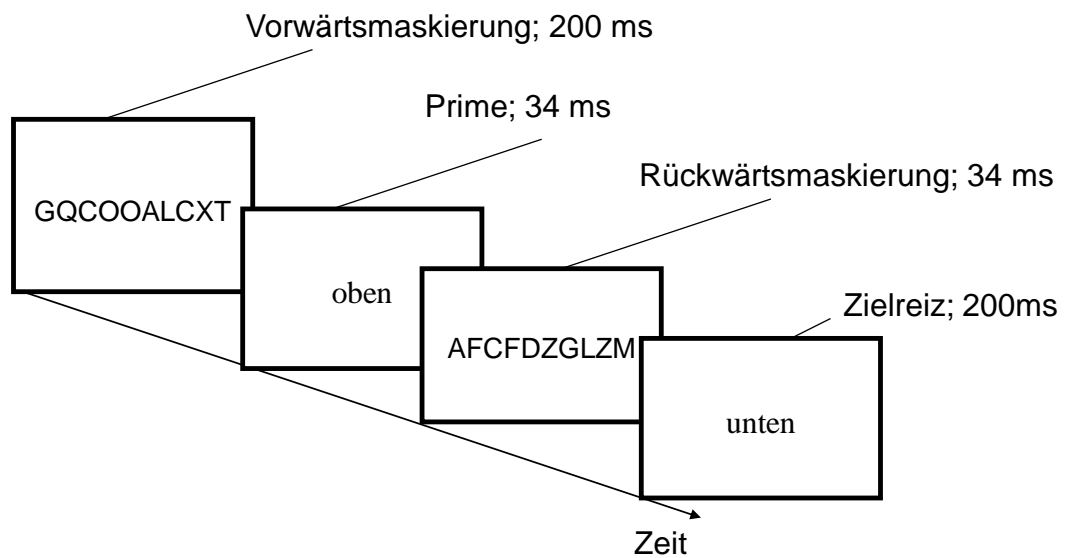


Abbildung 3: Der Hinweisreiz ist eingebettet zwischen Vorwärtsmaskierung und Rückwärtsmaskierung, im Anschluss wird der Zielreiz gezeigt.

Im Unterschied zum unmaskierten Teil folgte dem Prime im maskierten Teil eine Buchstabenmatrix, die die Sichtbarkeit des Primes stark einschränkte.

Sichtbare Bedingung:

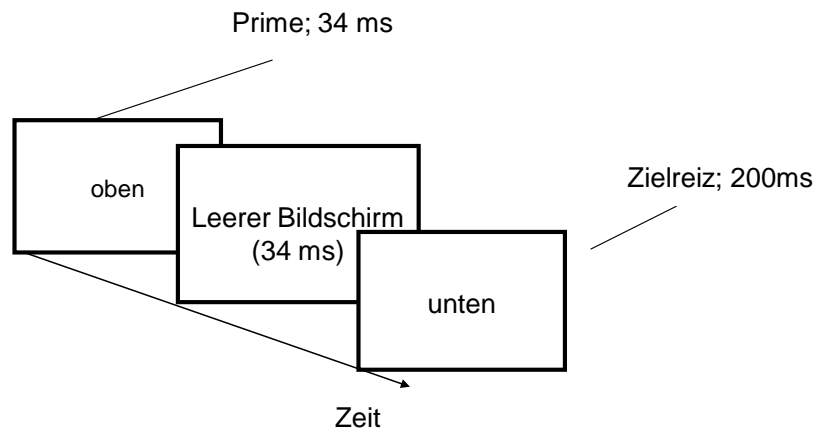


Abbildung 4: In der sichtbaren Bedingung gab es keine Maskierung des Primes. Der Zielreiz folgte unmittelbar nach einem kurzen Intervall.

Die unterschiedliche Reihenfolge (maskiert – unmaskiert bzw. unmaskiert – maskiert) wurde über die Versuchspersonen hinweg gleich häufig realisiert. Ebenso wurden die Reiz-Reaktionszuordnungen für die Beurteilung der Kongruenz der zwei Wörter (kongruent = oben [8], inkongruent = unten [2] oder umgekehrt) und bei den Versuchspersonen gleich häufig realisiert. Den Dateinamen für die Ergebnisse der Versuchspersonen wurden entsprechende Abkürzungen in einer Stapeldatei gegeben.

Zum Starten der Versuchsdurchgänge wurde zuerst die Versuchspersonennummer eingegeben, dann eine Session-ID-Nummer angegeben („1“ für den ersten Teil, „2“ für den zweiten Teil) und schließlich ein Dateiname für die aufzuzeichnende Datei festgelegt.

Es gab alle 160 Durchgänge eine Pause die durch das Drücken der Taste #5 wieder beendet werden konnte. Zudem waren jederzeit weitere Pausen möglich, indem die Testperson einfach die Taste #5 in der Mitte des Nummernblocks nicht drückte, weil erst ein Druck dieser Taste den jeweils nächsten Durchgang startete. Das Experiment konnte auch jederzeit durch gleichzeitiges Drücken der ESC- und der Ende-Taste abgebrochen werden.

Untersuchungsvorbereitung

Bevor die tatsächliche Testung begann, wurde den Versuchspersonen auf einem Standbild die Instruktion noch einmal dargeboten um sicherzustellen, dass auch alles richtig verstanden wurde. Zusätzlich wurden Namen, sowie Telefonnummer, Alter, Geschlecht, Händigkeit erfragt und in einen Protokollbogen eingetragen.

Außerdem wurde nach der Sehschärfe der Versuchspersonen gefragt. Wenn die Testpersonen Brillen oder Kontaktlinsen benötigten, wurden sie gebeten diese während der Untersuchung zu verwenden. Auch nach anderen möglichen Sehfehlern wurde gefragt (etwa Farbfehlsichtigkeit), da diese relevante und zu berücksichtigende Störvariablen in der Untersuchung waren.

Testverlauf

Während des Übungsblocks blieb ich im Raum und erläuterte gegebenenfalls nochmals die Instruktion. Des Weiteren ermutigte ich die Probanden zu schnellen Antworten auf das zweite gut sichtbare Wort. Nach der Übungsphase begann die eigentliche Datenaufzeichnung.

Es war den Testpersonen jederzeit möglich Rückfragen an mich zu stellen. Für den Zeitraum der Untersuchung befand ich mich außerhalb des Testraumes, damit sich die Versuchspersonen mit uneingeschränkter Aufmerksamkeit auf die Aufgabenstellung konzentrieren konnten. Sie konnten aber jederzeit die Testung unterbrechen und nachfragen, falls es während der Untersuchung zu Verständnisschwierigkeiten kam.

Die Versuchspersonen sollten mir Bescheid geben, sobald sie mit dem ersten Teil der Testung fertig waren. Wenn Daten von zwei Versuchspersonen gleichzeitig erhoben wurden, wies ich darauf hin, dass sie beide mit dem aktuell bearbeiteten Teil fertig sein sollten, bevor sie mir Bescheid geben und bat die Versuchspersonen sich nicht gegenseitig zu stören. Zwischen den einzelnen Aufgabenblöcken erläuterte ich die nächste Instruktion zusätzlich verbal, beantwortete Rückfragen, erklärte die Unterschiede zur vorausgehenden Aufgabe und überprüfte ob die Instruktion während des Übungsdurchgangs verstanden worden ist. Im Anschluß an die Testung wurden etwaige offene Fragen seitens der Testpersonen beantwortet und abgeklärt.

Analyse-Auswertung

Anhand der Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten wurden die verschiedenen Konstellationen von kongruenten und inkongruenten Durchgängen anschließend miteinander verglichen. Damit konnte festgestellt werden, ob signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen bestehen. Somit konnte mit diesem Untersuchungsdesign überprüft werden, ob der Grattoneffekt nur in den unmaskierten und nicht in den maskierten Bedingungen auftritt.

Tabelle 1
Auswertung der Antworten

		Hinweisreiz - Zielreiz	
		kongruent	inkongruent
Antwort	„kongruent“	Treffer	Falscher Alarm
	„inkongruent“	Fehler	Richtige Zurückweisung

Wenn Hinweisreiz und Zielreiz kongruent waren und die Versuchsperson die Antwort „kongruent“ gab, wurde dies als „Treffer“ bezeichnet. Gab sie die Antwort inkongruent wurde es als „Fehler“ gewertet. Wenn Hinweisreiz und Zielreiz inkongruent waren und die Versuchsperson sie als „kongruent“ bezeichnete, wurde die Antwort als „Falscher Alarm“ gewertet, erkannte sie die Inkongruenz wurde es als „Richtige Zurückweisung“ beurteilt.

Mithilfe des SPSS-Programms wurden schließlich die gewonnenen Daten ausgewertet und miteinander in Zusammenhang gebracht. Zur Auswertung der Daten wurden ANOVAs gerechnet. Generell wurden die Antwortzeiten über die richtigen und falschen Antworten gemittelt.

Die Sichtbarkeit der Primes wurde überprüft indem die z-transformierte Trefferrate von den z-transformierten „Falscher Alarm“ - Antworten subtrahiert wurde. (Tab.1) Bei Sichtbarkeit der Primes musste $|d'| > 0$ sein. Falls sie nicht gesehen wurden, musste $d' = 0$ sein.

Ergebnisse

Versuchsteilnehmer. Von den 32 Versuchspersonen die getestet wurden, mussten sieben Probanden aus der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Vier Versuchsteilnehmer hatten die Instruktion nicht verstanden und die Daten waren somit nicht verwertbar. Das fehlende Verstehen der Instruktion konnte man anhand der Datensätze feststellen. Manche hatten nur eine Antworttaste gedrückt. Bei zwei Personen kam es zu einem Testabbruch, weshalb die Datensätze unvollständig waren.

Ich machte zur Überprüfung des Designs der Studie auch einen persönlichen Übungsdurchgang. Die dabei erhaltenen Daten wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, da diese Daten möglicherweise durch Versuchsleitereffekte den Untersuchungsgegenstand verfälscht hätten.

Primesichtbarkeit. In der unmaskierten Bedingung waren die Primes sichtbar, $d' = 0.82$, $t(24) = 7.19$, $p < .01$. In der maskierten Bedingung waren die Primes nicht

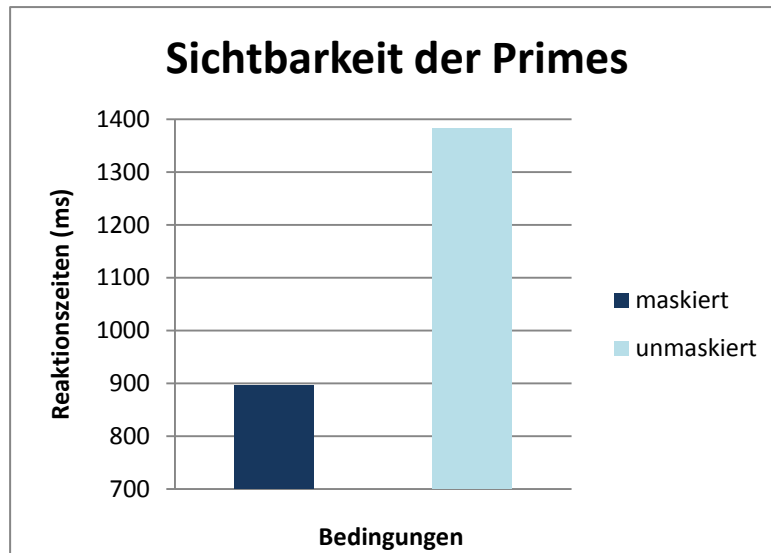


Abbildung 5: Kürzere Reaktionszeiten in maskierten Bedingungen.

sichtbar, $d' = 0.05$, $t(24) = 1.00$, $p = .16$. d' in der unmaskierten Bedingung war signifikant höher als in der unmaskierten Bedingung, $t(24) = 6.42$, $p < .01$.

Urteilslatenzen. 4.6% der Durchgänge wurden eliminiert, weil RZn +/- 2SD von individuellen mittleren RZn abwichen. Die Messwiederholungs-ANOVA der Mediane der Urteilslatenzen basierte auf Durchgängen mit korrekter Identifikation der Prime-Target-Beziehung im vorauslaufenden Durchgang $n-1$. Diese ANOVA hatte drei Innerhalb-Versuchspersonen-Variablen, Prime-Target-Kongruenz in $n-1$ (vorauslaufend kongruent; vorauslaufend inkongruent), aktuelle Prime-Target-Kongruenz (kongruent vs. inkongruent), und Maskierung (ja vs. nein).

Die ANOVA führte zu signifikanten Effekten von Maskierung, $F(1, 24) = 24.21$, $p < .01$, und vorauslaufender Kongruenz, $F(1, 24) = 8.18$, $p < .01$ (Abb.5). Urteile waren in maskierten (RZ = 896 ms) Bedingungen schneller als in unmaskierten (RZ = 1,383 ms) und sie waren schneller nach vorauslaufend kongruenten Durchgängen (RZ = 1,115 ms) als nach vorauslaufend inkongruenten (RZ = 1,164 ms) Durchgängen (Abb.6).

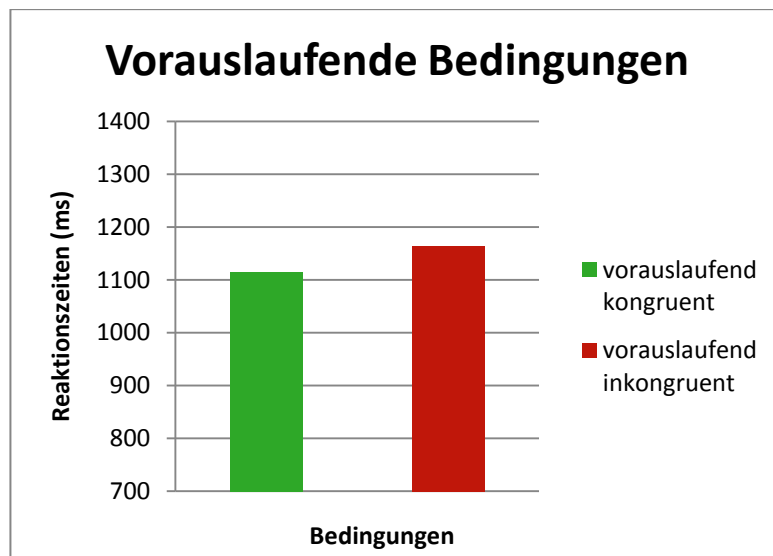


Abbildung 6: Kürzere Reaktionszeiten bei vorauslaufenden kongruenten Durchgängen.

Eine entsprechende ANOVA der arcus-sinus-transformierten Fehlerprozentwerte (FP) führte zu einem signifikanten Effekt von Maskierung, $F(1, 24) = 64.07, p < .01$, und zu signifikanten Zweifach-Interaktionen von Maskierung \times Vorauslaufender Kongruenz, $F(1, 24) = 7.17, p < .05$, und von Vorauslaufender Kongruenz \times Aktueller Kongruenz, $F(1, 24) = 7.02, p < .05$. Der Effekt von Maskierung war trivial und spiegelte die höhere Rate an Fehlern in maskierten (FP = 49.6%) im Vergleich zu unmaskierten Bedingungen (FP = 34.1%) wider. Die Zweifach-Interaktion von Maskierung und vorauslaufender Kongruenz ging auf Kosten durch sichtbare vorauslaufend inkongruente (FP = 35.8%) im Vergleich zu sichtbaren vorauslaufend kongruenten Bedingungen (FP = 32.3%) zurück, $t(24) = 1.90, p = .07$. Dieser Effekt war in maskierten Bedingungen numerisch invertiert (vorauslaufend kongruent FP = 50.1%; vorauslaufend inkongruent FP = 49.0%; $t[24] < 1.00$). Die Zweifach-Interaktion von vorauslaufender Kongruenz und aktueller Kongruenz spiegelte einen Kongruenzeffekt

Tabelle 2
Reaktionszeiten der verschiedenen Durchgänge
(Maskierung × Vorauslaufende Kongruenz × Aktuelle Kongruenz)

Unm Mas	PCo PInc	Con Inc	Mittelwert	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
1	1	1	1301,068	82,119	1131,582	1470,554
		2	1385,222	98,936	1181,029	1589,415
	2	1	1428,096	102,289	1216,981	1639,211
		2	1415,852	102,059	1205,212	1626,492
2	1	1	880,772	96,277	682,067	1079,477
		2	892,806	99,816	686,795	1098,817
	2	1	894,232	90,365	707,728	1080,736
		2	916,218	99,311	711,251	1121,185

Unm = Unmaskiert, Mas = Maskiert, PCon = Vorausgehend kongruent, PInc = Vorausgehend Inkongruent,

Con = Aktueller Durchgang kongruent, Inc = Aktueller Durchgang inkongruent

nach vorauslaufend inkongruenten Bedingungen wider (kongruente FP = 35.5%; inkongruente FP = 49.3%; $t[24] = 3.47, p < .01$), der nach vorauslaufend kongruenten Bedingungen fehlte (kongruente FP = 42.5%; inkongruente FP = 40.0%; $t < .100$). Die Dreifach-Interaktion war nicht signifikant, $F(1, 24) = 2.47, p = .13$: Kongruenzeffekte (inkongruente FP – kongruente FP) wurden nach maskierten (Kongruenzeffekt = 13.5%) und sichtbaren vorauslaufend inkongruenten (Kongruenzeffekt = 14.0%) Durchgängen gefunden, beide $ts(24) > 2.27$, beide $ps < .05$. In der ANOVA der FPs waren der Effekt der vorauslaufenden Kongruenz, $F < 1.00$, und die Zweifach-Interaktion, $F(1, 24) = 1.74, p = .20$, nicht signifikant.

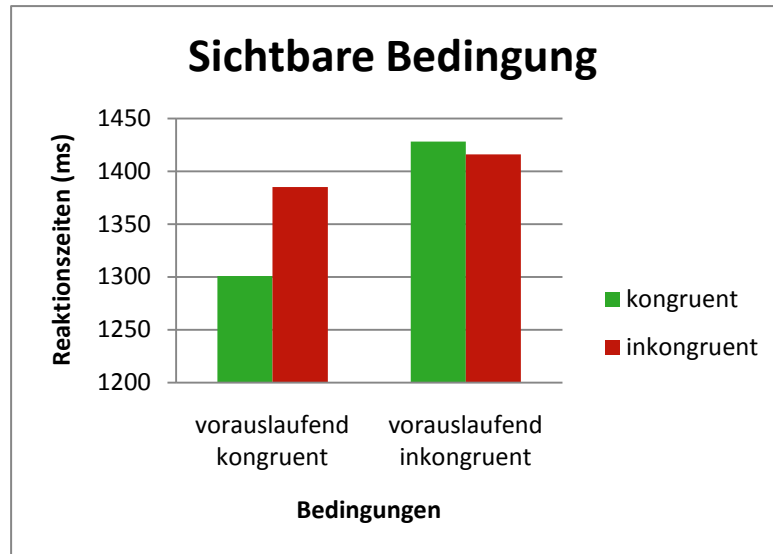


Abbildung 7: Bei vorauslaufenden kongruenten Durchgängen kam es zu kürzeren Reaktionszeiten bei kongruenten als bei inkongruenten Durchgängen

Es gab eine signifikante Dreifach-Interaktion von Maskierung \times Vorauslaufender Kongruenz \times Aktueller Kongruenz, $F(1, 24) = 5.02, p < .05$ (Tab.1). Diese Interaktion spiegelte einen aktuellen Kongruenzeffekt mit kürzeren RZn in kongruenten (RZ = 1,301 ms) als inkongruenten (RZ = 1,385 ms) Durchgängen von sichtbaren (unmaskierten) Primes wider, wenn der vorauslaufende Durchgang kongruent war, $t(24) = 2.33, p < .05$ (Abb.7). Der Kongruenzeffekt fehlte nach vorauslaufend sichtbaren aber inkongruenten Durchgängen (kongruente RZ = 1,428 ms; inkongruente RZ = 1,416 ms, $t < 1.00$), und in maskierten Bedingungen, sowohl nach vorauslaufend kongruenten (kongruente RZ = 881 ms; inkongruente RZ = 893 ms; $t < 1.00$) als auch nach vorauslaufend inkongruenten Durchgängen (kongruente RZ = 894 ms; inkongruente RZ = 916 ms; $t[24] = 1.02, p = .31$). (Abb.8)

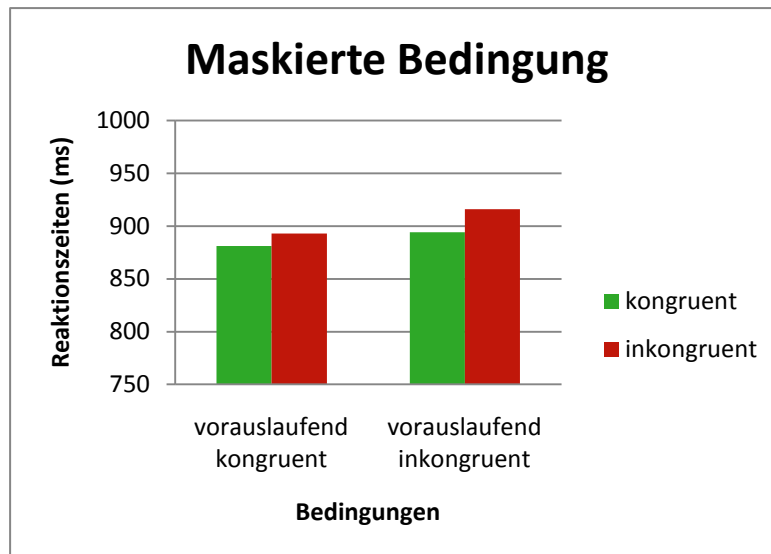


Abbildung 8: Reaktionszeiten in maskierten Bedingungen

Es gab außerdem Trends zu signifikanten Haupteffekten der Kongruenz, $F(1, 24) = 3.11, p = .09$, und zu einer signifikanten Zweifach-Interaktion vorauslaufender Kongruenz \times Maskierung, $F(1, 24) = 3.44, p = .08$. Der Trend zur Kongruenz spiegelte die typische bessere Leistung in kongruenten (RZ = 1,126 ms) als inkongruenten (RZ = 1,153 ms) Bedingungen. Der Trend zur Zweifach-Interaktion zeigte, dass sichtbare vorauslaufende inkongruente Bedingungen (RZ = 1,422 ms) höhere Kosten erzeugten im Vergleich zu sichtbaren vorauslaufend kongruenten Bedingungen (RZ = 1,343 ms). Ebenso zeigte sich dies in maskierten Bedingungen (vorauslaufend inkongruente RZ = 905 ms vs. vorauslaufend kongruente RZ = 887 ms).

Diskussion

In dieser Untersuchung ging es um die Überprüfung der Annahme, dass der Grattoneffekt nur in sichtbaren Bedingungen auftritt. Dabei wurden bisher unberücksichtigte Faktoren in die Untersuchung inkludiert. Des Weiteren wurde überprüft, ob sich die bisher festgestellten Kongruenzeffekte auch in dieser Studie zeigten. (z.B.: schnellere Reaktionszeiten bei kongruenten Durchgängen, wenn der vorausgehende Durchgang ebenso kongruent war.)

Wie im Vorfeld angenommen bestätigten sich die Effekte von vorauslaufender Kongruenz beziehungsweise Inkongruenz auch in dieser Untersuchung. Vorauslaufende Kongruenz führte zu schnelleren Reaktionszeiten. Inkongruente Bedingungen führten hingegen zu verlängerten Reaktionszeiten und einer höheren Fehlerhäufigkeit, sowohl in sichtbaren als auch in maskierten Bedingungen. Ebenso zeigte sich, dass maskierte Bedingungen zu kürzeren Reaktionszeiten und höheren Fehlerhäufigkeiten, als sichtbare Bedingungen.

Das wichtigste der Ergebnisse war die Dreifach-Interaktion von Maskierung, vorauslaufender Kongruenz und aktueller Kongruenz. Es kam zu einem Kongruenzeffekt mit kürzeren Reaktionszeiten, wenn der vorausgehende Durchgang sichtbar und kongruent war. Dies zeigte sich in den maskierten Bedingungen weder bei kongruenten, noch bei inkongruenten vorausgehenden Durchgängen. Dieses Ergebnis unterstützt Kundes Annahme, dass der Grattoneffekt nur in sichtbaren und nicht in maskierten Bedingungen auftritt.

Ein Aspekt der in dieser Untersuchung nicht näher behandelt wurde, bezieht sich auf eine weitere Erkenntnis die aus dieser Studie hervorging. Dieses Experiment zeigte, dass ein Konflikt auf Ebene der Antworten nicht für die „adaptive Kontrolle“ und ihr Fehlen in unbewussten Bedingungen notwendig ist. Es stellte sich heraus, dass hierfür ein semantischer Konflikt ausreicht. Diese Erkenntnis könnte eine Anregung zu weiteren Studien sein.

Ein weiterer Aspekt der in folgenden Untersuchungen berücksichtigt werden sollte ist, dass in dieser Studie sämtliche Teilblöcke entweder nur maskiert oder unmaskiert waren. Die maskierten und sichtbaren Durchgänge waren nie gleichzeitig in einem Teilblock vorhanden, wodurch es womöglich zu anderen Effekten gekommen ist. In späteren Studien könnte möglicherweise ein Design verwendet werden, in dem maskierte und sichtbare Durchgänge gemeinsam innerhalb eines Blockes pseudorandomisiert werden. Damit könnte man das Design möglicherweise noch ein wenig verbessern.

Die Erkenntnisse aus dieser Untersuchung können für nachfolgende experimentelle Studien genutzt werden. Sie liefern wichtige Hintergrundinformationen zu Überlegungen bezüglich den Designs von Untersuchungen, wie etwa die zeitliche Dauer der Präsentation der Primes, die Anordnung der Versuchsdurchgänge, etc. Generell bietet sie Verbesserungsmöglichkeiten für das Design nachfolgender experimenteller Studien. Man kann davon ausgehen, dass der „automatische“ Antwortweg nicht frei von willentlicher Einflussnahme ist. Spätere Untersuchungen könnten sich damit beschäftigen, *warum* der Grattoneneffekt nicht in maskierten Bedingungen auftritt und welche Komponenten dabei eine Rolle spielen.

Zusammenfassung

Diese empirische Untersuchung basierte auf einer Studie von Kunde (W. Kunde, 2003). Es bestätigte sich die Annahme, dass der Grattoneffekt nur bei sichtbaren Bedingungen in Erscheinung tritt und nicht bei maskierten Bedingungen. Dies konnte mit Hilfe von signifikant unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten und Fehlerhäufigkeiten nachgewiesen werden. Auch konnten dieselben Kongruenzeffekte wie in vorausgegangenen Studien festgestellt werden. Dies spricht dafür, dass der unbedingte Weg der Verarbeitung nicht völlig „automatisch“ abläuft, sondern dass Antwortpriming willentlich beeinflussbar ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigten die Hypothese von Kunde.

Legende

ACC	=	anteriore cingulate Kortex
DLPFC	=	dorsolateraler präfrontalen Kortex
LRP	=	lateralized readiness potential
K – I	=	Erst ein kongruenter, anschließend ein inkongruenter Durchgang
K – K	=	Einem kongruenten Durchgang folgt ein weiterer kongruenter Durchgang
I – K	=	Erst inkongruent, dann kongruent
I – I	=	Einem inkongruenten Durchgang, folgt wieder ein inkongruenter Durchgang
FP	=	Fehlerprozent
RZ	=	Reaktionszeit
SD	=	Standardabweichung
S-R	=	Stimulus-Reiz
ms	=	Millisekunden
PCon	=	Vorausgehender Durchgang ist kongruent
PInc	=	Vorausgehender Durchgang ist inkongruent
Con	=	Aktueller Durchgang ist kongruent
Inc	=	Aktueller Durchgang ist inkongruent
Unm	=	Hinweisreiz ist sichtbar
Mas	=	Hinweisreiz maskiert

Literaturverzeichnis

- Ansorge, U., (2000). Direkte Parameterspezifikation durch Positionsinformation: Sensumotorische Effekte maskierter peripherer Hinweisreize, *Dissertationsarbeit*
Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft der Universität Bielefeld.
- Ansorge, U., Heumann, M., & Scharlau, I. (2002). Influences of visibility, intentions and probability in a peripheral cuing task. *Consciousness and Cognition, 11*, 528-545.
- Ansorge, U. (2004). Top-down contingencies of nonconscious priming revealed by dual-task interference. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 57A*, 1123-1148.
- Ansorge, U., & Neumann, O. (2005). Intentions determine the effects of invisible metacontrast-masked primes: Evidence for top-down contingencies in a peripheral cueing task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Botvinick, M. M., Nystrom, L.E., Fissell, K., Carter, C.S. & Cohen, J.D. (1999) Conflict Monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex, *Nature* 179-181.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review, 108*, 624-652.
- Botvinick, M. M., Braver, T.S., Yeung, N., Ullsperger M., Carter, C.S. & Cohen, J.D. (2004). Conflict Monitoring: *Computational and Empirical Studies*, Guilford Press

- Botvinick, M.M. (2007). Conflict monitoring and decision making: Reconciling two perspectives on anterior cingulate function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7, 356–366.
- Carter, C. & Van Veen, V. (2007). Anterior cingulate cortex and conflict detection: An update of theory and data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* Vol. 7 (4), 367-379.
- 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, 143-149.
- Frings, C. & Wentura D. (2008). Trial-by-trial effects in the affective priming paradigm. *Acta Psychologica*.
- Gratton, G., Coles, M.G.H. & Donchin E. (1992a). Optimizing the Use of Information: Strategic Control of Activation of Responses. *Journal of Experimental Psychology*, No. 4., 480-506.
- Gratton, G., Gehring, W.J., Coles, M.G.H. & Donchin E. (1992b). Probability Effects on Stimulus Evaluation and Response Processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 18 (1), 198-216.
- Hommel, B. (1994). Spontaneous decay of response-code activation. *Psychological Research*, 56, 261–268.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., III, Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303, 1023-1026.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus–response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 10 (1), 198-205.

- Schlaghecken F. & Eimer M. (1997). The Influence of Subliminally Presented Primes on Response Preparation. *Sprache und Kognition*, 16, 166-175.
- Stürmer, B., Soetens, E., Leuthold, H., Schröter, H. & Sommer, W. (2002). Control Over Location-Based Response Activation in the Simon Task: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 28, No. 6, 1345–1363.
- Van Steenbergen, H., Band, G. & Hommel B. (2009). Reward Counteracts Conflict Adaptation: Evidence for a Role of Affect in Executive Control *Psychological Science*, Vol. 20, No. 12, 1473-1477.