



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Subliminales syntaktisches Priming

Verfasserin

Danai Margarita Budas

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, Januar 2014

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Ansorge



## Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema des subliminalen syntaktischen Primings. Das Ziel war die Existenz eines syntaktischen Kongruenzeffekts bei subliminalem, also durch Maskierung nicht bewusst wahrnehmbarem, Priming nachzuweisen. Syntaktische Kongruenz bedeutet in diesem Fall, dass zwei Wörter in Flexion sowie in grammatikalischer Zahl übereinstimmen. Bisherige Forschung zu diesem Thema beschäftigte sich vorwiegend mit supraliminalen, also unmaskiertem Priming. Um einen syntaktischen Kongruenzeffekt nachzuweisen wurden den Versuchspersonen im Zuge einer Computertestung Verben und Substantive als Zielwörter nach Pronomen und Buchstabentriplets als maskierte Primewörter präsentiert. Ihre Aufgabe war schnell und fehlerfrei eine kategoriale Entscheidung zu treffen, ob es sich bei dem Zielwort um ein Verb oder ein Substantiv handelt. Ermittelt wurden dabei die Reaktionszeiten und die Fehlerrate. Die ursprüngliche Erwartung war somit, dass die Reaktionszeiten und die Fehlerrate in der syntaktisch kongruenten Bedingung geringer sind als in der syntaktisch inkongruenten Bedingung. Diese Erwartung konnte nicht erfüllt werden. Es zeigten sich jedoch andere Effekte.



# Inhalt

Zusammenfassung.....	3
1. Theoretischer Hintergrund.....	7
1.1. Theorie des subliminalen syntaktischen Primings .....	7
1.2. Modelle der lexikalischen (syntaktischen) Verarbeitung .....	14
1.3. Biologischer Hintergrund.....	22
1.4. Gestaltung der Aufgabenstellung.....	23
1.5. Ergebnisse bisheriger Studien .....	25
2. Methode.....	30
2.1. UntersuchungsteilnehmerInnen .....	30
2.2. Instrument und Messgeräte.....	30
2.3. Reizmaterial.....	31
2.4. Untersuchungsdesign .....	33
2.5. Untersuchungsdurchführung .....	34
3. Ergebnisse.....	34
3.1. Targeteffekte .....	35
3.2. Primeeffekte.....	36
3.3. Syntaktischer Kongruenzeffekt .....	36
3.4. Sichtbarkeit des maskierten Primewortes .....	38
4. Diskussion.....	38
5. Literatur .....	46
6. Tabellenverzeichnis .....	50
7. Abbildungsverzeichnis.....	51
ANHANG .....	52
I. Zusammenfassung und Abstract .....	52
II. Curriculum Vitae.....	54



# Subliminales syntaktisches Priming

## Gibt es einen syntaktischen Kongruenzeffekt bei subliminalem syntaktischen Priming?

### 1. Theoretischer Hintergrund

Die zentrale Frage der Arbeit ist, ob ein maskierter und somit unterbewusster Prime die Erkennung des anschließend präsentierten syntaktisch kongruenten Targets, also Zielwortes, beschleunigt sowie ob die Fehlerrate in den syntaktisch kongruenten Bedingungen geringer ist. Die ursprüngliche Erwartung war, dass die syntaktisch kongruente Bedingung zu einer schnelleren Reaktionszeit und einer geringeren Fehlerrate, als die syntaktisch inkongruente Bedingung führt. Dieser erwartete Effekt wird als „syntaktischer Kongruenzeffekt“ bezeichnet. Zum Einfluss von maskierten, und somit unterbewussten, Primewörtern auf syntaktisch kongruente Zielwörter, auch Targetwörter genannt, gab es bisher nur wenig Forschung. Maskiertes Priming bedeutet, dass ein Wort verdeckt und so kurz präsentiert wird, dass es nicht bewusst wahrgenommen werden kann. Dennoch vereinfacht es die Verarbeitung eines nachfolgenden kongruenten Wortes (Dehaene, Naccache, Le Clec’H, Koechlin, Mueller, Dehaene-Lambertz, van de Moortele & Le Bihan, 1998). Unter syntaktisch kongruenten Wörtern werden Begriffe verstanden, welche in syntaktischer Kategorie und Wortflexion zusammenpassen (Nicol, 1996). Wenn sie in syntaktischer Kategorie zusammenpassen, bedeutet dies auch, dass die Wortstellung stimmig ist und somit, dass sie in dieser Reihenfolge in einem Satz Sinn ergeben würden. Unter Wortflexion wird die richtige Deklination, beziehungsweise Konjugation verstanden. Ein Beispiel für eine syntaktisch kongruente Wortfolge ist „ich gehe“, während „du Haus“ syntaktisch inkongruent wäre. „Syntaktisches Priming“ ist der Begriff für zwei verschiedene Phänomene. Einerseits kann damit gemeint sein, dass ein Satz schneller und einfacher verarbeitet wird, weil davor ein Satz mit einer ähnlichen oder derselben syntaktischen Struktur präsentiert wurde. Andererseits kann es bedeuten, dass die Verarbeitung eines Wortes leichter fällt, wenn es syntaktisch zum davor präsentierten Kontext passt (Nicol, 1996). Letztere Definition trifft auf das vorliegende Experiment zu. Es wurde mit dem Single- Wort Paradigma gearbeitet, welches besagt dass ein Wort als Prime dient und ein Wort als Target (Neely, 1991).

#### 1.1. Theorie des subliminalen syntaktischen Primings

Syntaktisches Priming kann als eigene Art des Primings aber auch als eine spezielle Form von semantischem Priming verstanden werden. Bei syntaktischem Priming wird häufig, so wie im jetzigen Experiment, als Prime ein gewisses Wort oder ein Satzteil geboten und als Target ein anderes Wort welches syntaktisch zum Primewort passt oder den Satz syntaktisch korrekt ergänzt. Das bedeutet,

dass die Reihenfolge in der das Wort auftritt und die grammatikalische Zahl zusammenpassen. Syntaktisches Priming kann aber auch, wie bei Bock, Loebell und Morey (1992), darin bestehen, dass ein Satz als Prime und ein Bild als Target dient. Handelte es sich um einen passiven Satz, also wurde die Versuchsperson auf Passivität geprimt, wurde das Bild auch passiver beschreiben als wenn es sich um einen aktiven Primesatz gehandelt hätte. Syntaktisches Priming muss nicht immer als Kombination eines Primewortes und eines Targetwortes verstanden werden. Im durchgeführten Experiment dienten als Primes immer Pronomen, wie beispielsweise „ich“ oder Buchstabentriplets, im Folgenden auch häufiger als Pseudopronomen bezeichnet, wie beispielsweise „hhh“. Targets waren entweder Substantive oder Verben. Es kann davon ausgegangen werden dass die Personen alle dargebotenen Stimuli verarbeiteten. Menschen können gewisse Aspekte, selbst wenn sie dies wollten, nicht ausblenden. Dass mehrere Komponenten eines Stimulus verarbeitet werden müssen, zeigt auch der Stroop- Effekt (Posner & Snyder, 1975): Wird „grün“ mit grüner Farbe geschrieben wird es schneller erkannt, als wenn „grün“ in blauer Farbe geschrieben wäre. Eine Person muss gewisse Aspekte verarbeiten, selbst wenn sie versucht diese zu ignorieren. Ist „grün“ in blauer Farbe geschrieben, verarbeitet die Person auch automatisch die blaue Farbe und reagiert daher langsamer. Da die Primes im jetzigen Experiment subliminal, also unter der Wahrnehmungsschwelle, präsentiert wurden, stellt sich die Frage, ob auch bei unterbewussten Primestimuli gewisse Aspekte nicht ausgeblendet werden können. Die Primewörter wurden maskiert, um unter die Wahrnehmungsschwelle zu gelangen. Dies geschah, indem der Prime nur für 30 Millisekunden präsentiert, sowie vorwärts und rückwärts maskiert, wurde. Mehrere Studien, (z.B: Mattler, 2003) zeigen, dass unterbewusste Primes einen Einfluss auf die Verarbeitung des Targets haben. In Experimenten, welche mit unterbewusstem Priming arbeiten, wird kontrolliert ob der Prime auch tatsächlich unterbewusst ist. Um objektiv zu bestimmen ob der Prime subliminal präsentiert wurde, werden Versuchspersonen angeleitet in einem Teil des Experiments nicht nur das Target, sondern auch den Prime zu identifizieren (Kiesel, 2009). Dies geschah auch im jetzigen Experiment, indem die Versuchspersonen im zweiten Teil des Experiments in jedem Durchgang eine kategoriale Entscheidung über den Prime treffen mussten.

Die Methode des maskierten Primings hat den wesentlichen Vorteil, dass sie frei von extralinguistischen Einflüssen ist. Da den Versuchspersonen nicht bewusst ist, dass sie einen Prime gesehen haben, beziehen sie diesen auch nicht bewusst in die Entscheidung über die Wortklasse des Targets ein. Weiters soll dadurch ermöglicht werden, die Dauer des lexikalischen Prozesses zu messen, ohne ihn durch andere Hirnbereiche, wie den Frontallappen oder Erinnerungen beeinflusst zu wissen (Forster, 1998). Im Einklang mit dieser Annahme werden strategische Einflüsse der Primeverarbeitung unter subliminalen Bedingungen eliminiert. Nach Ansorge, Fuchs, Khalid und Kunde (2011) tritt bei unterbewussten, maskierten Primes, im Gegensatz zu bewussten Primes keine

Konfliktkontrolle auf. Zu dieser Konfliktkontrolle wird unter anderem der Gratton- Effekt gezählt. Der Gratton- Effekt bedeutet, dass bei einem zum Target inkongruenten Prime im Durchgang n-1, welcher die Erkennung des Targets nicht erleichtert, die Verarbeitung des Primes im Durchgang n ignoriert wird. Diese Konfliktkontrolle tritt nur nach inkongruenten, nicht jedoch nach kongruenten Primes auf und nur bei sichtbaren, bewussten Primes auf. Die Konfliktkontrolle stellt eine Art Top-down Kontrolle dar. Dies bedeutet jedoch nicht, dass für jede Form der Top- down Kontrolle die Bewusstheit eines Stimulus erforderlich ist (Ansorge et al., 2011).

Wird einer Versuchsperson Zeit zwischen der Darbietung eines Primes und der Darbietung eines Targets gegeben, wird es schwieriger den Ort des Effekts und daher auch die Levels der Verarbeitung des syntaktischen Primeeffekts festzustellen (Serenio, 1991). Unterbewusste Primes führen im Gegensatz zu bewussten zu einer automatischen, habituellen Reaktion, welche sogar absichtliche Handlungen beeinflussen kann (Merikle & Joordens, 1997). Klassische Modelle, wie von Schneider und Shiffrin (1977) gehen davon aus, dass die automatische Verarbeitung unabhängig von der limitierten Kapazität der Aufmerksamkeit ist, nicht durch andere Prozesse beeinflusst wird, parallel arbeiten kann und unterbewusst ist. Posner und Snyder (1997) meinen im Einklang mit dieser Theorie, dass automatische Prozesse unabhängig von Absicht und Bewusstheit und frei von Einflüssen anderer mentaler Aktivitäten sind. Im Gegensatz zu bewussten Prozessen sind sie nicht durch limitierte Kapazität eingeschränkt. Während also klassische Modelle davon ausgehen, dass diese automatischen Prozesse unabhängig von kognitiven Einflüssen höherer Ebenen sind, gehen Kiefer, Adams und Zovko (2012) auch bei der automatischen Verarbeitung von Top-down Prozessen aus. Dazu bildeten Kiefer und Martens (2010) zuvor das Aufmerksamkeits- Sensibilisierungsmodell der unterbewussten Wahrnehmung (Engl. attentional sensitization model of unconscious cognition), welches Einflüsse von Top-down Aufmerksamkeit auf verschiedene unterbewusste, automatische Verarbeitungsprozesse erklären soll. Nach diesem Modell werden durch die Aufgabenstellung Einflüsse der Aufmerksamkeit geltend. Diese fördern für die Aufgabe relevante unterbewusste Prozesse und hemmen für die Aufgabe irrelevante unterbewusste Prozesse. Es wird davon ausgegangen, dass die unterbewusste Wahrnehmung von Top-down Signalen des präfrontalen Kortex kontrolliert wird (Haynes, Sakai, Rees, Gilbert, Frith & Passingham, 2007). Dazu, wie subliminales Priming wirkt gibt es unterschiedliche Erklärungsansätze, welche im Folgenden vorgestellt werden. Dabei handelt es sich um Theorien, welche von den jeweiligen Autoren für semantisches Priming aufgestellt wurden, die sich jedoch teilweise auch für syntaktisches Priming anwenden lassen. Eine Hypothese sind die automatisierten Reiz-Reaktionsverbindungen (Kiesel, 2009). Nach Abrams und Greenwald (2000) werden solche Reiz-Reaktionsverbindungen von der Versuchsperson aufgebaut, nachdem sie immer dieselbe Reaktion auf ein Target ausführt. Reaktionen auf subliminale Reize können demzufolge jedoch nur erfolgen, wenn bereits eine Reiz-

Reaktionsverbindung aufgebaut wurde. Subliminale Reize lösen nur dann eine Reaktion aus, wenn sie zuvor als Targets präsentiert wurden. Diese, bereits als Targets dargebotenen, Wörter werden erkannt, indem nur Teile des Wortes analysiert und automatisch zum ganzen Wort zusammengefügt werden. Wird das Wort zum ersten Mal präsentiert müsste, ineffektiver, das ganze Wort analysiert werden. Zu demselben Ergebnis kam auch Damian (2001). Die Studien von Abrams und Greenwald (2000) und Damian (2001) wurden mit semantischem Priming durchgeführt. Diese Ergebnisse widersprechen jedoch denen von Dehaene et al. (1998). Sie fanden, dass auch Primes, die zuvor nicht als Targets präsentiert wurden einen Effekt auslösten. Die Hypothese der elaborierten Verarbeitung (Engl. elaborate processing), geht daher davon aus, dass unbewusste Primes und die darauffolgenden Targets, kategorisiert werden und anschließend immer zu einer bestimmten motorischen Reaktion führen. Nach Reynvoet, Gevers und Caessens (2005) ist der Kongruenzeffekt stärker wenn Prime und Target Mitglieder derselben Kategorie sind. Primes aktivieren eine semantische Kategorie. Daher wird das Target schneller erkannt, wenn es derselben Kategorie angehört. In Bezug auf das jetzige Experiment stellt sich die Frage, inwiefern dies auch auf syntaktisches Priming zutrifft und ob beispielsweise ein Pronomen, unter anderem die Wortkategorie „Verb“ aktiviert. Viele klassische Theorien (z.B.: Kiefer, 2002) gehen von einer sich ausbreitenden Aktivierung aus. Sie nehmen an, dass ein Prime ein semantisches Netzwerk aktiviert. Die grundsätzliche Annahme dieser Theorien ist, dass das semantische Gedächtnis aus verschiedenen untereinander verbundenen Knotenpunkten besteht (Plaut & Booth, 2000). Im semantischen Gedächtnis entspricht jeder Knoten einem Wort (Neely, 1991). Diesen Wortknoten sind wiederum Knoten untergeordnet, welche den jeweiligen Buchstaben entsprechen. Andersrum können auch die untergeordneten Buchstabenknoten den Wortknoten sowie andere Wörter, welche über ähnliche Eigenschaften verfügen, aktivieren. Somit wird von einer sich ausbreitenden Aktivierung eines semantischen Netzwerkes ausgegangen, bei der der Prime die semantisch nächstgelegenen Wörter dieses Netzwerkes aktiviert. Wenn das Target derselben semantischen Kategorie angehört, liegt es auf einem Knotenpunkt in der Nähe des Primes und wird somit schneller aktiviert. Nach Neely (1991) gibt es aber auch andere Theorien dazu wie sich die Aktivierung im Netzwerk ausbreitet. Nach dem Verarbeitungsmodell der parallelen Ausbreitung (Engl. parallel distributed processing modell) werden durch ein Wort verschiedene Eigenschaften aktiviert, die es auch mit anderen Wörtern teilt. Dazu gehören orthographische, phonologische oder semantische Informationen. Das Modell geht nicht davon aus, dass sich die Aktivierung von einem einzelnen Knotenpunkt ausbreitet, sondern dass sich ein Aktivierungsmuster herausbildet. Dieses Muster entsteht aus mehreren Knoten und repräsentiert das zu aktivierende Wort. Neben den Theorien der sich automatisch ausbreitenden Aktivierung, welche nach Posner und Snyder (1975) über eine unlimitierte Kapazität verfügt, gibt es zwei weitere Theorien, die von einer limitierten Kapazität ausgehen. Die sich automatisch ausbreitende Aktivierung ist jedoch die einzige der drei

Theorien, die subliminales Priming erklären kann. Die zweite Gruppe von Theorien sind die des erwartungsbasierten Primings (Engl. expectancy-based priming) (Neely, 1991). Diese gehen davon aus, dass ein Prime gewisse Erwartungen für darauf folgende Targets auslöst. Targets, die in der Gruppe der erwarteten Wörter sind, werden schneller erkannt. Nach Posner und Snyder (1975) sind diese Primingeffekte auf die strategische Kontrolle einer Person angewiesen und können nicht ohne Aufmerksamkeit und Bewusstheit auftreten, arbeiten relativ langsam, da die Bildung von Erwartungen etwas Zeit benötigt, erleichtern die Verarbeitung von erwarteten Targets, wobei das nicht unbedingt zum Primewort verwandte Wörter sein müssen, und wirken hemmend auf die Erkennung von unerwarteten Targetwörtern. Für das vorliegende Experiment stellen diese Theorien keine passende Erklärung dar, da sie nur bei supraliminalen Priming anwendbar sind. Die dritte Gruppe sind die postlexikalischen Primingmechanismen (Neely, 1991). Die Tatsache dass sie postlexikalisch sind, unterscheidet sie von den Theorien der sich automatisch ausbreitenden Aktivierung und der erwartungsbasierten Primingeffekte, welche beide prälexikalisch sind. Sie ermöglichen Priming über Prozesse, die die Wahl des Targetknotens nach Beginn der Verarbeitung des Targets beeinflussen, die einen zusammengesetzten Hinweisreiz (Engl. compound cue), der aus Prime und Target entsteht, verwenden oder die Entscheidungs- und Antwortprozesse beeinflussen, die nach dem lexikalischen Zugang des Targets auftreten. Die Plausibilitätskontrolltheorie (Engl. plausibility-checking theory) von Norris ist eine Art postlexikalischer Primingmechanismus (Norris, 1986; zitiert nach Neely, 1991, S. 306). Der Theorie zufolge aktiviert ein Target nach seiner Präsentation ein Set aus einer gewissen Anzahl von Items, die ein oder zwei Buchstaben mit dem Targetwort teilen. Am Ende der Analyse dieses Sets bleibt nur das Target bestehen und wird somit erkannt. Informationen, die bei der Analyse genutzt werden, sind die visuelle Ähnlichkeit der Wörter mit dem Targetwort und die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Wörter. Bleibt eine überschaubare Anzahl an Wörtern übrig, werden diese auf ihre Plausibilität im gegebenen Primingkontext überprüft. Eine weitere Art Theorien postlexikalischer Primingmechanismen sind die, bereits erwähnten, Theorien der zusammengesetzten Hinweisreize (Engl. compound cue) (Plaut & Booth, 2000). Diese nehmen an dass bei der Verarbeitung eines Wortes durch die Benutzung eines Cues, also eines Hinweisreizes, auf das semantische Gedächtnis zugegriffen wird. Dieser Cue besteht aus dem Wort in Verbindung mit dem Kontext, in dem es auftritt. Im jetzigen Fall wäre der Kontext das Primewort. Da verwandte Wörter öfters gemeinsam auftreten als nicht verwandte Wörter, sind sich ihre Cues ähnlicher und folglich gelingt die Verarbeitung schneller. Eine weitere Theorie postlexikalischer Primingeffekte ist die semantische Passungsanalyse (Engl. semantic matching analysis) (Neely, Keefe & Ross, 1989). Nachdem Prime und Target semantische Repräsentationen aktivieren, wird von der Person überprüft, ob diese zusammenpassen. Dies entspricht einem semantischen Passungsprozess, dessen Ergebnis die lexikalische Entscheidung beziehungsweise die

jeweilige Antwort auf die Aufgabenstellung beeinflusst. Bei einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe lassen sich durch diese Theorie Erleichterung und Hemmung erklären. Wenn Prime und Target derselben semantischen Kategorie angehören, wird das Target schneller als Wort erkannt und es findet daher Erleichterung statt. Sind Prime und Target jedoch nicht derselben semantischen Kategorie zugehörig, wird das Target eher als Nichtwort gesehen. Handelt es sich jedoch um ein Wort findet Hemmung statt. Im jetzigen Experiment wurde jedoch keine lexikalische Entscheidungsaufgabe, sondern eine kategoriale Wortentscheidungsaufgabe angewendet.

Weitere Netzwerkmodelle sind die distribuierten Netzwerkmodelle (Engl. distributed network models)(Plaut & Booth, 2000). Das bereits erwähnte Verarbeitungsmodell der parallelen Ausbreitung ist eines davon. Die Grundannahme dabei ist, dass Konzepte durch gewisse Aktivitätsmuster in einer großen Anzahl von untereinander verbundenen Verarbeitungseinheiten, repräsentiert werden. Verwandte Konzepte werden dabei von ähnlichen Mustern repräsentiert. Semantisches Priming gelingt somit, da das Netzwerk bei dem Muster, welches der Prime hervorgerufen hat, beginnt. Wenn das Target semantisch mit dem Prime verwandt ist, sind auch die Muster ähnlicher und die Verarbeitung gelingt daher schneller. Bei dem Erklärungskonzept der handlungsdeterminierenden Reizerwartungen von Kiesel (2009) wird angenommen dass unterbewusste Reize das Verhalten nur dann beeinflussen, wenn bereits ein derartiger Reiz erwartet wird. Dies geschieht in einem Experiment durch eine dementsprechende Instruktion. Handlungsdeterminierende Reizerwartungen bestehen aus zwei Stufen. Erst wird durch eine Instruktion festgelegt, welcher Reiz zu erwarten ist und anschließend wird der dargebotene Reiz mit dem erwarteten verglichen. Stimmt er mit der Erwartung überein wird die anfangs zugeordnete Aktion durchgeführt (Kiesel, 2009). Alle eben erwähnten Modelle werden jedoch noch durch weitere Einflüsse ergänzt. Primingeffekte ergeben sich nicht nur aus der Art der Verarbeitung des Primes und den daraus entstehenden Einflüssen auf die Erkennung des Targets. Nach Plaut und Booth (2000) zeigen viele Studien, dass gewisse experimentelle Faktoren einen ebenso großen Einfluss haben. Dazu gehören die Häufigkeit der Präsentation eines Targets, die eventuelle Dominanz einer gewissen Wortkategorie, der Grad der Verwandtschaft zwischen Wörtern, die Qualität der Stimuli, die Stimulus- onset asynchrony (SOA), also der Zeitabstand zwischen Prime und Target und die genaue Aufgabenstellung. Nach Posner und Snyder (1975) muss bei der Verarbeitung eines Primes zwischen automatischen und strategischen Prozessen unterschieden werden. Handelt es sich nun um eine kurze SOA, von unter 250 Millisekunden, ist die Aktivierung durch den Prime automatisch und daher ohne Absicht. Nach Neely (1991) weisen die Ergebnisse der bisherigen Literatur darauf hin, dass bei einer kurzen SOA die bessere Erkennung durch den Prime gleich bleibt oder ansteigt, hingegen keine Hemmung durch den Prime auftritt. Diese Ergebnisse beziehen sich jedoch auf lexikalische Entscheidungsaufgaben. Bei einer längeren SOA, von über 800 Millisekunden, wird bewusst Aufmerksamkeit eingesetzt, wodurch

nur noch limitierte Kapazität zur Verfügung steht (Plaut & Booth, 2000). Hier tritt nach Neely (1991) sowohl Erleichterung als auch Hemmung durch den Prime ein. Ein weiterer Einfluss auf die Effektivität eines Primes ist die bereits erwähnte Häufigkeit eines Targets. Nach Plaut und Booth (2000) treten bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben höhere Primingeffekte bei selten wiederholten, als bei oft wiederholten Targets auf. Als möglichen Grund hierfür nennen sie, dass selten wiederholte Targets, im Gegensatz zu häufig wiederholten, unter der Wahrnehmungsschwelle bleiben und dadurch eine automatische Ausbreitung die Folge ist, welche zu größeren Effekten führt. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Unterscheidung zwischen sublimalem und supralimalem Priming. Nach Forster (1998) hat bisherige Forschung ergeben, dass durch maskiertes Priming Effekte erzielt werden, welche in Bedingungen, die bewusstes Priming anwenden, nicht beobachtet werden können. Daher stellt sich die Frage ob syntaktische Primingeffekte nur bei sublimalem, nur bei supralimalem oder bei beiden Arten des Primings auftritt. Wie bereits erwähnt, können supraliminale Reize, im Gegensatz zu subliminalen Reizen aktiv unterdrückt werden. Außerdem steht durch die bewusste Aufmerksamkeit bei supralimalem Priming nur limitierte Kapazität zur Verfügung (Plaut & Booth, 2000). Dies stellt einen Nachteil für bewusstes Priming dar. Die meisten Studien in der bisherigen Literatur haben dennoch supraliminales syntaktisches Priming angewendet. Einzige Ausnahme stellt die Studie von Sereno (1991) dar. Auf diese sowie auf Studien zu supralimalem syntaktischem Priming, wird etwas später noch genauer eingegangen.

Bei Primingexperimenten ist es üblich zusätzlich zu den Primingbedingungen neutrale Bedingungen einzuführen, um dadurch besser die durch den Prime ausgelösten Erleichterungen oder Hemmungen ermitteln zu können (Neely, 1991). In der Literatur werden oftmals unterschiedliche Wörter oder Figuren als neutrale Primes eingesetzt. Üblich sind zum Beispiel eine Abfolge von mehreren „X“ oder neutrale Wörter, wie beispielsweise das Wort „neutral“ oder das Wort „ready“ (Neely, 1991). Der Vorteil von mehreren „X“ ist nach Neely (1991), dass sie darauf hinweisen das bald ein Target erscheinen wird, jedoch nicht mit dem Target verwandt sind. Daher schaffen sie eine gute Basis, um anschließend die sich ausbreitende Aktivierung zwischen verwandten Repräsentationen zu ermitteln. Außerdem geben sie keine Informationen zu dem darauf folgenden Target. Dieser Prime ist aber auch mit Nachteilen verbunden. Es kann kritisiert werden, dass es sich um einen nonlinguistischen Prime handelt. Ein Wortprime hat jedoch den Nachteil dass er semantisch nicht vollkommen neutral sein kann. Im jetzigen Experiment wurden in der neutralen Bedingung Buchstabentriplets als Primes verwendet. Dadurch wurden unerwartete Effekte erzielt, auf die später genauer eingegangen wird.

Nach Plaut und Booth (2000) weisen mehrere Studien sowie die Ergebnisse ihrer eigenen Experimente auf interindividuelle Unterschiede beim Priming hin. So gibt es auch entwicklungspezifische Unterschiede bei der Worterkennung. Mehrere Ergebnisse weisen auf

stärkere Primingeffekte bei jüngeren und schlechteren Lesern als bei älteren und besseren Lesern hin, wenn ein Targetwort nach einem Wortprime oder einem Satzprime gelesen werden soll. Der Kontext hat bei jungen und schlechten Lesern einen stärkeren Einfluss. Eine Erklärung hierfür bietet das interaktive Kompensationsmodell (Engl. interactive compensatory model) von Stanovich (Stanovich, 1980; zitiert nach Plaut & Booth, 2000, S. 788). Demzufolge verfügen ältere und bessere Leser über automatische Worterkennungsmechanismen und lassen sich daher weniger vom Kontext beeinflussen um die Worterkennung zu erleichtern oder zu erschweren. Junge und schlechtere Leser hingegen verlassen sich mehr auf den Kontext und sind daher nach dem interaktiven Kompensationsmodell anfälliger für Erleichterung und Inhibition. Ihre Worterkennungsprozesse sind langsam und nicht automatisch. Bei Plaut und Booth (2000) weisen die Ergebnisse jedoch nicht darauf hin. Kinder mit hohen und solche mit niedrigen perzeptuellen Fähigkeiten zeigen Erleichterung, aber keine Hemmung. Außerdem gibt es nach Plaut und Booth (2000) eine Dreifachinteraktion zwischen Alter, Primingkontext und Targethäufigkeit. Bei älteren, guten Lesern zeigen sich bei selten präsentierten Targets stärkere Primingeffekte als bei häufig präsentierten, während es bei jungen, schlechteren Lesern keine Unterschiede gibt. Eine weitere Annahme des Modells ist, dass ältere, bessere Leser Erleichterung und Hemmung bei selten präsentierten Targets, aber nur Erleichterung bei häufig präsentierten Targets zeigen. Jüngere und schlechtere Leser weisen hingegen Erleichterung und Hemmung sowohl bei häufig als auch bei selten präsentierten Targets auf. Es folgten jedoch mehrere Studien die diesen Ergebnissen widersprachen und darauf hinweisen, dass Erleichterung mit dem Fortschreiten der Entwicklung abnimmt, während Hemmung zunimmt. Die Ergebnisse von Plaut und Booth (2000) weisen außerdem auf eine Interaktion zwischen der SOA und dem Alter hin. Bei Erwachsenen führt eine lange SOA zu Erleichterung und Hemmung und eine kurze SOA nur zu Erleichterung. In der jetzigen Studie waren alle Teilnehmer Studenten und bis auf eine Ausnahme zwischen 20 und 26 Jahren alt. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass es sich bei allen um gute Leser handelte.

## **1.2. Modelle der lexikalischen (syntaktischen) Verarbeitung**

Aus den Ergebnissen bisheriger Forschung gibt es unterschiedliche Meinungen dazu ob syntaktische Verarbeitung automatisch abläuft oder nicht. Eine automatische Verarbeitung geschieht unabsichtlich. Das bedeutet, dass sie ohne Absicht ausgelöst wird und anschließend nicht willentlich gestoppt werden kann (Kahneman & Treisman, 1984). Auf eine automatische Verarbeitung würde die Tatsache hinweisen, dass die syntaktische Verarbeitung unabhängig von Aufmerksamkeit ist (Ansorge, Reynvoet, Hendl, Oetl & Evert, 2013). Die Unabhängigkeit von Aufmerksamkeit ist ein Merkmal der automatischen Verarbeitung (Posner & Snyder, 1975). Auch wenn die syntaktische Verarbeitung automatisch geschieht, ist noch unklar ob sie stark automatisch oder schwach automatisch ist (Kahneman & Treisman, 1984). Stark automatische Prozesse werden durch einen

Stimulus ausgelöst und sind frei von jeglicher Absicht. Schwach automatische Prozesse können hingegen zumindest absichtlich unterdrückt werden (Ansorge et al., 2013). Nach Ansorge et al. (2013) gibt es Theorien, welche ablehnen dass die subliminale Verarbeitung automatisch geschieht, solche die von einer schwach automatischen Verarbeitung und solche die von einer automatischen Verarbeitung mithilfe des mentalen Lexikons ausgehen. Auf letztere wird etwas später genauer eingegangen. Zu den ersten Theorien gehört die bereits erwähnte elaborierte Verarbeitung, welche davon ausgeht, dass unterbewusste Wörter ähnlich wie bewusst wahrgenommene Wörter verarbeitet werden (Dehaene et al., 1998). Die zweite Sichtweise geht wie bei Bargh (1992) von einer konditionalen Automtizität (Engl. conditional automaticity) aus. Subliminale Verarbeitung und maskiertes Priming sind demnach bedingt automatische Prozesse. Aufgrund der Ergebnisse ihrer Experimente sehen Ansorge et al. (2013) diese Theorie bestätigt.

Worterkennung könnte die Folge von interaktiven Prozessen innerhalb des mentalen Lexikons sein und Sprachverständnis nach der Arbeit von modularen, bereichsspezifischen Subsystemen geschehen von denen auch das mentale Lexikon eines ist (Seidenberg, Waters, Sanders & Langer, 1984). Im mentalen Lexikon sind alle Wörter und ihre Bedeutungen gespeichert (Ansorge et al., 2013). Der Autonomiehypothese zufolge findet die Worterkennung durch diese interaktiven Prozesse innerhalb des mentalen Lexikons statt, jedoch wird sie durch keine anderen Arten von Wissen beeinflusst und bleibt dadurch autonom. Nach Forster (1979) liegen Theorien, welche von einer autonomen lexikalischen Verarbeitung ausgehen, zwei Annahmen zu Grunde. Wenn der lexikalische Eintrag für ein Wort gesucht wird, kann er weder durch Verarbeitung am syntaktischen Level noch durch Verarbeitung am Nachrichtenlevel abgeändert werden. Die Autonomiehypothese ist mit assoziativem Priming kompatibel. Ergebnisse von Studien, wonach Priming aber nicht nur bei assoziativ verknüpften Wörtern auftritt, widersprechen dieser Hypothese, da aus ihnen hervorgeht, dass beim Priming auch nicht-lexikalisches Wissen einfließt. Auch die Tatsache, dass syntaktisches Priming nachgewiesen werden konnte, widerspricht der Autonomiehypothese. Es dürfte keine Verarbeitung auf einem höheren Level als dem syntaktischen geben, welches die syntaktische Verarbeitung beeinflusst (Forster, 1979). Forster (1979) nennt zwei Ansätze welche die Autonomiehypothese in Frage stellen. Ein Ansatz geht von einem Wortdetektor aus. Demzufolge gibt es für jedes Wort im mentalen Lexikon einen Detektor, welcher selektiv auf gewisse Eigenschaften dieses Wortes reagiert. Der Detektor wird durch die Häufigkeit in der dieses Wort auftritt beeinflusst. Wird ein Wort präsentiert, werden alle Detektoren welche gewisse Eigenschaften mit diesem Wort teilen aktiviert. Überschreitet der Grad der Aktivierung eine gewisse Schwelle, stellt der Detektor die im mentalen Lexikon gespeicherten Informationen über das Wort anderen Verarbeitungssystemen zur Verfügung. Zusätzlich zu den Inputs, welche von dem Wort selbst gegeben werden, haben Informationen aus dem syntaktischen und dem semantischen Kontext in dem das Wort präsentiert

wird einen Einfluss. Ist also zum Beispiel aus dem Kontext die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass ein Verb auftreten wird, werden dieser Theorie zufolge die Detektoren für alle Verben zu einem gewissen Grad aktiviert. Im jetzigen Experiment würde dies bedeuten, dass durch das Wahrnehmen eines Pronomens Verben schneller erkannt werden, da sie in dem gegebenen Kontext, im Gegensatz zu Substantiven, syntaktisch plausibel sind. Die Schwelle für Verben sollte also herabgesenkt sein und dadurch die lexikalische Verarbeitung von Verben vereinfacht werden. Detektormodelle gehen davon aus, dass lexikalische Verarbeitung von syntaktischer und Nachrichtenverarbeitung beeinflusst wird und daher nicht autonom ist. Der zweite Ansatz sieht die Worterkennung als aktiven Suchprozess. Wenn das Wort präsentiert wird, werden die Eigenschaften des Wortes verwendet um einen Teil der lexikalischen Einträge, welche mehr Ähnlichkeiten mit dem Zielwort aufweisen, intensiver zu überprüfen. Aus dieser engeren Auswahl werden wieder erst die Wörter analysiert, welche häufiger auftreten. Wurde ein passendes Wort gefunden ist dieser Vorgang abgeschlossen und die Informationen stehen den anderen Verarbeitungssystemen zur Verfügung. Auch hier liegen syntaktische Einflüsse vor. Geht aus dem Kontext hervor, dass ein Verb syntaktisch plausibler wäre, so wie im jetzigen Experiment, werden nur Verben in die engere Auswahl genommen. Handelt es sich nun beim Zielwort tatsächlich um ein Verb, also liegt eine syntaktisch kongruente Situation vor, müsste dieses schneller erkannt werden als ein Substantiv, also die syntaktisch inkongruente Situation, da sich in der engeren Auswahl nur Verben befinden sollten.

Der Prime soll zu einer sich ausbreitenden Aktivierung im mentalen Lexikon führen. Dies würde jedoch bedeuten, dass sich die Aktivierung durch den Eintritt ins Gedächtnis zu allen Wörtern einer bestimmten grammatikalischen Klasse ausbreitet, wie bei den bereits erwähnten sich ausbreitenden Netzwerk Theorien. Nach Seidenberg, Waters, Sanders & Langer (1984) ist ein solcher Vorgang unwahrscheinlich und es liegt nahe, dass nicht-lexikalische Information in diesen Prozess einbezogen wird. Wenn syntaktische Verarbeitung nicht autonom ist, sollte es keine Aufgabenstellung geben deren Bearbeitung durch syntaktische Effekte, aber nicht durch Plausibilität der semantischen Beziehung der Wörter beeinflusst wird (Forster, 1979). Ergebnisse bisheriger Literatur zeigen jedoch, dass dies nicht der Fall ist, sondern, dass ein Effekt nur durch grammatikalische Übereinstimmung einer Wortfolge, ohne semantischen Sinn möglich ist. Dies hat auch Sereno (1991) in ihrem Experiment bewiesen. Sie verwendete Worttriplets die syntaktisch kongruent, jedoch semantisch nicht plausibel waren und konnte so einen syntaktischen Kongruenzeffekt nachweisen. Nach Ansorge et al. (2013) ist die gegenseitige Aktivierung von Knotenpunkten des mentalen Lexikons proportional dazu wie zwei Wörter syntaktisch zusammenpassen. Im mentalen Lexikon könnte Wissen gespeichert sein, welche syntaktischen Funktionen Wörter in einem syntaktisch passenden Satz annehmen können (Bock, Loebell & Morey, 1992). Das Wissen über diese Funktionen könnte auch beinhalten wie stark zwei Wörter verschiedener Wortklassen zusammenhängen. Im vorliegenden Experiment

wären dies zum Beispiel Pronomen und Verben. Syntaktisches Priming könnte dann so entstehen, dass ein subliminal präsentiertes Wort eine sich automatisch ausbreitende Aktivierung im mentalen Lexikon auslöst (Ansorge et al., 2013). Eine andere Möglichkeit wäre, dass asymmetrische syntagmatische Wort- Wortrelationen im mentalen Lexikon gespeichert sind (Kjellmer, 1991; zitiert nach Ansorge, 2013, S. 401). Dies bedeutet, dass von zwei Wörtern meistens das Eine dem Anderen folgt. Ansorge et al. (2013) nennen als Beispiel das Wort „Christmas decorations“. Das Wort „Christmas“ steht meistens vor dem Wort „decorations“. Nur diese Reihenfolge ergibt Sinn. Dennoch kann eine Person wenn das Wort „Christmas“ präsentiert wird, nicht automatisch darauf schließen dass das Wort „decorations“ folgen wird. Es könnte nun sein, dass asymmetrische syntagmatische Wort- Wortrelationen verantwortlich für die Stärke der Beziehung zwischen zwei Wortrepräsentationen im mentalen Lexikon sind. Wenn eine Versuchsperson im Experiment öfters erlebt hat, dass ein Primewort vor einem Targetwort steht, könnte das Primewort automatisch die Repräsentation des Targetwortes im mentalen Lexikon aktivieren (Ansorge et al., 2013). In Bezug auf das jetzige Experiment würde dies bedeuten dass in der kongruenten Bedingung zum Beispiel der Prime „du“ vor dem Target „gehst“ steht. Nach der Darbietung von „du“ könnte bereits ein Verbtargget erwartet werden. Da die Versuchsperson die Entscheidung treffen soll, ob es sich beim Targetwort um ein Verb oder einen Substantiv handelt, könnte angenommen werden, dass die Person bereits durch das Pronomen ein Verb erwartet und es daher bei einem Verb zu einer kürzeren Reaktionszeit kommt. Es ist jedoch fraglich ob es sich beim jetzigen Experiment um eine asymmetrische syntagmatische Wort- Wortrelation handelt, da die Reihenfolge „gehst – du“ als Frage ebenso möglich wäre wie die Reihenfolge „du – gehst“. Es ist eine zu beachtende Eigenschaft der deutschen Sprache, dass die veränderte Wortfolge zu einer anderen Bedeutung eines Satzes oder, wie hier, von Wortpaaren, führen kann. Nach Bock, Loebell und Morey (1992) gilt dasselbe auch für die englische Sprache. In der englischen Sprache gilt genauso zu beachten dass sich die Bedeutung eines Wortes durch seine Stellung im Satz verändern kann. Als Beispiel nennen Bock, Loebell und Morey (1992) dass „John hit Mary“ eine andere Bedeutung als „Mary hit John“ hat (Bock, Loebell & Morey, S. 150). Obwohl nur zwei Wörter vertauscht werden, geht aus den Sätzen eine andere Information hervor. Dasselbe würde sich auf die deutsche Sprache umsetzen lassen und „John schlägt Mary“ hat eine andere Bedeutung als „Mary schlägt John“. Außerdem gilt zu beachten, dass Artikel im Deutschen unterschiedlich dekliniert werden, je nachdem ob sie feminin oder maskulin sind. Daher kann sich auch durch die Deklination des Artikels die Bedeutung eines Satzes verändern. Zum Beispiel der Satz „Es ist das Haus der Frau“, lässt sich fortsetzen durch „das zusammenbrach“ oder „die zusammenbrach“. Der Artikel verändert also die Bedeutung des Satzes, da er sich je nach Geschlecht, auf ein anderes Substantiv bezieht.

Dazu wo genau in der Sprachverarbeitung der erwartete Effekt stattfindet gibt es ebenfalls unterschiedliche Ansichten. Die Vereinfachung der Verarbeitung durch einen syntaktisch kongruenten Kontext könnte dadurch entstehen, dass der postlexikalische Zugang durch den vorangehenden Kontext vereinfacht wird (Seidenberg, Waters, Sanders & Langer, 1984). Zu den postlexikalischen Prozessen sind nach Seidenberg et al. (1984) die Selektion, Elaboration und Integration lexikalischer Information um einen Text zu verstehen. Es gibt klare Beweise, dass solche postlexikalischen Prozesse kontextabhängig sind (Seidenberg, Waters, Sanders & Langer, 1984). Der vorangehende Kontext könnte also den Prozess des Zugangs beziehungsweise des Abrufs in gewisser Weise beeinflussen (Nicol, 1996). Es wird in der Psycholinguistik zwischen zwei verschiedenen Modellen zur Sprachverarbeitung unterschieden, den syntax-first Modellen und den interaktiven Modellen. Nach den syntax-first Modellen wird syntaktische autonom vor semantischer Information verarbeitet. Es wird davon ausgegangen, dass anhand der Informationen zur Wortkategorie die syntaktische Struktur ermittelt wird und alle weiteren Informationen erst in einem zweiten, späteren Schritt erfasst werden. Wenn die syntaktische Struktur nicht mit der semantischen und anderen Strukturen übereinstimmt, wird reanalysiert (Friederici, 2002). Bei den interaktiven Modellen interagieren alle Arten von Informationen auf allen Stufen der Sprachverarbeitung (Friederici, 2002). Das neurokognitive 3 Phasen Modell von Friederici (2002), nach dem der Prozess der lexikalischen Verarbeitung in drei Phasen stattfindet, ist mit beiden Modellen kompatibel. In der ersten Phase, welche von der 100. bis zur 300. Millisekunde stattfindet, wird die syntaktische Struktur auf Basis der Wortkategorie erkannt. Die lexikalisch- semantischen und morphosyntaktischen Prozesse finden anschließend, in der zweiten Phase, von der 300. bis zur 500. Millisekunde statt. In der dritten Phase, von der 500. bis zur 1000. Millisekunde werden die Informationen integriert (Friederici, 2002). Um die Zeiten neurophysiologisch festzustellen eignen sich ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) welche mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) ermittelt werden. Nach Hasting und Kotz (2008) lassen Ergebnisse bisheriger Studien darauf schließen, dass der syntaktische Prozessor aus mehreren Subsystemen besteht, die in unterschiedlichen Stadien der syntaktischen Verarbeitung aktiv werden. In der syntaktisch inkongruenten Bedingung können drei EKP Komponenten festgestellt werden. Eine „early left anterior negativity“ (ELAN) tritt zwischen der 150. und der 250. Millisekunde auf, wenn eine Verletzung der syntaktischen Kategorie vorliegt, also wenn die Person wegen vorangehenden Wörtern oder des Aufbaus der vorangehenden Phrase eine andere Wortkategorie erwartet hätte (Friederici, Hahne & Mecklinger, 1996; Friederici, Pfeifer & Hahne, 1993; Neville, Nicol, Barss, Forster & Garrett, 1991; zitiert nach Hasting & Kotz, 2008, S. 1207). Kategoriale Information scheint somit vor anderen Informationen, wie semantischen und morphosyntaktischen Informationen aber auch vor anderer syntaktischer Information, verarbeitet zu werden (Friederici, 2002; Frazier, 1987; zitiert nach Hasting & Kotz, 2008, S. 1207). Weiters ist eine left anterior negativity (LAN) bekannt, welche

zwischen der 300. und der 500. Millisekunde auftritt. LAN folgt auf eine Verletzung der Zeit, der Zahl, des Geschlechts oder der Verbflexion (Gunter, Friederici & Schriefers, 2000; Osterhout & Mobley, 1995; Friederici et al., 1993; Kutas & Hillyard, 1983; zitiert nach Hasting & Kotz, 2008, S. 1207). Die Prozesse des LAN scheinen weniger automatisch als die des ELAN abzulaufen. Schließlich wurde eine „late centroparietal positivity“, namens P600 oder „syntactic positive shift“, festgestellt. Es tritt um die 600. Millisekunde auf. Ausgelöst wird dies nach Hasting und Kotz (2008) durch syntaktische Verletzungen, jedoch unabhängig von der Art der Verletzung. Hier scheint es sich um kontrollierte, aufmerksamkeitsabhängige Prozess zu handeln. Nach Pulvermüller, Shtyrov, Hasting und Carlyon (2008) gibt es ähnlich der ELAN die syntactic Mismatch Negativity (sMMN), welche auftritt wenn sich Versuchspersonen auf einen visuellen Input konzentrieren und gleichzeitig einen gesprochenen Input ignorieren sollen. Nimmt die Versuchsperson syntaktisch inkorrekte Wortreihen wahr, wird eine sMMN ausgelöst. Syntaktische MMN tritt auch dann auf, wenn sich eine Person nicht auf den Reiz der sie auslöst konzentriert, was als Hinweis auf die automatische Verarbeitung des Syntax gesehen werden kann. Die ersten aufmerksamkeitsgebundenen Modulationen der syntaktischen Verarbeitung treten erst ungefähr ab der 200. Millisekunde auf (Pulvermüller et al., 2008). Im Gegensatz zum jetzigen Experiment wurden die Reize, die syntaktisch kongruent oder inkongruent waren, akustisch dargeboten.

Zusammenfassend gibt es also eine frühe Phase in der die Phrasenstruktur anhand kategorialer Informationen erkannt wird. Diese Phase, ELAN, tritt zwischen der 150. und der 200. Millisekunde auf. Anschließend werden die syntaktischen Relationen verarbeitet. Dies ist die Phase des LAN und findet in der 300. bis 500. Millisekunde statt. Also letzte optionale Phase folgt P600 um die 600. Millisekunde, in der nachgebessert und gegebenenfalls revidiert wird (Hasting & Kotz, 2008). Syntaktische Verarbeitung könnte größtenteils automatisch geschehen, wobei nach Pulvermüller et al. (2008) automatische, syntaktische Prozesse direkt nach der Darbietung des Reizes auftreten und anschließend Beeinflussung des Syntax durch - und vielleicht auch Informationsaustausch mit anderen Input Systemen und kognitiven Bereichen stattfindet.

Nach Forster (1979) besteht die Verarbeitung von Sprache aus unterschiedlichen Komponenten. Es ist von der Aufgabenstellung eines Experiments abhängig welche Komponenten miteinbezogen werden. Zum Beispiel gibt es Versuche bei denen eine Versuchsperson in einem Wort nach einem speziellen phonetischen Element suchen soll, überprüfen soll ob es sich um einen grammatikalisch korrekten Satz handelt oder ob sich in einer Wortfolge ein bestimmtes, bekanntes Wort befindet. Je nach Aufgabenstellung sind die Abfolge und der Verlauf der Sprachverarbeitung unterschiedlich. Nach Forster (1979) können bei einer Klassifikationsaufgabe unter Zeitdruck verschiedene Verarbeitungssysteme zum Ziel, also zu einer erfolgreichen Verarbeitung, führen. Auf welches der

Systeme eine Person zurückgreift, ist von den Umständen abhängig. Die Entscheidung wird jedoch auf Grundlage des Outputs des schnellsten Systems gefällt, da die Personen eine möglichst schnelle Entscheidung treffen sollen. Hier stellt sich die Frage wann dieser Output der Person, die die Entscheidung treffen muss, zur Verfügung steht. Die Informationen der verschiedenen Levels der Sprachverarbeitung müssen der Person erst zugänglich werden und es ist nicht sicher alle gleichzeitig zur Verfügung stehen. Außerdem muss beachtet werden, dass eine gewisse Zeit benötigt wird, um eine Antwort auf die jeweilige Aufgabe zu geben. Je nach Aufgabenstellung können anhand der zur Verfügung stehenden Informationen, manche Aufgaben schneller und andere etwas langsamer beantwortet werden. Nach Forster (1979) verfügt die menschlichen Sprachverarbeitung über drei relativ unabhängige Instrumente und einem übergeordneten Instrument, dem „general problem solver“ (GPS), welcher die Informationen der verschiedenen Subsysteme der Sprachverarbeitung sammelt und aufgrund dieser Informationen handelt. In einer Klassifikationsaufgabe trifft also der GPS die Entscheidung, ohne in die einzelnen Subsysteme einzugreifen. Er ist das zentrale, allgemeine Entscheidungszentrum im Gegensatz zu den drei hoch spezialisierten, limitierten Instrumenten der Sprachverarbeitung. Diese erfüllen sehr spezifische Aufgaben. Sie sind inflexibel, unabhängig voneinander und haben alle Zugang zum mentalen Lexikon, aber nicht zum allgemeinen Gedächtnis, in welchem das allgemeine Wissen einer Person sowie die Meinungen und Überzeugungen lokalisiert sind. Der GPS hingegen hat keinen Zugang zum mentalen Lexikon und zu den Prozessen der drei Instrumente, sondern nur zu deren Output. Er hat jedoch Zugriff auf das konzeptuelle Wissen. Die drei Instrumente der Sprachverarbeitung sind der lexikalische Prozessor, der syntaktische Prozessor und der Nachrichtenprozessor (Forster, 1979). Der lexikalische Prozessor nimmt Input von peripheren Wahrnehmungssystemen auf, wie beispielsweise gewisse Eigenschaften eines Wortes, segmentiert diese Inputs und greift auf Komponenten des mentalen Lexikons zu, welche zu den lexikalischen Elementen des Inputs passen. Aus dem mentalen Lexikon wird anschließend das übereinstimmende Wort ausgewählt. Häufige Wörter werden zuerst berücksichtigt. Wenn die lexikalischen Einträge lokalisiert wurden, gelangen sie zum syntaktischen Prozessor. Dieser gewinnt daraus die Informationen die er benötigt um die syntaktische Struktur eines Satzes zu analysieren. Anschließend gelangt die Information zum letzten Prozessor, dem Nachrichtenprozessor. Dieser ermittelt aus der rein linguistischen Repräsentation die konzeptuelle Struktur, also den Sinn der sich aus den Wörtern ergibt. Die drei Mikroprozessoren erhalten jeweils vom niedrigerem Level Input und niemals von einer anderen Quelle. Der lexikalische Prozessor arbeitet somit unabhängig vom syntaktischen und vom Nachrichtenprozessor und der syntaktische Prozessor arbeitet unabhängig vom Nachrichtenprozessor. Alle drei Mikroprozessoren übermitteln ihre Outputs dem GPS. Der GPS verfügt somit über alle Outputs, erhält diese aber nicht gleichzeitig. Auch Sereno (1991) schließt aus den Ergebnissen ihres Experimentes zu sublimalem syntaktischem Priming auf ein modulares,

serielles Modell der Sprachverarbeitung. Bei einer normalen Aufnahme von Sprache kommen alle drei Instrumente zum Einsatz. Bei einer lexikalischen Entscheidung, in einer experimentell hergestellten Situation, könnte angenommen werden, dass nur die lexikalische Repräsentation abgerufen wird. Tatsächlich ist es jedoch laut Lukatela (1987) niemals möglich die anderen zwei Instrumente zu isolieren. Ist ein Wortpaar grammatikalisch kongruent, funktionieren alle Instrumente normal und eine kategoriale Wortentscheidung kann leicht getroffen werden. Ist es jedoch inkongruent blockiert der syntaktische Prozessor, da er feststellt, dass das Primewort und das Targetwort, beispielsweise im Geschlecht, nicht zusammenpassen. Diese negative Rückmeldung des syntaktischen Prozessors führt zu einer längeren Verarbeitung und somit zu einer längeren Reaktionszeit (Lukatela, 1987). Wird eine Zielwortentscheidung getroffen, werden nach Lukatela (1987) lexikalischer, syntaktischer und Nachrichtenprozessor abgewogen. In einem Experiment, in dem eine lexikalische Entscheidung getroffen werden soll, sollte der lexikalische Prozessor am stärksten wiegen. Das Modell von Levelt, Roelofs und Meyer (1999) beschäftigt sich mit der Wort und Satzproduktion. Daraus lassen sich jedoch auch Schlüsse auf den lexikalischen Abruf ziehen. Sie gehen von einem konzeptuellen, einem lexikalischen, einem morphologischen und einem phonologischen Repräsentationslevel aus. Semantische Information wird dabei in konzeptuellen Knoten auf dem konzeptuellen Level abgespeichert, syntaktische Information auf dem Lemmalevel und phonologische Information auf dem Wortformlevel (Levelt et al., 1999).

Die Dauer der syntaktischen Verarbeitung ist ebenfalls von Interesse. Bei Sereno (1991) betrug die Zeit zwischen der subliminalen Präsentation des Primes und der lexikalischen Entscheidung im Durchschnitt 720 Millisekunden. Davon vergingen 60 Millisekunden zwischen Prime und Target und weitere 660 Millisekunden bis die Antwort gegeben wurde. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Beantwortung 200 Millisekunden in Anspruch nimmt, bleiben 520 Millisekunden für die Verarbeitung. In dieser Zeit muss der lexikalische Zugang zu Prime und Target stattfinden sowie überprüft werden ob die syntaktische Struktur der Wortfolge korrekt ist. Bisherige Studien gehen davon aus, dass für den lexikalischen Zugang 200 Millisekunden benötigt werden (Rayner & Pollatsek, 1989; zitiert nach Sereno, 1991, S. 471). Da der lexikalische Zugang von Prime und Target 400 Millisekunden in Anspruch nimmt, bleiben noch 120 Millisekunden für die syntaktischen Informationen. Nach Sereno (1991) scheinen somit syntaktische Kontexteffekte nahezu bei der Erkennung des Wortes wirksam zu werden. Diese Ergebnisse sollten nach Sereno (1991) weitere Forschung dazu ermutigen die Intervalle und somit die Zeit für die syntaktische Verarbeitung immer weiter zu verkürzen. Im jetzigen Experiment wurde eine SOA von 60 Millisekunden angewandt.

### 1.3. Biologischer Hintergrund

Während klassische Theorien davon ausgehen, dass das Broca Areal für die Verarbeitung syntaktischer Information verantwortlich ist, gibt es neuere Ergebnisse welche darauf hinweisen, dass das Broca Areal eher Aspekte des syntaktischen Gedächtnisses unterstützt, anstatt der Ort des Syntax zu sein (Friederici, 2002). Aufgrund verschiedener Studien mit Personen mit Hirnläsionen kann davon ausgegangen werden, dass das Broca Areal zumindest nicht der alleinige Ort des Syntaxanalysators ist (Stromswold, Caplan, Alpert & Rauch, 1996). Der Positronenemissionstomograph (PET) hat sich als Instrument für die Lokalisation der syntaktischen Verarbeitung bewährt. In einer Studie kamen Stromswold, Caplan, Alpert & Rauch (1996) zu dem Ergebnis, dass das Broca Areal in die syntaktische Verarbeitung involviert ist. Sie konnten mittels PET jedoch nicht seine genaue Funktion feststellen. So lässt sich zum Beispiel nicht ermitteln ob die festgestellte Aktivität des Broca Areals mit einer anregenden oder einer hemmenden neuronalen Aktivität zusammenhängt. Dapretto und Bookheimer (1999) führten eine Studie durch, um mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI) auf Hirnregionen zu schließen, welche in Prozesse syntaktischer und semantischer Verarbeitung involviert sind. Dabei fanden sie eine Aktivierung des Pars opercularis, ein Teil des Gyrus frontalis welcher im Frontallappen der Großhirnrinde lokalisiert ist. Auch das Broca Areal gehört, als Teil des Pars triangularis, zum Gyrus frontalis. Nach Friederici, Kotz, Werheid, Hein und Cramon (2003b), welche ihre Studie ebenfalls mittels fMRI durchführten, sind etwas spezifischer der linke Gyrus frontalis superior, das Operculum frontale, bekannt als Sitz des motorischen Sprachenzentrums, und die linken Basalganglien, speziell das Putamen, in die syntaktische Verarbeitung involviert (Friederici, Kotz, Werheid, Hein & Cramon, 2003b). In einer Studie von Friederici Rüschemeyer, Hahne und Fiebach (2003c) welche mittels Magnetoenzephalographie (MEG) durchgeführt wurde, zeigen sich ebenfalls eine Aktivierung Operculum frontale und des Putamen in den linken Basalganglien sowie des anterioren Gyrus temporalis superior (Friederici, Rüschemeyer, Hahne, Fiebach, 2003c). Nach Dapretto und Bockheimer (1999) nimmt das Broca Areal eine bedeutende Rolle in der syntaktischen Verarbeitung ein. Wie auch Studien zuvor kommen sie zu dem Schluss, dass es nicht ein einziges linguistisches Modul für das syntaktische Verständnis und die syntaktische Verarbeitung gibt, sondern, dass die Verarbeitung in unterschiedliche Hirnregionen mit spezifischen linguistischen Prozessen stattfindet. Weitere Hirnbereiche, welche bei der Verarbeitung syntaktischer Informationen aktiv werden, sind Studien zufolge der inferiore Frontalkortex und der anteriore Temporalkortex. Der temporale und der inferiore Frontalkortex sind sowohl in semantische als auch in syntaktische Prozesse involviert (Friederici, 2002). Friederici und Kotz (2003) fassen die Ergebnisse von Studien, welche mit Patienten mit Hirnläsionen durchgeführt wurden zusammen. Sie weisen auf die Bedeutung des linken Frontalkortex, des anterioren Frontallappens, des linken anterioren Gyrus temporalis superior und

des linken Operculum frontale hin. Die Basalganglien scheinen bei späteren syntaktischen Prozessen eine Rolle zu spielen, was auch aus dem bereits erwähnten P600 ersichtlich wird. Zusammenfassend sind mehrere Hirnareale an der syntaktischen Verarbeitung beteiligt. Namentlich sind dies mehrere Teile des Gyrus frontalis, dem auch das Broca Areal angehört, Teile des Gyrus temporalis, das Operculum frontale, die Basalganglien, der inferiore Frontalkortex, der anteriore Temporalkortex und der anteriore Frontallappen.

#### **1.4. Gestaltung der Aufgabenstellung**

In bisherigen Experimenten zu syntaktischem Priming wurde immer eines von zwei möglichen Designs angewendet. Auditiv-visuelles Priming stellt eine Herausforderung in der Koordination des auditorischen Signals und der visuellen Präsentation des Targets dar sowie dem Start der Reaktionszeitmessung (Nicol, 1996). Bei einer ausschließlich visuellen Präsentation, kann es wichtig sein, dass das Targetwort visuell vom vorangehenden Kontext zu unterscheiden ist. Dies kann zum Beispiel durch eine Präsentation an einem anderen Ort, in einer anderen Farbe, einer anderen Größe oder Schriftart oder mit Hilfe einer Ankündigung des Targetworts, zum Beispiel durch die Präsentation von Zeichen, wie Sternen oder Kreuzen, geschehen (Nicol, 1996). Im jetzigen Experiment wird der vorangehende Kontext, also das Primewort, unterbewusst wahrgenommen. Daher sollte es zu keiner Unklarheit bezüglich der Unterscheidung zwischen Primewort und Targetwort kommen. Die Maske, welche vor und nach dem Prime präsentiert wird, unterscheidet sich von Prime und Target. Während Prime und Target in Kleinbuchstaben präsentiert werden, werden bei den Masken, welche aus zehn aneinandergereihten Buchstaben bestehen, nur Blockbuchstaben verwendet. Somit sollte es zu keiner Verwechslung oder ungewünschten Beeinflussung durch die Maske kommen.

Manche Experimente zu syntaktischem Priming stellen ihren Versuchspersonen lexikalische Entscheidungsaufgaben, andere verwenden Benennungsaufgaben und Ähnliches. Die verschiedenen Aufgabenarten führen zu einer unterschiedlichen Verarbeitung. Bei der lexikalischen Entscheidungsaufgabe muss die Versuchsperson entscheiden, ob es sich beim präsentierten Target um ein Wort handelt oder nicht. Dabei werden als Stimuli Wörter und Pseudowörter verwendet. Lexikalische Entscheidungsaufgaben führen zu einem Stroop-ähnlichem Effekt. Die Entscheidung ob es sich um Wort handelt ist nicht nur die Folge lexikalischer Prozesse. Versuchspersonen scheinen die Ergebnisse kontextueller Prozesse nicht ausblenden zu können (West & Stanovich, 1982; zitiert nach Seidenberg, Waters, Sanders & Langer, 1984, S. 317). Die Benennung eines auf einen Kontext folgenden Targets scheint keine solche Stroop-ähnlichen Effekte hervorzurufen. Dafür gibt es unterschiedliche Erklärungen. Eine Möglichkeit ist, dass die Benennung zu schnell erfolgt um den Kontext miteinfließen zu lassen (West & Stanovich, 1982; zitiert nach Seidenberg, Waters, Sanders &

Langer, 1984, S. 317). Einer anderen Theorie zufolge geht aus dem Kontext hervor ob ein Worttarget oder ein Pseudoworttarget folgen sollte. Dies stellt eine zusätzliche Information für die lexikalische Entscheidung dar, doch es ist keine Erleichterung für die Benennung des Targets (Forster, 1979). Seidenberg, Waters, Sanders und Langer (1984) überprüften, ob sie zu demselben Ergebnis wie andere Studien zuvor kamen, dass Priming bei lexikalischen Entscheidungen, jedoch nicht bei Benennungsaufgaben einen Einfluss hat. Dabei verwendeten sie dieselben Stimuli wie Goodman et al. (1981), nämlich syntaktisch kongruente Wortpaare, wie zum Beispiel „whose planet“, syntaktisch inkongruente Wortpaare, wie „men planet“ sowie Wort-Pseudowort Paare. Die Primes wurden 600 Millisekunden und die Targets bis zur Antwort präsentiert. Somit handelte es sich um supraliminales Priming. Bei der Benennungsaufgabe mussten die Versuchspersonen das Targetwort laut vorlesen und bei der lexikalischen Entscheidungsaufgabe sollten sie mittels Betätigung von Knöpfen angeben ob es sich um ein Wort oder ein Pseudowort handelte. Die Ergebnisse waren denen von Goodman et al. (1981), auf welche später noch genauer eingegangen wird, ähnlich. Es ließ sich ein syntaktischer Kongruenzeffekt bei der lexikalischen Entscheidungsaufgabe, nicht aber der Benennungsaufgabe feststellen. Die beiden Aufgaben erfordern unterschiedliche Wege der Verarbeitung. Beim Treffen einer lexikalischen Entscheidung handelt es sich um eine Aufgabe zur Erkennung von gewissen Signalen. Die Entscheidung hängt von der Unterscheidbarkeit zwischen Wort und Pseudowort sowie den Kriterien für die Beantwortung ab. Die Benennungsaufgabe unterscheidet sich davon. Die Personen müssen nicht zwischen Wort und Nichtwort unterscheiden und stehen der zusätzlichen Herausforderung gegenüber, das Wort richtig auszusprechen. Daher muss das Wort von der Person so weit verarbeitet werden bis die Aussprache klar ist. Nach Forster (1979) würde man erwarten, dass lexikalische Entscheidungsaufgaben schneller als Benennungsaufgaben durchgeführt werden. Wörter können zwar schneller ausgesprochen werden als Pseudowörter, doch bevor sie ausgesprochen werden muss die lexikalische Repräsentation des Wortes lokalisiert werden. Dies könnte mehr Zeit in Anspruch nehmen, da mehrere Schritte erforderlich sind, während bei lexikalischen Entscheidungen nur die lexikalische Repräsentation des Wortes gefunden werden muss und anschließend gleich bejaht werden kann, dass es sich um ein Wort handelt. Tatsächlich kam Forster (1979) jedoch zu dem gegenteiligen Ergebnis. Benennungsaufgaben wurden schneller bearbeitet, nämlich in durchschnittlich 508 Millisekunden, während für lexikalische Entscheidungsaufgaben durchschnittlich 608 Millisekunden benötigt wurden. Wenn die Theorie von Forster (1979) korrekt ist würde das bedeuten, dass die Aussprache des Wortes 100 Millisekunden bevor die lexikalische Repräsentation des Wortes lokalisiert wurde, zur Verfügung steht.

Da sich bei assoziativem Priming sowohl bei lexikalischen Entscheidungen als auch bei Benennungsaufgaben signifikante Ergebnisse zeigen, scheint dies ein Beweis mehr zu sein, dass bei assoziativem und bei syntaktischem Priming unterschiedliche Prozesse stattfinden. Seidenberg,

Waters, Sanders und Langer (1984) schließen auf postlexikalische Prozesse bei syntaktischem Priming. Im jetzigen Experiment wurde eine kategoriale Entscheidungsaufgabe durchgeführt. Dabei mussten die Versuchspersonen immer angeben ob es sich beim Targetwort um ein Verb oder um einen Substantiv handelt.

### 1.5. Ergebnisse bisheriger Studien

Im Folgenden wird auf einige Experimente eingegangen, welche auf die Existenz eines syntaktischen Kongruenzeffektes hinweisen. Die Ergebnisse der Experimente werden nur soweit erwähnt, wie sie für das jetzige Experiment und die Ergebnisse des Experiments, wesentlich sind. Die aus den Experimenten gewonnen Erkenntnisse sollen eine anschließende Interpretation der Ergebnisse des jetzigen Experimentes unterstützen. Nach Schriefers, Friederici und Rose (1998) haben bisher durchgeführte Experimente zu syntaktischem Priming, die lexikalische Verarbeitung eines Targets das auf einen Kontext folgt getestet. Dabei war der vorangehende Kontext ein Satz oder Satzfragment, welches syntaktisch mit dem Targetwort kongruent oder inkongruent war. Syntaktisch inkongruente Bedingungen werden in unterschiedlichen Studien verschieden gestaltet. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Studien in unterschiedlichen Sprachen durchgeführt wurden und sich diesbezügliche Bestimmung in allen Sprachen unterscheiden. Die Struktur in der Wortfolgen aufgebaut sind, sind verschieden. Nach Bock, Loebell und Morey (1992) sind beispielsweise im Französischen, im Gegensatz zum Englischen, die Adjektive meistens den Substantiven nachgestellt. Im Spanischen können im Gegensatz zum Englischen pronominale Subjekte ausgelassen werden und im Russischen wird im Gegensatz zum Englischen die syntaktische Funktion eines Wortes durch den Fall statt durch die Reihenfolge deutlich. Die meisten auf Englisch durchgeführten Studien, wie die von Wright und Garrett (1984), Seidenberg et al. (1984) und West und Stanovich (1986), wendeten eine Verletzung der syntaktischen Kategorie an. Das Targetwort war ein Wort einer syntaktischen Kategorie, welches nach den grammatikalischen Regeln der Sprache nicht auf den vorangehenden Prime folgen dürfte. Andere Studien verletzten die Kongruenz in der morphosyntaktischen Übereinstimmung. Verletzt wurden die Übereinstimmung in Zahl, Geschlecht und Fall. Diese Studien wurden meistens im Serbokroatischen durchgeführt, so wie bei Lukatela et al. (1987). Bei Colé und Segui (1994), welche ihre Studie auf Französisch durchführten, stimmten Prime und Targetwort entweder in Geschlecht und/oder Zahl nicht überein. Die folgenden Experimente sind nach den Jahreszahlen ihrer Publikation gereiht, beginnend mit dem frühesten.

Goodman, McClelland und Gibbs (1981) führten ein Experiment mit semantischem und syntaktischem Priming durch. Sie verwendeten ebenfalls immer ein Primewort und ein Targetwort, sodass syntaktisch kongruente und syntaktisch inkongruente Wortpaare entstanden. Bei den Primes handelte es sich um Artikel oder Pronomen und bei den Targets um Verben oder Substantive. Ein Teil

der Targets waren Pseudowörter. Die Versuchspersonen sollten eine lexikalische Entscheidung treffen. Ein weiterer Gegensatz zum jetzigen Experiment war, dass die Primes bewusst und ohne Maskierung präsentiert wurden. Bei den syntaktisch kongruenten Wortpaaren, trafen die Versuchspersonen signifikant schnellere lexikalische Entscheidungen. Obwohl die Versuchspersonen nicht in allen Bedingungen auf den Zusammenhang zwischen Prime und Target hingewiesen wurden, schien der Kontext immer einen Einfluss auf die Beantwortung zu haben. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit denen von Fischler und Bloom (1979), welche feststellten, dass Versuchspersonen den Kontext miteinbeziehen, selbst wenn sie aufgefordert wurden ihn zu ignorieren (Fischler & Bloom, 1979; zitiert nach Goodman, McClelland & Gibbs, 1981, S. 584). Anscheinend ist es nicht möglich sich dem syntaktischen Kongruenzeffekt zu entziehen. Bei den Experimenten von Goodman, McClelland und Gibbs (1981) vermischten sich jedoch Syntaktik und Semantik so, dass es schwierig war die Effekte auseinanderzuhalten. Sie meinten, dass es nicht möglich wäre diese zu trennen und syntaktisch passende Paare auch automatisch semantisch plausibel sein müssten. Bei Sereno (1991), auf deren Experimente etwas später noch genauer eingegangen wird, gab es jedoch auch syntaktisch passende jedoch semantisch inkorrekte Wortfolgen. Dennoch meinen Goodman, McClelland und Gibbs (1981) durch ihre signifikanten Ergebnisse den Nachweis erzielt zu haben, dass syntaktische Information einen Beitrag zur Worterkennung leistet, welcher unabhängig von semantischer Information ist.

Bei Wright und Garrett (1984) trafen die Versuchspersonen lexikalische Entscheidungen nach Sätzen, welche über der Wahrnehmungsschwelle präsentiert wurden. Wörter wurden nacheinander auf einem Computerbildschirm dargeboten. Am Ende des Satzes wurde ein syntaktisch kongruentes oder inkongruentes Targetwort präsentiert. Über dieses sollte mittels Betätigung der Tastatur eine lexikalische Entscheidung getroffen werden (ja/nein Antworten). Sie verwendeten als Targets Substantive, Verben, Adjektive und Pseudowörter. Bei ihren Experimenten wurden die Versuchspersonen nicht unterbewusst geprimt, sondern lasen bewusst Sätze. Sie finden hier aber dennoch Erwähnung da das Ziel der Arbeit, wie in diesem Experiment, war, zu ermitteln ob in syntaktisch kongruenten Bedingungen eine schnellere Entscheidung über das Targetwort getroffen wird als in syntaktisch inkongruenten. Dabei ergaben die Sätze der kongruenten Bedingung oft nur syntaktisch, jedoch nicht semantisch einen Sinn. Kein Targetwort ließ sich durch den vorangehenden Satz errahnen und sie waren auch assoziativ nicht mit dem Satz verwandt. Wright und Garrett (1984) stellten fest, dass es in den syntaktisch kongruenten Bedingungen zu einer niedrigeren Reaktionszeit kam. Verben nach Modalverben, Substantive nach Pronomen, transitive Verben vor Substantiven und Sätze mit Substantiven als Subjekt welche ein Verb verlangen, erforderten eine kürzere Reaktionszeit als die umgekehrten Kombinationen. Nach einem transitiven Verb mit einer darauf folgenden Präpositionalphrase führte ein Substantiv zu einer schnelleren Reaktionszeit als ein Verb.

Bei Adjektiven stellten sie nur dann Effekte fest, wenn der vorangehende Satz mit einem Adverb endete. Wright und Garrett (1984) erklärten dies dadurch, dass beim Lesen eines Satzes nach einem Hauptwort dieses Satzes gesucht wird. Sie schlossen aus den Ergebnissen auf einen menschlichen Syntaxanalysator (Engl. human parser). Damit ist ein syntaktisches Analysesystem des Menschen gemeint. Dieses System verfügt über Prozessstrategien welche einbeziehen wie kompliziert die Satzkonstruktion ist. Wenn das Targetwort nicht zu der vorangehenden Phrase passt, verlängert sich durch diese Prozesse die Reaktionszeit. Die Analysestrategien könnten in Zusammenhang mit dem Hauptwort des Satzes stehen. Wenn das Target dem Hauptwort entspricht kommt es zu einer schnelleren Erkennung. Ein syntaktischer Analysefilter könnte dafür verantwortlich sein.

West und Stanovich (1986) wollten die Hypothese, dass syntaktisches Priming nur bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben, jedoch nicht bei Nennungsaufgaben auftritt überprüfen. Sie ließen die Versuchspersonen Sätze vorlesen. Am Ende des Satzes erschien ein syntaktisch passendes oder unpassendes Targetwort. In den Nennungsaufgaben sollten die Versuchspersonen das Targetwort vorlesen. Der Versuchsleiter betätigte einen Knopf sobald die Versuchspersonen das Targetwort nannte. Im zweiten Experiment sollte die Versuchsperson das Targetwort leise lesen und selbst den Knopf betätigen, um so auszuschließen, dass das laute Lesen in der Nennungsaufgabe eine längere Reaktionszeit fordert. Im dritten Experiment wurde auch der Kontextsatz leise gelesen und die Wörter des Satzes nacheinander statt gleichzeitig präsentiert. Bei der lexikalischen Entscheidungsaufgabe drückten die Versuchspersonen einen von zwei Knöpfen mit der rechten oder der linken Hand, je nachdem ob es sich um ein Wort oder ein Nichtwort handelte. Im vierten Experiment wurde auch eine neutrale Bedingung eingeführt. Dabei lautete der Satz „the next word will be.“. In allen vier Experimenten stellten West und Stanovich (1986) fest, dass es einen Effekt der syntaktischen Struktur auf die Wortverarbeitung gibt. Dieser Effekt trat bei ihnen, im Gegensatz zu den vorangehenden Experimenten, nicht nur bei den lexikalischen Entscheidungsaufgaben sondern auch bei den Nennungsaufgaben auf. Dies war jedoch mehr in den ersten beiden Experimenten der Fall. Im dritten und vierten Experiment kam es, so wie in den vorangehenden Studien, zu kürzeren Reaktionszeiten bei den lexikalischen Entscheidungsaufgaben. Der Grund hierfür ist nach West und Stanovich (1986), dass die Versuchspersonen in diesen Bedingungen durch Feedback zu schnelleren Reaktionszeiten ermutigt wurden. Dadurch wurden keine postlexikalischen Effekte zugelassen. Dennoch gab es bei allen Nennungsaufgaben einen robusten syntaktischen Effekt.

Lukatela et al. (1987) führten ein Experiment durch, in welchem sie als Targets Substantive und Pseudosubstantive und als Kontext Possessivpronomen, welche entweder grammatikalisch zusammenpassten, in Flexion oder Geschlecht nicht zusammenpassten oder sowohl in Geschlecht als auch in Flexion nicht zusammenpassten. Es sollte an dieser Stelle jedoch Erwähnung finden, dass es

schwer ist einen Vergleich zwischen dem Serbokroatischen, in dem Lukatela et al. (1987) ihre Experimente durchgeführten, mit beispielsweise dem Englischen anzustellen. Während im Englischen, so wie auch im Deutschen, die Wortstellung wesentlich für die syntaktische Kongruenz ist, verfügt das Serbokroatische über ein hoch komplexes Flexionssystem in welchem für eine syntaktische Übereinstimmung Geschlecht, Zahl und Fall stimmig sein müssen (Colé und Segui, 1994). Syntaktische Inkongruenz im Serbokroatischen bedeutet somit nicht dasselbe wie syntaktische Inkongruenz im Englischen oder Deutschen. Im Gegensatz zum jetzigen Experiment wurden die Targetwörter sowie die Kontexte über der Bewusstheitsschwelle präsentiert. Am Ende wurde den Versuchspersonen durch das Ertönen eines Signals mitgeteilt, dass sie eine Entscheidung treffen sollten ob es sich beim Target um ein Wort handelt oder nicht. Der grammatikalische Kongruenzeffekt war in der Bedingung in der Substantive als Targets dienten, reliabler als in der Bedingung mit Pseudosubstantiven. Das zweite Ergebnis war, dass die Größe des grammatikalischen Kongruenzeffekts sowohl bei Substantiven als auch bei Pseudosubstantiven unabhängig davon war ob es eine oder zwei grammatikalische Verletzungen gab, also ob nur Flexion oder nur Geschlecht zusammenpassten oder ob sowohl Flexion als auch Geschlecht nicht zusammenpassten.

Ein vergleichbares Experiment mit dem jetzigen existiert nur von Sereno (1991). Sie führte drei Experimente zu graphemischem, assoziativen und syntaktischem Priming durch. Im Folgenden wird jedoch nur auf das Experiment zu syntaktischem Priming eingegangen. Im Gegensatz zum jetzigen Experiment verwendete sie nur eine Vorwärtsmaske und als Primes vier aneinandergereihte Sterne, Nichtwörter, Modalverben und Determinative. In einem Experiment wurde eine lexikalische Entscheidungsaufgabe gestellt und im anderen ein Benennungsaufgabe. Die Versuchspersonen sollten beurteilen ob es sich beim Targetwort um ein Verb oder einen Substantiv handelt. Die Targetwörter waren entweder Verben, Substantive oder Pseudowörter. Die präsentierten Wörtertripletts waren syntaktisch passend, jedoch semantisch nicht plausibel. Sereno kam zu dem Ergebnis, dass es beim Treffen einer lexikalischen Entscheidung in den syntaktisch kongruenten Bedingungen zu einer schnelleren Erkennung der Targets kam als in den syntaktisch inkongruenten Bedingungen. Syntaktisch kongruente Bedingungen waren ein Determinativ oder ein Pronomen als Prime vor einem Substantivtarget sowie ein Modalverb als Prime vor einem Verbtargget. Diese Effekte konnten jedoch bei der Benennungsaufgabe nicht nachgewiesen werden. Es gab keine signifikanten Unterschiede in den Reaktionszeiten in syntaktisch kongruenten und syntaktisch inkongruenten Bedingungen. In allen Bedingungen war, so wie erwartet, die Reaktionszeit bei Worttargets kürzer als bei Pseudoworttargets. Die Tatsache, dass bei einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe syntaktisches Priming einen Einfluss auf die Reaktionszeit hat, lässt darauf schließen, dass der Primingeffekt sich schon früher in der Verarbeitung feststellen lässt als durch bisherige Studien angenommen, da den Versuchspersonen zwischen Prime und Target eine SOA von 60 Millisekunden

zur Verfügung stand. Dies ist deutlich weniger als in den anderen bisher erwähnten Studien. Syntaktisches Priming scheint schnell wirksam zu sein. Es wurde ursprünglich auf ähnliche, signifikante Ergebnisse für maskiertes syntaktisches Priming beim jetzigen Experiment geschlossen, wobei zu beachten gilt, dass sich Aufgabenstellung und Maskierung im jetzigen Experiment unterscheiden.

Colé und Segui (1994) ließen Versuchspersonen lexikalische Entscheidungen treffen. In ihrem Experiment handelte es sich um supraliminales Priming. Sie verwendeten Wortpaare, wobei als zweites Wort immer ein Substantiv diente. Das erste Wort war entweder ein Adjektiv, ein possessives Adjektiv, ein demonstratives Adjektiv, ein bestimmter Artikel oder ein Ausruf. Die Wortpaare stimmten entweder in Geschlecht und Zahl überein, nur im Geschlecht oder nur in der Zahl. Alle Wortpaare waren semantisch plausibel. Die Wörter wurden im ersten Experiment gleichzeitig und in den anderen nacheinander präsentiert. Die Versuchspersonen mussten eine lexikalische Entscheidung treffen, ob es sich bei beiden Stimuli um echte Wörter handelte. Das Primewort erschien für 500 Millisekunden, 150 Millisekunden oder 130 Millisekunden auf dem Computerbildschirm. Anschließend wurde das Targetwort präsentiert bis eine lexikalische Entscheidung getroffen wurde. Ermittelt wurden die Reaktionszeit und die Fehlerrate. Wortpaare die grammatikalisch übereinstimmten führten, wie erwartet, zu einer geringeren Reaktionszeit. Die syntaktische Kategorie des Prime und des Targetwortes, also ob es sich um Wörter einer geschlossenen Klasse oder Wörter einer offenen Klasse handelte, hatte ebenfalls einen Einfluss auf die Reaktionszeit.

Bei Ansorge et al. (2013) wurden die Versuchsteilnehmer aufgefordert das Geschlecht eines Targetwortes zu bestimmen. Die Primes waren feminine und maskuline Artikel. Durch eine Vorwärts und eine Rückwärtsmaske wurden sie unter der Wahrnehmungsschwelle präsentiert. Als Target dienten Substantive. Es wurden vier Experimente durchgeführt. Im ersten Experiment war das Geschlecht des Artikelprimes kongruent oder inkongruent mit dem Substantivtarget. Die Versuchsteilnehmer mussten das Geschlecht des Targets bestimmen. Wie von den Autoren erwartet war die Reaktionszeit in den kongruenten Bedingungen kürzer. Im zweiten Experiment wollten die Autoren feststellen ob es sich beim subliminalen Kongruenzeffekt um einen schwach oder stark automatisch ablaufenden morphosyntaktischen Prozess handelt. Daher führten die Versuchspersonen nicht nur Geschlechtsentscheidungen sondern auch Entscheidungen nach anderen Kategorien (zum Beispiel Körperteile) durch. Der Kongruenzeffekt konnte nur bei den Geschlechtsentscheidungen festgestellt werden. Im dritten Experiment wurde die Bedeutung der Wortstellung ermittelt. Folgten Artikel auf Substantive statt umgekehrt, verschwand der Kongruenzeffekt. Im letzten Experiment wurden mehrere Targetwörter verwendet und auch

Substantive als Primes eingesetzt. Auch hier konnte ein morphosyntaktischer Primingeffekt festgestellt werden, jedoch nur für männliche Targets. Die Ergebnisse sprachen somit für einen syntaktischen Kongruenzeffekt, welcher auch im jetzigen Experiment erwartet wurde.

## **2. Methode**

### **2.1. UntersuchungsteilnehmerInnen**

Insgesamt nahmen 24 Versuchspersonen teil. Die Personen waren zwischen 20 und 26 Jahren alt, abgesehen von einer 64-jährigen Versuchsperson. Das mittlere Alter betrug somit 23,8 Jahre. 17 Personen waren weiblich und 7 männlich. Bei allen handelte es sich um PsychologiestudentInnen. Vor Beginn der Testung erhielten die Teilnehmer eine Probandeninformation und Einverständniserklärung, welche von ihnen unterschrieben wurde. Diese enthielt Informationen über den Zweck der Studie, Aufgabe der Teilnehmer und ungefähre Dauer der Testung. Die StudentInnen erhielten für ihre Teilnahme am Experiment einen Punktebonus für eine Prüfung im Bereich der Allgemeinen Psychologie. Alle Personen wurden über RSAP, dem Versuchspersonen-Management-System des Instituts für psychologische Grundlagenforschung und Forschungsmethoden der Universität Wien, rekrutiert. Alle waren Rechtshänder, hatten Deutsch als Muttersprache und waren mit dem Umgang mit Computern vertraut. Keine Versuchsperson musste ausgeschlossen werden.

### **2.2. Instrument und Messgeräte**

Bei dem Experiment handelte es sich um eine Computertestung, wobei 15-Zoll VGA Monitore mit einer Bildwiederholungsrate von 59,1 Hz verwendet wurden. Es handelte sich dabei um Kathodenstrahlmonitore. Der Raum war etwas abgedunkelt und nur indirekt beleuchtet, was der besseren Erkennung des Bildschirms diente. Die Personen hatten jeweils genau 57 cm Abstand vom Bildschirm. Dies wurde durch eine Kinnstütze sichergestellt und diente der optimalen Erkennung der dargestellten Wörter sowie dem Konstanthalten der Kopfposition. Die Antworten wurden auf einer Standardtastatur gegeben. Die Versuchsteilnehmer wurden angeleitet die Antwort mit dem Zeigefinger ihrer dominanten Hand zu geben und je nach Wortart des Targetwortes auf die Ziffer „4“ oder „6“ zu drücken. Die Hälfte der Versuchspersonen sollten bei einem Verb die Ziffer „4“ drücken und bei einem Substantiv die Ziffer „6“ und bei der anderen Hälfte der Versuchspersonen war das Reiz- Reaktionsmapping genau umgekehrt. Um einen neuen Durchgang des Experiments zu starten sollten sie die Ziffer „5“ betätigen. Dazwischen gab es immer wieder die Möglichkeit eine Pause einzulegen. Anhand der Betätigung der Tastatur wurden die Reaktionszeiten und die Fehlerrate ermittelt.

### 2.3. Reizmaterial

Das Reizmaterial bestand aus einem, mittels Vorwärts- und Rückwärtsmaske unterbewusst gemachten Primewort und einem nachfolgenden Targetwort. Primewörter waren die Pronomen „ich“, „du“, „wir“ und „ihr“. Dazu wurden Pseudopronomen konstruiert, welche in zumindest einem Aspekt an ein Pronomen erinnern. Sie teilten immer einen Buchstaben mit einem Pronomen. Die Pseudopronomen waren „hhh“, „ddd“, „www“ und „rrr“. Als Targetwörter dienten Verben und Substantive. Von den Targetwörter, welche allesamt deutsche Wörter waren, wurden immer andere zugewiesen. In Tabelle 1 sind alle verwendeten Targetwörter aufgelistet.

Tabelle 1: Auflistung aller Targetwörter, unterteilt in Verben der ersten Person Singular, Verben der zweiten Person Singular, Verben der ersten Person Plural, Verben der zweiten Person Plural, Substantive Singular und Substantive Plural.

Verben 1. Singular	Verben 2. Singular	Verben 1. Plural	Targetwörter						
			Verben 2. Plural	Substantive Singular			Substantive Plural		
bin	bist	bluten	blutet	abt	helm	ostern	aebte	hirne	rassen
blute	blutest	duerfen	duerft	aehre	herbst	pest	aengste	hirsche	reben
darf	darfst	faelschen	faelscht	akt	herr	rakete	akten	hirten	rechte
faelsche	faelschst	geben	gebt	angst	hilfe	rebe	baeche	hoefe	rehe
gebe	gibst	helfen	hilft	arsen	himmel	rost	baerte	hueften	reste
helfe	hilfst	hinken	hinkt	bart	hirse	rubin	beete	huehner	riffe
hinke	hinkst	hungern	hungert	beet	hirte	sache	bibeln	hueften	rueben
hungere	hungerst	jubeln	jubelt	bein	hitze	saft	bienen	hufe	sachen
jubele	jubelst	koennen	koennt	biene	hopfen	sand	biester	hummeln	saecke
kann	kannst	lachen	lacht	bier	huf	sarg	birken	hunde	saeftte
lache	lachst	moegen	moegt	biest	hummel	schrift	birnen	jacken	seelen
mag	magst	sehen	seht	blei	hund	schwalbe	blumen	jets	seen
sehe	siehst	sind	seid	blume	hut	schwert	blusen	jumbos	seiten
sterbe	stirbst	sterben	sterbt	bluse	jet	see	bojen	juwelen	sekten
toete	toetest	toeten	toetet	boden	jugend	seide	boote	kannen	serben
trauere	trauerst	trauern	trauert	brett	jumbo	sekt	briten	kassen	siele
wuete	wuetest	wueten	wuetet	brunft	juwel	senf	burgen	koerbe	sitten
				brust	kanne	senkel	daecher	kohlen	staaten
				burg	karton	sicht	daerme	konten	staebe
				dach	kaste	silbe	diebe	kroeten	staedte
				darm	kinn	sitte	dienste	kuechen	staetten
				dorf	kleid	spaten	duefte	kuenste	steine
				duene	komet	stab	duenen	kuesten	sterne
				duft	kopf	stein	elstern	kulte	suenden
				dunst	kordel	stern	erbsen	lachse	tanten
				faehre	kunst	stiel	faehrten	larven	tests
				faehrte	lachs	stute	faeuste	latten	tiere
				fahne	lage	tante	fahnen	lauben	toasts
				falter	laich	tasche	felgen	leitern	toepfe
				fels	laken	tonne	felle	lueste	tonnen
				flasche	latte	topf	gaeste	maechte	tore
				fleische	licht	torf	gelder	maegen	torten
				frost	list	torte	gemsen	mandeln	trassen
				frust	luke	trasse	gene	maschen	trauben
				fuerst	magd	traube	gerten	maste	treppen
				garten	mann	traum	gilden	menschen	tricks
				gast	markt	treppe	guenste	moose	troege
				geld	mist	trubel	haefen	mopeds	waagen
				gemse	moertel	waffe	haelse	mythen	witze
				gerte	mond	ware	haende	naechte	wolken
				gift	most	wueste	heere	narben	worte
				gischt	nacht	wunde	helden	nester	wuelste
				hafen	nest	wurf	helme	oefen	wuermer
				hefe	obst	wurst	herren	pakte	wuerste
				held	ofen	wurzel	hilfen	pfaffen	wunden
						zwiebel			ziegen

Die Primes und Targets wurden orthogonal gekreuzt, sodass die Hälfte der Durchgänge kongruent und die andere Hälfte der Durchgänge inkongruent war. Kongruenz bedeutete Übereinstimmung in Zahl und Flexion. Kongruente Durchgänge hatten immer ein Verb als Target und ein Pronomen als Prime. Verben wurden insgesamt viermal öfters wiederholt als Substantive. Die Auftrittswahrscheinlichkeit aller Primes, Substantiv- und Verbtarger sowie von kongruenten und inkongruenten Bedingungen war gleich. Außerdem fand eine Pseudorandomisierung der Bedingungen innerhalb der Blöcke statt.

Die Reize wurden auf dem Monitor in schwarzer Schrift auf weißem Hintergrund präsentiert. Alle Reizwörter waren klein geschrieben. Zu Beginn jedes Durchgangs erschien ein Fixationskreuz, welches für 750 Millisekunden am Bildschirm blieb. Anschließend wurde für 200 Millisekunden eine Maske präsentiert, welche aus zehn aneinandergereihten Blockbuchstaben bestanden. Nach dieser Vorwärtsmaske erschien für 30 Millisekunden der Prime, der entweder eine Pronomen oder ein Pseudopronomen war und danach die Rückwärtsmaske, diesmal für 30 Millisekunden und wieder zehn aneinandergereihte Blockbuchstaben. Nach der Rückwärtsmaske wurde das Target, entweder ein Verb oder ein Substantiv, präsentiert bis die Versuchspersonen eine Antwort gaben. Die Versuchspersonen mussten die Antwort schnell genug geben, da sonst eine Meldung erschien, dass die Antwort nicht gewertet wird, wenn sie zu langsam gegeben wird. Diese Rückmeldung wurde gegeben wenn die Versuchsperson ihre Entscheidung nicht innerhalb 1250 Millisekunden traf. Diese Rückmeldung erschien für 750 Millisekunden am Bildschirm. Der Ablauf ist auf Abbildung 1 schematisch dargestellt

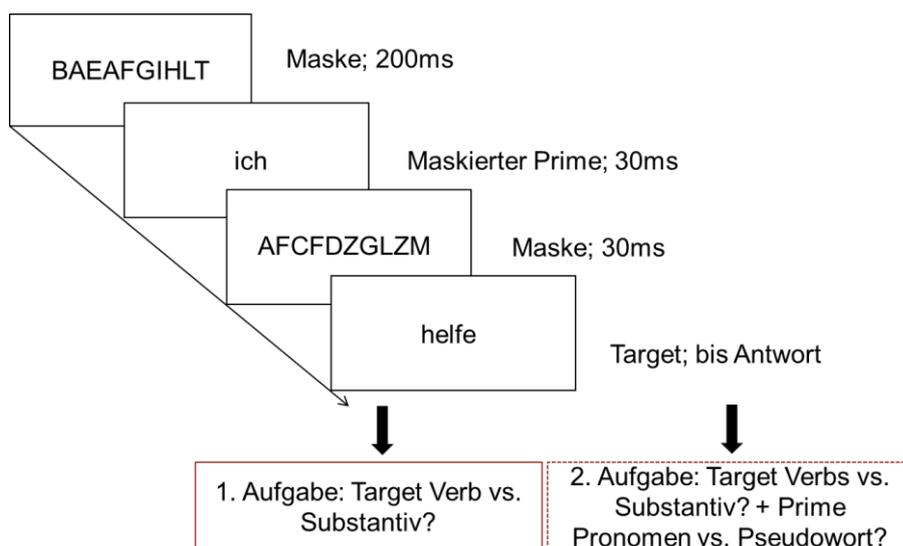


Abbildung 1: Schematische Darstellung der beiden Aufgaben des Experimentes. Darstellung der Reihenfolge und der Dauer der Präsentation der jeweiligen Wörter, anhand einer syntaktisch kongruenten Bedingung.

## 2.4. Untersuchungsdesign

Das Experiment war in zwei Teile gegliedert. Vor Beginn der Messung konnten die Versuchspersonen üben und sich mit dem Experiment vertraut machen. Obwohl die Instruktionen auch am Bildschirm erschienen, wurde der Ablauf zusätzlich von der Versuchsleiterin erklärt. Die Versuchspersonen durften so lange üben bis keine Unklarheiten mehr bestanden. Somit konnten sie sich mit dem Reiz-Reaktionsmapping und den zur Verfügung stehenden Zeiten für ihre Antworten vertraut machen.

Im ersten Teil sollten die Personen eine möglichst schnelle Entscheidung treffen, ob es sich beim vorgegebenen Wort um ein Substantiv oder ein Verb handelte. Die Versuchspersonen konnten durch Betätigung der Tastatur selbst bestimmen wann sie den nächsten Durchgang starten wollen. Der erste Teil des Experiments bestand aus vier Blöcken, je 80 Durchgängen. Jeder Block nahm ungefähr zehn Minuten in Anspruch. Dazwischen gab es die Möglichkeit eine Pause zu machen. Der erste Teil des Experiments dauerte ungefähr 40 Minuten.

Im zweiten Teil sollten die Versuchspersonen wieder bestimmen ob es sich beim Target um ein Verb oder einen Substantiv handelte. Nun wurde noch eine zweite Aufgabe hinzugefügt. Diese bestand darin zu bestimmen ob es sich beim Prime um ein Pronomen oder ein Pseudopronomen handelte. Da der Prime unter der Wahrnehmungsschwelle präsentiert wurde und somit von den meisten Menschen nicht wahrgenommen werden kann, wurde davon ausgegangen, dass hier meistens geraten werden musste. Die Versuchspersonen wurden auch auf diesen Umstand hingewiesen. Diese zweite Aufgabe sollte dazu dienen festzustellen, ob die Versuchspersonen den Prime, so wie angenommen, nicht wahrnahmen. Der zweite Teil des Experiments bestand aus zwei Blöcken, zu je 80 Durchgängen. Jeder Block nahm ungefähr zehn Minuten in Anspruch. Dieser Teil des Experiments dauerte somit ungefähr 20 Minuten.

Die Antworten sollten immer so schnell wie möglich gegeben werden. Benötigten die Versuchspersonen mehr Zeit, also über 1250 Millisekunden, erschien auf dem Bildschirm für 750 Millisekunden die Aufforderung schneller zu entscheiden. War die Antwort falsch wurde dies ebenfalls rückgemeldet. Insgesamt dauerte das Experiment zwischen 50 und 60 Minuten. Da immer zwei Personen gleichzeitig getestet wurden, wurden sie gebeten aufeinander zu warten wenn eine Person mit einem Teil des Experimentes schneller fertig war als die andere. Dies geschah um sicher zu stellen, dass sich die Versuchspersonen durch Lärm beim Verlassen des Raumes nicht gegenseitig ablenkten.

Es handelte sich um ein 2x2x2 Design, bestehend aus Kongruenz (kongruent/ inkongruent) x Prime (Pronomen/ Buchstabentriplett) x Target (Verb/ Substantiv). Daraus ergaben sich acht Bedingungen. Abhängige Variablen waren die Reaktionszeit und die Fehlerrate. Unabhängige Variable war die

syntaktische Kongruenz. Syntaktische Kongruenz bedeutet, dass der Prime ein Pronomen und das Target ein, in grammatikalischer Zahl, zum Pronomen syntaktisch kongruentes Verb ist. Die Bedingungen in welchen Buchstabentriplets als Primes eingesetzt wurden, dienten der Entkonfundierung von syntaktischen Einflüssen. Syntaktische Kongruenz besteht nur bei Pronomen als Primes, nicht aber bei Buchstabentriplets.

## 2.5. Untersuchungsdurchführung

Die Versuchspersonen wurden jeweils zu zweit in einen abgedunkelten Raum, in dem sich zwei Computer befanden, geführt. Die beiden Personen wurden aufgefordert bei den Computern Platz zu nehmen, wobei sie im 90° Winkel zueinander saßen, um sich bei der Testung nicht gegenseitig abzulenken. Bevor die Testung begann, unterschrieben sie eine Einverständniserklärung und gaben ihren Namen, ihr Alter, ihre Händigkeit sowie eine e- Mail Adresse und Telefonnummer an, um bei Unklarheiten notfalls auf sie zurückkommen zu können. Zu den Aufgaben erschien immer eine Instruktion am Bildschirm. Dennoch erklärte die Testleiterin zusätzlich den Ablauf und stand für Rückfragen zur Verfügung. Während der Testung verließ sie den Raum um eine optimale Konzentration seitens der Versuchsteilnehmer zu gewährleisten. Dies geschah jedoch mit dem Hinweis bei Unklarheiten jederzeit erreichbar zu sein und vor der Tür zu warten. Die Dauer der Testungen variierte zwischen den Versuchspersonen leicht. Da nach dem ersten Teil des Experiments der zweite Teil von der Versuchsleiterin eingestellt und erklärt werden musste, wurden die Versuchsteilnehmer gebeten zu warten bis beide den ersten Teil abgeschlossen hatten und dann gemeinsam die Versuchsleiterin zu verständigen. Während dem Experiment gab es immer wieder die Möglichkeit freiwillig eine Pause einzulegen.

Die Testung verlief bei allen Versuchsteilnehmern ohne Störungen und Probleme. Kein Versuchsteilnehmer musste ausgeschlossen werden.

## 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden mittels Varianzanalyse ermittelt. Nur korrekte Reaktionen gingen in die Varianzanalyse ein. Es wurden bedingungsspezifische Mittelwerte gebildet. Ausschlusskriterien bei den Reaktionszeiten war eine Abweichung vom bedingungsspezifischen Mittelwert der korrekten Antworten um + 2 SD, beziehungsweise – 2 SD. Antworten wurden also in die Analyse miteinbezogen wenn  $[M(RT) - 2 SD(RT) < RT < M(RT) + 2 SD(RT)]$ . Nach diesen Kriterien wurden 4,3 % der Daten ausgeschlossen.

### 3.1. Targeteffekte

Bei den Reaktionszeiten konnte ein signifikanter Targeteffekt festgestellt werden,  $F(1,23) = 16,01$ ,  $p < 0,01$ . Verbtargets wurden insgesamt, über alle Bedingungen 199,77 Millisekunden schneller erkannt als Substantivtargets. Dieser Unterschied ist in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Die durchschnittlich kürzeste Reaktionszeit trat in den syntaktisch kongruenten Bedingungen mit Wörtertripletts als Prime auf, in denen die Targets Verben waren. Die durchschnittliche Reaktionszeit betrug hier 771,73 Millisekunden. Bei Substantivtarget war die Reaktionszeit in dieser Bedingung 50 Millisekunden länger als bei Verbtargets. Die durchschnittlichen Reaktionszeiten in Millisekunden auf Verbtargets und Substantivtargets werden in Abbildung 2 gegenübergestellt.

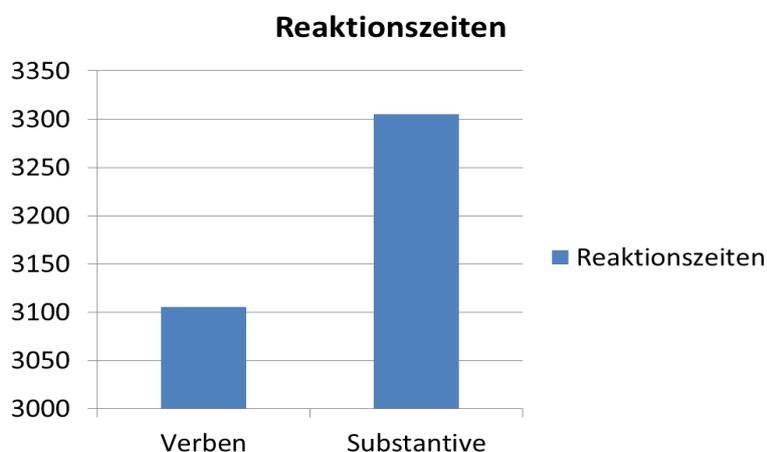


Abbildung 2: Durchschnittliche Reaktionszeiten in Millisekunden auf Verbtargets und Substantivtargets über alle Bedingungen zusammengezählt.

Derselbe Targeteffekt ist auch an den Fehlerraten ersichtlich,  $F(1,23) = 36,90$ ,  $p < 0,01$ . Bei der Bestimmung der Verbtargets werden durchschnittlich weniger Fehler gemacht als bei der Bestimmung der Substantivtargets. Dies ist graphisch in Abbildung 3 dargestellt.

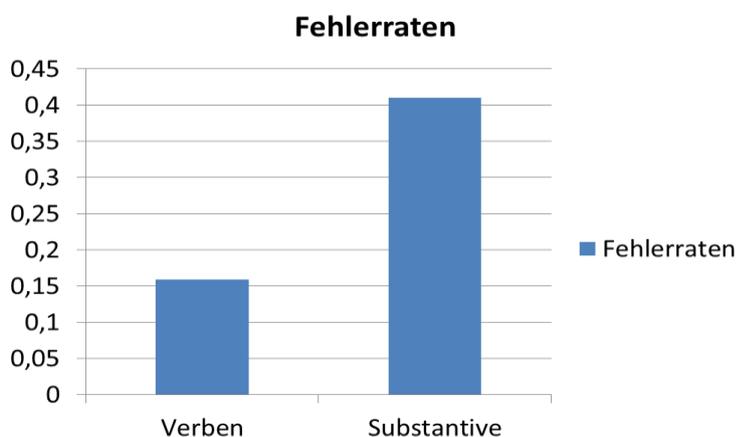


Abbildung 3: Durchschnittliche Fehlerraten bei Verbtargets und Substantivtargets über alle Bedingungen zusammengezählt.

### 3.2. Primeeffekte

Die Reaktionszeit bei den Pseudopronomen als Primes war etwas geringer als bei den Pronomenprimes. Die Bedingung Pronomen/Pseudopronomen x kongruent/inkongruent war signifikant,  $F(1,23) = 6,41, p < 0,05$ . Bei Pronomen als Primes ließ sich ein umgekehrter Kongruenzeffekt feststellen. Die inkongruenten Bedingungen führten hier zu kürzeren Reaktionszeiten als die kongruenten. Bei den Pseudopronomen als Primes ließ sich hingegen ein Kongruenzeffekt feststellen. Die kongruenten Bedingungen führten zu kürzeren Reaktionszeiten als die inkongruenten. Abbildung 4 stellt das graphisch dar.

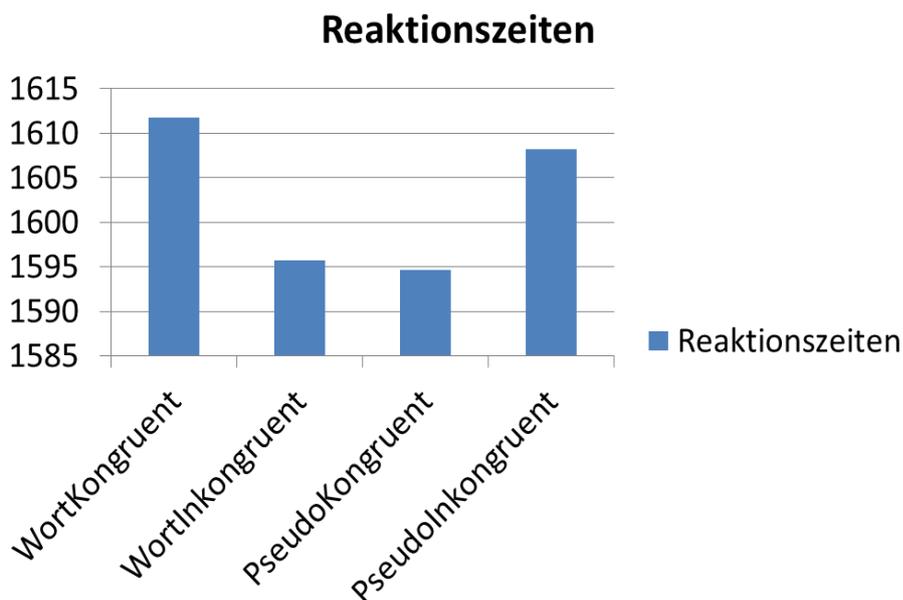


Abbildung 4: Durchschnittliche Reaktionszeiten in Millisekunden auf Pronomenprimes in der kongruenten Bedingung (WortKongruent) im Vergleich zu Pronomenprimes in der inkongruenten Bedingung (WortInkongruent) und Reaktionszeiten auf Pseudopronomenprimes in der kongruenten Bedingung (PseudoKongruent) im Vergleich zu Pseudopronomenprimes in der inkongruenten Bedingung (PseudoInkongruent).

### 3.3. Syntaktischer Kongruenzeffekt

Der erwartete Kongruenzeffekt konnte nicht festgestellt werden. Außerdem gab es keine Interaktion zwischen Prime und Target. Die Interaktion von Target und Kongruenz ist zwar nicht signifikant, jedoch  $F(1,23) = 3,07, p = 0,09$ . Es konnte kein Kongruenzeffekt nachgewiesen werden, doch der Wert war auffällig und findet hier daher dennoch Erwähnung. Die kongruenten Bedingungen mit Verben als Targets führten zu den kürzesten Reaktionszeiten und der geringsten Fehlerrate. In Abbildung 5 sind die durchschnittlichen Reaktionszeiten aller Bedingungen und in Abbildung 5 die durchschnittlichen Fehlerraten aller Bedingungen im Vergleich graphisch dargestellt.

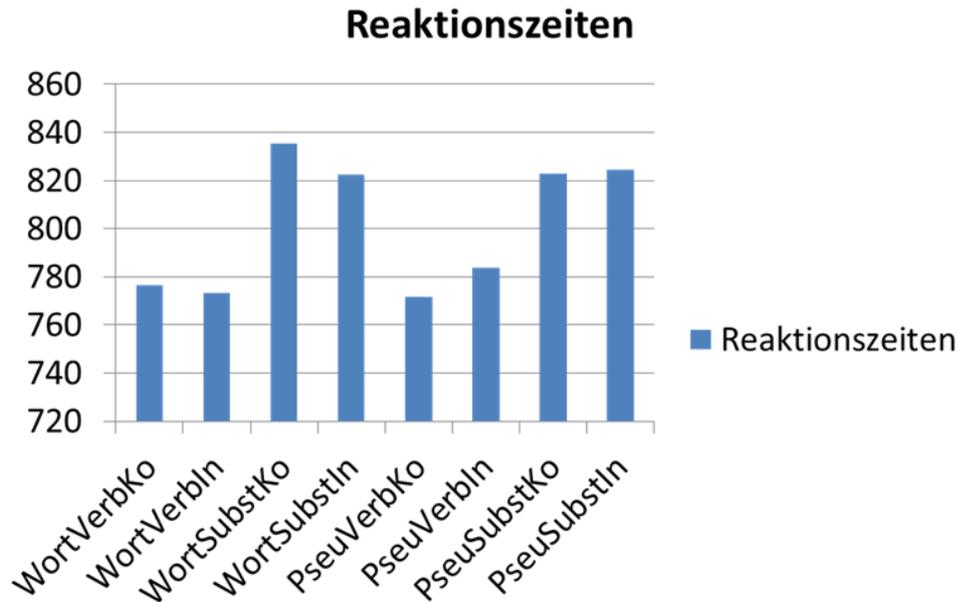


Abbildung 5: Durchschnittliche Reaktionszeiten in Millisekunden in den unterschiedlichen Bedingungen; WortVerbKo= Wortprime, Verbtarget, kongruente Bedingung; WortVerbln= Wortprime, Verbtarget, inkongruente Bedingung; WortSubstKo= Wortprime, Substantivtarget, kongruente Bedingung; WortSubstIn= Wortprime, Substantivtarget, inkongruente Bedingung; PseuVerbKo= Pseudowortprime, Verbtarget, kongruente Bedingung; PseuVerbln= Pseudowortprime, Verbtarget, inkongruente Bedingung; PseuSubstKo= Pseudowortprime, Substantivtarget, kongruente Bedingung; PseuSubstIn= Pseudowortprime, Substantivtarget, inkongruente Bedingung

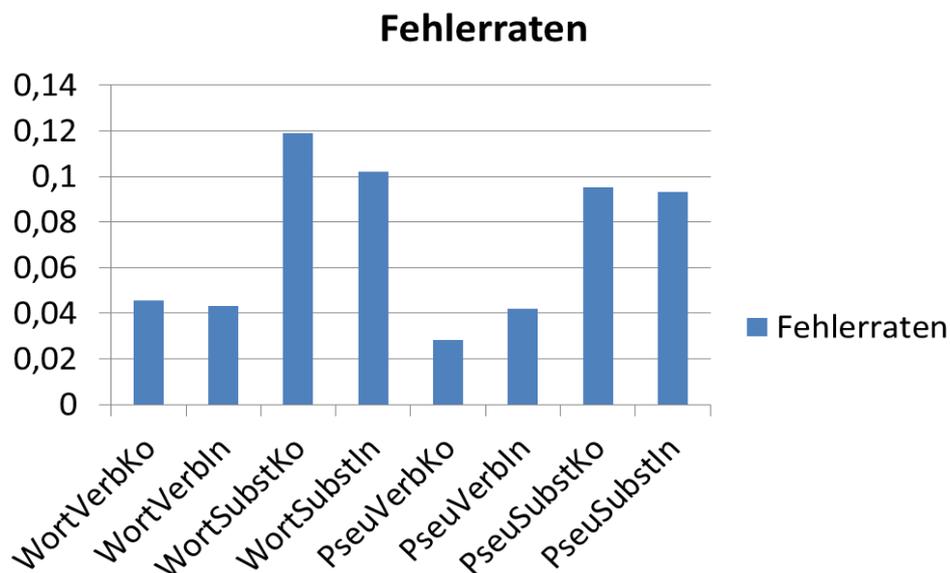


Abbildung 6: Durchschnittliche Fehlerraten in den unterschiedlichen Bedingungen; WortVerbKo= Wortprime, Verbtarget, kongruente Bedingung; WortVerbln= Wortprime, Verbtarget, inkongruente Bedingung; WortSubstKo= Wortprime, Substantivtarget, kongruente Bedingung; WortSubstIn= Wortprime, Substantivtarget, inkongruente Bedingung; PseuVerbKo= Pseudowortprime, Verbtarget, kongruente Bedingung; PseuVerbln= Pseudowortprime, Verbtarget, inkongruente Bedingung; PseuSubstKo= Pseudowortprime, Substantivtarget, kongruente Bedingung; PseuSubstIn= Pseudowortprime, Substantivtarget, inkongruente Bedingung

### 3.4. Sichtbarkeit des maskierten Primewortes

Aufgrund eines technischen Fehlers konnte die Sichtbarkeit des Primewortes nicht wie geplant untersucht werden. Es gibt andere Studien, bei denen die Vorwärtsmaske ebenfalls für 200 Millisekunden und die Rückwärtsmaske für 30 Millisekunden präsentiert wurde. Die Ergebnisse dieser Studien, wie bei Ansoorge et al. (2013), zeigen, dass das Primewort tatsächlich unterbewusst ist und nicht wahrgenommen werden kann. Daher wird auch in diesem Experiment von der Nicht-Sichtbarkeit des Primewortes ausgegangen.

Zusammenfassend lässt sich ein signifikanter Targeteffekt feststellen, da es bei Verbtargets zu geringeren Reaktionszeiten und geringeren Fehlerraten als bei Substantivtargets kommt. Weiters gibt es einen Effekt des Primetyps und der Kongruenz, da Pseudopronomen als Primes zu einem Kongruenzeffekt, Pronomen als Primes jedoch zu einem umgekehrten Kongruenzeffekt führen. Der erwartete Kongruenzeffekt in den syntaktisch kongruenten Bedingungen konnte nicht nachgewiesen werden, wenngleich sich eine Tendenz feststellen lässt. Es wurde kein speed- accuracy trade- off festgestellt. Es gab also in keiner Bedingung kürzere Reaktionszeiten auf Kosten einer höheren Fehlerrate und keine geringere Fehlerrate auf Kosten längerer Reaktionszeiten.

## 4. Diskussion

Die Erwartung war, dass die syntaktisch kongruente Bedingung zu einer kürzeren Reaktionszeit und geringeren Fehlerrate, als die syntaktische inkongruente Bedingung führt. Bei einem Pronomenprime mit einem Verbtarget, welches in Zahl und Flexion kongruent ist, hätte der ursprünglichen Annahme zufolge ein syntaktischer Kongruenzeffekt stattfinden sollen. Dies konnte nicht gezeigt werden. Es lässt sich lediglich eine Tendenz in Richtung eines solchen Effekts feststellen. Unerwarteter Weise zeigte sich ein Targeteffekt. Verbtargets wurden schneller erkannt als Substantivtargets. Eine einfache Erklärung dafür könnte jedoch sein, dass Verben viermal wiederholt wurden, während Substantive nur zweimal wiederholt wurden. Dadurch war es vermutlich für die Versuchsteilnehmer möglich Verben schneller und richtiger zu erkennen. Auch Sereno (1991) stellte in ihrem Experiment fest, dass ein signifikanter Unterschied in der Reaktionszeit auf Wörter welche öfters vorkommen und solche welche seltener vorkommen, besteht. In ihrem Experiment ließ sich dieser Unterschied in der Reaktionszeit jedoch nur beim Treffen von lexikalischen Entscheidungen feststellen. Bei Nennungsaufgaben stellte sie fest, dass die Häufigkeit der Präsentation der Targetwörter keinen so großen Einfluss auf die Reaktionszeit hatte. Nicol (1996) nennt als wesentliches Problem bei Experimenten mit syntaktischem Priming, dass die Schnelligkeit der kategorialen Entscheidung nicht nur durch die syntaktische Kongruenz beeinflusst werden kann, sondern auch durch die Häufigkeit der Targetwörter sowie durch die semantische Kongruenz. Ein weiterer Grund für die schnellere

Erkennung der Verbtargets als der Substantivtargets könnte sein, dass sowohl Verben als auch Substantive klein geschrieben waren. In der deutschen Sprache wird bei Substantiven normalerweise der erste Buchstabe groß geschrieben. Da Verben in einer Art geschrieben wurden, wie sie die Versuchsteilnehmer erwarten konnten und Substantive entgegen der Gewohnheit klein geschrieben waren, könnte es sein, dass dies bei den Personen zu Irritationen geführt hat und sie daher die Substantive langsamer erkannten. Die Frage ist jedoch, wie man so ein Problem vermeiden sollte, da es wesentlich ist, dass alle Wörter, sowohl Primes als auch Targets, in gleicher Weise geschrieben werden. Eine Möglichkeit wäre alle Wörter in Blockbuchstaben und dafür die Masken in Kleinbuchstaben zu schreiben. Um festzustellen ob der gefundene Targeteffekt nur mit dem Verb oder mit einer Interaktion zwischen Prime und Target zusammenhängt, sollte eine Vorstudie durchgeführt werden, bei der nur die Targetwörter präsentiert werden und die Reaktionszeit sowie die Fehlerrate bei der Darbietung von Verben und Substantiven verglichen werden.

Da Sereno bei subliminalen syntaktischen Priming einen syntaktischen Kongruenzeffekt findet, also Determinanten als Primes vor einem Substantiv als Target und Modalverben als Primes vor einem Verb als Target zu einer schnelleren lexikalischen Entscheidung führen, erscheint es sinnvoll ihr Experiment genauer mit dem jetzigen zu vergleichen. Ein Grund für den diesmal nicht erzielten Effekt könnte auch die bessere Wahrnehmbarkeit des Primes bei Sereno sein. Der Prime wurde in ihrem Experiment nur vorwärts, anstatt vorwärts und rückwärts maskiert und für 60 Millisekunden präsentiert, anstatt wie im jetzigen Experiment für 30 Millisekunden. Eine viel wahrscheinlichere Erklärung beruht jedoch darauf, dass bei Sereno (1991), der syntaktische Kongruenzeffekt nur bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben auftrat. Bei den Nennungsaufgaben konnte dieser Effekt nicht nachgewiesen werden. So scheint es sich auch mit kategorialen Wortentscheidungen, wie im jetzigen Experiment, zu verhalten. Nach Sereno (1991) ist die Worterkennung unabhängig vom Kontext in dem das Wort auftritt. Das Wort wird verarbeitet bevor der Kontext miteinbezogen wird. Kontextuelle Einflüsse auf den Prozess der Worterkennung finden daher erst in einem postlexikalischen Stadium statt, wenn eine Interaktion dieser Informationen stattfindet. Viele kontextuelle Effekte haben nur bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben einen Einfluss (Seidenberg et al., 1984). Bei Nennungsaufgaben und kategorialen Entscheidungen scheinen kontextuelle Informationen keinen Effekt zu haben. Daraus lässt sich schließen, dass diese nur in lexikalischen Entscheidungsaufgaben erzielten Effekte, aus einem späteren Stadium der Verarbeitung entstehen in dem Informationen des syntaktischen und des Nachrichtenprozessors die Antwort einer Person beeinflussen (Forster, 1979). Serenos (1991) Ergebnisse zu syntaktischem Priming scheinen solch einen Effekt einer postlexikalischen Verarbeitung, welcher nur bei lexikalischen Entscheidungen, nicht jedoch bei Nennungsaufgaben oder kategorialen Entscheidungsaufgaben stattfindet, zu bestätigen. Die Stufen der Verarbeitung könnten sich bei lexikalischen Entscheidungen qualitativ von

den Verarbeitungsstufe bei anderen Aufgaben unterschieden (Sereno, 1991). Die Ergebnisse von West und Stanovich (1986) widersprechen dieser Annahme jedoch. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, fanden sie robuste syntaktische Effekte sowohl bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben als auch bei Nennungsaufgaben. Hierfür gibt es nach West und Stanovich (1986) zwei mögliche Erklärungen. Entweder die Nennungsaufgabe aktiviert nur den lexikalischen Zugang und der syntaktische Effekt ist dort lokalisiert oder die Nennungsaufgabe reagiert auf postlexikalische Effekte. Eine Kombination aus beidem wäre ebenfalls möglich, doch die Autoren ziehen eher die zweite Möglichkeit in Erwägung.

Im jetzigen Experiment ließ sich bei Pronomen als Primes, im Gegensatz zu Pseudopronomen als Primes, ein umgekehrter Kongruenzeffekt feststellen. Syntaktisch inkongruente Bedingungen führten zu kürzeren Reaktionszeiten als syntaktisch kongruente Bedingungen. Ein Begriff, welcher für so einen Effekt auch verwendet wird ist der negative Kompatibilitätseffekt (Engl. negative compatibility effect), NCE (Lleras & Enns, 2004). Dieser steht für die überraschende Tatsache, dass ein Target, welches auf einen Prime und eine Maske folgt, schneller erkannt wird, wenn das Target nicht mit dem Prime zusammenpasst als umgekehrt. In der Literatur lassen sich hierfür verschiedene Erklärungsansätze finden, auf welche im Folgenden genauer eingegangen wird. Bei Merikle und Joordens (1997) kam es zu einem umgekehrten Stroop- Effekt. Ursächlich dafür war, dass inkongruente Prime- Target Paare häufiger als kongruente vorgegeben wurden. Kongruent war die Bedingung in der erst das Wort „grün“ erschien und anschließend die Farbe Grün präsentiert wurde. Inkongruent hingegen diese in welcher erst das Wort „grün“ erschien und anschließend die Farbe Rot präsentiert wurde. Wurde die inkongruente Bedingung öfters vorgegeben als die kongruente, nämlich 75% der Bedingungen inkongruent und 25% kongruent, führte sie zu geringeren Reaktionszeiten. Der Grund hierfür könnte sein, dass die Teilnehmer merken, dass die inkongruente Bedingung häufiger ist und daher die logische Strategie anwenden diese auch zu eher zu erwarten und somit schneller darauf zu reagieren. Da es nur zwei Farben zur Auswahl gab, so wie es im vorliegenden Experiment nur zwei Wortkategorien, nämlich Verb und Substantiv, gab, ist dies eine nützliche Strategie. Dieser Effekt zeigte sich jedoch nur in den bewussten Bedingungen, in denen der Prime für 167 Millisekunden präsentiert wurde. War der Prime unterbewusst, da er nur für 33 Millisekunden präsentiert wurde, kam es zu einem normalen Stroop- Effekt. Kongruente Durchgänge wurden in der subliminalen Bedingung daher schneller erkannt als inkongruente, obwohl 75 % aller Durchgänge inkongruent waren. Da der umgekehrte Stroop- Effekt sich nur in der bewussten Bedingung zeigte, schließt Kiesel (2009) daraus, dass exekutive Kontrollprozesse bewusstseinspflichtig sind. Bei Jáskowski, Skalska und Verleger (2003) zeigten sich bei inkompatiblen Durchgängen schnellere und fehlerfreiere Reaktionen, wenn diese öfters vorgegeben wurden. Hier war dies jedoch, im Gegensatz zu Merikle und Joordens (1997), bei subliminaler Darbietung der Fall.

Da der Prime nicht wahrgenommen wurde, kann von keinem bewussten Kontrollprozess ausgegangen werden. Der Effekt, den das Einbeziehen des Primes auf die Performance der Versuchsperson hat, kann jedoch sehr wohl bewusst wahrgenommen werden. Versuchspersonen sind vermutlich geneigt ihre Fehlerrate möglichst gering zu halten. Daher könnten sie den Einfluss des Primes, unabhängig von seiner Identität, ausschalten. Die Ergebnisse von Merikle und Joordens (1997) stellen jedoch keine passende Erklärung für den umgekehrten Kongruenzeffekt im jetzigen Experiment dar, da die Primes im jetzigen Experiment subliminal präsentiert wurden, während hingegen bei Merikle und Joordens (1997) der umgekehrte Kongruenzeffekt nur bei supraliminalen Primes auftrat. Im Gegensatz zu den eben erwähnten Ergebnissen, die auf ein Ignorieren des Primes hinweisen, gibt es Befunde zu nicht-motorischen unterbewussten Primingeffekten in Aufgabenwechselexperimenten (Mattler, 2003). Kam es bei einem Experiment zu einem zufälligen Wechsel der Aufgaben, welcher durch einen Cue angekündigt wurde, erfolgte die Reaktion schneller wenn vor dem Cue ein Prime präsentiert wurde, der mit der Aufgabe assoziiert war. Daraus schloss der Autor, dass unterbewusste Primes die Aufgabeneinstellung aktivieren (Mattler, 2003). An dieser Stelle ist jedoch wichtig anzumerken, dass umstritten ist, ob diese Ergebnisse tatsächlich als Nachweis für die subliminale Aktivierung von Aufgabeneinstellungen gesehen werden kann (Kiesel, 2009). Umgedrehte Kongruenzeffekte wurden auch von mehreren Autoren als Hinweis auf eine Hemmung der durch den Prime hervorgerufenen Aktivierung gesehen (Eimer & Schlaghecken, 2002). Diese umgedrehten Kongruenzeffekte zeigten sich vor allem bei maskierten und somit unterbewussten Primes. Hier wird er als exogene Inhibition bezeichnet, welche im Gegensatz zur bewussten endogenen Inhibition steht. Bei unvollständiger Maskierung wird der Prime bewusst wahrgenommen und die Antworthemmung tritt nicht ein. Da im jetzigen Experiment davon ausgegangen werden kann, dass die Maskierung gelungen ist und die Personen die Primes nicht bewusst wahrnehmen, könnte dies eine mögliche Erklärung für den umgekehrten Kongruenzeffekt sein. Die Annahme dieser Theorien ist, dass der Prime zunächst die gewohnte Reaktion aktiviert (Eimer & Schlaghecken, 2002). Wird jedoch festgestellt, dass das Target nicht zum Prime passt, also eine inkongruente Situation vorliegt, kommt es zur Hemmung der gewohnten motorischen Reaktion. Diese Inhibition entspricht einem Kontrollprozess, in der Hierarchie der exekutiven Funktionen handelt es sich um einen eher einfachen Kontrollprozess (Logan, 1994; zitiert nach Kiesel, 2009, S. 225). Daraus lässt sich schließen, dass subliminale Primes keine komplexeren exekutiven Funktionen in Gang setzen sondern einen einfachen Hemmprozess. Spätere Arbeiten fanden nach Kiesel (2009) jedoch keine Hinweise darauf, dass umgedrehte Kongruenzeffekte durch Hemmung der durch den Prime aktivierten Reaktion stattfinden. Umgekehrte Kongruenzeffekte können sich auch über, durch die Maske aktivierte Reaktionen erklären lassen (Lleras & Enns, 2004) Dies tritt jedoch nur ein, wenn die Maske dem Prime zu ähnlich ist, beispielsweise wenn der Prime aus Komponenten der Maske

besteht. Das ist eher bei Pfeilen und ähnlichen Figuren als bei Wörtern der Fall. Durch die Ähnlichkeit und Nähe von Prime und Maske werden beide als unterschiedliche Teile eines einzigen Objekts interpretiert. Zuerst wird ein Prime präsentiert und verarbeitet. Anschließend wird die Maske wahrgenommen und festgestellt, ob eine Diskrepanz zwischen Prime und Maske besteht und die Verarbeitung muss erneut beginnen, diesmal auf Basis der Maske. Da Prime und Maske ähnlich sind, wird vor allem den Eigenschaften die nur die Maske, aber nicht der Prime enthält Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist der letzte Prozess der vor der Verarbeitung des Targets stattfindet und hat daher den größten Einfluss. Somit wirkt der Prime nicht mehr so wie er wirken hätte sollen und es kommt zu einem umgekehrten Effekt. Für die jetzige Studie ist diese Erklärung jedoch unwahrscheinlich. Es wurde nicht mit Pfeilen und ähnlichen Figuren gearbeitet, sondern mit Buchstaben. Da die Primes Pronomen und Pseudopronomen waren und die Masken zehn aneinandergereihte Großbuchstaben, gab es einen deutlichen optischen Unterschied zwischen Prime und Maske. Außerdem wurde bei Lleras und Enns (2004) nur eine Rückwärtsmaske und nicht wie im jetzigen Experiment eine Vorwärts- und eine Rückwärtsmaske verwendet. Als weiterer Grund für NCE in Zusammenhang mit der Maske, nennt Eimer (1999) die SOA zwischen Maske und Target. Das Intervall das zwischen Prime und Target entsteht, scheint ebenfalls einen Einfluss auf die bessere Erkennung von kompatiblen oder inkompatiblen Durchgängen zu haben. Bei einem kurzen Zeitabstand zwischen Maske und Target, stellte er einen Vorteil für kompatible Durchgänge fest. Wurden diese Intervalle länger, kehrte sich der Effekt jedoch um und inkompatible Durchgänge waren im Vorteil. Als Grund dafür sieht Eimer (1999) die Hemmung der ursprünglichen Antworttendenz, auf welche bereits eingegangen wurde. Er bezeichnet diesen Einfluss des Zeitabstands zwischen Maske und Target als Erleichterung gefolgt von Hemmung. Ungefähr 200 Millisekunden nach dem Prime Onset scheint eine Erleichterung stattzufinden. Nochmal 100 Millisekunden später wird diese zu einer Hemmung und der Effekt kehrt sich somit um. Nach Plaut und Booth (2000) gilt diese Erleichterung bei einer kurzen SOA und Inhibition bei einer längeren SOA nur bei Erwachsenen, aber nicht bei Kindern. Prinzipiell sind nach Plaut und Booth (2000) Primingeffekte bei einer kurzen SOA, von unter 250 Millisekunden, kleiner als bei einer langen SOA, von über 800 Millisekunden. Bei einer kurzen SOA kommt es zu einer Erleichterung bei kategorialen und assoziativen Priming und bei einer langen SOA entstehen nur assoziative Primingeffekte durch Erleichterung, während kategoriale Effekte durch Erleichterung und Inhibition entstehen. Als Grund dafür werden nach Posner und Snyder (1975) automatische und strategische Prozesse gesehen. Während sich ausbreitende Aktivierung automatisch geschieht und ohne Absicht stattfindet, erfordern strategische Prozesse bewusste Aufmerksamkeit und verfügen über eine limitierte Kapazität. Erleichterung könnte daher nur bei einer kurzen SOA auftreten, weil die Aktivierung hier automatisch und sich schnell ausbreitend geschieht, während bei einer langen SOA genug Zeit für bewusste, kontrollierte Prozesse gegeben ist,

die eine Inhibition ermöglichen. Im jetzigen Experiment wurde das Target 60 Millisekunden nach dem Prime Onset präsentiert. Daher stellt dies auch keine passende Erklärung dar und die Hemmung hätte noch nicht eintreten dürfen. In weiteren Studien sollte dasselbe Experiment zusätzlich zur subliminalen Bedingung auch mit einer supraliminalen Bedingung durchgeführt werden. Dagenbach, Carr und Wilhelmson (1989) stellten fest, dass semantisches Priming nicht gelingt, wenn es unter der Wahrnehmungsschwelle stattfindet. Studien mit supraliminalen Primes zeigen, dass der Prime erfolgreich ins Arbeitsgedächtnis gelangt und sich von dort aus auf alle benachbarten und verwandten Wörter ausbreitet. Daher gelingt die Erkennung eines semantisch verwandten Primes leichter. Wenn jedoch, so wie bei Dagenbach, Carr und Wilhelmson (1989), der Prime durch Maskierung subliminal präsentiert wird, führt dies zu Inhibition anstatt Erleichterung. Die Aufmerksamkeit wird auf die Bedeutung des Primes gelenkt, durch die Maskierung scheitert jedoch der Abruf. Verwandte Wörter werden dadurch vorübergehend blockiert, da im semantischen Netzwerk die Umgebung um den Prime, in der sich alle verwandten Wörter befinden, zu sehr mit dem Versuch einer Erkennung des Primewortes beschäftigt ist. Auch Dagenbach, Carr und Barnhardt (1990) zeigten, dass bei Primes dessen Bedeutung gespeichert ist, doch deren Abruf nicht gelingt, semantische Inhibition auftritt. Diese semantische Inhibition tritt demnach nur bei maskiertem Priming auf. Wenngleich es sich im jetzigen Experiment um syntaktisches Priming handelt, könnte dies auch eine passende Erklärung für den umgekehrten Kongruenzeffekt darstellen. Da die Inhibition nur bei subliminalem Priming auftritt, sollte in einem weiteren Experiment auch mit einer supraliminalen Bedingung gearbeitet werden, um zu überprüfen ob hier keine umgekehrten Kongruenzeffekte auftreten.

Pseudopronomen führten als Primes, im Gegensatz zu Pronomen, zu einem Kongruenzeffekt. Ein Grund hierfür könnte sein, dass unterbewusstes Priming häufig nicht so wie angenommen unterbewusst ist, sondern, trotz Maskierung in Bewusstheit gelangt, indem manche Buchstaben eines Wortes erkannt und so automatisch zum Wort ergänzt werden (Kouider & Dupoux, 2004). Ein Wort hat verschiedene Charakteristika, wie gewisse Merkmale und Phoneme, welche auf verschiedenen Ebenen verarbeitet werden. Dies kann dazu führen, dass die Maskierung nur auf manche Levels wirkt, auf andere jedoch nicht und somit nur teilweise wirksam wird. Dieses Phänomen kann zu der „teilweisen Bewusstheit“ führen (Kouider & Dupoux, 2004). Wenn Primes durch ihre Maskierung schwer zu erkennen sind, kommt es zu dieser teilweisen Bewusstheit, welche dazu führt dass Pseudowörter wie echte Wörter verarbeitet werden, da sie anhand weniger Charakteristika zu echten Wörtern ergänzt werden (Kouider & Dupoux, 2004). Im vorliegenden Fall hatten die Pseudopronomen zumindest ein Charakteristikum eines Pronomens. Zum Beispiel entsprach dem Pronomen „wir“, „www“ als Pseudopronomen. Bei Kouider und Dupoux (2004) wurde der Prime in einer Bedingung für 29 Millisekunden präsentiert, was mit den 30 Millisekunden

des jetzigen Experimentes gut vergleichbar ist. Jedoch verwendeten sie nur eine Rückwärtsmaske, anstatt vorwärts und rückwärts zu maskieren. Daher ist fraglich inwieweit von diesen Ergebnissen auf das jetzige Experiment geschlossen werden kann. Statt syntaktischem Priming, experimentierten sie mit semantischem Stroop Priming. In der zweiten Bedingung präsentieren Kouider und Dupoux den Prime für 43 oder 29 Millisekunden mit Vorwärts- und Rückwärtsmaske. In der Bedingung in der der Prime für 29 Millisekunden mit Vorwärts- und Rückwärtsmaske gezeigt wurde, stellte sich heraus, dass er auch nicht teilweise bewusst wurde. Kouider und Dupoux kommen zu dem Schluss dass unterbewusstes semantisches Priming nicht möglich ist, sondern unterbewusstes Priming nur bei formalen oder morphologischen Priming stattfindet (Kouider & Dupoux, 2004). Die Ergebnisse von Kouider und Dupoux (2004) sind jedoch keine passende Erklärung für den Kongruenzeffekt bei Pseudopronomen, da sich dieser Effekt nur bei einer deutlich längeren Prime- Target SOA als im jetzigen Experiment zeigte. Im jetzigen Experiment betrug die SOA 60 Millisekunden. Dies macht eine bewusste Wortergänzung auf Basis partieller Primeinformation sehr unwahrscheinlich. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die Pseudowortprimes bei Kouider und Dupoux (2004) einen maximal gleich starken Effekt wie Wortprimes aufwiesen. Im jetzigen Experiment ergab sich jedoch bei den Pseudopronomenprimes ein Effekt, welcher bei den Pronomenprimes nicht festgestellt wurde. Sollte, trotz der eben genannten Gründe, eine teilweise Bewusstheit der Grund dafür sein, dass Pseudopronomen zu einem Kongruenzeffekt führen, wäre es sinnvoll, bei weiterer Forschung die Pseudopronomen zu verändern. Beim jetzigen Experiment wurde „hhh“ für „ich“, „ddd“ für „du“, „www“ für „wir“ und „rrr“ für „ihr“ verwendet. Es wurde also immer der erste oder der letzte Buchstabe des Pronomens dreimal wiederholt. Diese Buchstabentriplets könnten den Pronomen zu ähnlich sein. Eine Möglichkeit wäre den jeweiligen Buchstaben des Pronomens durch den alphabetisch nachfolgenden Buchstaben zu ersetzen. Damit die Wörter aber dennoch aussprechbar und somit Pseudowörter beziehungsweise Pseudopronomen sind, sollten die Vokale immer durch die alphabetisch nachfolgenden Vokale ersetzt werden. Handelt es sich um das letzte Wort im Alphabet könnte es durch das erste ersetzt werden. Also „w“ durch „a“ und bei den Vokalen „u“ durch „a“. Somit könnte „ich“ zu „odi“, „du“ zu „ea“, wir zu „aos“ und „ihr“ zu „ois“ werden. Es würde keine Gefahr mehr bestehen, dass die Buchstabentriplets den Pronomen zu ähnlich sind und eine automatische Ergänzung zu einem Wort durch teilweise Bewusstheit könnte ausgeschlossen werden. Das ist nur eine von vielen Möglichkeiten die Buchstabentriplets neu zu konstruieren. Es könnte sich bei dem Effekt auch um einen Posttargeteffekt handeln. Das bedeutet, dass der Prime erst erkannt wurde, wenn das Target wahrgenommen wurde. Sind Prime und Target syntaktisch kongruent kann vorkommen, dass das Prime zum Target ergänzt wird und durch die syntaktische Kongruenz das Target schneller erkannt wird.

Zusammenfassend wurde kein syntaktischer Kongruenzeffekt festgestellt. Da sich jedoch eine Tendenz in Richtung eines syntaktischen Kongruenzeffektes gezeigt hat, sollte mit einigen Veränderungen in diesem Bereich weiter geforscht werden. Es wäre interessant zu überprüfen ob supraliminales syntaktisches Priming effektiver ist als subliminales. In weiteren Experimenten sollte daher sowohl eine supraliminale als auch eine subliminale Bedingung eingeführt werden, um beide direkt miteinander vergleichen zu können. Anstatt Prime und Targetwörter in Kleinbuchstaben zu schreiben, sollten sie in Blockbuchstaben präsentiert werden. Somit könnte ausgeschlossen werden, dass Substantive langsamer und fehlerhafter erkannt werden weil sie, entgegen ihrer natürlichen Form, kleingeschrieben sind. Die Pseudopronomen sollten verändert werden. Anstatt dreimal den Anfangs- oder Endbuchstaben eines entsprechenden Pronomens zu nehmen, sollten Pseudopronomen konstruiert werden, bei denen keine Verwechslungsgefahr besteht. Als Entscheidungsaufgabe erscheint aus den bereits erwähnten Ergebnissen der Literatur eine lexikalische Entscheidungsaufgabe sinnvoller als eine kategoriale Entscheidungsaufgabe. Die Art der Verarbeitung scheint sich zwischen den Entscheidungsaufgaben zu unterscheiden und der Einfluss eines syntaktisch kongruenten Prime daher unterschiedlich stark zu sein. Da sich eine Tendenz zu einem syntaktischen Kongruenzeffekt feststellen ließ, besteht Grund zur Annahme, dass sich mit Hilfe der eben erwähnten Veränderungen ein signifikanter Effekt erzielen lassen könnte. Im Bereich des subliminalen syntaktischen Primings wurden noch nicht viele Studien durchgeführt. Aus diesem Grund gibt es nicht viele Vergleichsmöglichkeiten. Diese Tatsache sowie die eben erwähnten Ideen für einige Veränderungen geben Anlass weitere Experimente durchzuführen und auf diesem Gebiet intensiv weiter zu forschen.

## 5. Literatur

Abrams, R. L. & Greenwald, A. G. (2000). Parts outweigh the whole (word) in unconscious analysis of meaning. *Psychological Science*, *11*, 118–124.

Ansorge, U., Fuchs, I., Khalid, S. & Kunde, W. (2011). No conflict- control in the absence of awareness. *Psychological Research*, *75*, 351–365.

Ansorge, U., Reynvoet, B., Hendler, J., Oetl, L. & Evert, S. (2013). Conditional automaticity in subliminal morphosyntactic priming. *Psychological Research*, *77*, 399-421.

Bargh, J. A. (1992). The ecology of automaticity: Toward establishing the conditions needed to produce automatic processing effects. *American Journal of Psychology*, *105*, 181–199.

Bock, K., Loebell, H. & Morey, R. (1992). From conceptual roles to structural relations: Bridging the syntactic cleft. *Psychological Review*, *99*, 150–171.

Colé, P. & Segui, J. (1994). Grammatical incongruency and vocabulary types. *Memory & Cognition*, *22*, 387-394.

Dagenbach, D., Carr, T. H. & Wilhelmsen, A. (1989). Task-induced strategies and near-threshold priming: Conscious effects on unconscious perception. *Journal of Memory and Language*, *28*, 412-443.

Dagenbach, D., Carr, T. H. & Barnhardt, T. M. (1990). Inhibitory semantic priming of lexical decisions due to failure to retrieve weakly activated codes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *16*, 328-340.

Damian, M. F. (2001). Congruity effects evoked by subliminally presented primes: Automaticity rather than semantic processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *27*, 154–165.

Dapretto, M. & Bookheimer, S. Y. (1999). Form and content: Dissociating syntax and semantics in sentence comprehension. *Neuron*, *24*, 427-432.

Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'H. G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G., van de Moortele, P. -F. & Le Bihan, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. *Nature*, *395*, 597–600.

Eimer, M. (1999). Facilitatory and inhibitory effects of masked prime stimuli on motor activation and behavioral performance. *Acta Psychologica*, *101*, 293-313.

- Eimer, M. & Schlaghecken, F. (2002). Links between conscious awareness and response inhibition: Evidence from masked priming. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*, 514-520.
- Eimer, M. & Schlaghecken, F. (2003). Response facilitation and inhibition in subliminal priming. *Biological Psychology*, *64*, 7-26.
- Forster, K. I. (1998). The pros and cons of masked priming. *Journal of Psycholinguistic Research*, *27*, 203-233.
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Science*, *6*, 78-84.
- Friederici, A. D. & Kotz, S. A. (2003). The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *NeuroImage*, *20*, 8-17.
- Friederici, A. D., Kotz, S. A., Werheid, K., Hein, G. & von Cramon, D. Y. (2003b). Syntactic comprehension in parkinson's disease: investigating early automatic and late integrational processes using event-related brain potentials. *Neuropsychology*, *17*, 133-142.
- Friederici, A. D., Rüschemeyer, S. -A., Hahne, A. & Fiebach, C. J. (2003c). The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes. *Cerebral Cortex*, *13*, 170-177.
- Goodman, G. O., McClelland, J. L. & Gibbs, R. W. (1981). The role of syntactic context in word recognition. *Memory & Cognition*, *9*, 580-586.
- Hasting, A. S. & Kotz, S. A. (2008). Speeding up syntax: On the relative timing and automaticity of local phrase structure and morphosyntactic processing as reflected in event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*, 1207-1219.
- Haynes, J. D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C. & Passingham, R. E. (2007). Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology*, *17*, 323-328.
- Jáskowski, P., Skalska, B. & Verleger, R. (2003). How the self controls its "automatic pilot" when processing subliminal information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*, 911-920.
- Kahneman, D. & Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman, R. Davies & J. Beatty (Hrsg.), *Varieties of attention* ( S. 29-61). New York: Academic Press.
- Kiefer, M. (2002). The N400 is modulated by unconscious perceived masked words: Further evidence

for an automatic spreading activation account of N400 priming effects. *Cognitive Brain Research*, 13, 27–39.

Kiefer, M., Adams, S. C. & Zovko, M. (2012). Attentional sensitization of unconscious visual processing: Top- down influences on masked priming. *Advances in Cognitive Psychology*, 8, 50-61.

Kiefer, M. & Martens, U. (2010). Attentional sensitization of unconscious cognition: Task sets modulate subsequent masked semantic priming. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 464-489.

Kiesel, A. (2009). Unbewusste Wahrnehmung. Handlungsdeterminierende Reizerwartungen bestimmen die Wirksamkeit subliminaler Reize. [Subconscious perception. Action- determined expectation of stimuli determine the effectiveness of subconscious stimuli] *Psychologische Rundschau*, 60, 215-228.

Kouider, S. & Dupoux, E. (2004). Partial awareness creates the “illusion” of subliminal semantic priming. *Psychological Science*, 15, 75-81.

Levelt, W. J. M., Roelofs, A. & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 1-75.

Lleras, A. & Enns, J. T. (2004). Negative Compatibility or object updating? A cautionary tale of mask-dependent priming. *Journal of Experimental Psychology*, 4, 475-493.

Lukatela, G., Kostic, A., Todorovic, D., Carello, C. & Turvey, M. T. (1987). Type and number of violations and the grammatical congruence effect in lexical decision. *Psychological Research*, 49, 37-43.

Mattler, U. (2003). Priming of mental operations by masked stimuli. *Perception & Psychophysics*, 65, 167-187.

Merikle, P. M. & Joordens, S. (1997). Parallels between perception without attention and perception without awareness. *Consciousness and Cognition*, 6, 219-236.

Neely, J. H., Keefe, D. E. & Ross, K. L. (1989). Semantic priming in the lexical decision task: Roles of prospective prime-generated expectancies and retrospective semantic matching. *Journal of Experimental Psychology*, 15, 1003-1019.

Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories. In D. Besner & G. W. Humphreys (Hrsg.), *Basic processes in reading* (S. 264-336). Hillsdale: Erlbaum.

- Nicol, J. L. (1996). Syntactic priming. *Language and Cognitive Processes, 11*, 675-679.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Hrsg.), *Information processing and cognition* (S. 55–85). Hillsdale: Erlbaum.
- Plaut, D. C. & Booth, J. R. (2000). Individual and developmental differences in semantic priming: Empirical and computational support for a single-mechanism account of lexical processing. *Psychological Review, 107*, 786-823.
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y., Hasting, A. S. & Carlyon, R. P. (2008). Syntax as a reflex: Neurophysiological evidence for early automaticity. *Brain and Language, 104*, 244-253.
- Reynvoet, B., Gevers, W. & Caessens, B. (2005). Unconscious primes activate motor codes through semantics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 31*, 991–1000.
- Santesteban, M., Pickering, M. J. & McLean, J. F. (2010). Lexical and phonological effects on syntactic processing: Evidence from syntactic priming. *Journal of Memory and Language, 63*, 347-366.
- Schneider, W. & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review, 84*, 1-66.
- Seidenberg, M. S., Waters, G. S., Sanders, M. & Langer, P. (1984). Pre- and postlexical loci of contextual effects on word recognition. *Memory & Cognition, 12*, 315-328.
- Sereno, J. (1991). Graphemic, associative, and syntactic priming effects at a brief stimulus onset asynchrony in lexical decision and naming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 17*, 459-477.
- Stromswold, K., Caplan, D., Alpert, N. & Rauch, S. (1996). Localization of syntactic comprehension by positron emission tomography. *Brain and Language, 52*, 452-473.
- West, R. F. & Stanovich, K. E. (1986). Robust effects of syntactic structure on visual word processing. *Memory & Cognition, 14*, 104-112.
- Wright, B. & Garrett, M. (1984). Lexical decision in sentences: Effects of syntactic structure. *Memory & Cognition, 12*, 31-45.

## 6. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	<i>Auflistung aller Targetwörter</i>	Seite 31
-----------	--------------------------------------	----------

## 7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	<i>Schematische Darstellung der beiden Aufgaben des Experimentes.</i>	Seite 32
Abbildung 2	<i>Durchschnittliche Reaktionszeiten auf Verbtargets und Substantivtargets über alle Bedingungen zusammengezählt.</i>	Seite 35
Abbildung 3	<i>Durchschnittliche Fehlerraten bei Verbtargets und Substantivtargets über alle Bedingungen zusammengezählt.</i>	Seite 35
Abbildung 4	<i>Durchschnittliche Reaktionszeiten auf Pronomenprimes in der kongruenten Bedingung im Vergleich zu der inkongruenten Bedingung und auf Pseudopronomenprimes in der kongruenten Bedingung im Vergleich zu der inkongruenten Bedingung.</i>	Seite 36
Abbildung 5	<i>Durchschnittliche Reaktionszeiten in allen Bedingungen</i>	Seite 37
Abbildung 6	<i>Durchschnittliche Fehlerraten in allen Bedingungen</i>	Seite 37

## ANHANG

### I. Zusammenfassung und Abstract

#### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema des subliminalen syntaktischen Primings. Das Ziel war die Existenz eines syntaktischen Kongruenzeffekts bei subliminalem, also durch Maskierung nicht bewusst wahrnehmbarem, Priming nachzuweisen. Syntaktische Kongruenz bedeutet in diesem Fall, dass zwei Wörter in Flexion sowie in grammatikalischer Zahl übereinstimmen. Bisherige Forschung zu diesem Thema beschäftigte sich vorwiegend mit supraliminalen, also unmaskiertem Priming. Um einen syntaktischen Kongruenzeffekt nachzuweisen wurden den Versuchspersonen im Zuge einer Computertestung Verben und Substantive als Zielwörter nach Pronomen und Buchstabentriplets als maskierte Primewörter präsentiert. Ihre Aufgabe war schnell und fehlerfrei eine kategoriale Entscheidung zu treffen, also ob es sich bei dem Zielwort um ein Verb oder ein Substantiv handelt. Ermittelt wurden dabei die Reaktionszeiten und die Fehlerrate. Die ursprüngliche Erwartung war somit, dass die Reaktionszeiten und die Fehlerrate in der syntaktisch kongruenten Bedingung geringer sind als in der syntaktisch inkongruenten Bedingung. Diese Erwartung konnte nicht erfüllt werden. Es zeigten sich jedoch andere Effekte.

## **Abstract**

The main goal of the present thesis is to prove the existence of a syntactic congruence effect for subliminal masked priming. In the current case syntactic congruence stands for two words that agree in grammatical number and flection. Most of the previous studies used supraliminal unmasked and therefore conscious priming. In order to prove the syntactic congruence effect the participants are presented with a noun or a verb target preceded by a masked pronoun or a triple- letter prime. Their task is to make a fast and accurate categorical decision whether the target is a noun or a verb. Reaction time and error rate are being observed. The original expectation that reaction time and error rate are smaller in the syntactic congruent condition than in the syntactic incongruent condition has been proved incorrect. However other, unexpected effects have been observed.

## II. Curriculum Vitae

### Persönliche Daten

**Name:** Danai BUDAS  
**Nationalität:** Österreich  
**Geburtsdatum:** 05.05.1990

### Ausbildung

Seit Oktober 2008: **Universität Wien: Studium der Psychologie**  
Oktober 2009 – Dezember 2013: **Wirtschaftsuniversität Wien: Betriebswirtschaftslehre**  
September 2000 - September 2008: **Gymnasium Klosterneuburg, 3400 Klosterneuburg**  
September 1996 - September 2000 : **Volksschule Weidling, Weidling, 3400 Klosterneuburg**

### Beruflicher Werdegang

01.2013 – 02.2013: **Praktikum: Außenwirtschaftscenter Buenos Aires** 1010 Buenos Aires, Außenwirtschaftscenter der Wirtschaftskammer Österreich  
03.2012 – 07.2012: **Praktikum: Europäisches Parlament** 1047 Brüssel und 67070 Straßburg beim Abgeordneten des Europäischen Parlamentes Heinz K. Becker  
10.2011 – 01.2012: **Ehrenamtliche Tätigkeit: Caritas Österreich**, 1200 Wien  
09.2011 – 10.2011: **Praktikum: Justizanstalt Favoriten**, 1100 Wien  
Mitarbeit im psychologischen Team der Justizanstalt  
12.2009 – 07.2012: **Mitarbeit Galerie Bühlmayer**, 1010 Wien  
03.2009 – 12.2009: **Mitarbeit Galerie Hassfurther**, 1010 Wien

### Persönliche Fähigkeiten und Kompetenzen

**Muttersprache:** Deutsch  
**Fremdsprachenkenntnis:**  
• Englisch (sehr gut)  
• Französisch (gut)  
• Spanisch (gut)  
• Griechisch (Grundkenntnisse)  
**Computerkenntnisse:** MS Office, Internet u. Social-Media Kenntnisse