

**Selektive Aufmerksamkeit in Primingaufgaben:
Unterscheiden sich die zu kontrollierenden Interferenzeinflüsse bei
jungen und alten Menschen?**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie

Vorgelegt beim Fachbereich 05 der
Johann Wolfgang Goethe – Universität
in Frankfurt am Main

von

Uwe Menge

aus

Magdeburg

Frankfurt (2009)

(D 30)

vom Fachbereich 05 - Psychologie und Sportwissenschaften der Johann Wolfgang
Goethe - Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Moosbrugger

Gutachter: Prof. Dr. Hasselhorn, Prof. Dr. Knopf

Datum der Disputation: 24.07.2009

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	5
2.1 Selektive Aufmerksamkeit	5
2.2 Das Negative Priming-Paradigma	6
2.3 Erklärungsansätze des Negative Priming	8
2.3.1 Selective Inhibition-Ansatz (Tipper, 2001)	8
2.3.2 Exkurs: Theorie der Automatisierung (Logan, 1988)	11
2.3.3 Episodic Retrieval-Ansatz (Neill und Valdes, 1992)	14
2.3.4 Response Retrieval-Ansatz (Rothermund et al., 2005)	15
2.4 Zusammenfassende Diskussion der gedächtnisbasierten Ansätze	17
3 Interferenzeinflüsse im Negative Priming – Erweiterung um eine gerontopsychologische Perspektive	20
4 Eigene Fragestellung	26
5 Experiment 1	30
5.1 Methode	33
5.2 Ergebnisse	37
5.2.1 Analyse der Reaktionszeiten	39
5.2.2 Analyse der Fehlerhäufigkeiten	44
5.3 Diskussion	46
5.3.1 Response Repetition-Effekte in Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben	50
5.3.2 Perzeptueller Scanningprozess als vermittelnder Einflussfaktor?	52
6 Experiment 2	58
6.1 Methode	58
6.2 Ergebnisse	60
6.2.1 Analyse der Reaktionszeiten	62
6.3.2 Analyse der Fehlerhäufigkeiten	65
6.3 Diskussion	66
7 Generelle Diskussion	74
8 Zusammenfassung	86
9 Literatur	87

1 Einleitung

Die Vielzahl von Reizen die auf ein Individuum einströmen macht einen Mechanismus notwendig, der aus diesem Informationsstrom gerade die Daten herausgreifen kann, die zur Bewältigung aktueller Anforderungen benötigt werden. Ziel dieses in der Regel unbewussten Prozesses ist es, die beachteten Informationen zur Handlungssteuerung zu verwenden. Dieser kognitive Mechanismus wird als Selektive Aufmerksamkeit bezeichnet. Auch wenn es keine allgemeingültige Definition darüber gibt was genau Selektive Aufmerksamkeit ausmacht, kann Selektive Aufmerksamkeit als Fähigkeit verstanden werden, einen spezifischen Realitätsausschnitt zu isolieren, um ihn einer differenzierteren Analyse zu unterziehen. Dabei ist es erforderlich, den Fokus auch unter ablenkenden Bedingungen aufrechtzuerhalten und die Interferenz durch parallel ablaufende, automatische Verarbeitungsprozesse zu kontrollieren. Neben der Selektion einströmender Informationen, die als *access*-Komponente der Selektiven Aufmerksamkeit verstanden werden kann (Hasher, Zacks & May, 1999), stellt die Kontrolle automatisch abgerufener Gedächtniseinflüsse (Erinnerungen) ein zentrales Element dieser Fähigkeit dar. Gedächtniseinflüsse, welche eine aktuelle Verarbeitungsepisode stören können, entstehen in vorangegangenen Phasen der Informationsverarbeitung, in denen Reize mit spezifischen Reaktionen oder Handlungsanweisungen assoziiert wurden. Diese spezifischen, zuvor angelegten Kopplungen sind in einer gegebenen Verarbeitungssituation nicht immer angemessen – sie werden dennoch teilweise automatisch abgerufen, wenn sich Reize oder Handlungskonfigurationen wiederholen. Der Fähigkeit zur Selektiven Aufmerksamkeit kommt nach Hasher et al. (1999) dabei die Funktion zu, frühere, aber aktuell nicht mehr relevante Reiz-Reaktions-Assoziationen zu lösen (*deletion*-Komponente), bzw. unangebrachte Handlungstendenzen zu unterdrücken (*restraint*-Komponente).

Die Bearbeitung einer Aufgabe die Selektive Aufmerksamkeit benötigt, erfordert ein effizientes Funktionieren aller drei Aspekte. Allerdings hat die *access*-Komponente eine Schlüsselfunktion, da sie entscheidend beeinflusst, welche Reize in welchem Umfang der bewussten Informationsverarbeitung zugänglich sind. Frühe Theorien der Selektiven Aufmerksamkeit (z.B. Broadbent, 1958; Treisman, 1960) versuchten deshalb zu erklären, wie relevante und irrelevanten Informationen selektiert werden. Befunde die auf dem Paradigma des Negative Priming beruhen

legten nahe, dass irrelevante Informationen nicht einfach nur nicht beachtet, sondern aktiv aus der weiteren Informationsverarbeitung herausgehalten und unterdrückt werden (z.B. Tipper, 1985), da unterschiedliche Reaktionszeiten auf zuvor ignorierte im Gegensatz zu neuen Reizen nachweisbar sind. Als Negative Priming (NP) wird dabei das Phänomen bezeichnet, dass Probanden, wenn sie auf einen kurz vorher ignorierten Stimulus reagieren sollen, längere Reaktionszeiten und oft auch mehr Fehler produzieren, als bei der Reaktion auf einen neuen, vorher nicht ignorierten Stimulus. Während dieses Phänomen anfangs als Ergebnis einer fortdauernden Hemmung des ignorierten Stimulus erklärt wurde, legen neuere Befunde nahe, dass dieses Phänomen auch aus einem unangemessenen automatischen Abruf früherer Verarbeitungsepisoden resultieren kann (z.B. Neill & Valdes, 1992, Rothermund, Wentura & DeHouwer, 2005). Mittlerweile haben sich diese gedächtnisbasierten Annahmen als alternative (z.B. Kane, May, Hasher, Rahhal & Conelly, 1997) bzw. ergänzende Erklärungsansätze (z.B. Tipper, 2001) des Negative Priming etabliert und zur Erweiterung des Begriffes der Selektiven Aufmerksamkeit um die *deletion-* bzw. *restraint-*Komponenten der (Gedächtnis)-Interferenzkontrolle geführt (Hasher et al., 1999). Diese Erweiterung führt zu der Frage, welche interferierenden Gedächtniseinflüsse im Rahmen einer Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe durch die *deletion-* bzw. *restraint-*Komponente kontrolliert werden müssen, bzw. zur Frage, welcher Art die Gedächtnisspur für den ignorierten Reiz ist, die in der darauffolgenden Episode als Interferenz die Verarbeitung stört. Nach Neill und Valdes (1992) resultiert die den Negative Priming-Effekt verursachende Interferenz daraus, dass für einen zu ignorierenden Stimulus die eigenständige Assoziation „reagiere nicht“ abgespeichert wird. Diese abgespeicherte Assoziation wird automatisch abgerufen, wenn derselbe Stimulus als Reaktionsziel auftaucht. Die eigenständige Gedächtnisspur für den zuvor ignorierten Reiz interferiert also mit der aktuell geforderten Handlung.

Rothermund et al. (2005) gehen dagegen davon aus, dass für den zu ignorierenden Stimulus keine eigene Handlungsanweisung abgespeichert wird, sondern dass auch ignorierte Stimuli mit dem vormaligen Handlungsziel, also der generierten Reaktion assoziiert werden. Die den Negative Priming-Effekt verursachende Interferenz resultiert dann aus einem Abruf der für die aktuelle Anforderung möglicherweise unpassenden Reaktion, falls die aktuell verlangte Reaktion sich von der vorherigen Reaktion unterscheidet.

Im Rahmen dieser Arbeit wird versucht, die Debatte, ob für einen zuvor ignorierten Reiz eine eigenständige Gedächtnisspur angelegt wird oder nicht, durch eine Erweiterung der Perspektive zu lösen. Sowohl die Annahmen von Neill und Valdes (1992) als auch der Erklärungsansatz von Rothermund et al. (2005) fokussieren nur die Gedächtnisinterferenzen, die durch die *deletion*- bzw. *restraint*-Komponente der Selektiven Aufmerksamkeit kontrolliert werden müssen. Dabei lassen sie außen vor, dass diese Gedächtniseinflüsse aus der vorangegangenen Informationsverarbeitung resultieren, die wiederum von der Effizienz der *access*-Komponente moderiert wird.

Je effizienter die *access*-Komponente irrelevante Stimuli aus der Informationsverarbeitung heraushalten kann, desto geringer sollte die Wahrscheinlichkeit sein, dass diese irrelevanten Informationen mit einer Handlungsanweisung im Sinne von Neill und Valdes (1992) assoziiert werden. Irrelevante Stimuli werden dann als anwesend, aber nicht unbedingt störend verarbeitet, was eine Voraussetzung für die Assoziation dieser Stimuli mit dem Handlungsziel der Reaktion im Sinne von Rothermund et al. (2005) darstellt. Die Annahmen von Neill und Valdes (1992) bzw. Rothermund et al. (2005) stellen möglicherweise die Grenzen eines Kontinuums von Interferenzeinflüssen dar, das durch die Effizienz der *access*-Komponente der Selektiven Aufmerksamkeit bestimmt wird.

Die vorliegende Arbeit widmet sich dieser aktuellen Diskussion um die Prozesse und Mechanismen der Selektiven Aufmerksamkeit im Rahmen von Anforderungen des Negative Priming-Paradigmas. Darüber hinaus wird besonders auf die skizzierten Implikationen dieser Annahmen für gerontopsychologische Fragestellungen eingegangen. Eine Vielzahl experimenteller Befunde (z.B. Hasher & Zacks, 1988; Kramer, Humphrey, Larish & Logan, 1994; Milham, Erickson, Banich, Kramer, Webb, Wszalek & Cohen, 2002) deutet darauf hin, dass die Fähigkeit zur Selektiven Aufmerksamkeit bei älteren Erwachsenen eingeschränkt ist und sie durch irrelevante Informationen stärker gestört werden, als jüngere Erwachsene. Eine Arbeit von Titz, Behrendt, Menge und Hasselhorn (2008) legt jedoch nahe, dass dabei nicht sämtliche Komponenten (*access*, *deletion*, *restraint*) Selektiver Aufmerksamkeit betroffen sind. Während *deletion* und *restraint* nicht beeinträchtigt zu sein scheinen, konnten deutliche Altersunterschiede in Bedingungen nachgewiesen werden, die eine effiziente *access*-Komponente erforderten. Die Annahme, dass sich die Effizienz der *access*-Komponente auf die automatisch gespeicherte

Gedächtnisspur auswirkt, führt dann zu dem Schluss, dass sich die durch die *deletion-* bzw. *restraint*-Komponente zu kontrollierenden Gedächtnisseinflüsse zwischen jüngeren und älteren Erwachsenen unterscheiden können. Obwohl Negative Priming-Effekte auf globaler Ebene als altersinvariant gelten (z.B. Gamboz, Russo & Fox, 2002; Verhaeghen & De Meersman, 1998), soll im Rahmen dieser Arbeit geprüft werden, ob diese vergleichbaren Primingeffekte bei älteren und jüngeren Erwachsenen unterschiedliche Ursachen haben.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Selektive Aufmerksamkeit

In der natürlichen Umwelt strömen ständig Reize auf den Menschen ein. Wenn dieses alle verarbeitet werden würden, wäre das kognitive System hoffnungslos überlastet. Es ist für erfolgreiches und Ziel führendes Interagieren mit der Umwelt demnach ein Prozess nötig, der dem kognitiven System erlaubt, die Ressourcen für die aktuell handlungsrelevanten Informationen zu nutzen und aktuell irrelevante, aber auch neu hinzukommende irrelevante Informationen von der Verarbeitung fern zu halten. Dieser basale Prozess des Richtens der Aufmerksamkeit auf handlungsrelevante Ziele wird als Selektive Aufmerksamkeit bezeichnet und stellt einen zentralen Mechanismus zur Bewältigung der Informationsflut dar.

Frühe Erklärungsansätze dieser kognitiven Komponente gingen von einem Ein-Prozess-Mechanismus aus, bei dem die Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Informationen allein durch eine Aktivierung der wesentlichen Informationen (metaphorisch als „spotlight“ bezeichnet) gekennzeichnet ist. So beschreibt Broadbent (1958) eine Filtertheorie der Selektiven Aufmerksamkeit, in der angenommen wird, dass alle physikalischen Reize parallel aufgenommen, analysiert und im Anschluss gefiltert werden, wodurch nur relevante Informationsquellen einer Weiterverarbeitung zugänglich bleiben. Dieses Modell setzt den Selektionsprozess an eine sehr frühe Stelle, bei der die Informationen ausgefiltert werden, bevor sie bewusst werden. Nur die als relevant herausgefilterten Stimuli werden elaborierter verarbeitet und sind somit dem Bewusstsein zugänglich, die als irrelevant eingeordneten Objekte zerfallen passiv (sog. „early selection“-Modelle).

Diesen Annahmen des vorbewussten passiven Zerfalls irrelevanter Informationen stehen Beobachtungen entgegen die zeigen konnten, dass irrelevante Informationen sehr wohl ins Bewusstsein dringen können (sog. „late selection“-Modelle, z.B. Treisman, 1960). Daraus wurde geschlossen, dass sie bis zu einer bewusstseinsfähigen Ebene (im Sinne einer Repräsentation) verarbeitet werden, bevor ein Filtermechanismus ansetzt, der sie aus der weiteren Verarbeitung ausschließt. Sowohl relevante als auch irrelevante Repräsentationen sind bis zu diesem Zeitpunkt gleichwertig. Aufgrund eines Kriteriums (z.B. des aktuellen Handlungsziels) werden bestimmte Informationen im Sinne eines Filters von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen – diese Repräsentationen nicht weiter elaboriert. Die nicht ausgeschlossenen Repräsentationen können dadurch weiter

aktiviert werden. Sobald eine kritische Differenz zwischen den Aktivierungen der ausgeschlossenen bzw. elaborierter verarbeiteten Repräsentationen erreicht ist, ist eine eindeutige Reaktion möglich (Morton, 1969).

Dieser Aktivierungsansatz der Selektiven Aufmerksamkeit wurde durch die Annahme ergänzt, dass die für eine Reaktion nötige kritische Aktivierungsdifferenz über parallele Hemmungsprozesse der irrelevanten Reize effektiver erreicht werden könnte (Tipper, 1985). Zur experimentellen Untersuchung Selektiver Aufmerksamkeit, vor allem der postulierten Hemmungsprozesse, wurde das sogenannte Negative Priming-Paradigma (kurz: NP-Paradigma) eingesetzt, auf das im Folgenden eingegangen werden soll. Im Laufe der empirischen Verwendung des Paradigmas haben sich nicht nur Hemmungsmodelle, sondern auch eine Reihe gedächtnisbasierter Ansätze zur Erklärung der im Paradigma beobachtbaren Phänomene etabliert. Diese Ansätze werden nach der Beschreibung des Paradigmas erläutert.

2.2 Das Negative Priming-Paradigma

In einem typischen Priming-Experiment werden den Probanden in mehreren Durchgängen (Trials) Displays dargeboten, die in der Regel aus zwei simultan präsentierten Reizen bestehen (z.B. Bilder, Wörter, Zahlen, Symbole etc.). Diese Reize unterscheiden sich in bestimmten Merkmalen (z.B. Farbe, Größe oder Position). Ein zuvor definiertes Auswahlkriterium (z.B. Farbe „grün“) legt fest, auf welchen dieser Reize reagiert werden soll. Der so spezifizierte Zielreiz wird als Target bezeichnet, der zu ignorierende Ablenkreiz als Distraktor. In Priming-Experimenten interessieren die Effekte, die durch die Verarbeitung der Stimuli als Target oder Distraktor entstehen. Dabei wird zwischen Prime-Displays (kurz: Prime) und darauffolgendem Probe-Displays (kurz: Probe) unterscheiden. Sind die Stimuli unabhängig voneinander, also weder Target noch Distraktor aus dem Prime wiederholen sich im Probe, spricht man von einem Kontroll-Trial (kurz: KO). Wenn das Target des Prime-Displays auch das Target des Probe-Displays darstellt, wird diese Bedingung als „Target zu Target“-Bedingung (kurz: TT) bezeichnet. Reaktionen auf solche TT-Probe-Displays sind im Vergleich zu den Reaktionen auf KO-Probe-Displays häufig beschleunigt. Dieser Beschleunigungseffekt wird in der Literatur als Positive Priming (PP) beschrieben (z.B. Kramer & Strayer, 2001). Trials, in denen der Distraktor aus dem Prime-Display (oder einzelne seiner Merkmale) als Target im Probe-Display auftauchen, also im Probe auf den eben erst ignorierten Reiz reagiert

werden muss, werden als „Distraktor zu Target“-Trials (kurz: DT) bezeichnet. Für solche DT-Trials lässt sich häufig eine Reaktionsverzögerung und oft auch eine erhöhte Fehlerrate bei der Reaktion auf das Probe-Display im Vergleich zu einem KO-Probe beobachten. Dieser Effekt wird Negative Priming (NP) genannt.

Das Negative Priming-Phänomen wurde erstmals in einer Stroop-Aufgabe (Dalrymple-Alford & Budayr, 1966) beschrieben. Probanden sollten in diesem Experiment die Druckfarbe von Farbwörtern benennen. Es zeigte sich eine Reaktionsverzögerung, wenn die Druckfarbe des aktuellen Wortes dem vorausgehenden Farbwort entsprach. In weiteren Experimenten konnte gezeigt werden, dass der NP-Effekt bei jungen Erwachsenen relativ robust und auf die Verarbeitung des Distraktors zurückzuführen ist (z.B. Fox, 1995). Der NP-Effekt wurde in vielen verschiedenen Aufgabendesigns mit unterschiedlichem Stimulusmaterial nachgewiesen. So ist er sowohl in unterschiedlichen Aufgabenformen wie Benennungsanforderungen (Neumann, McCloskey & Felio, 1999), Lokisationsaufgaben (Tipper, Brehaut & Driver, 1990) und Vergleichsaufgaben (Kramer & Strayer, 2001; Rothermund, Wentura & DeHouwer, 2005), bei unterschiedlichem Stimulusmaterial wie Buchstaben (Rothermund et al., 2005), Wörtern (Neill, 1997), Zahlen (Lammertyn & Fias, 2005) oder Strichzeichnungen (Kramer & Strayer, 2001) als auch bei unterschiedlichen Antwortmodi wie verbaler (Tipper, 1985) oder motorischer Reaktion (Rothermund et al., 2005) nachgewiesen worden. Befunde, dass nicht nur die ignorierten Reize sondern auch mit ihnen assoziierte Informationen zu Priming-Effekten führen können, legen nahe, dass die dem NP-Effekt zu Grunde liegenden Prozesse auf einer abstrakten, semantischen Ebene ablaufen können.

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass mit dem NP-Paradigma die Prozesskomponenten Selektiver Aufmerksamkeit erfasst werden können, die mit dem Ignorieren irrelevanter Informationen einhergehen. Auch im Rahmen der gerontopsychologischen Forschung, die sich mit dem Erklären und Beschreiben der Phänomene des kognitiven Alterns im höheren Erwachsenenalter beschäftigt, wurde und wird das NP-Paradigma genutzt. Hintergrund ist ein einflussreiches Modell des kognitiven Alterns (Hasher & Zacks, 1988; Hasher, Zacks & May, 1999), das eine geringere Performanzleistung Älterer in kognitiven Aufgaben auf eine reduzierte Effizienz der am Ignorieren irrelevanter Informationen beteiligten Prozesse zurückführt. Auf die Implikationen, die eine altersdifferenzielle Effizienz der

Ignorierensprozesse für den Altersvergleich von Negative Priming-Effekten hat, wird nach einer Vorstellung der wichtigsten Erklärungsansätze des NP-Phänomens in Kapitel 3 eingegangen.

2.3 Erklärungsansätze des Negative Priming

Die methodische Vielfalt innerhalb derer NP-Effekte nachweisbar sind, erschwert die Entwicklung eines einheitlichen, grundlegenden kognitiven Erklärungsmodells. Daher existieren verschiedene Erklärungsansätze, deren Vertreter versuchen, durch Veränderungen oder Erweiterungen des Paradigmas bestätigende Befunde für das von ihnen präferierte Modell zu finden. Dabei ist es bis jetzt noch keinem der Ansätze gelungen, alle Befunde der NP-Forschung zu erklären. Möglicher Weise resultiert das NP-Phänomen nicht aus nur einem verursachenden Prozess, sondern ist das Ergebnis multipler, interagierender Einflussfaktoren. In der vorliegenden Arbeit wird vor allem eine (gedächtnisbasierte) Klasse von Erklärungsansätzen herausgegriffen, die das NP-Phänomen als Ergebnis eines mehr oder weniger erfolgreichen Abrufes früherer Verarbeitungsepisoden beschreibt. Innerhalb dieser Klasse wird der Versuch einer Modellintegration unternommen.

2.3.1 Selective Inhibition-Ansatz (Tipper, 2001)

Im traditionellen Ansatz der Selektiven Hemmung wird davon ausgegangen, dass bei Selektiven Aufmerksamkeits-Anforderungen zwei getrennte Prozesse ablaufen. Zum einen die Verarbeitung der relevanten Informationen im Sinne einer Aktivierung, zum anderen die Verarbeitung der als aktuell irrelevant eingestuften Informationen, die gehemmt oder unterdrückt werden. Wiederholt sich im folgenden Trial dasselbe Target, ist dessen Repräsentation immer noch aktiviert, wodurch die Reaktion im Vergleich zu einem Trial mit einem anderen Target beschleunigt wird. Wird dagegen der gehemmte Distraktor zum Target, muss zu der nötigen Aktivierung auch noch die Hemmung aus dem Prime-Display überwunden werden. Im Vergleich zu der Reaktion auf ein Trial mit einem anderen, vorher nicht präsentierten, Target (KO-Trial) sollte deshalb eine Reaktionsverzögerung zu beobachten sein. Die Reaktionszeiten auf das Probe-Display stellen nach dieser Logik ein direktes Maß für den Aktivierungszustand der internen Repräsentationen im Prime-Display dar. Verschiedene empirische Befunde legen allerdings nahe, dass, selbst wenn NP auf Hemmungsprozessen beruhen sollte, diese Hemmung der Distraktoren kein Nebenprozess der Selektion im Prime-Display ist, sondern sich erst nach der

Selektion aufbaut. Wenn die NP-relevante Hemmung der Distraktoren während der Selektion stattfinden würde, sollte NP sofort nach der Selektion zu beobachten sein. Wenn aber die Intervalle zwischen Prime und Probe sehr kurz sind (20 - 50 ms), zeigt sich keine bzw. kaum eine Reaktionsverzögerung (Lowe, 1985; Neill & Westberry, 1987). Demnach scheint sich Hemmung erst nach der Selektion aufzubauen, möglicherweise um die als irrelevant klassifizierten Items von einer schnellen Reaktivierung abzuhalten (May, Kane & Hasher, 1995).

Weiterhin scheint die Hemmung der Distraktoren kein zwingender Anteil der Selektionsaufgabe zu sein. NP-Effekte verschwinden bzw. eine Beschleunigung ist zu beobachten, wenn in der Instruktion der Probanden statt der Akkuratheit die Geschwindigkeit der Reaktion betont wird (Neumann & DeSchepper, 1992). Angesichts dieser Befunde wurde vorgeschlagen, dass die zu ignorierenden Reize nur gehemmt werden, wenn ihre Repräsentationen mit den aktuellen Handlungszielen assoziiert sind (Milliken, Tipper & Weaver, 1994).

Auch lassen sich Befunde, die eine Reaktionsbeschleunigung für ignorierte Distraktoren zeigen, sobald im Probe-Display kein Distraktor vorhanden ist (Lowe, 1979; Moore, 1994), nicht mit einer einfachen Hemmung der Distraktoren-Repräsentation erklären. Darum wurde angenommen, dass nicht die Repräsentation des Distraktors gehemmt wird, sondern dass die Übersetzung der perzeptuellen Repräsentation in einen Antwortcode blockiert wird (Tipper & Cranston, 1985). Diese Blockierung ist an die Selektion gekoppelt. Sobald keine Selektion für die Reaktion nötig ist, also im Probe-Display kein Distraktor auftaucht, ist aufgrund der aktivierten Repräsentation des Distraktors eine verzögerte Reaktion zu erwarten.

Die Hemmungsprozesse bei Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben scheinen nicht so einfach, automatisch und generell zu sein, wie in den ersten Modellen angenommen wurde. Hemmungsprozesse werden offenbar gezielt, möglicherweise auch im Sinne einer Reaktionsstrategie, aufgaben- und stimulusabhängig eingesetzt. Auf der Basis neurophysiologischer Befunde ergänzt Tipper (2001) ein Hemmungsmodell Selektiver Aufmerksamkeit (Houghton & Tipper, 1994). Dabei geht er davon aus, dass bei der Selektion anhand der zu vergleichenden perzeptuellen Informationen eine Art Bearbeitungsschablone gebildet wird, die sich gezielt auf die Reizmerkmale des Displays bezieht, die für eine Reaktion nötig sind. Das können alle Reizmerkmale (z.B. Größe, Position, Form, etc.) sein, die eine reaktionsrelevante Unterscheidung von Target und Distraktor ermöglichen. Besteht zum Beispiel die

Anforderung „identifiziere das grüne Objekt“, sollte die Schablone „grün“ sein. Mögliche weitere Merkmale des Targets (z.B. Größe, Position etc.) sollten nicht in der Schablone auftauchen, solange sie nicht systematisch zwischen Target und Distraktor differenzieren. Die Analyse der Displays bezieht sich dann auf die jeweils reaktionsrelevante Reizdimension, wobei jeder Input der auf die Schablone passt, zu einer Aktivierung der zugehörigen Repräsentation führt. Alle Inputs aus dem Reiz die nicht auf die Schablone passen, führen zu einer Entkopplung der zugehörigen Repräsentation von der Reaktion. Je mehr Inputs nicht auf die Schablone passen, desto stärker sollte die Entkopplung sein. Bei der Analyse des Displays wird für jedes vorhandene Objekt die zugehörige Repräsentation, also auch die des Distraktors aktiviert. Wenn also die Schablone „grün“ benutzt wird, sollte das Display auf der Reizdimension „Farbe“ analysiert werden. Grüne Anteile eines Objektes führen zu einer reaktionsvorbereitenden Aktivierung der zugehörigen Repräsentation, andersfarbige, z.B. rote Anteile werden von der Reaktionsbildung ausgeschlossen, die zugehörige Repräsentation trotz ihrer zunächst einsetzenden Aktivierung von der Reaktion entkoppelt. Wird nun im folgenden Display der Distraktor zum Target, muss die entstandene Reaktionsblockierung der Repräsentation aufgehoben werden, was zu einer Reaktionsverzögerung führen sollte.

Nach diesem Modell wird nicht die Repräsentation des Distraktors gehemmt, sondern er wird von der Reaktion abgekoppelt. Die Abkopplung kann je nach Anforderung aufgrund unterschiedlicher Reizmerkmale erfolgen. Je mehr Reizmerkmale handlungsrelevant sind, also zwischen Target und Distraktor unterscheiden, desto komplexer sollte die entstehende Schablone sein. Ein Distraktor wird dann auf verschiedenen Reizdimensionen von der Reaktion entkoppelt und je mehr Reizmerkmale nicht auf diese mehrdimensionale Schablone passen, umso ausgeprägter sollte die Entkopplung sein. Tipper bezeichnet diesen Zusammenhang als Reaktivität der Entkopplung, die sich in umso größeren NP-Effekten zeigt, je mehr sich Target und Distraktor unterscheiden. Die Entkopplung wirkt dabei zum Einen vorwärtsgerichtet und sorgt somit dafür, dass auf die irrelevante Repräsentation auch in naher Zukunft nicht reagiert wird. Andererseits sollte diese Entkopplung auch abrufbar und somit rückwärtsgerichtet sein: wird die einmal entkoppelte Repräsentation, also der Distraktor, wieder aktiviert, sollte sich auch die zugehörige Reaktionsblockierung aktivieren.

Das eben beschriebene Modell integriert sowohl kognitive als auch grundlegende neurologische Hemmungsprozesse. Darüber hinaus verweist es durch die postulierte Möglichkeit des Abrufes einer Reaktionsentkopplung bei einer wiederholten Präsentation des Distraktors auf die Bedeutung von Gedächtniseinflüssen, ohne diese jedoch näher zu spezifizieren.

Auf die theoretischen Ansätze, die sich explizit mit dem Zusammenhang von (Arbeits-)Gedächtnis und Priming-Effekten beschäftigen, soll in den folgenden Abschnitten eingegangen werden.

2.3.2 Exkurs: Theorie der Automatisierung (Logan, 1988)

Als Alternativerklärungen zum Selektiven Hemmungs-Ansatz wurden verschiedene Mechanismen vorgeschlagen, die Hemmungsprozesse irrelevanter Informationen zwar nicht ausschließen, aber Gedächtniseinflüsse, die aus der wiederholten Präsentation eines Stimulus resultieren, als relevanter für die Entstehung des NP-Effektes annehmen. Basis dieser Erklärungsansätze ist die Theorie der Automatisierung (Logan, 1988). Nachdem diese in ihren Grundzügen im Folgenden kurz vorgestellt wird, soll auf die aus ihr abgeleiteten Gedächtnisansätze eingegangen werden, die sich mit dem Phänomen des NP beschäftigen.

Logan (1988) beschreibt den Prozess der Automatisierung als Gedächtnisphänomen: Eine Handlung oder Reaktion wird dann als automatisch bezeichnet, wenn sie direkt durch den Abruf einer früheren Handlung oder Reaktion aus dem Gedächtnis generiert wird, ohne dass eine bewusste algorithmische Verarbeitung nötig ist.

Die Reaktion für einen Reiz kann demnach über zwei unterschiedliche, in der Regel parallel ablaufende Prozesse generiert werden. Bei der Konfrontation mit einem neuen Reiz wird nach Logan (1988) eine angemessene Reaktion durch eine algorithmische Stimulusanalyse erreicht. Wurde der Reiz dagegen schon einmal verarbeitet, der Reiz ist also nicht neu, sondern bekannt, wird automatisch die Verarbeitungsepisode aus dem Gedächtnis abgerufen, in der dieser Stimulus bereits aufgetreten ist. Als Automatisierung wird nach Logan (1988) der Übergang von der algorithmisch-basierten zur abruf-basierten Performanz bezeichnet. Bei einer begrenzten Anzahl von Reizen ist es denkbar, dass ab einem bestimmten Punkt alle Reiz-Reaktions-Kombinationen im Gedächtnis gespeichert sind und die Lösungen bzw. Reaktionen ausschließlich aus dem Gedächtnis abgerufen werden können –

und die algorithmische Stimulusanalyse nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Logan formuliert für diesen Prozess der Automatisierung drei Grundannahmen.

Die erste Annahme besagt, dass eine Enkodierung von Stimulusinformation ins Gedächtnis eine obligatorische und unvermeidliche Folge des Beachtens dieses Stimulus darstellt. Alles was in den Fokus der Aufmerksamkeit gerät, wird in das Gedächtnis enkodiert, bzw. allein das Beachten eines Stimulus reicht aus, um diesen im Gedächtnis abzuspeichern. Dabei werden nicht alle Stimuli vergleichbar abgespeichert, vielmehr hängt die Qualität der Enkodierung (und damit die Wahrscheinlichkeit eines Abrufes im Sinne einer Erinnerung) von der Qualität und Quantität der Aufmerksamkeit ab, die auf den Stimulus gerichtet wurde. Diese Annahme wird durch unterschiedliche empirische Evidenz gestützt. Wie die Literatur zum Level of Processing-Ansatz gezeigt hat, können Probanden identische Items besser erinnern, wenn sie ihre Aufmerksamkeit auf die semantischen Merkmale der Stimuli richten mussten, als wenn sie nur auf deren physikalische Eigenschaften zu achten hatten (Craik & Tulving, 1975). Eine Beachtung der semantischen Features eines Stimulus führt zu besseren Erinnerungsleistungen als eine Bearbeitung rein physikalischer Merkmale. In Dual-Task-Studien konnte gezeigt werden, dass Probanden weniger gute Erinnerungsleistungen in der Dual-Task-Bedingung aufwiesen, als in der Single-Task-Bedingung (Naveh-Benjamin & Jonides, 1986). Ein Splitten der Aufmerksamkeit auf verschiedene Tasks führt also tatsächlich zu schlechteren Erinnerungsleistungen der Probanden.

Die zweite Grundannahme dieser Theorie besagt, dass auch der Abruf von Informationen aus dem Gedächtnis eine obligatorische und unvermeidbare Konsequenz des Beachtens eines Stimulus darstellt. Allein das Beachten eines Stimulus reicht aus, um aus dem Gedächtnis alles abzurufen, was mit diesem Stimulus vorher assoziiert wurde. Das bedeutet allerdings nicht, dass dieser Abruf grundsätzlich erfolgreich und im Sinne der aktuellen Anforderung hilfreich ist. Faktoren, die den Abruf beeinflussen, sind vielfältig (z.B. Ratcliff, 1978). Neben der Qualität der Enkodierung, die, wie schon erwähnt, von der Qualität der Aufmerksamkeit abhängt, spielen vor allem Übungseffekte eine Rolle, die mit der Bekanntheit der Aufgabe und der Wiederholung der Stimuli einhergehen.

Der Abruf früherer Assoziationen findet nach Logan (1988) parallel zur algorithmischen Verarbeitung der Stimuli statt. Der erfolgreichere Prozess von beiden führt zur adäquaten Reaktion. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass diese beiden

Prozesse sich gegenseitig beeinflussen können. Die abgerufenen Assoziationen können die algorithmische Verarbeitung sowohl unterstützen als auch stören. Die weitere algorithmische Verarbeitung der Stimuli kann aber auch zum Abruf neuer, weiterer Assoziationen führen.

In der dritten Grundannahme postuliert Logan (1988), dass jede Begegnung mit einem Stimulus separat, also innerhalb der jeweils aktuellen Episode, gespeichert wird. Jede dieser gespeicherten Episoden enthält neben den Informationen über den Stimulus auch das aktuelle Handlungsziel, die Beziehung des Stimulus zum Handlungsziel und die aus dieser Beziehung resultierende Handlung/Reaktion. Die Automatisierung, die mit einer wiederholten Stimulusbearbeitung einhergeht, ist nach Logan (1988) nicht das Ergebnis einer Stärkung der Verbindung zwischen einer Repräsentation des Stimulus und der Repräsentation der Bedeutung bzw. richtigen Reaktion für diesen Stimulus. Vielmehr ist die erhöhte Wahrscheinlichkeit eines Reaktionsabrufes einfach darauf zurückzuführen, dass jede neue Erfahrung des Stimulus eine neue Gedächtnisspur mit einer Reiz-Reaktions-Assoziation anlegt, die bei einer Stimuluswiederholung abgerufen werden kann.

Logan (1990) konnte in einer Reihe von Wiederholungspriming-Experimenten zeigen, dass die Vorhersagen seiner Theorie der Automatisierung auch auf Priming-Aufgaben anwendbar sind. Probanden sollten im Rahmen einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe angeben, ob eine präsentierte Buchstabenreihe ein Wort darstellte. Mit zunehmender Wiederholungshäufigkeit der Stimuli sank die Reaktionszeit, wobei die Beschleunigung bei jeder Wiederholung kleiner wurde. Dieses Ergebnis entspricht der mathematischen Formulierung der Theorie von Logan (1988). In der Folge wurde versucht, die Theorie von Logan auch auf das Phänomen des Negative Priming anzuwenden (z.B. Neill & Valdes, 1992). Logan (1988) beschreibt jedoch in seiner Theorie der Automatisierung explizit den Zusammenhang von Aufmerksamkeit, Speicherung und Abruf von Gedächtnisepisoden und betont dabei, dass sowohl für das Speichern als auch den Abruf einer Episode einzig und allein das Beachten eines Reizes, also das Richten der Aufmerksamkeit auf diesen Reiz, ausreicht. Für den Fall, dass in einer Aufgabe auch bestimmte Stimuli zu ignorieren sind, wie es in Aufgaben, die dem NP-Paradigma zugeordnet werden der Fall ist, lässt sich seine Theorie daher ohne Zusatzannahmen nur begrenzt anwenden.

Erklärungsansätze des NP die auf der Basis von Logans Theorie der Automatisierung formuliert wurden, gehen davon aus, dass neben der algorithmischen Stimulusanalyse auch ein Abruf der früheren Bearbeitungsepisoden die Performanz beeinflusst. Dabei postulieren sie aber unterschiedliche Zusatzannahmen bzw. weichen in bestimmten Aspekten von Logans Theorie ab.

Im Folgenden soll auf die zwei wesentlichen Ansätze sowie deren spezifischen Annahmen bzw. Vorhersagen und empirische Belege eingegangen werden, denen die Theorie Logans zu Grunde liegt.

2.3.3 Episodic Retrieval-Ansatz (Neill und Valdes, 1992)

Die Vertreter des Episodic Retrieval-Ansatzes (kurz: ER) ergänzen zur Erklärung des NP-Phänomens die Annahmen von Logan (1988) um einen Aspekt. Logan postulierte, dass das Beachten eines Stimulus entscheidend für die Speicherung bzw. den Abruf einer Gedächtnisspur ist. Für Stimuli, die nicht beachtet oder gar ignoriert werden, erlaubt die Theorie der Automatisierung (Logan, 1988) keine direkten Aussagen. Neill und Valdes (1992) gehen davon aus, dass im Rahmen einer Selektiven Aufmerksamkeits-Anforderung das Ignorieren des Distraktors ein aktiver Prozess ist, der sich auch in der Gedächtnisspur wiederfinden sollte. Da auf den Distraktor nicht reagiert werden darf, nehmen sie an, dass die Repräsentation des Distraktors in der Gedächtnisspur mit einem „reagiere nicht“-Zusatz assoziiert wird. Für den Zielreiz, das Target des aktuell zu bearbeitenden Displays, wird eine Reiz-Reaktions-Assoziation im Sinne Logans (1988) in die Gedächtnisspur integriert. Sowohl die Wiederholung des Targets, als auch die des Distraktors kann deshalb zum Abruf der vorherigen Verarbeitungsepisode führen. Anders als für die Wiederholung des Targets, wird bei der Wiederholung des Distraktors aber der mit diesem Stimulus assoziierte „reagiere nicht“-Zusatz abgerufen. Daraus resultiert in einem NP-Trial ein Konflikt zwischen der aktuellen Anforderung und der abgerufenen Information: da der vorherige Distraktor nun das Target darstellt, muss auf diesen Stimulus reagiert werden. Die von diesem Stimulus abgerufene Assoziation besagt aber genau das Gegenteil, nämlich „reagiere nicht“. Das Lösen dieses Konfliktes kostet Zeit und produziert nach Neill und Valdes (1992) den NP-Effekt.

Anders als bei den klassischen Hemmungsansätzen, die davon ausgehen, dass NP das Ergebnis eines aktiven, vorwärts gerichteten Prozesses ist, der die zukünftige Reaktion auf den Distraktor verhindern soll, wodurch jeder Distraktor gehemmt werden sollte, wird NP als Ergebnis eines eher passiven

Gedächtniseinflusses betrachtet, der erst wirksam wird, wenn ein Distraktor wieder auftaucht. Das ist eine entscheidende Komponente dieses Ansatzes: Gedächtniseinflüsse wirken nicht grundsätzlich, sondern nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit. Dabei kann die Wahrscheinlichkeit für den Abruf einer spezifischen Gedächtnisspur durch verschiedene Faktoren, so zum Beispiel durch die Ähnlichkeit von Prime- und Probe-Display (Fox & De Fockert, 1998; Stolz & Neely, 2001), den Abstand der einzelnen Durchgänge (Neill, Valdes, Terry, & Gorfein, 1992) oder die Stärke der Gedächtnisspur (Yee, Santaro, Grey & Wong, 2000) beeinflusst werden. Diese Beziehungen zwischen der Abrufwahrscheinlichkeit einer Gedächtnisspur und dem Ausmaß des NP-Effektes bestätigen insgesamt die Annahmen eines Zusammenhanges zwischen Negative Priming und dem Abruf episodischer Gedächtnisspuren.

In dem ER-Ansatz wird davon ausgegangen, dass für das Target und den Distraktor separate Gedächtnisspuren angelegt werden, die sich in Bezug auf die Reaktionsrelevanz der einzelnen Stimuli unterscheiden. Das ist der wesentliche Unterschied zu dem im Folgenden vorgestellten Response Retrieval-Ansatz (Rothermund et al., 2005).

2.3.4 Response Retrieval-Ansatz (Rothermund et al., 2005)

Rothermund et al. (2005) nutzen für ihren Erklärungsansatz des Negative Priming ebenfalls die Grundlage der Automatisierungstheorie von Logan (1988). Allerdings verzichten sie im Unterschied zu den Vertretern des ER-Ansatzes auf die Annahme eines „reagiere nicht“-Zusatzes für die ignorierten Stimuli der Bearbeitungsepisode. Damit bleiben sie deutlich näher an der ursprünglichen Theorie der Automatisierung, die einen solchen Zusatz ebenfalls nicht postuliert. Rothermund et al. (2005) gehen davon aus, dass während der Bearbeitung einer Selektiven Aufmerksamkeits-Anforderung die Distraktoren zwar durchaus ignoriert werden, aber dieses Ignorieren nicht in einer separaten Gedächtnisspur assoziiert wird. Vielmehr postulieren sie, dass aufgrund der gleichzeitigen Präsentation von Target und Distraktor beide Stimuli mit der Reaktion, die eigentlich nur für das Target generiert wird, assoziiert werden. Für eine Assoziation eines Stimulus mit einer Reaktion ist es nicht notwendig, diese Reaktion tatsächlich für diesen Stimulus zu generieren – es reicht vollkommen aus, wenn ein Stimulus bei der Reaktionsbildung anwesend ist. Als einzige notwendige und hinreichende Bedingung für die Assoziation einer Reaktion mit einem Stimulus nennen Rothermund et al. (2005) diese zeitliche Kontinguität.

Targets werden nach diesem Ansatz genauso mit der Reaktion assoziiert, wie Distraktoren. Dabei nehmen die Autoren an, dass sich die Stärke dieser Assoziation durchaus zwischen Target und Distraktor unterscheidet. Während die Reaktion für das Target generiert wird, wodurch die Assoziation zwischen beiden deutlich stärker sein sollte, ist der Distraktor bei der Reaktionsbildung „nur anwesend“. Rothermund et al. (2005) bezeichnen die Assoziation des Distraktors mit der Reaktion deshalb als inzidentell und verstehen sie als eine Begleiterscheinung, die sich sowohl quantitativ als auch qualitativ von der Target-Reaktions-Assoziation unterscheiden kann. Die Wiederholung eines Stimulus sollte, unabhängig davon welche Funktion dieser Stimulus (Target, Distraktor) in früheren Verarbeitungsepisoden hatte, jedoch zur automatischen Aktivierung der Assoziation und somit zum Reaktionsabruf führen. Dieser Ansatz wird deshalb auch als Response Retrieval-Ansatz (kurz: RR) bezeichnet.

Die Annahme, dass auch die Wiederholung des Distraktors zum Abruf der Prime-Reaktion führt, kann NP-Effekte in einer Vielzahl von Experimenten erklären. Reaktionen sind z.B. in Benennungsaufgaben spezifisch für das Target und nicht für das gesamte präsentierte Display. Wiederholt sich nun der Distraktor des vorherigen Displays als Target, ist die abgerufene Reaktion (die Bezeichnung des Targets) nicht die richtige Reaktion, da in der aktuellen Situation der vorherige Distraktor und eben nicht das vorherige Target benannt werden muss. Dieser Widerspruch zwischen abgerufener Reaktion und tatsächlich erforderlicher Reaktion führt zu einem Konflikt bzw. einer Interferenz, deren Lösung Zeit benötigt. Da in Kontroll-Trials keine Stimuli wiederholt werden, findet in diesen auch kein Reaktionsabruf statt. Die Reaktionsverzögerung der NP-Trials gegenüber den KO-Trials lässt sich demnach durch einen in den NP-Trials unpassenden Reaktionsabruf erklären.

Neben dieser allgemeinen Erklärung des NP erlaubt der RR-Ansatz darüber hinaus spezifischere Vorhersagen über die Kontingenz von Stimulus- und Reaktionswiederholungen. Die Reaktionsverzögerung bei einer Stimuluswiederholung sollte nur dann zu beobachten sein, wenn abgerufene und tatsächlich zu gebende Reaktion unterschiedlich sind, wenn also die Reaktion zwischen dem Prime- und dem Probe-Display wechselt. Wenn für das Probe-Display dieselbe Reaktion wie für das Prime-Display zu geben ist, unterstützt der durch die Stimuluswiederholung getriggerte Reaktionsabruf die aktuelle Reaktionsbildung – und statt einer Verzögerung ist sogar eine beschleunigte Reaktion gegenüber den

KO-Trials zu erwarten. Rothermund et al. (2005) konnten in einer Letter matching-Aufgabe (in der zwei zu vergleichende Target-Buchstaben von drei Distraktoren flankiert wurden) zeigen, dass dieser Zusammenhang sowohl für eine „Distraktor zu Distraktor“-Bedingung als auch für eine Negative Priming-Bedingung (Distraktor zu Target) nachzuweisen war: In beiden Bedingungen zeigte sich eine Verzögerung, wenn die Reaktionen zwischen dem Prime und dem Probe wechselten, bzw. keine Verzögerung / eine Beschleunigung, wenn die Prime-Reaktion wiederholt werden musste. Darüber hinaus wurden in diesen Bedingungen gegenüber der Kontroll-Bedingung auch mehr Fehler bei einem Reaktionswechsel, als bei einer Reaktionswiederholung gemacht, was ebenfalls die Annahme eines Reaktionsabrufes durch Stimuluswiederholungen stützt. Weitere Evidenz für die Annahmen des RR-Ansatzes liefert ein Befund von Mayr und Buchner (2006). Die Fehleranalyse der Autoren zeigte, dass Probanden in der NP-Bedingung häufiger die Prime-Reaktion abriefen als in der KO-Bedingung. Frings, Rothermund und Wentura (2007) berichten, dass Reaktionen in einer „Distraktor zu Distraktor“-Bedingung tatsächlich deutlich schneller waren, wenn die Reaktionen zu wiederholen waren als wenn die Reaktionen zwischen Prime und Probe wechselten. Dieser Unterschied blieb sogar bestehen, wenn sich zusätzlich auch das Target wiederholte. Dieser Befund ist ebenso ein Beleg für die Annahmen des RR-Ansatzes, da diese Effekte auf eine Assoziation der Distraktoren mit der Reaktion attribuiert werden können.

2.4 Zusammenfassende Diskussion der gedächtnisbasierten Ansätze

Die beiden vorgestellten gedächtnisbasierten Erklärungsansätze des NP fundieren auf der Theorie der Automatisierung von Logan (1988), machen aber unterschiedliche Zusatzannahmen und führen somit zu spezifischen Vorhersagen. Im Episodic Retrieval-Ansatz (Neill & Valdes, 1992) wird davon ausgegangen, dass sich die Ignorierensprozesse der Distraktorenverarbeitung in Form einer „reagiere nicht“-Assoziation der ignorierten Stimuli in der episodischen Gedächtnisspur niederschlagen, die bei einer Darbietung dieser ignorierten Stimuli als Target abgerufen wird und mit der aktuellen Anforderung interferiert. Im Response Retrieval-Ansatz (Rothermund et al., 2005) wird dagegen die Annahme formuliert, dass sich die Ignorierensprozesse die mit der Distraktorenverarbeitung einhergehen NICHT in der episodischen Gedächtnisspur niederschlagen. Vielmehr nehmen Rothermund et al. (2005) an, dass aufgrund der zeitlichen Kontinguität von Target, Distraktor und Reaktion alle präsentierten Stimuli mit der Reaktion assoziiert werden. Jede

Stimuluswiederholung, egal in welcher Form, führt somit zu einem Abruf der assoziierten Reaktion. Für beide Ansätze gibt es empirische Evidenz, wobei alle Belege, die für den ER-Ansatz sprechen, gleichermaßen als Evidenz für den RR-Ansatz gelten können. Darüber hinaus kann der Response Retrieval-Ansatz aber auch eine Abhängigkeit der Priming-Effekte von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen erklären, die vom ER-Ansatz in der Form nicht vorhergesagt werden würde. Die empirische Befundlage spricht im Allgemeinen also für den RR-Ansatz, der mit weniger theoretischen Grundannahmen (keine separate Gedächtnisspur für die Distraktorenverarbeitung) ein breiteres Feld an Befunden erklären kann.

Einen Vorteil des ER-Ansatzes stellt dessen Annahme dar, dass sich auch die Ignorierensprozesse bei der Distraktorenverarbeitung in der episodischen Gedächtnisspur niederschlagen sollte. Distraktoren sind im Rahmen einer Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe nicht einfach nur anwesend, was eine inzidentelle Assoziation mit der Reaktion wahrscheinlich macht, sondern stören die Reaktionsbildung für das Target und müssen aktiv aus der Targetverarbeitung herausgehalten werden. Es ist tatsächlich unwahrscheinlich, dass sich der aktive, kognitive Ressourcen bindende Prozess des Ignorierens nicht auch in der episodischen Gedächtnisspur niederschlägt und als Interferenzquelle bei der weiteren Informationsbearbeitung stören kann. Beiden Ansätzen zufolge ist die Wiederholung eines während der Prime-Episode ignorierten Reizes im Probe-Display eine gedächtnisbasierte Interferenzquelle, die die Reaktion verzögern kann. Der ER-Ansatz und der RR-Ansatz unterscheiden sich aber in den Annahmen darüber, wann vom Prime- zum Probe-Display eine Interferenz vorliegt. Dem ER-Ansatz zufolge liegt in jedem Fall eine Interferenz vor, sobald der Distraktor als Target erneut präsentiert wird, da für den Distraktor abgespeichert wurde "reagiere nicht". Hier gibt es also einen Konflikt zwischen "reagieren" und "nicht reagieren", der die Interferenzquelle darstellt. Dies ist insofern interessant, als es sich hier um eine Interferenz auf einer eher exekutiven Ebene handeln könnte, bei der es darum geht, eine Antwort zu geben, oder diese zurückzuhalten, bzw. eine vorherrschende Antworttendenz zu unterdrücken und durch eine geeignete Handlungsalternative zu ersetzen. Dem RR-Ansatz zufolge wird dagegen auch für den Distraktor abgespeichert "reagiere", und zwar mit der Reaktion, die für das Prime-Display zu geben war. Insofern liegt diesem Ansatz zufolge nicht automatisch eine

Antwortinterferenz auf der Handlungsebene vor, sobald der Distraktor als Target wieder erscheint, sondern die Interferenz entsteht nur dann, wenn die geforderte Reaktion von der Reaktion auf das vorherige Display abweicht. Es wird also davon ausgegangen, dass zwei mögliche Reaktionen miteinander interferieren und eine der Antwortalternativen als veraltet gelöscht werden muss. Eine Unterscheidung von Interferenzeinflüssen im NP mit einer stärker handlungsbasierten, motorischen Komponente, wie im ER-Ansatz, und einer Interferenz, die eher ausgelöst wird durch veraltete Gedächtnisinhalte (veraltete Antwort auf einen aktuellen Stimulus), wie im RR-Ansatz, kann möglicherweise dazu beitragen, die komplexe Befundlage zum Negative Priming zu integrieren. Eine Differenzierung, welche Interferenzquellen im Rahmen des NP-Paradigmas zu Antwortverzögerungen führen können, wird mit Hilfe einer Theorie zur Kontrolle von Interferenzen möglich, die im Rahmen der gerontopsychologischen Forschung entwickelt wurde. Diese wird im Folgenden mit einem Fokus auf empirischen Befunden zum Negative Priming im höheren Lebensalter vorgestellt.

3 Interferenzeinflüsse im Negative Priming – Erweiterung um eine gerontopsychologische Perspektive

Auch im Rahmen gerontopsychologischer Fragestellungen wird das Paradigma des Negative Priming genutzt. Hintergrund dafür ist eine aktuell diskutierte Theorie des kognitiven Alterns (Hasher, Zacks & May, 1999), die alterskorrelierte Unterschiede kognitiver Leistungen auf eine reduzierte Interferenzkontrolle älterer Erwachsener zurückführt. Dabei unterscheiden die Autoren drei Funktionen der Interferenzkontrolle. Zum einen müssen irrelevante Informationen daran gehindert werden, überhaupt Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und Zugang zum Arbeitsgedächtnis zu erhalten. Dieser Aspekt der Interferenzkontrolle wird als *access*-Komponente bezeichnet. Des Weiteren müssen auch Informationen, die für die aktuelle Aufgabenanforderung nicht mehr relevant sind (z.B. früher aktivierte Repräsentationen) aus dem Aufmerksamkeitsfokus bzw. dem Arbeitsgedächtnis entfernt werden. Die Löschung vormals relevanter, nunmehr aber irrelevanter und somit distrahierender Informationen wird als Funktion der *deletion*-Komponente der Interferenzkontrolle beschrieben. Da dem unter 2.3 diskutierten Response Retrieval-Ansatz zufolge eine Antwortverzögerung beim NP dadurch entsteht, dass eine veraltete Antwort auf einen Stimulus gelöscht werden muss, um die korrekte Antwort zu geben, wäre die in diesem RR-Ansatz beschriebene Interferenzkontrolle der *deletion*-Funktion zuzuordnen. Die dritte Funktion, die in der Interferenzkontrolltheorie kognitiven Alterns genannt wird, ist die *restraint*-Funktion. Diese gewährleistet die Unterdrückung von habituellen Antworttendenzen, die in der aktuellen Situation unpassend sind. Dem unter 2.2 diskutierten Episodic Retrieval-Ansatz (ER) zufolge entsteht die Antwortverzögerung beim NP somit eher als Folge einer solchen Interferenz: Die Tendenz nicht zu reagieren muss in Form einer angemessenen Reaktion überwunden werden.

Die empirische Befundlage zu diesem Modell des kognitiven Alterns ist allerdings heterogen. In einem Review kommen Verhaeghen, Cerella, Bopp und Basak (2005) sogar zu dem Schluss, dass die Annahmen eines alterskorrelierten Defizits der Interferenzkontrolle abgelehnt werden müsse. Dabei differenzieren Verhaeghen et al. (2005) nicht zwischen den drei Komponenten der Interferenzkontrolle im Sinne von Hasher et al. (1999) und beziehen sich somit auf ein frühe und sehr globale Version des Hemmungsdefizitmodells (Hasher & Zacks, 1988). Titz et al. (2008) gehen dagegen davon aus, dass die Interferenzkontrolle älterer Erwachsener nicht generell

beeinträchtigt ist, sondern dass möglicherweise nur einzelne Komponenten im Alter weniger effizient funktionieren. Zur Untersuchung dieser Hypothese nahmen sie an, dass im Rahmen einer selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe jede der einzelnen Komponenten (*access*, *deletion*, *restraint*) in unterschiedlichen Stimulus-konfigurationen bedeutsam sein sollte, wodurch Altersunterschiede in einer solchen speziellen Konfiguration einen Hinweis für defizitäre Interferenzkontrolle auf der jeweiligen Funktionsebene darstellen. Die Anforderungen an die Interferenzkontrolle in einer selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe wie dem NP sind dabei komplex. Probanden haben auf Targets zu reagieren, die von distrahierenden Stimuli flankiert oder überdeckt werden. Die korrekte und schnelle Reaktion auf das Target setzt somit eine Selektion der relevanten von den irrelevanten Stimulus-Aspekten voraus, wobei die aktuell irrelevanten Informationsanteile aus der Targetverarbeitung herausgehalten werden müssen. Diesen Aspekt der Interferenzkontrolle beschreibt die *access*-Komponente des Modells von Hasher et al. (1999) und es ist grundsätzlich dann zu erwarten, wenn relevante und irrelevante Informationen gleichzeitig präsentiert werden. In Aufgaben, die dem NP-Paradigma zuzuordnen sind, werden in der Regel sowohl in den als Referenztrials dienenden Kontroll-Trials als auch den kritischen „Distraktor zu Target“-Trials (DT-Trials) immer zu ignorierende und zu beachtende Stimuli gleichzeitig präsentiert, was bedeutet, dass die *access*-Kontrolle in beiden Arten von Trials involviert ist. Für die Untersuchung von Altersunterschieden in der Effizienz der *access*-Komponente integrierten Titz et al. (2008) deshalb sogenannte „Single Target“-Trials (ST), in denen nur ein einzelnes Target ohne Distraktor präsentiert wurde. Ein altersdifferenzieller Vergleich der Reaktionszeiten für diese Trials mit den Reaktionszeiten der Kontroll-Trials erlaubte Aussagen darüber, wie stark die zusätzliche Anwesenheit irrelevanter Informationen (des Distraktors) die Verarbeitung des Targets störte und bildete somit indirekt die Performanz der *access*-Komponente der Interferenzkontrolle ab. Während die Anforderung an die *access*-Kontrolle sich nicht zwischen DT- und Kontroll-Trials (KO-Trials) unterscheidet, ist in den DT-Trials ein weiterer Aspekt der Interferenzkontrolle erforderlich. Anders als in den Kontroll-Trials wiederholen sich in den DT-Trials Stimuli der vorherigen Verarbeitungsepisode: auf den eben ignorierten Stimulus muss nun reagiert werden. Im Artikel von 2008 gingen Titz et al. deshalb zunächst global davon aus, dass hier die *deletion*-Komponente der Interferenzkontrolle wirksam wird, denn im DT-Fall ist es notwendig, die vormals mit einem Stimulus

assoziierten Informationen zu löschen bzw. aus der aktuellen Informationsverarbeitung herauszuhalten. Im Unterschied zu den Kontroll-Trials, in denen sich keine Stimuli wiederholen, ist in den DT-Trials eine Neubewertung der sich wiederholenden Stimuli erforderlich, die durch den *deletion*-Aspekt der Interferenzkontrolle unterstützt wird. Die Reaktionszeitdifferenzen von KO- und DT-Trials (NP-Effekte) lassen dann Rückschlüsse auf die Effizienz dieser Komponente zu – eine stärkere Interferierbarkeit älterer Erwachsener sollte sich in ausgeprägteren NP-Effekten äußern. Altersinvariante NP-Effekte sind dann jedoch nur ein Indiz dafür, dass die *deletion*-Funktion der Interferenzkontrolle sich nicht in verschiedenen Altersgruppen unterscheidet. Ein Rückschluss, ob die Interferenzkontrolle im höheren Alter generell nicht beeinträchtigt ist, lässt sich aus der bloßen Betrachtung der NP-Effekte nicht ziehen. Darüber hinaus kann, wie oben beschrieben, in Abhängigkeit von dem zugrunde gelegten Modell des NP (ER oder RR), selbst innerhalb der DT-Trials noch eine Unterscheidung vorgenommen werden, ob hier die *deletion*-Kontrolle oder die *restraint*-Kontrolle in die Effekte der Reaktionsverzögerung involviert ist. Dem ER-Ansatz zufolge ist eher anzunehmen, dass die Verzögerungseffekte hervorgerufen werden durch das Zurückhalten bzw. Überwinden einer vorherrschenden Antworttendenz ("reagiere nicht"), während dem RR-Modell zufolge eher zwei Antwortalternativen interferieren, von denen die veraltete, vorherige Antwort gelöscht werden muss, was der *deletion*-Funktion zuzuordnen ist.

Zur Untersuchung der *restraint*-Komponente werden Aufgaben genutzt, in denen es nur zwei alternative Reaktionen gibt (sogenannte „two-alternative-forced-choice“-Tasks), die wechseln oder sich aber wiederholen können. Hier spielen Reaktionswiederholungstendenzen eine Rolle, die in Beziehung zu Antwortperseverationseffekten stehen. Darunter wird die plötzliche und ggf. unpassende Wiederholung der vorherigen Reaktion verstanden (Sandson & Albert, 1984; 1987; Shindler, Caplan & Hier, 1984). Diese Reaktionswiederholungstendenzen sind unabhängig von den tatsächlich präsentierten Stimuli und stellen habituelle Antworttendenzen dar, die durch die *restraint*-Funktion nach Hasher et al. (1999) kontrolliert werden.

Titz et al. (2008) implementierten in Experiment 3 die Umsetzung einer Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe, in der alle drei Komponenten der Interferenzkontrolle, *access*, *deletion* und *restraint*, im Altersvergleich abgegrenzt werden konnten. Es

wurde erwartet, dass eine reduzierte Effizienz der access-Komponente älterer Erwachsener sich in deutlich langsameren Reaktionszeiten der Kontrollreaktionszeiten, gegenüber den Trials der „Single Target“-Bedingung äußern müsste. Alterskorrelierte Defizite der *deletion*-Funktion sollten in Trials, in denen sich bereits vorher präsentierte Stimuli wiederholten, zu stärkeren Interferenzen führen. In einer „Distraktor zu Target“-Bedingung (DT), besonders aber in einer „Distraktor zu Target UND Target zu Distraktor“-Bedingung (TD), wurden ausgeprägtere Reaktionszeitverzögerungen älterer Erwachsener gegenüber den als Referenztrials dienenden Kontroll-Trials erwartet. Aspekte der *restraint*-Funktion lassen sich dissoziieren, wenn sowohl Reaktionswechsel als auch -wiederholungen unabhängig von den einzelnen Priming-Bedingungen variiert werden können. Dieses wurde durch die Konstruktion des Experimentes als „same different matching“-task realisiert, in dem es nur zwei alternative Reaktionen gab. Ein Target-Objekt, das von einem Distraktor überlagert (KO, DT, TD) oder aber alleine präsentiert wurde (ST), musste mit einem gleichzeitig eingeblendeten Wort verglichen werden. Die zwei möglichen Antwortalternativen sind somit "stimmt" oder "stimmt nicht". Darüber hinaus bot die so konstruierte Vergleichsanforderung auch die Möglichkeit, Vorhersagen des ER-Ansatzes denen des RR-Ansatzes gegenüberzustellen. Aus dem ER-Ansatz würde, aufgrund der Annahme des Abrufes eines „reagiere nicht“-Zusatzes bei der Wiederholung eines eben ignorierten Objektes, eine generelle Verzögerung der DT- bzw. TD-Reaktionszeiten gegenüber den Reaktionszeiten der Kontrollbedingung erwartet werden – unabhängig davon, ob die Antwort wechselt oder nicht. Sobald der Distraktor erneut auftaucht, muss die mit ihm verbundene Tendenz überhaupt nicht zu reagieren, überwunden werden, egal wie die geforderte Reaktion aussieht ("stimmt" oder "stimmt nicht"). Den Annahmen des RR-Ansatzes folgend, in dem der Abruf einer mit dem sich wiederholenden Stimulus assoziierten Reaktion postuliert wird, sollten DT- bzw. TD - Reaktionszeiten nur dann verzögert sein, wenn die abgerufene Reaktion nicht mit der tatsächlich zu gebenden übereinstimmt, wenn also die Reaktion anders ist als die zuvor gegebene ("z.B. "stimmt" nach "stimmt nicht" oder vice versa). Bei einem Reaktionswechsel zwischen dem Prime- und dem Probe-Display wäre diesem Erklärungsansatz nach eine ausgeprägte Verzögerung der DT- bzw. TD-Reaktionszeiten gegenüber den Kontroll-Reaktionszeiten zu erwarten, die bei einer Wiederholung der Reaktion zwischen Prime und Probe nicht zu beobachten ist bzw. sich sogar in einer Beschleunigung

äußern sollte. Alterskorrelierte Unterschiede der Effizienz der *restraint*-Komponente sollten die Differenzen zwischen Reaktionswechseln und -wiederholungen stärker kontrastieren: Eine ausgeprägte Reaktionswiederholungstendenz würde zusätzlich zu dem mit einer Stimuluswiederholung einhergehenden Reaktionsabruf die Wiederholung der zuvor gegebenen Reaktion unterstützen. Ist die Reaktion zu wechseln, obwohl sich ein Stimulus wiederholt, interferieren sowohl die abgerufenen Reaktion als auch die habituelle Reaktionswiederholungstendenz mit der aktuellen Anforderung – eine ausgeprägtere Verzögerung bzw. eine erhöhte Fehlerrate wären zu erwarten.

Die Ergebnisse dieses Experimentes von Titz et al. (2008) waren in zweierlei Hinsicht bemerkenswert. Zum einen konnte kein systematischer Zusammenhang zwischen Stimulus- und Reaktionswiederholung beobachtet werden, wie der RR-Ansatz von Rothermund et al. (2005) ihn nahelegen würde. Die in beiden Altersgruppen beobachtbaren Priming-Effekte lassen sich somit nicht einfach auf einen mit der Wiederholung eines Stimulus einhergehenden Abrufs der mit diesem Stimulus assoziierten Reaktion attribuieren. Des Weiteren war ausschließlich für den Vergleich der „Single Target“-Bedingung mit der Kontroll-Bedingung ein signifikanter Altersunterschied mit größeren Effekten bei älteren Erwachsenen nachweisbar. Weder für die Haupteffekte der DT- bzw. TD-Bedingung noch deren mögliche Interaktionen mit dem Faktor Reaktionswechsel war ein solcher Altersunterschied beobachtbar. Im Hinblick auf die von Titz et al. (2008) fokussierte Fragestellung schlussfolgerten die Autoren, dass, wie von Ihnen angenommen, die Interferenzkontrolle älterer Erwachsener nicht generell beeinträchtigt ist, sondern dass nur begrenzte Funktionsbereiche altersdifferentiell variieren. Während sowohl die *deletion*- als auch die *restraint*- Funktion im Alter nicht beeinträchtigt zu sein scheinen, deutet der Alterseffekt beim Vergleich der „Single Target“-Bedingung mit der Kontroll-Bedingung darauf hin, dass die *access*-Komponente der Interferenzkontrolle im Alter weniger effizient funktioniert. Die für die älteren Erwachsenen tendenziell beobachtbare Interdependenz zwischen Reaktionszeit, Probeantwort und Reaktionswechsel erklären Titz et al. (2008) ebenfalls mit einer defizitären *access*-Funktion der Interferenzkontrolle: Die Reaktionszeiten Älterer waren immer dann verzögert, wenn besonders viele Stimulusrepräsentationen gleichzeitig aktiviert waren. Da nur eine von diesen Repräsentationen tatsächlich handlungs- und reaktionsrelevant ist, müssen die übrigen daran gehindert werden,

Zugang zum Arbeitsgedächtnis bzw. Reaktionssystem zu erhalten. Diesen Prozess der Kontrolle der einströmenden Informationen vermittelt die *access*-Komponente der Interferenzkontrolle.

4 Eigene Fragestellung

Das im Abschnitt 3 vorgestellte Experiment von Titz et al. (2008) zielte auf die Identifizierung von Faktoren, die die Performanz bei Anforderungen der Selektiven Aufmerksamkeit altersdifferenziell beeinflussen. Die Vermutung, dass die Interferenzkontrolle im Alter für verschiedene Interferenzkontrollfunktionen (*access, deletion, restraint*) differenziell beeinträchtigt ist, ließ sich bestätigen. Darüber hinaus sind die Ergebnisse auch auf allgemeinspsychologischer Ebene interessant, auf der es um die Klärung der Frage geht, welche Prozesse überhaupt den NP-Effekt verursachen. Der aktuellste Erklärungsansatz (Rothermund et al., 2005) postuliert den mit einer Stimuluswiederholung automatisch einhergehenden Reaktionsabruf als zentrales Moment. Dann aber ist eine Interdependenz von Stimulus- und Reaktionswiederholungen zu erwarten, die sich in ausgeprägten NP-Effekten bei Reaktionswechseln und reduzierten Reaktionszeitdifferenzen bei Reaktionswiederholungen äußern sollte. Titz et al. (2008) konnten einen solchen Zusammenhang allerdings in keiner der beiden Altersgruppen beobachten.

Dass ein mit einer Stimuluswiederholung einhergehender Reaktionsabruf somit keine Rolle für das Entstehen des NP-Effektes spielt, scheint aber eine voreilige Schlussfolgerung zu sein. So lieferten zwei Bedingungen, in denen sich der Distraktor als Target (DT) bzw. sowohl der Distraktor als Target als auch das Target als Distraktor (TD) wiederholten, Anhaltspunkte für die Theorie von Rothermund et al. (2005), dass bei einem Antwortwechsel die Antwort verzögert ist – allerdings in Abhängigkeit davon, ob ein Antwortwechsel für "stimmt"-oder für "stimmt nicht"-Antworten betrachtet wurde. Im Falle von "stimmt"-Antworten zeigte sich eine Reaktionsverlangsamung bei einem Reaktionswechsel, so wie es vom RR-Ansatz vorhergesagt wurde.

Auch wenn in dem Experiment 3 von Titz et al. (2008) keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen Priming-Effekten und Reaktionswiederholungen zu beobachten waren, deuten die Reaktionszeitvergleiche der Priming-Effekte bei Reaktionswechsel bzw. -wiederholung an, dass zumindest bei den jungen Erwachsenen ein solcher Abruf nicht auszuschließen ist: Sowohl die DT-(-29 ms) als auch die TD-Effekte (-18 ms) waren bei einem Wechsel der Reaktion deutlich ausgeprägter als bei einer Reaktionswiederholung (1 ms bzw. -3 ms). Für ältere Erwachsene war eine solche Tendenz nicht zu beobachten (DT-Wechsel: -30 ms, DT-Wiederholung: -30 ms; TD-Wechsel: -11 ms, TD-Wiederholung: -16 ms). Auch

wenn in dieser experimentellen Umsetzung andere Faktoren einen größeren Einfluss auf die Richtung und Ausprägung der Priming-Effekte hatten als der mit einer Stimuluswiederholung einhergehende Reaktionsabruf, deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass es sich bei dem von Rothermund et al. (2005) postulierten Mechanismus um einen Einflussfaktor handeln könnte, der entweder bei jungen und alten Menschen unterschiedlich funktioniert oder aber zumindest unterschiedliche Bedeutung hat.

Ausgehend von den berichteten Befunden, die dafür sprechen, dass bei älteren Erwachsenen die Interferenzkontrolle nicht generell defizitär, sondern nur der Bereich der *access*-Kontrolle beeinträchtigt ist, erscheint dieses auch durchaus plausibel. Ältere Erwachsene werden durch die Anwesenheit eines Distraktors wesentlich stärker gestört als jüngere Erwachsene. Distraktoren ziehen mehr Aufmerksamkeit auf sich und binden kognitive Ressourcen, um ihre Salienz zu mindern. Insgesamt schnellere Reaktionszeiten sowie die wesentlich kürze Verzögerung der jungen Erwachsenen in Trials mit einem Distraktor (KO-, DT- bzw. TD-Trials) im Vergleich zu Trials ohne Distraktor (ST-Trials) deuten daraufhin, dass junge Erwachsene durch Distraktoren nicht so stark gestört werden wie die älteren. Für junge Erwachsene ist die Wahrscheinlichkeit, dass Distraktoren als „einfach nur vorhanden“ verarbeitet werden wesentlich größer, während ältere Erwachsene deutlich mehr Energie in die mit dem Ignorieren der Distraktoren einhergehende Prozesse investieren müssen.

Dieser unterschiedliche kognitive Aufwand bei der Verarbeitung der Distraktoren sollte sich auch in den Gedächtnisspuren niederschlagen. Die eher beiläufige Distraktorenverarbeitung jüngerer Erwachsener geht mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einher, dass, wie von Rothermund et al. (2005) postuliert, sowohl Targets als auch Distraktoren mit der für das jeweilige Perzept generierten Reaktion assoziiert werden, da die Distraktoren keine "Extra-Verarbeitung" erfahren bzw. diese ohne eine nennenswerte Inanspruchnahme zusätzlicher kognitiver Ressourcen abläuft. Der höhere Aufwand bei der Distraktorenverarbeitung älterer Erwachsener könnte eine solche inzidentelle Distraktor-Reaktions-Assoziation verhindern. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass der erhöhte kognitive Aufwand des Ignorierens sich in der Gedächtnisspur niederschlägt – möglicherweise in Form eines „reagiere nicht“-Zusatzes, wie er von Neill und Valdes (1992) postuliert wurde.

Ausgehend von der Annahme einer defizitären *access*-Komponente der Interferenzkontrolle älterer Erwachsener, die zu Altersunterschieden in der

Verarbeitung aktuell vorhandener Distraktoren führt, erscheint es möglich, dass junge und ältere Erwachsene nicht in der Effizienz der Kontrolle interferierender Gedächtniseinflüsse (*deletion*, *restraint*) differieren, sondern dass sich die zu kontrollierenden Gedächtniseinflüsse in verschiedenen Altersgruppen unterscheiden. Für junge Erwachsene spielen vor allem Interferenzen eine Rolle, die aus der Assoziation der präsentierten Stimuli mit der Reaktion resultieren, während interferierende Gedächtniseinflüsse älterer Erwachsener eine Funktion des Aufwandes darstellen, der mit dem Unterdrücken der irrelevanten Informationen während der Prime-Episode einhergeht. Bei jungen Erwachsenen sollte in einer Priming-Aufgabe daher eher die *deletion*-Komponente, bei älteren Erwachsenen dagegen die *restraint*-Komponente der Selektiven Aufmerksamkeit gefordert werden.

Aus theoretischer Perspektive bedeutet diese Integration einer altersabhängigen *access*-Komponente, dass die vorgestellten Erklärungsansätze nicht einander ausschließende Modelle darstellen, sondern vielmehr zwei Grenzaspekte eines Kontinuums möglicher Gedächtnisinterferenzen beschreiben: Der Response Retrieval-Ansatz erlaubt Vorhersagen für den Fall, dass Distraktoren zwar anwesend sind, die Informationsverarbeitung und Reaktionsbildung aber nicht sonderlich stören. Dieses sollte aufgrund einer hocheffizienten *access*-Komponente der Interferenzkontrolle bei jüngeren Erwachsenen der Fall sein. Die Vorhersagen des Episodic Retrieval-Ansatzes werden dann bedeutsam, wenn davon auszugehen ist, dass Distraktoren sehr salient sind und aktiv aus der Reaktionsbildung herausgehalten werden müssen. Genau diese Schwierigkeiten sind aber bei älteren Erwachsenen durch eine reduzierte Effizienz der *access*-Komponente anzunehmen. Die Frage, ob unterschiedliche Interferenzeinflüsse die NP-Effekte bei jungen versus älteren Erwachsenen auslösen, wird somit zur Hauptfragestellung der eigenen Arbeit.

Aus den dargelegten Annahmen lassen sich auf globaler Ebene keine Altersunterschiede im Ausmaß der Priming-Effekte vorhersagen – sowohl junge als auch alte Erwachsene sollten NP-Effekte produzieren. Insofern widersprechen die Annahmen nicht der aktuellen empirischen Befundlage, die eine Altersinvarianz der NP-Effekte nahelegt (z.B. Verhaeghen et al., 2005). Im Unterschied dazu werden aber altersinvariante NP-Effekte nicht als Ergebnis altersinvarianter Interferenzanfälligkeit verstanden, sondern als Resultat unterschiedlich wirkender Interferenzquellen, die aus einer altersdifferenziellen Verarbeitung der Prime-Informationen und damit einhergehenden Unterschieden der abgespeicherten

episodischen Gedächtnisspuren resultieren. Auf einer globalen Ebene sind keine Altersunterschiede im Negative Priming zu erwarten. Wenn aber bei jüngeren Erwachsenen NP-Effekte durch einen Abruf einer vormals inzidentell assoziierten Reaktion im Sinne des Response Retrieval-Ansatzes von Rothermund et al. (2005) entstehen, die durch die *deletion*-Komponente der Selektiven Aufmerksamkeit kontrolliert werden, sollte in einer experimentellen Umsetzung, in der Stimulus- und Reaktionswiederholungen orthogonal variiert werden können, sowohl für die Reaktionszeiten als auch die Fehlerhäufigkeiten eine Interaktion der Primingmanipulation mit dem Faktor „Reaktionswechsel bzw. -wiederholung“ nachweisbar sein. Für ältere Erwachsene dagegen ist zu erwarten, dass eine solche Interaktion nicht beobachtbar ist. Durch den erhöhten kognitiven Aufwand, der mit dem Ignorieren der distrahierenden Informationen verbunden ist, werden Distraktoren-Repräsentationen von ihnen nicht einfach beiläufig mit der Reaktion assoziiert. Vielmehr stellt für Ältere die Distraktorenverarbeitung einen eigenständigen Reaktionsbildungsschritt dar, der sich in der Gedächtnisspur in Form eines „reagiere nicht“-Zusatzes niederschlägt. Wie von Neill und Valdes (1991) postuliert, sollte eine wiederholte Darbietung eines eben ignorierten Stimulus bei Älteren deshalb zu einem Abruf dieses mit dem Stimulus assoziierten Handlungsimplication führen, die von der *restraint*-Komponente der selektiven Aufmerksamkeit kontrolliert werden muss. Reaktionen auf diesen Stimulus sollten unabhängig von der Art und Weise (Wechsel vs. Wiederholung) der Reaktion verzögert bzw. fehleranfälliger sein.

5 Experiment 1

Zur Überprüfung der Fragestellung wurde eine Selektive Aufmerksamkeits-Anforderung mit vier Priming-Bedingungen konstruiert. Als Vorbild diente die experimentelle Umsetzung eines Negative Priming-Experimentes von Kramer und Strayer (2001), die altersdifferenzielle Einflüsse in Priming-Anforderungen mit einem anderen Fokus untersuchten. Die zu gebende Reaktion resultierte aus dem Vergleich des mit einem Distraktor überlagerten Targets mit einem Vergleichsobjekt. Diese Umsetzung als Wahlreaktionsexperiment mit zwei Antwortalternativen ermöglichte methodisch die Überprüfung der Vorhersagen des Response Retrieval-Ansatzes von Rothermund et al. (2005), da Stimulus- und Reaktionswiederholungen unabhängig voneinander variieren können. Folgende Stimuluswiederholungsbedingungen (Priming-Bedingungen) wurden orthogonal mit Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen variiert: Als Referenztrials dienten Kontroll-Trials (kurz: KO-Trials), in denen sich keiner der Stimuli aus dem Prime-Display im Probe-Display wiederholte. Da das Probe-Display somit komplett aus Stimuli bestand, die im vorangegangenen Prime-Display nicht präsentiert wurden, sind in diesen KO-Trials keinerlei Gedächtnisabrufprozesse und damit einhergehende Interferenzen zu erwarten. Als erste Priming-Bedingung wurden Trials integriert, in denen sich das Target aus dem Prime-Display als Target im Probe-Display wiederholte. Diese „Target zu Target“-Bedingung (kurz: TT) entspricht in der Literatur der sogenannten Positive Priming- oder Attended Repetition-Manipulation (z.B. Rothermund et al., 2005) und wird mit Reaktionsabrufprozessen in Verbindung gebracht: Da sich das im Prime-Trial beachtete Target im Probe-Trial als Target wiederholt, ist zweimal hintereinander der selbe Stimulus, der aus der vorherigen Darbietung noch über eine Restaktivierung verfügt, als Zielreiz zu bearbeiten. Im Allgemeinen wird für eine solche Bedingung eine gegenüber der Kontroll-Bedingung beschleunigte Reaktion erwartet, da die wiederholte Darbietung desselben Zielreizes die Reaktionsbildung erleichtert. Aus der Perspektive des Response Retrieval-Ansatzes von Rothermund et al. (2005) ist darüber hinaus anzunehmen, dass diese Stimuluswiederholung zum Abruf der Prime-Reaktion führt, Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten sollten in Abhängigkeit von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen von der Kontroll-Bedingung variieren: Nur wenn tatsächlich die selbe Reaktion wie im Prime-Trial zu geben ist (Reaktionswiederholung) unterstützt ein Reaktionsabruf die

Antwortgenerierung und eine Beschleunigung bzw. eine geringere Fehleranzahl ist zu erwarten. Ist dagegen eine andere als die Prime-Reaktion zu geben (Reaktionswechsel), interferieren abgerufene und tatsächlich zu gebende Reaktion miteinander, was zu einer Reaktionsverzögerung bzw. einer erhöhten Fehlerhäufigkeit führen sollte. Für diese Interaktion werden keine Alterseffekte angenommen, da die Assoziation zwischen Target und Antwort eine zwangsläufige Folge der Reaktion darstellt. Das Ausblenden der irrelevanten Informationen ist zudem sowohl in der Kontroll-, als auch der TT-Bedingung notwendig, wodurch kein systematischer Altersunterschied zu erwarten ist.

Durch die Integration der TT-Trials in dieser Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe ist des Weiteren zu erwarten, dass Gedächtnisabrufprozesse auch in anderen Priming-Bedingungen gefördert werden (Kane, Hasher, Stoltzfus, Zacks & Connelly, 1994), so dass auch in den im Folgenden vorgestellten Priming-Bedingungen die Wahrscheinlichkeit des Wirkens von Gedächtniseinflüssen maximiert ist.

Als nächstes wurden Trials integriert, in denen sich der Distraktor aus dem Prime-Display als Target im Probe-Display wiederholte. Diese „Distraktor zu Target“-Bedingung (DT) entspricht der klassischen NP-Manipulation, da ein vormals ignoriertes Objekt zum nun zu beachtenden wird. Mit dieser Stimuluswiederholung einhergehende automatische Abrufprozesse sollten zu altersdifferenziellen Priming-Effekten führen, wenn sich die Art der abgerufenen Informationen und somit die Art der zu kontrollierenden Interferenzeinflüsse bei jungen und alten Erwachsenen unterscheidet. Junge Erwachsene assoziieren das aktuelle Probe-Target bei der Darbietung als Distraktor in der vorangegangenen Prime-Episode mit der für das Prime generierten Reaktion, wodurch die Stimuluswiederholung zum Abruf der Prime-Reaktion führt. Ist diese tatsächlich zu geben (Reaktionswiederholung), unterstützt der Reaktionsabruf die aktuelle Reaktion und eine Beschleunigung bzw. reduzierte Fehlerhäufigkeit gegenüber den Kontroll-Trials ist zu erwarten. Ist für das Probe aber eine neue Reaktion zu generieren (Reaktionswechsel), widersprechen sich abgerufene und tatsächlich zu gebende Reaktion. Die Lösung dieses Konfliktes ist fehleranfälliger und benötigt Zeit. Sie führt somit zu einer Reaktionsverzögerung bzw. einer erhöhten Fehlerzahl gegenüber den KO-Trials mit einem Reaktionswechsel, in denen ein solcher Reaktionsabruf nicht stattfand. Die Richtung und das Ausmaß der Priming-Effekte (Beschleunigung bei Wiederholung und Verzögerung bei einem Wechsel der Reaktion) sollte sich nach Rothermund et al.

(2005) nicht wesentlich von den Effekten der TT-Bedingung unterscheiden, da Rothermund et al. (2005) in ihrem Response Retrieval-Ansatz für beide Bedingungen einen vergleichbaren Abrufmechanismus vorschlagen. Aufgrund der postulierten defizitären *access*-Komponente der Interferenzkontrolle bei älteren Erwachsenen wurde davon ausgegangen, dass diese die Distraktoren im Prime-Display nicht wie die jungen Erwachsenen inzidentell mit der Reaktion assoziieren, sondern den Distraktor in einem eigenständigen Informationsverarbeitungsschritt aus der weiteren Verarbeitung und Reaktionsvorbereitung ausschließen. Die Wiederholung des vormals ignorierten Stimulus führt deshalb bei älteren Erwachsenen nicht zum Abruf der Prime-Reaktion, sondern zum Abruf des während der Prime-Episode mit ihm assoziierten Verarbeitungszusatzes „reagiere nicht“. Dieser Abruf widerspricht nicht einer bestimmten Reaktionsfolge (Wechsel vs. Wiederholung), sondern führt zu einer Interferenz, weil überhaupt auf den Distraktor reagiert werden muss. Es wird deshalb erwartet, dass ältere Erwachsene eine Reaktionsverzögerung bzw. eine erhöhte Fehlerrate in der DT-Bedingung gegenüber der KO-Bedingung zeigen, die unabhängig von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen ist.

Als dritte Priming-Bedingung wurde eine „Distraktor zu Target und Target zu Distraktor“-Bedingung (TD) implementiert. Durch die komplementäre Wiederholung von Target und Distraktor sind zwei Stimuli der Prime-Episode auch in der Probe-Episode zu bearbeiten, wodurch die Wahrscheinlichkeit für Gedächtnis-abrufprozesse höher ist, als in der reinen DT-Bedingung. Für jüngere Erwachsene wurde angenommen, dass sie nicht nur das Target, sondern auch den Distraktor mit der Reaktion auf das Target assoziieren. Bei der Wiederholung beider Stimuli in den TD-Trials ist somit ebenfalls eine Begünstigung der Reaktionswiederholung gegenüber den Reaktionswechseln zu erwarten. Die Stärke dieser Begünstigung könnte in den TD-Trials, aufgrund einer hier höheren Abrufwahrscheinlichkeit, da sich zwei Objekte statt nur eines wiederholen, größer ausfallen als in den DT-Trials. Für ältere Erwachsene wurde angenommen, dass sie während der Prime-Episode sowohl für das Target als auch den Distraktor separate Gedächtnisspuren anlegen. Bei einer Wiederholung des Targets wird die mit diesem Stimulus assoziierte Gedächtnisspur („reagiere ...“) abgerufen. Mit der Wiederholung des Distraktors geht dagegen der Abruf der „reagiere nicht“-Assoziation einher. Wenn sich beide Stimuli gleichzeitig wiederholen, ist zu erwarten, dass auch beide Reize die mit ihnen assoziierten Informationen abrufen. Demnach stellt die TD-Bedingung

bei älteren Erwachsenen größere Anforderungen an die *restraint*-Komponente der Interferenzkontrolle, als die DT-Bedingung, da zwei veraltete, nun konfligierende Gedächtnisspuren für den ehemaligen Distraktor und das ehemalige Target abgerufen werden, die zu kontrollieren sind, um eine korrekte Antwort zu ermöglichen. Dieses sollte zu ausgeprägteren Primingeffekten der älteren Erwachsenen in der TD-Bedingung als in der DT-Bedingung führen. Für jüngere Erwachsene ist ein solcher Unterschied zwischen der DT- und der TD-Bedingung nicht zu erwarten: da sie sowohl Target als auch Distraktor mit der Reaktion assoziierten und somit jede Stimuluswiederholung zum Abruf dieser Reaktion führt, unterscheidet sich die Beanspruchung der *deletion*-Komponente der Interferenzkontrolle bei ihnen nicht zwischen den beiden Primingbedingungen. In beiden Bedingungen (TD und DT) gibt es bei jungen Erwachsenen nur eine (statt wie bei älteren zwei) mögliche Interferenzquelle(n), nämlich eine möglicherweise von der vorausgehend gegebenen Reaktion abweichende Antwort. Wie stark eine solche abweichende Antwort (also ein Antwortwechsel) eine aktuelle Reaktion beeinträchtigt, könnte jedoch von der Abrufwahrscheinlichkeit moderiert werden, die im TD-Fall als höher einzustufen ist.

Es erscheint somit möglich, dass eine altersvariablen Effizienz der *access*-Komponente dazu führt, dass für ältere aber nicht für jüngere Erwachsene eigenständige (Reaktions-)Gedächtnisspuren für Distraktoren angelegt werden, wodurch sich die Beanspruchung der Interferenzkontrolle zwischen jungen und älteren Erwachsenen unterscheidet. Ältere Erwachsene müssen zwei Interferenzquellen aus einer vorherigen Verarbeitungsepisode löschen, jüngere dagegen nur eine – und das nur im Falle eines Reaktionswechsels. Ausgeprägtere Primingeffekte in der TD- gegenüber der DT-Bedingung bei älteren Erwachsenen kontrastiert von nicht beobachtbaren Unterschieden zwischen den Primingeffekten dieser Bedingungen bei jüngeren Erwachsenen, bilden dann statt einer altersdifferenziellen Effizienz, eine altersdifferenzielle Beanspruchung der Komponenten der Interferenzkontrolle ab.

5.1 Methode

Design. Das Messwiederholungsdesign besteht aus dem vierfach gestuften Faktor Prime (KO, DT, TD und TT) und dem zweifach gestuften Faktor Wechsel (Reaktionswechsel, Reaktionswiederholung). Diese Faktoren wurden intraindividuell

variiert. Als Zwischensubjektfaktor diente die Einteilung in die beiden Altersgruppen (alt, jung). Aus diesen Faktoren ergibt sich ein 4 x 2 x 2-Design.

Probanden. An dem Experiment nahmen 48 Probanden, 24 junge (18-31 Jahre; $M = 23.2$, $SD = 4.0$) und 24 ältere Erwachsene (61-80 Jahre; $M = 67.3$, $SD = 4.8$), teil. Alle Probanden waren normalsichtig bzw. korrigiert normalsichtig und körperlich wie geistig „fit“. Zur Charakterisierung der Stichprobe wurde als Maß fluider Intelligenz bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit der Zahlen-Symbol-Test (ZST) aus dem Nürnberger Altersinventar (Oswald & Fleischmann, 1982) durchgeführt. Dieser Test ist nur für ältere Erwachsene bei einer Bearbeitungszeit von 90 Sekunden normiert. Um mögliche Deckeneffekte bei den jüngeren Erwachsenen zu vermeiden, wurde die Bearbeitungszeit in beiden Altersgruppen auf 60 Sekunden reduziert. Jüngere Erwachsene bearbeiteten in 60 Sekunden im Mittel 46 Items ($SD = 5.7$) und damit signifikant mehr [$t(46) = 7.9$, $p < .05$] als die älteren Erwachsenen ($M = 31$, $SD = 7.3$). Eine Schätzung der Rohwerte älterer Erwachsener für 90 Sekunden Bearbeitungszeit führt zu einem Mittelwert von 46 bearbeiteten Items ($SD = 11$). Dieser Wert ist signifikant höher, als die Normwerte der repräsentativen Vergleichsstichproben (55-69 Jahre: $M = 41.4$, $SD = 13.9$; 70-79 Jahre: $M = 31.7$, $SD = 12.4$). Als Indikator für kristalline Intelligenzkomponenten diente ein Wortschatztest (Schmidt & Metzler, 1992). Junge Erwachsene zeigten tendenziell überdurchschnittliche ($M = 36$, $SD = 2.3$, z -Wert = 1.18) ältere Erwachsene ($M = 33$, $SD = 5.4$, z -Wert = 0.45) durchschnittliche Ergebnisse.

Für die Versuchsteilnahme gab es als Aufwandsentschädigung wahlweise acht Euro oder, für Psychologiestudierende im Grundstudium, eine Bescheinigung für eine absolvierte Versuchspersonenstunde.

Stimuli. Als Stimulusmaterial dienten rote und grüne Strichzeichnungen von zehn einsilbigen, mit einem Plosivlaut beginnenden Begriffen („Baum“, „Boot“, „Ball“, „Bank“, „Bus“, „Buch“, „Box“, „Bart“, „Band“, „Boot“). Mittels des Programms „Corel Draw 10.0“ wurden aus diesen Objekten Displays erstellt, in denen jeweils ein rotes von einem grünen Objekt auf einer Fläche von 8 x 9 cm komplett überlagert wurde. Dieses couple wurde auf der linken Seite des Bildschirms dargeboten. Auf der rechten Seite des Bildschirms wurde ein graues Objekt aus der Stimulusliste präsentiert, mit dem das zu identifizierende grüne Objekt (Target) hinsichtlich perzeptueller Identität verglichen werden sollte. Dabei wurde das Vergleichsobjekt so gewählt, dass es grundsätzlich nicht mit dem roten, zu ignorierendem Objekt

(Distraktor) übereinstimmte. Eine Beispieldisplayfolge für die einzelnen Primingbedingungen sowie Reaktionswechsellmöglichkeiten ist in Abbildung 1 dargestellt.

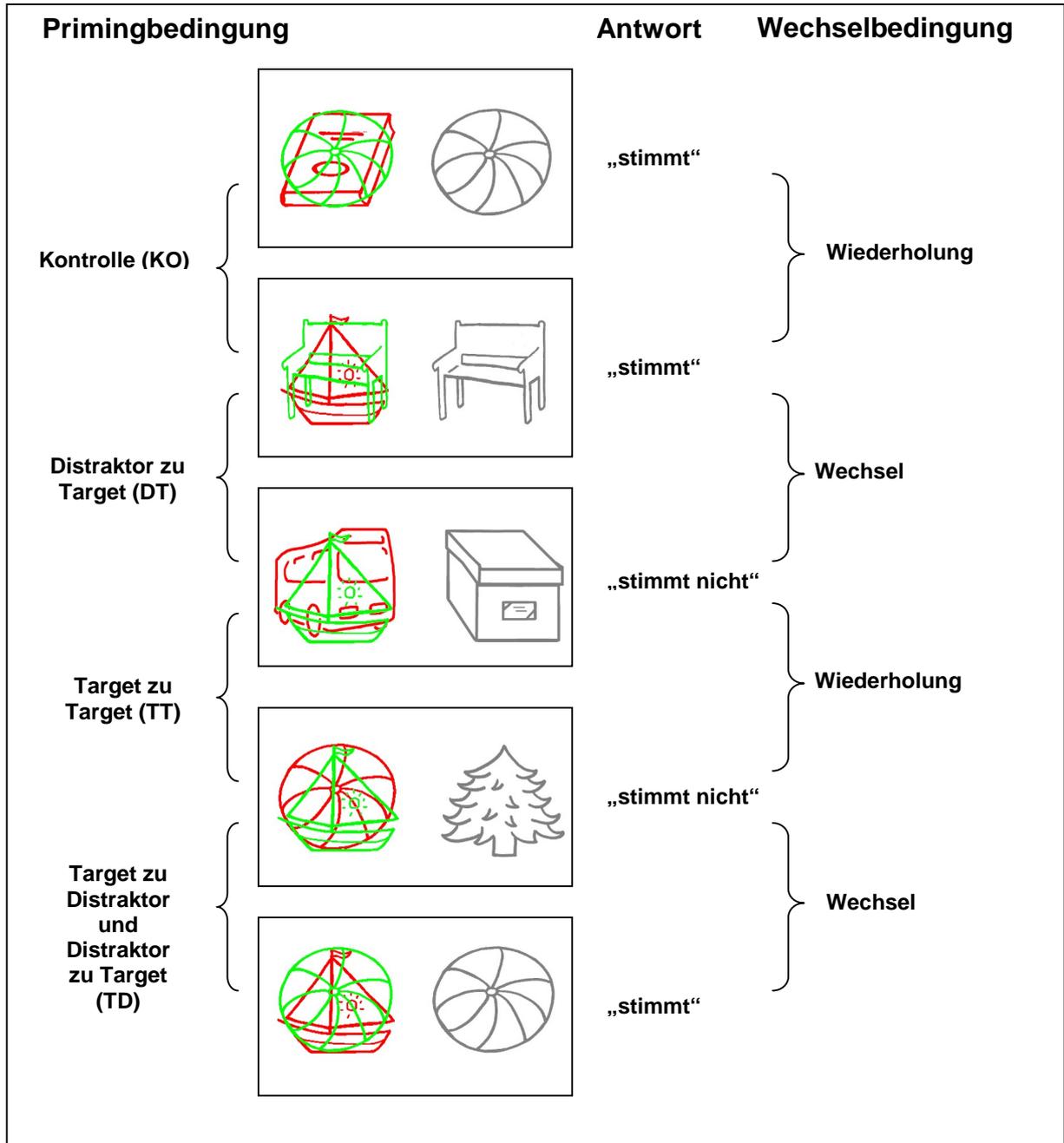


Abbildung 1: Beispieldisplayfolge für die Primingbedingungen KO, DT, TT und TD. Das mit dem Vergleichsobjekt (rechts) zu vergleichende Target ist grün, der zu ignorierende Distraktor rot.

Die Reaktion bestand aus einem Tastendruck der mit „ja“ markierten Taste bei Übereinstimmung bzw. der Taste „nein“ bei Nichtübereinstimmung von Target und Vergleichsobjekt. Eine der beiden Reaktionen war dabei der linken Steuerungstaste

und die Alternative der Entertaste des Nummerfeldes einer mit einer Maske abgedeckten Standardtastatur zugeordnet. Für eine Hälfte der Probanden entsprach die linke Steuerungstaste der „ja“-Reaktion, für die andere Hälfte die Eingabetaste des Nummernfeldes. Die Zuweisung der Probanden zu den jeweiligen Bedingungen (linke Hand „ja“ vs. rechte Hand „ja“) erfolgte pseudorandomisiert.

Durchführung. Das Experiment wurde in zwei Räumen der Universität Göttingen durchgeführt, in denen schall- und lichtgedämmte Arbeitsplätze eingerichtet waren. Nach der Erhebung soziodemografischer Daten wurden zur Charakterisierung der Stichproben zwei Screening-Tests durchgeführt. Als Maß fluider Intelligenz bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit diente der Zahlen-Symbol-Test (ZST) aus dem Nürnberger Altersinventar (Oswald & Fleischmann, 1982). Als Indikator für kristalline Intelligenzkomponenten diente ein Wortschatztest (Schmidt & Metzler, 1992). Im Anschluss wurde das Experiment gestartet. Dazu wurde der Proband gebeten, sich möglichst bequem in einem Abstand von rund 60 cm vor den Bildschirm zu setzen und die Hände locker vor die Tastatur zu legen sodass die Zeigefinger der linken bzw. rechten Hand auf den markierten Tasten („ja“ bzw. „nein“) lagen. In der Versuchsinstruktion, die standardisiert über den Bildschirm erfolgte, wurde sowohl eine genaue als auch zügige Bearbeitung des Experimentes gefordert. Nachdem den Probanden die Stimuli und ihre Bezeichnungen vorgestellt wurden, folgte ein Übungsdurchgang von 2 x 20 Trials, in denen sich die Probanden mit der Anforderung vertraut machen konnten. Das eigentliche Experiment bestand aus 5 Darbietungseinheiten in denen je 43 Displays gezeigt wurden, von denen wiederum jeweils 40 Probe-Reaktionen erfasst wurden (die Reaktionen auf die ersten drei Displays einer Darbietungseinheit wurden nicht ausgewertet). Am Ende einer Darbietungseinheit erschien ein „Pause“-Display. Die Probanden konnten das Experiment selbstständig durch den Druck der Leertaste fortsetzen. Die erste Darbietungseinheit war für alle Probanden gleich, die vier restlichen wurden interindividuell pseudorandomisiert, um systematische Reihenfolgeeffekte zu kontrollieren.

Die einzelnen Darbietungseinheiten bestanden aus einer festen Stimuli-Sequenz, in der jeder Stimulus gleichhäufig als Target, Distraktor oder Vergleichsobjekt vorkam. Die Stimuluswiederholungsbedingungen (Priming-Bedingungen) und Antwortfolgen waren ebenfalls ausgeglichen. Zu Beginn einer Darbietungseinheit erschien für 500 ms ein Fixationskreuz. Anschließend wurde ein Display (Prime)

eingblendet, welches bis zur Reaktion des Probanden, maximal aber zwei Sekunden, präsentiert wurde. Nach dem Ausblenden des Displays erschien wieder das Fixationskreuz, welches nach 500 ms von dem nächsten (Probe)display abgelöst wurde. Die Präsentationsdauer dieses Display hing ebenfalls von der Reaktionsgeschwindigkeit des Probanden ab. Dieses Probe-Display stellte gleichzeitig das Prime-Display für das folgende Display dar und dieser Vorgang wiederholte sich kontinuierlich.

5.2 Ergebnisse

Sofern nicht anders angegeben, wurde für alle inferenzstatistischen Analysen der Fehler erster Art auf $\alpha = .05$ festgelegt. Neben den Reaktionszeiten wurden auch die Fehler (falsche Reaktionen) ausgewertet. Diese Auswertung wird nach der Darstellung der Reaktionszeitanalyse separat berichtet.

Vor der Berechnung der Priming-Effekte aus den Reaktionszeiten wurden sämtliche Fehler (3.1 %) und Ausreißer, also physiologisch unwahrscheinliche Reaktionszeiten von weniger als 250 ms oder fehlende Reaktionszeiten (0.4 %) sowie Reaktionszeiten, die mehr als zwei Standardabweichungen über den individuellen Mittelwerten der jeweiligen Priming-Bedingung lagen (5.1 %) und darauf folgende Reaktionszeiten (Folgefehler, 4.9 %) aus der Analyse ausgeschlossen. Die mittleren Reaktionszeiten, Fehlerhäufigkeiten und Priming-Effekte der jungen bzw. älteren Erwachsenen sind in Tabelle 1 dargestellt. Über die verbleibenden Antwortlatenzen der KO-, DT-, TD- und TT-Trials wurde eine 4 x 2 x 2- faktorielle Messwiederholungsvarianzanalyse mit den Innersubjektfaktoren Priming-Bedingung (KO vs. DT vs. TD vs. TT), Reaktionswechsel (Wiederholung vs. Wechsel der Antwort zwischen Prime und Probe) und dem Zwischensubjektfaktor Altersgruppe (jung vs. alt) gerechnet. Zur differenzierten Betrachtung der Priming-Effekte wurden post hoc Vergleiche (Innersubjektkontraste) und Mittelwertsvergleiche (t-Test) durchgeführt. Bei signifikanten Effekten der t-Tests wird zur besseren Vergleichbarkeit die Effektgröße „d“ berichtet. Auf eine Darstellung der Ergebnisse der t-Tests wird dann aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Tabelle 1: Mittlere Reaktionszeiten, Fehlerhäufigkeiten und Differenzen innerhalb (Response Repetition-Effekte) bzw. zwischen den Priming-Bedingungen (Primingeffekte) jüngerer und älterer Erwachsener in Experiment 1

Altersgruppe	Wechsel	Reaktionszeiten				Priming-Effekte		
		KO	DT	TD	TT	KO - DT	KO - TD	KO - TT
Jung (N = 24)	Wechsel (wec)	598 (63)	606 (72)	621 (72)	623 (75)	-8 (24)	-23 (31)	-25 (35)
	Wiederholung (wdh)	618 (68)	622 (76)	635 (87)	601 (83)	-4 (31)	-17 (38)	17 (28)
	Differenz (wec - wdh)	-20 (32)	-16 (28)	-14 (40)	22 (31)			
Alt (N = 24)	Wechsel (wec)	992 (279)	1067 (325)	1072 (318)	1042 (285)	-75 (87)-	80 (100)	-50 (79)
	Wiederholung (wdh)	1082 (301)	1110 (342)	1129 (286)	1051 (296)	-28 (71)	-47 (89)	31 (77)
	Differenz (wec - wdh)	-90 (57)	-43 (89)	-57 (103)	-9 (80)			
Altersgruppe	Wechsel	Fehlerhäufigkeit				Priming-Effekte		
		KO	DT	TD	TT	KO - DT	KO - TD	KO - TT
Jung (N = 24)	Wechsel (wec)	3.1 (5.0)	2.5 (3.3)	2.5 (4.2)	5.2 (5.1)	0.6 (6.0)	0.6 (5.9)	-2.1 (6.4)
	Wiederholung (wdh)	3.1 (4.6)	3.4 (3.7)	5.0 (5.5)	0.6 (1.7)	-0.3 (5.3)	-1.9 (4.0)	2.5 (3.5)
	Differenz (wec - wdh)	0.0 (5.8)	-0.9 (4.2)	-2.5 (4.4)	4.6 (4.8)			
Alt (N = 24)	Wechsel (wec)	3.7 (5.3)	1.9 (3.6)	1.6 (3.0)	3.8 (4.0)	1.8 (3.4)	2.1 (5.1)	-0.1 (6.0)
	Wiederholung (wdh)	4.1 (4.5)	4.1 (6.4)	6.3 (5.6)	1.9 (3.3)	-0.0 (5.1)	-2.2 (4.7)	2.2 (3.9)
	Differenz (wec - wdh)	-0.4 (4.4)	-2.2 (4.5)	-4.7 (6.4)	1.9 (4.7)			

5.2.1 Analyse der Reaktionszeiten

Für die Priming-Bedingungen war ein Haupteffekt nachweisbar [$F(3,44) = 9.41$, $MSE = 3152.87$, $p < \alpha$]. Der Test der Innersubjektkontraste ergab, dass dieser Haupteffekt nur für den DT vs. KO-Vergleich [$F(1,46) = 17.31$, $MSE = 2269.47$, $p < \alpha$] und den TD vs. KO-Vergleich [$F(1,46) = 23.83$, $MSE = 3531.15$, $p < \alpha$] signifikant wurde. Die Altersinteraktion „Prime x Altersgruppe“ wurde ebenfalls statistisch bedeutsam. Auch für diesen Effekt zeigten die Innersubjektkontraste, dass sich nur die DT- [$F(1,46) = 10.7$, $MSE = 2269.47$, $p < \alpha$] bzw. TD-Latenzen [$F(1,46) = 6.39$, $MSE = 3531.25$, $p < \alpha$] altersdifferenziell von den KO-Reaktionszeiten unterschieden. Sowohl die DT-Effekte [Jung: $M = -6$ ms, n.s., Alt: -51 ms, $d = 0.17$] als auch die TD-Effekte [jung: $M = -20$ ms, $d = 0.3$, alt: -64 ms, $d = 0.22$] waren bei den älteren Erwachsenen statistisch bedeutsam ausgeprägter als bei den jüngeren [DT: $t(27.54) = 3.27$, $p < \alpha$; TD: $t(27.63) = 2.53$, $p < \alpha$]. Die Abweichungen der mittleren Reaktionszeiten der Priming-Bedingungen (DT, TD, TT) von den Kontroll-Reaktionszeiten sind in Abbildung 2 dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Latenzen werden die für jede Altersgruppe z-transformierten Reaktionszeiten abgebildet.

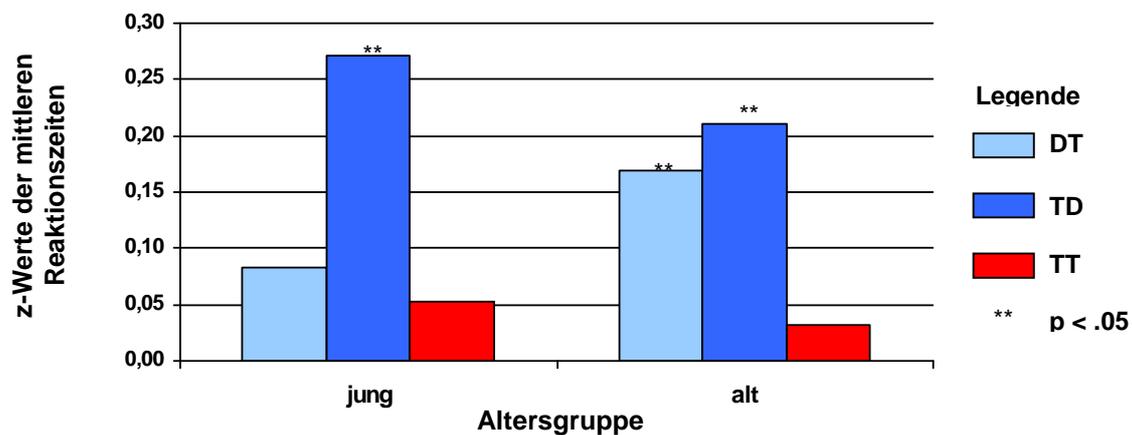


Abbildung 2: Abweichungen der z-transformierten Latenzen der Priming-Bedingungen von den Reaktionszeiten der Kontrollbedingung junger und alter Erwachsener in Experiment 1. Die mittleren Kontroll-Reaktionszeiten entsprechen dem Ursprung der y-Achse.

Für den Faktor „Reaktionswechsel“ war ein altersdifferenzieller Haupteffekt auf die Reaktionszeiten nachweisbar [$F(1,46) = 10.26$, $MSE = 4262.43$, $p < \alpha$]. Mittelwertsvergleiche zeigten, dass nur bei den älteren Erwachsenen ein alle Priming-Bedingungen übergreifender Effekt des Reaktionswechsels nachweisbar war, der aus einer generellen Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln resultierte [Jung: $M = -7$ ms, n.s., Alt: $M = -50$ ms, $d = .17$]. Neben diesem Haupteffekt des Reaktionswechsels wurde auch die Interaktion „Prime x Wechsel“ signifikant [$F(3,138) = 12.24$, $MSE = 1293.35$, $p < \alpha$]. Der Test der Inner-subjektkontraste ergab, dass sich die Wirkung des Reaktionswechsels auf die TT-Latenzen von der Wirkung auf die KO-, DT-, bzw. TD-Reaktionszeiten unterschied. Mittelwertsvergleiche der Reaktionszeiten bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion innerhalb der Priming-Bedingungen zeigten, dass sowohl in der KO-, DT- als auch TD-Bedingung die Latenzen bei einer Wiederholung der Prime-Reaktion in beiden Altersgruppen gegenüber den Reaktionszeiten bei einem Reaktionswechsel verzögert waren [Jung: KO: $M = -20$ ms, $d = .32$; DT: $M = -16$ ms, $d = .22$, TD: $M = -14$ ms, n.s.; Alt: KO: $M = -90$ ms, $d = .31$, DT: $M = -43$ ms, $d = .13$, TD: $M = -57$ ms, $d = .19$]. Die Differenzen der Reaktionszeiten bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion innerhalb der einzelnen Priming-Bedingungen sind in Abbildung 3 grafisch veranschaulicht. Zur besseren Vergleichbarkeit der Latenzen beider Altersgruppen wurden die z-transformierten Reaktionszeiten verwendet und auf eine Darstellung der Standardabweichungen verzichtet.

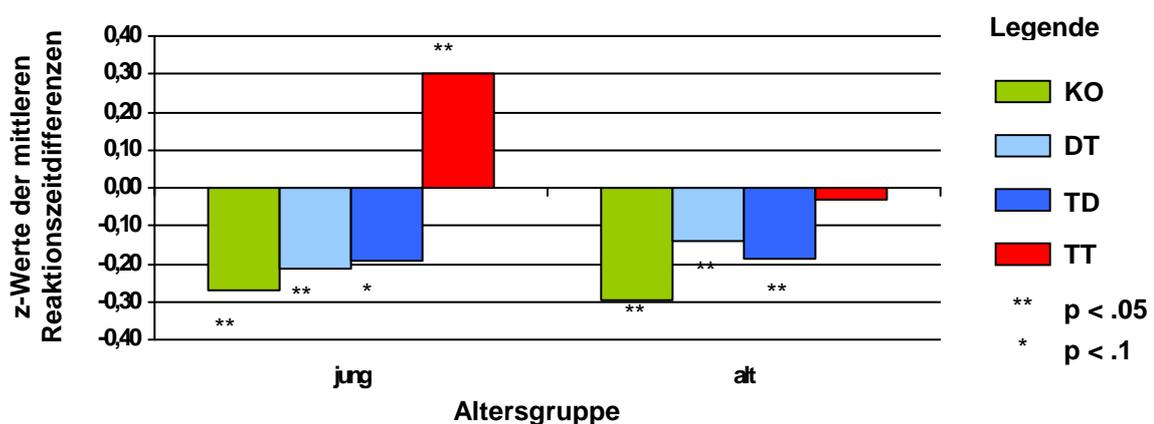


Abbildung 3: Differenzen der mittleren Reaktionszeiten der Priming-Bedingungen bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion. Zur Bildung der Differenzen wurden die Reaktionszeiten bei einer Reaktionswiederholung von den Latenzen bei einem Wechsel der Reaktion abgezogen. Negative Differenzen entsprechen somit einer Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den -wechseln.

Während sich diese Reaktionswiederholungseffekte bei den jungen Erwachsenen nicht zwischen KO-, DT- und TD-Bedingungen unterschieden, war bei den älteren Probanden der Unterschied zwischen Wechsel- bzw. Wiederholungslatenzen in den KO-Reaktionszeiten deutlich ausgeprägter als in den DT- bzw. TD-Reaktionszeiten und auch signifikant stärker als bei den jungen Erwachsenen [$t(46) = 5.21, p < \alpha$]. In der TT-Bedingung war die Verzögerung bei einer Reaktionswiederholung bei den alten Erwachsenen nicht mehr statistisch bedeutsam [$M = -9$ ms, n.s.], bei den jungen Probanden war in dieser Bedingung eine Beschleunigung der Reaktionswiederholungen gegenüber den -wechseln zu beobachten [$M = 22$ ms, $d = .28$]. Diese unterschiedlichen Auswirkungen der Reaktionswechsel bzw. -wiederholungen innerhalb der einzelnen Priming-Bedingungen führten auch zu Unterschieden in den Differenzen der Reaktionszeiten zwischen den Priming-Bedingungen (Priming-Effekte). Obwohl die Interaktion „Prime x Wechsel x Altersgruppe“ nicht signifikant wurde [$F(3,44) = 1.99, n.s.$], sprechen die Inner-subjektkontraste zwischen KO- und DT-Latenzen (bzw. KO vs. TT) in Abhängigkeit von Reaktionswechseln und Altersgruppe für eine altersdifferenzielle Interaktion von Priming-Bedingung und Reaktionswiederholung. Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass sowohl die Reaktionszeiten der DT-Bedingung [$F(1,46) = 4.26, MSE = 5111.77, p < \alpha$] als auch die TT-Latenzen [$F(1,46) = 4.67, MSE = 3680.97, p < \alpha$] in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung und Altersgruppe von den KO-Reaktionszeiten variierten. Für den TD vs. KO-Kontrast verfehlte diese Interaktion das Signifikanzniveau [$F(1,46) = 1.43, n.s.$].

Die DT-Effekte der jungen Erwachsenen wurden weder bei einer Reaktionswiederholung [$M = -4$ ms, n.s.] noch bei einem Reaktionswechsel [$M = -8$ ms, n.s.] statistisch bedeutsam. Die DT-Effekte der älteren Erwachsenen waren bei einer Reaktionswiederholung ebenfalls nicht statistisch bedeutsam [$M = -28$ ms, n.s.], bei einem Reaktionswechsel dagegen deutlich signifikant [$M = -75$ ms, $d = 0.24$]. Der Altersunterschied der DT-Effekte bei einem Wechsel der Reaktion war signifikant [$t(26.6) = 3.6, p < \alpha$]. Für die TD-Effekte war nur ein Haupteffekt mit deutlich ausgeprägteren TD-Effekten bei älteren Erwachsenen identifizierbar.

Die TD-Effekte waren bei den jungen Erwachsenen sowohl bei einer Reaktionswiederholung [$M = -17$ ms, $d = .22$] als auch bei einem Reaktionswechsel [$M = -23$ ms, $d = .35$] signifikant. Ältere Erwachsene zeigten bei einer Reaktionswiederholung eine statistisch bedeutsame Verzögerung der TD-Latenzen

von -47 ms [$d = .16$]. Der TD-Effekt älterer war bei einem Reaktionswechsel nicht nur signifikant [$M = -80$ ms, $d = .27$], sondern auch stärker ausgeprägt, als bei den jüngeren Probanden [$t(27.32) = 2.66$, $p < \alpha$]. Obwohl die TD-Effekte unabhängig von Reaktionswechseln bzw.-wiederholungen signifikant werden, zeigte sich, dass die Reaktionsverzögerung der TD-Reaktionszeiten gegenüber den KO-Latenzen bei einem Reaktionswechsel tendenziell (junge Erwachsene) bzw. deutlich (ältere Erwachsene) ausgeprägter war als bei einer Reaktionswiederholung. Wie im Vergleich der KO- vs. DT-Latenzen, war die signifikante Altersinteraktion der TD-Effekte auf ausgeprägte Reaktionszeitunterschiede (Priming-Effekte) älterer Erwachsener bei einem Reaktionswechsel zurückzuführen.

Für die TT-Bedingung war kein Haupteffekt identifizierbar. Dafür wurden sowohl der Innersubjektcontrast „Prime (KO vs. TT) x Wechsel“ [$F(1,46) = 49.97$, $MSE = 3680.97$, $p < \alpha$] als auch der Innersubjektcontrast „Prime (KO vs. TT) x Wechsel x Altersgruppe“ [$F(1,46) = 4.67$, $MSE = 3680.97$, $p < \alpha$] signifikant. Junge Erwachsene zeigten bei einer Reaktionswiederholung eine signifikante Beschleunigung der TT-Reaktionszeiten gegenüber den KO-Latenzen [$M = 17$ ms, $d = .23$], bei einem Reaktionswechsel dagegen eine statistisch bedeutsame Verzögerung [$M = -25$ ms, $d = .36$]. Für die älteren Erwachsenen wurde die Beschleunigung der TT-Latenzen gegenüber den KO-Reaktionszeiten bei einer Reaktionswiederholung nicht signifikant [$M = 31$ ms, n.s.]. Die Verzögerung der TT-Latenzen bei einem Reaktionswechsel war dagegen statistisch bedeutsam [$M = -50$ ms, $d = .18$]. Der Zusammenhang von Priming-Effekten und Reaktionswiederholungen ist in Abbildung 4 dargestellt.

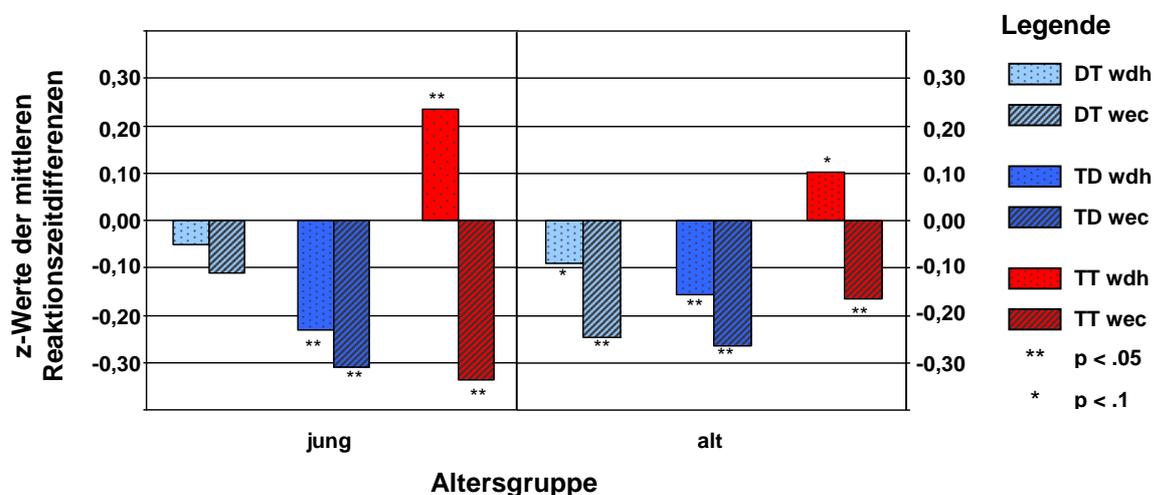


Abbildung 4: Priming-Effekte junger und älterer Erwachsener bei einer Reaktionswiederholung (wdh) bzw. einem Reaktionswechsel (wec) in Experiment 1.

Sowohl für den Faktor Priming-Bedingungen (DT bzw. TD vs. KO) als auch den Faktor Reaktionswechsel und deren Interaktionen legen die eben berichteten Daten Alterseffekte nahe. Bevor diese aber auf tatsächlich ausgeprägtere Effekte bei den älteren Erwachsenen (Haupteffekt DT, TD und Haupteffekt des Reaktionswechsels) bzw. altersgruppenspezifische Effekte (Interaktion zwischen Priming-Bedingung (TT vs. KO) x Wechsel und Interaktion Priming-Bedingung (DT vs. KO) x Wechsel) zurückgeführt werden können, ist dem Problem der generellen Verlangsamung der Reaktionszeiten älterer Erwachsener Rechnung zu tragen: Die Reaktionszeiten älterer Erwachsener sind in diesem Experiment gegenüber den Reaktionszeiten der jungen Erwachsenen deutlich verzögert, wodurch Varianzanalysen der Reaktionszeiten, welche die absoluten Differenzen zwischen verschiedenen Bedingungen oder Probandengruppen erfassen, nur bedingt interpretierbar sind. Aus diesem Grund wurden die Reaktionszeiten nach einer Adjustierung der Baseline-Unterschiede re-analysiert. Zur Adjustierung wurden, wie von Faust, Balota, Spieler und Ferraro (1999) vorgeschlagen, die Reaktionszeiten für jede Altersgruppe z-transformiert.

Diese z-Werte wurde derselben 4 x 2 x 2-faktoriellen Messwiederholungs-Varianzanalyse mit den Innersubjektfaktoren Priming-Bedingung (KO vs. DT vs. TD vs. TT), Reaktionswechsel (Wiederholung vs. Wechsel der Antwort zwischen Prime- und Probe-Display) und dem Zwischensubjektfaktor Altersgruppe (jung vs. alt) unterzogen wie die Reaktionszeiten. Der Haupteffekt der Priming-Bedingung [$F(3,44) = 9.86$, $MSE = .10$, $p < \alpha$] blieb signifikant. Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass sich sowohl die Latenzen der DT- [$F(1,46) = 12.71$, $MSE = .06$, $p < \alpha$] als auch die der TD-Bedingung [$F(1,46) = 29.63$, $MSE = .09$, $p < \alpha$] von denen der KO-Bedingung unterschieden. Die Altersinteraktion wurde dagegen nicht mehr statistisch bedeutsam [$F(3,44) = 1.23$, n.s.]. Der Haupteffekt des Reaktionswechsels [$F(1,46) = 11.87$, $MSE = 1.60$, $p < \alpha$] wurde ebenfalls signifikant, die Altersinteraktion war nicht mehr beobachtbar [$F(1,46) = .91$, n.s.]. Die Interaktion Prime x Wechsel war weiterhin statistisch bedeutsam [$F(3,44) = 21.18$, $MSE = .05$, $p < \alpha$], der Vergleich der Innersubjektkontraste ergab jedoch nur noch für den TT vs. KO-Kontrast einen signifikanten Effekt [$F(1,46) = 58.37$, $MSE = .15$, $p < \alpha$]. Sowohl die Reaktionszeiten der DT- als auch die der TD-Bedingung unterschieden sich nicht in Abhängigkeit von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen von den Latenzen der KO-Bedingung. Die Dreifachinteraktion Prime x Wechsel x Altersgruppe wurde als einzige

Altersinteraktion statistisch bedeutsam [$F(3,44) = 4.80$, $MSE = .05$, $p < \alpha$]. Auch für diese Interaktion zeigten der Vergleich der Innersubjektkontraste, dass sich nur die Reaktionszeiten der TT- bzw. KO- Bedingungen altersdifferenziell und signifikant voneinander unterschieden [$F(1,46) = 7.74$, $MSE = .15$, $< \alpha$].

Während die Analyse der Reaktionszeiten für alle drei Priming-Bedingungen (DT, TD, TT) einen altersdifferenziellen Einfluss der Reaktionswechsel vermuten ließ, konnte dieser Zusammenhang nach der z-Transformation der Reaktionszeiten nur noch für den TT vs. KO- Vergleich bestätigt werden. Die DT- und TD-Bedingung hatten nur einen Haupteffekt (NP-Effekt) auf die Reaktionszeiten. Der Einfluss eines Reaktionswechsels auf die Reaktionszeiten unterschied sich in den KO-, DT- und TD-Latenzen nicht. Für diese drei Bedingungen blieb neben dem Haupteffekt der Priming-Bedingung ein Haupteffekt des Reaktionswechsel bestehen: Reaktionswiederholungen waren in allen drei Priming-Bedingungen langsamer als Reaktionswechsel. Der Haupteffekt der Priming-Bedingungen DT und TD entspricht den Erwartungen des Episodic Retrieval-Ansatzs; die Interaktion zwischen Priming-Bedingung und Reaktionswechsel im KO vs. TT-Vergleich kann mit den Annahmen des Response Retrieval-Ansatzs erklärt werden. Der Haupteffekt des Reaktionswechsel in den KO-, DT- und TD-Latenzen stellt ein eigenständiges Phänomen dar, dass weder mit den Vorhersagen des Episodic Retrieval-Ansatzs noch denen des Response Retrieval-Ansatzs vereinbar ist. Darauf wird in der Diskussion nach der Vorstellung der Ergebnisse der Fehleranalyse detaillierter eingegangen.

5.2.2 Analyse der Fehlerhäufigkeiten

Analog der Analyse der Reaktionszeiten wurde auch mit den relativen Fehlerhäufigkeiten eine $4 \times 2 \times 2$ - faktorielle Messwiederholungs-Varianzanalyse mit den Innersubjektfaktoren Priming-Bedingung (KO vs. DT vs. TD vs. TT), Reaktionswechsel (Wiederholung vs. Wechsel der Antwort zwischen Prime- und Probe-Display) und dem Zwischensubjektfaktor Altersgruppe (jung vs. alt) durchgeführt. Zur differenzierten Betrachtung der Priming-Effekte wurden post hoc Vergleiche (Innersubjektkontraste) durchgeführt.

Ein Haupteffekt konnte weder für die Priming- noch für die Reaktionswechsel-Bedingung identifiziert werden. Die Interaktion Priming-Bedingung \times Reaktionswechsel [$F(2.62, 44) = 15.98$, $MSE = 14.26$, $p < \alpha$] wurde dagegen signifikant. Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass sich alters-

gruppenübergreifend sowohl die TD- als auch die TT-Fehlerprozentage von der Fehlerhäufigkeit in der KO-Bedingung unterschieden [TD: $F(1,46) = 12.49$, $MSE = 46.10$, $p < \alpha$; TT: $F(1,46) = 9.74$, $MSE = 56.41$, $p < \alpha$]. Während die Fehlerprozentage in der KO-Bedingung in beiden Altersgruppen nicht zwischen Reaktionswechsel bzw. -wiederholung variierten, machten in der TD-Bedingung sowohl junge als auch ältere Erwachsene mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Reaktionswechsel [jung: $M = 2.5\%$, $d = .6$; alt: $M = 4.7\%$, $d = 1.5$]. In der TT-Bedingung war dieser Effekt gegenläufig. Sowohl jüngere als auch ältere Erwachsene machten in dieser Bedingung weniger Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Reaktionswechsel [jung: $M = 4.6\%$, $d = 1.6$, alt: $M = 1.9\%$, $d = .7$]. Die Unterschiede der Fehlerprozentage in der TT-Bedingung entsprechen den Erwartungen des Response Retrieval-Ansatzes. In diesem wird bei einer Stimuluswiederholung ein die Reaktionswiederholung unterstützender Reaktionsabruf postuliert. Die Effekte der TD-Bedingung widersprechen diesen Erwartungen: Bei der inversen Wiederholung von Target und Distraktor tendieren die Probanden eher dazu, eine neue Reaktion zu generieren. Dieser Effekt zeigte sich auch im Vergleich der Reaktionszeiten in einer Verzögerung der Latenzen bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den Latenzen bei einem Reaktionswechsel.

Des Weiteren wurde die Interaktion Reaktionswechsel x Altersgruppe signifikant, [$F(1,46) = 5.29$, $MSE = 12.04$, $p < \alpha$]. Über alle Priming-Bedingungen hinweg machten alte Erwachsene signifikant mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Reaktionswechsel [$M = 1.3\%$, $d = .4$], während sich die Fehlerprozentage der jungen Erwachsenen nicht unterschieden. Vor dem Hintergrund der berichteten Interaktion Priming-Bedingung x Reaktionswechsel ist diese Altersinteraktion nur bedingt interpretierbar. Mittelwertsvergleiche zeigten, dass in keiner der Priming-Bedingungen die Fehlerprozentage in Abhängigkeit vom Reaktionswechsel altersdifferenziell variieren. Allerdings machten ältere Erwachsene auch in der DT-Bedingung signifikant mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Wechsel [$M = 2.2\%$, $d = .5$], während sich die Fehlerprozentage bei den jungen Erwachsenen in dieser Bedingung nicht zwischen Reaktionswechseln und -wiederholungen unterschieden. In der TD-Bedingung war dieser Unterschied bei älteren Erwachsenen zudem auch tendenziell stärker ausgebildet als bei den jungen Erwachsenen. In Kombination mit dem nicht so ausgeprägten gegenläufigen Effekt in der TT-Bedingung ergibt sich im Mittel der berichtete Effekt von mehr Fehlern bei

einer Reaktionswiederholung. Bei den jungen Erwachsenen unterschieden sich die Fehlerprozentage sowohl in der KO- als auch der NP-Bedingung nicht statistisch bedeutsam in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung. In der TD-Bedingung machten sie genau wie die älteren Erwachsenen mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung, jedoch nicht so ausgeprägt. Zusätzlich war bei ihnen der umgekehrte Einfluss der Reaktionswechsel auf die Fehlerwahrscheinlichkeit in der TT-Bedingung tendenziell stärker als bei den älteren [$t(46) = 1.9, p = .06$]. Bei der Zusammenfassung der Priming-Bedingungen annullieren sich in dieser Altersgruppe somit die gegenläufigen Effekte, was den fehlenden Haupteffekt des Faktors „Reaktionswechsel“ für die jungen Probanden erklären kann.

Insgesamt deuten die Mittelwertsvergleiche im Zusammenhang mit den berichteten Interaktionen an, dass junge Erwachsene hauptsächlich von der Targetwiederholung profitierten und in der TT-Bedingung weniger Fehler machten, wenn Reaktionen zu wiederholen waren. Dieser Zusammenhang entspricht den Vorhersagen des Response Retrieval-Ansatzes von Rothermund et al. (2005). Ältere Erwachsene zeigten diesen Effekt in der TT-Bedingung ebenso – allerdings tendenziell geringer ausgeprägt. Darüber hinaus scheint sich die Wiederholung des Distraktors als Target bzw. die inverse Wiederholung von Target und Distraktor besonders bei den Älteren auf die Fehlerhäufigkeiten bei Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen auszuwirken. Anders als die Wiederholung des Targets in der TT-Bedingung führten diese Stimuluswiederholungen aber nicht zu niedrigeren, sondern zu erhöhten Fehlerhäufigkeiten bei einer Reaktionswiederholung. Dieses Muster widerspricht sowohl den eben für die TT-Bedingung formulierten Erwartungen des Response Retrieval-Ansatzes, als auch den Erwartungen des Episodic Retrieval-Ansatzes, der einen Haupteffekt der Priming-Bedingung und keine Interaktion zwischen Primingmanipulation und Reaktionswechsel-Bedingung vorhersagen würde.

5.3 Diskussion

Ziel dieses Experimentes war es, altersspezifische Interferenzen im Rahmen einer Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe zu identifizieren. Vor dem Hintergrund einer reduzierten *access*-Komponente der Interferenzkontrolle bei älteren Erwachsenen wurde angenommen, dass diese bei der Bearbeitung eines Prime-Displays wesentlich mehr Energie für das Ignorieren irrelevanter Informationen aufbringen müssen als junge Erwachsene und sich deshalb die Gedächtnisspuren in

verschiedenen Altersgruppen unterscheiden. Die zentrale Annahme bestand darin, dass junge Erwachsene auch zu ignorierende Informationen (Distraktoren) inzidentell mit der für das Prime-Target generierten Reaktion assoziieren und bei einer Wiederholung dieser Stimuli automatisch die Prime-Reaktion abgerufen wird. Es wurde deshalb erwartet, dass unabhängig von der Funktion des Stimulus (Target oder Distraktor) jede Stimuluswiederholung zu einem Abruf der Reaktion und somit zu einer Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung führt.

Für ältere Erwachsene wurde angenommen, dass sie zu ignorierende Informationen (Distraktoren) während der Prime-Episode nicht inzidentell mit der Prime-Reaktion assoziieren. Aufgrund der reduzierten access-Komponente der Interferenzkontrolle wurde erwartet, dass die Distraktoren die Targetverarbeitung viel stärker stören und mit höherem kognitiven Aufwand ignoriert werden müssen, als dies bei jüngeren Erwachsenen der Fall ist. Dieses sollte sich auch in den Gedächtnisspuren älterer Erwachsener niederschlagen, wodurch diese bei der Wiederholung eines eben ignorierten Stimulus nicht die Prime-Reaktion, sondern eben diesen mit dem Stimulus assoziierten „Verarbeitungs“-Zusatz („reagiere nicht“) abrufen. Da dieser Abruf generell mit der aktuellen Anforderung („reagiere“) interferiert, wurde erwartet, dass für ältere Erwachsene bei der Wiederholung eben ignorierten Stimuli statt einer Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung nur ein Haupteffekt der Priming-Bedingung zu beobachten ist. Für den Fall der Wiederholung des Targets aus dem Prime als Probe-Target (TT-Bedingung) wurde erwartet, dass auch ältere Erwachsene die mit dem Target assoziierte Reaktion abrufen und in dieser Bedingung eine altersgruppenübergreifende Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung beobachtbar ist.

Die Annahmen konnten in der postulierten Stringenz nicht bestätigt werden. Für beide Altersgruppen war sowohl für die DT als auch die TD-Bedingung nur ein Haupteffekt der Priming-Bedingungen auf die Reaktionszeiten nachweisbar. Während die alten Erwachsenen in beiden Bedingungen signifikante Priming-Effekte zeigten, war für die jungen nur in der TD-Bedingung eine statistisch bedeutsame Verzögerung der Reaktionszeiten gegenüber den KO-Latenzen nachweisbar. Die Analyse der Reaktionszeiten legt die Annahme eines signifikanten Alterseffektes mit größeren Effekten älterer Erwachsener nahe. Dem widerspricht allerdings die Re-Analyse der z-transformierten Reaktionszeiten, in der nach der Baseline-Adjustierung keine Altersinteraktion mehr signifikant wurde. Die Befunde spiegeln somit die von

Titz et al. (2008) und Verhaeghen et al. (2005) berichteten Ergebnissen wider, die für eine Altersinvarianz der NP-Effekte sprechen. Weder für die DT- noch für die TD-Bedingung war eine signifikante Interaktion mit der Reaktionswechsel-Bedingung beobachtbar. Reaktionswechsel bzw. -wiederholungen wirkten sich in diesem Experiment zwar tendenziell, aber nicht statistisch bedeutsam und keinesfalls altersdifferenziell auf die Reaktionszeitdifferenzen der NP-Bedingungen (DT, TD) gegenüber den Kontroll-Reaktionszeiten aus. Vor dem Hintergrund der vorgestellten Erklärungsmodelle des Negative Priming (Episodic Retrieval vs. Response Retrieval) sprechen die Ergebnisse dieses Experimentes im allgemeinen eher für die Erklärungsvariante des Episodic Retrieval-Ansatzes, der NP-Effekte auf den Abruf eines allgemeinen „reagiere nicht“-Zusatzes und nicht auf einen mit einer konkreten Reaktion interferierenden Abruf der Prime-Reaktion zurückführt. Die zentrale Annahme, dass NP-Effekte verschiedener Altersgruppen durch eine altersdifferenziell effiziente access-Komponente der Interferenzkontrolle aus unterschiedlichen Interferenzen resultieren, lässt sich mit diesen Befunden nicht stützen. Allerdings widersprechen die hier berichteten Ergebnisse dieser Annahme auch nicht.

Zum einen zeigen ältere Erwachsene, genau wie angenommen, nur Haupteffekte in den NP-Bedingungen (DT, TD) und keine Interaktion zwischen den Priming- und Reaktionswechsel-Bedingungen. Die Reaktionsverzögerungen beruhen demnach mit großer Wahrscheinlichkeit nicht auf dem Abruf einer konkreten Reaktion. Zum anderen zeigen gerade die jungen Erwachsenen in der DT-Bedingung keine Priming-Effekte. Möglicherweise sorgte die effiziente access-Komponente der Interferenzkontrolle jüngerer Erwachsener in Kombination mit der sehr einfachen, ausschließlich auf einem perzeptuellen Abgleich der präsentierten Stimuli beruhenden, Reaktionsanforderung dafür, dass die Distraktoren der Prime-Displays von den jüngeren Probanden kaum registriert wurden und nur rudimentär in die Gedächtnisspur eingingen. Sowohl die Wahrscheinlichkeit eines Abrufes bei der Wiederholung des Distraktors als Target (DT) als auch die mögliche interferierende Wirkung eines solchen Abrufes auf die aktuelle Reaktionsbildung sollten dann reduziert sein und sich in verminderten Priming-Effekten äußern.

Die ausgeprägten TD-Effekte sowohl jüngerer als auch älterer Erwachsener spiegeln im Rahmen dieser Interpretation die höhere Wahrscheinlichkeit eines Gedächtnisabrufes wieder, der durch die komplementäre Wiederholung zweier

Stimuli des Prime-Displays im Probe getriggert wird. Dass auch für diese Bedingung, in der sich sowohl das Target als auch der Distraktor des Prime-Displays wiederholten, keine Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung zu identifizieren war, spricht ebenfalls eher für die Erklärungsvariante des Episodic Retrieval-Ansatzs.

Für den Vergleich der TT- vs. KO-Bedingung zeigte sich dagegen eine Interaktion Priming-Bedingung x Wechsel x Altersgruppe. Beide Altersgruppen zeigten nur bei einer Reaktionswiederholung eine Beschleunigung der TT-Reaktionszeiten gegenüber den KO-Reaktionszeiten und bei einem Wechsel der Reaktion eine Verzögerung. Diese Priming-Effekte waren bei den Älteren tendenziell ausgeprägter. Eine differenziertere Betrachtung zeigt die Ursache für die Altersinteraktion: Während die TT-Reaktionszeiten der jungen Erwachsenen bei einer Reaktionswiederholung tatsächlich kürzer waren als bei einem Wechsel, war ein solcher Effekt bei den älteren Erwachsenen nicht zu beobachten. Die ausgeprägten Priming-Effekte sind bei ihnen auf Unterschiede in den Kontroll-Reaktionszeiten zurückzuführen, die bei einer Wiederholung signifikant langsamer waren als bei einem Wechsel der Reaktion. Während die Interaktion zwischen KO- bzw. TT-Bedingung und Reaktionswechselbedingung bei den jüngeren Erwachsenen zu einem Großteil auf einen durch die Targetwiederholung getriggerte Reaktionsabruf in den TT-Trials zurückgeführt werden kann, resultiert dieselbe Interaktion bei älteren Erwachsenen ausschließlich aus den Unterschieden in den KO-Trials, in denen sich keinerlei Stimuli wiederholen und Gedächtniseinflüsse als nicht vorhanden angenommen wurden. Dieser Reaktionswiederholungseffekt, der aus einer Verzögerung der Wiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln resultiert, ist nicht nur in den KO sondern ebenso in den DT- und TD-Latenzen beobachtbar und äußerte sich auch in einem Haupteffekt des Faktors „Reaktionswiederholung“. Außer in der TT-Bedingung waren Reaktionswiederholungen grundsätzlich *langsamer* als Reaktionswechsel. Ein überraschender Befund, der ähnlich in der Fehleranalyse beobachtbar war. Die Fehlerhäufigkeit unterschied sich in der KO-Bedingung nicht zwischen Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen; in der TT-Bedingung waren weniger Fehler bei einer Reaktionswiederholung zu beobachten, in der DT- bzw. TD-Bedingung dagegen mehr.

Sowohl die Analyse der Reaktionszeiten als auch die Betrachtung der Fehlerhäufigkeiten legt nahe, dass sich die Wirkung der Reaktionswiederholung bzw.

-wechsel in Abhängigkeit von der Art der sich wiederholenden Stimuli auf die Reaktionszeiten auswirkt. Nur wenn sich das Target als Target wiederholte (TT-Bedingung) waren bei einer Reaktionswiederholung kürzere Reaktionszeiten und weniger Fehler zu beobachten als bei einem Reaktionswechsel. Dieses Muster spricht für die Annahme, dass die Wiederholung eines während der Prime-Episode beachteten Stimulus als wieder zu beachtender Stimulus im Probe zum Abruf der Prime-Reaktion führt. Dieser Befund ist nicht sehr überraschend, wurde doch die Prime-Reaktion gerade für das sich in dieser Bedingung wiederholende Objekt (Target) generiert. Unerwartet ist dagegen die für den Vergleich der KO- und TT-Latenzen beobachtete Altersinteraktion, die auch nach der z-Transformation bestehen blieb. Aus dem Befund, dass nur für die jungen Erwachsenen tatsächlich eine Beschleunigung der TT-Latenzen bei einer Wiederholung gegenüber den TT-Latenzen bei einem Wechsel signifikant wurde, könnte der Schluss gezogen werden, dass nur bei jungen Erwachsenen die Wiederholung des Targets zu einem Abruf der Prime-Reaktion führte. Dem widerspricht allerdings der in beiden Altersgruppen identifizierbare Einfluss der Targetwiederholung auf die Fehlerwahrscheinlichkeit.

Auch würde ein solcher Schluss die Tatsache vernachlässigen, dass diese Interaktion der Reaktionszeiten in beiden Altersgruppen zusätzlich, bei den Alten sogar ausschließlich, durch Unterschiede der KO-Latenzen produziert wurde. Sowohl junge als auch alte Erwachsene zeigten in den KO-Reaktionszeiten einen den TT-Latenzen gegenläufigen Effekt: Reaktionswiederholungen benötigten in der KO-Bedingung deutlich mehr Zeit, als Reaktionswechsel. Dieser Effekt ist in beiden Altersgruppen zu beobachten und vor allem deshalb überraschend, weil er die Latenzen der als Referenztrials dienenden KO-Trials moderiert, in denen eigentlich keinerlei systematische Unterschiede angenommen wurden.

Eine Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln wird in der Literatur (z.B. Marczinski, Milliken & Nelson, 2003) als Response Repetition-Effekt bezeichnet und im nächsten Abschnitt erläutert.

5.3.1 Response Repetition-Effekte in Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben

Marczinski et al. (2003) untersuchten die Aspekte des Response-Repetition-Effektes in einer sehr einfachen Wahlreaktionsaufgabe ohne Selektionsanforderung, in der insgesamt vier verschiedenfarbige Rechtecke zwei Reaktionsklassen zugeordnet werden mussten. Da je zwei Rechtecke somit ein und dieselbe Reaktion erforderten, war es möglich, die Auswirkungen reiner Reaktions- bzw.

Stimuluswiederholungen sowie deren Kombinationen zu analysieren. Neben dem Phänomen, dass Reaktionen schneller gegeben werden können, wenn sich der Stimulus und somit auch die Reaktion wiederholte zeigte sich, dass Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln benachteiligt sind, wenn die Stimuli wechselten aber dieselbe Antwort wie zuvor zu generieren war. Marczinski et al. (2003) führen dieses Phänomen darauf zurück, dass durch die Reaktion auf ein bestimmtes Perzept diese Reaktion mit dem jeweiligen Stimulus assoziiert wird. Eine Stimuluswiederholung führt zum Abruf der mit dem Stimulus assoziierten Reaktion und somit zu einer erleichterten bzw. beschleunigten Reaktionsbildung, wenn die Reaktion tatsächlich zu wiederholen ist. Wiederholt sich dagegen kein Stimulus, ist die Reaktion also für ein komplett neues Perzept zu generieren, kann die Wiederholung der Reaktion erschwert sein, da eben diese Reaktion noch mit dem vorherigen Perzept assoziiert ist, was die erneute Bildung einer Reiz-Reaktions-Assoziation derselben Reaktion mit dem aktuellen Perzept erschwert.

Auch wenn diese Ergebnisse in einer relativ einfachen Anforderung gefunden wurden, lässt sich die Argumentation auf eine deutlich komplexere Selektive Aufmerksamkeitsanforderung übertragen. Genau wie Rothermund et al. (2005) verbinden Marczinski et al. (2003) eine Stimuluswiederholung mit einem Reaktionsabruf. Die berichteten beschleunigten Latenzen und reduzierten Fehlerzahlen der TT-Bedingung bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den TT-Latenzen bzw. Fehlerhäufigkeiten bei einem Reaktionswechsel können als Evidenz für diese Annahmen betrachtet werden. Das Phänomen der verzögerten Reaktionswiederholungen in den KO-Reaktionszeiten lässt sich dagegen nur mit den Annahmen von Marczinski et al. (2003) vereinbaren. Während Rothermund et al. (2005) für die KO-Bedingung keine Unterscheide zwischen einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion vorhersagen würden, da sich in den KO-Trials kein Stimulus wiederholt, postulieren Marczinski et al. (2003) genau deswegen eine Verzögerung der Reaktionswiederholungen. In einem Kontroll-Trial besteht das Probe aus einem komplett neuen Perzept, wodurch nach Marczinski et al. (2003) die Wiederholung der Reaktion erschwert sein kann, da eben diese Reaktion noch mit dem vorherigen Perzept assoziiert ist.

Anders als von Rothermund et al. (2005) angenommen, wirken sich Reaktionswechsel bzw. -wiederholungen hier nicht nur im Zusammenhang mit der

Wiederholung von Stimuli auf die Performanz aus. Vielmehr scheint auch die *NICHT*-Wiederholung bzw. die Präsentation eines neuen Perzeptes einen differenziellen Einfluss zu haben. Dieser Einfluss lässt sich aber nicht einfach auf den Abruf einer Stimulus-Reaktions-Assoziation attribuieren, vielmehr ist die Annahme eines Mechanismus nötig, der die Nicht-Wiederholung in den KO-Trials von den Stimuluswiederholungen, z.B. in den TT-Trials, unterscheidet.

Marczinski et al. (2003) gehen auf der Basis des sog. *Temporal Discrimination Accounts* von Milliken, Joordens, Merikle und Seiffert (1998) davon aus, dass dieser Mechanismus aus einem sehr früh in der perzeptuellen Verarbeitung stattfindenden Abgleich des aktuell präsentierten Reiz(musters) mit bereits gespeicherten Reizen bestehen könnte.

5.3.2 Perzeptueller Scanningprozess als vermittelnder Einflussfaktor?

Der perzeptuellen Scan des präsentierten Reizmusters nach Milliken et al. (1998) hat die Funktion zu registrieren, ob das aktuelle Muster „bekannt“ oder „neu“ ist. Führt dieser Abgleich zu einer Einordnung als „bekannt“, wurde dieses Reizmuster bereits vorher schon einmal verarbeitet und eine Reaktion generiert, die nun kognitive Ressourcen sparend abgerufen werden kann. Werden bei dem Abgleich dagegen keine Gemeinsamkeiten mit bereits gespeicherten Reizmustern registriert, ist das aktuell präsentierte Perzept also „neu“, werden – ganz im Sinne einer physiologischen Orientierungsreaktion – kognitive Ressourcen (Aufmerksamkeit) aktiviert, um eine Reaktion auf Basis einer algorithmischen Stimulusanalyse zu generieren. Darüber hinaus nehmen Marczinski et al. (2003) an, dass im Falle einer Wahlreaktionsaufgabe mit nur zwei möglichen Reaktionen die „neu“-Einordnung eines Perzeptes auch zu einer Antworttendenz führen kann, die einen Reaktionswechsel bevorzugt. Diese Antworttendenz resultiert daraus, dass ein „neues“ Perzept auch eine „neue“ Reaktion (also einen Wechsel der Reaktionen) impliziert. Ist nun aber die eben gegebene Reaktion zu wiederholen, die noch mit der vorherigen Reizkonstellation assoziiert ist, muss erst diese Assoziation aufgelöst werden, um mit dem aktuellen Perzept verknüpft zu werden. Dieser interferierende Gedächtniseinfluss sollte nicht auftreten, wenn für ein „neues“ Perzept auch tatsächlich eine „neue“ Reaktion generiert werden muss.

Der von Marczinski et al. (2003) beschriebene Gedächtniseinfluss stellt keine Reiz-Reaktions-Assoziation, sondern vielmehr eine Handlungstendenz dar, die von der *restraint*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit kontrolliert werden muss. Aus

dem Umstand, dass sich die Response Repetition-Effekte nicht altersdifferenziell unterscheiden, kann der Schluss gezogen werden, dass die Effizienz dieser Komponente nicht alterskorreliert variiert.

Mit der zusätzlichen Annahme des frühen, über einen Reaktionsabruf entscheidenden perzeptuellen Abgleichens des aktuellen mit bereits gespeicherten Reizmustern lassen sich sowohl die beschleunigten Reaktionszeiten der TT-Bedingung bei einer Reaktionswiederholung gegenüber einem Reaktionswechsel als auch die genau umgekehrten Response Repetition-Effekte in den KO-Latenzen erklären.

Die voneinander unabhängigen Haupteffekte der Priming-Bedingung und des Reaktionswechsels in den DT- bzw. TD-Bedingungen deuten darüber hinaus darauf hin, dass Priming- und Reaktionswechseleffekte nebeneinander auftreten können. Das legt den Schluss nahe, dass diese Effekte aus unterschiedlichen Aspekten der Interferenzkontrolle (*deletion* vs. *restraint*) resultieren. Es ist aber auch möglich, dass diese Parallelität der Effekte durch die Beanspruchung der Komponenten der Interferenzkontrolle zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Informationsverarbeitung entsteht.

Der berichtete Haupteffekt der Priming-Bedingungen ist auf eine Verzögerung der DT- bzw. TD-Latenzen gegenüber den KO-Reaktionszeiten zurückzuführen, die sowohl bei einem Wechsel als auch bei einer Wiederholung der Reaktion zu beobachten ist. Der Haupteffekt des Reaktionswechsels beruht sowohl in der DT- als auch TD-Bedingung, genau wie in der KO-Bedingung, auf einer signifikanten Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln. Dieser Befund spricht nicht nur gegen einen Reaktionsabruf als Ursache für die Priming-Effekte, vielmehr scheint die Wahrscheinlichkeit für einen Reaktionsabruf in den DT- bzw. TD-Trials genau wie in der KO-Bedingung moderiert zu werden. Für die Kontrollbedingung wurde angenommen, dass im Rahmen eines Abgleichens des aktuellen Reizmusters mit bereits gespeicherten Episoden keine Übereinstimmungen auf perzeptueller Ebene registriert werden. Aus dieser „neu“-Einordnung resultiert die Tendenz, auch eine „neue“ Reaktion zu generieren, wodurch Reaktionswechsel gegenüber Reaktionswiederholungen bevorzugt sind. Nach Milliken et al. (1998) ist anzunehmen, dass die Probe-Displays der DT- bzw. TD-Bedingung, anders als die Displays der KO- bzw. TT-Bedingung, nicht sofort als „neu“ bzw. „bekannt“ klassifiziert werden können: Da sich bestimmte Stimuli wiederholen, die sich

allerdings perzeptuell unterscheiden, ist die „bekannt“- vs. „neu“-Klassifizierung erschwert. Die mit dieser Erschwernis verbundene Verzögerung der Präferierung eines Reaktionsalgorithmus (Abruf vs. Analyse) ist nach Milliken et al. (2008) ausreichend, um eine signifikante Verzögerung der DT- bzw. TD-Latenzen zu bewirken.

Diese alternative Erklärung des NP-Phänomens fokussiert explizit die mit einem perzeptuellen Abgleich des aktuell präsentierten Perzeptes mit bereits gespeicherten Episoden einhergehenden Prozesse. Die NP-Effekte sind nach Milliken et al. (1998) nicht das Ergebnis eines Reaktionsabrufes, sondern einer Unbestimmtheit des Reaktionsbildungsalgorithmus. Allerdings lassen Milliken et al. (1998) offen, *wie* sich die erschwerte „bekannt vs. neu“-Klassifizierung auf die tatsächliche Reaktionsbildung auswirken sollte: auch wenn der perzeptuelle Scan in den DT- bzw. TD-Bedingungen zu keiner eindeutigen Präferenz eines Reaktionsbildungsweges (Abruf vs. Analyse) führt, muss letztendlich eine Reaktion über einen dieser Wege generiert werden. Die auch innerhalb der DT- bzw. TD-Bedingung zu identifizierende Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den -wechseln, laut Marczinski et al. (2003) ein Indikator für die Verarbeitung als „neues“ Perzept, deutet darauf hin, dass die Unklarheit über den zu wählenden Reaktionsalgorithmus in den DT- bzw. TD-Trials zu Gunsten der elaborierteren Analyse gelöst wird, DT- und TD-Trials analog zu den KO-Trials als „neu“ verarbeitet werden. Obwohl sich in den DT- und TD-Trials Stimuli der Prime-Episode wiederholen, legen die Befunde nahe, dass diese Wiederholungen in einem frühen, perzeptuellen Scan nicht, wie in den TT-Trials, sofort erkannt werden und zu einem Reaktionsabruf führen. Vielmehr scheinen die Veränderungen der perzeptuellen Features (Wechsel der Farbe) der sich wiederholenden Stimuli dazu zu führen, dass diese Trials nach einer kurzen Phase der Unklarheit, ob es sich um „neue“ oder „bekannte“ Reizmuster handelt, genau wie die KO-Trials als „neue“ Reize klassifiziert werden. Allerdings legen die Ergebnisse der Fehleranalyse nahe, dass diese „Neu“-Einordnung der DT- bzw. TD-Trials keineswegs unproblematisch ist. Während sich die Fehlerhäufigkeiten der KO-Bedingung nicht zwischen Reaktionswechsel und -wiederholung unterscheiden, wurden in der DT- bzw. TD-Bedingung signifikant mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem -wechsel gemacht. Die Unklarheit über die Klassifizierung als „alt“ oder „neu“ wird, möglicherweise besonders von den älteren Probanden, zu Gunsten einer „Neu“-Klassifizierung gelöst, mit der nach Marczinski et

al (2005) auch eine „neue“ Reaktion – also ein Reaktionswechsel – verbunden wird. Die höheren Fehlerzahlen bei einer Reaktionswiederholung in diesen beiden Bedingungen würden dann diese Präferenz eines Reaktionswechsels widerspiegeln.

Mit dieser Einordnung als „neu“ geht zum Einen die von Marczinski et al. (2003) postulierte Präferenz eines Reaktionswechsels, zum Anderen aber auch die Bereitstellung kognitiver Ressourcen für eine elaboriertere Verarbeitung im Sinne einer Orientierungsreaktion einher. Die aus dieser elaborierten Verarbeitung resultierende Stimulusanalyse führt möglicherweise auch zur Erschließung semantischer Aspekte der aktuell präsentierten Stimuli, die bei einer „bekannt“-Einordnung, aufgrund des sofortigen Reaktionsabrufes, gar nicht erfasst worden wären. Es erscheint denkbar, dass diese „tiefere“ Verarbeitung dann auch zu Interferenzen auf einer globaleren Ebene, wie sie vom Episodic Retrieval-Ansatz postuliert werden, führen kann. Die von den Reaktionswechseln unabhängigen Priming-Effekte sprechen dafür.

Während der Episodic Retrieval-Ansatz eine Unabhängigkeit der Priming-Effekte von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen nahelegt, gehen Rothermund et al. (2005) im Response Retrieval-Ansatz davon aus, dass Stimuluswiederholungen zu Reaktionsabrufprozessen führen. In Trials, in denen vormals präsentierte Reize wiederholt werden, ist deshalb zu erwarten, dass Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln beschleunigt sind. Die Effekte der TT-Bedingung sprechen tatsächlich für das von Rothermund et al. (2005) vorgeschlagene Erklärungsmodell. Die Unabhängigkeit der Effekte der Negative Priming-Bedingungen (DT und TD) begrenzt die Gültigkeit der Vorhersagen des Response Retrieval-Ansatzes allerdings auf die reine Targetwiederholung und stellt eher Evidenz für den Episodic Retrieval-Ansatz dar. Kritisch für beide Erklärungsmodelle sind allerdings die in diesem Experiment gefundenen Response Repetition-Effekte in den KO-, DT- und TD-Trials. Problematisch an diesem Befund ist vor allem die Beobachtung, dass sich besonders die KO-Latenzen in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung unterscheiden. Beide Erklärungsmodelle gehen aber davon aus, dass die KO-Trials die Referenzbedingung darstellen, in der keinerlei systematische Unterschiede zu erwarten sind. Aus der Sicht des ER-Ansatzes könnte diese Kritik mit dem Hinweis entkräftet werden, dass der Response Repetition-Effekt einen Haupteffekt neben den Priming-Effekten darstellt und somit auf einen generellen, von den Priming-Effekten unabhängigen Einfluss

zurückzuführen ist. Für den Response Retrieval-Ansatz ist diese Beobachtung allerdings deutlich kritischer. Eine Performanz moderierende Wirkung von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen wird von diesem Ansatz explizit nur für Trials postuliert, in denen sich Stimuli wiederholen. Dass die Vorhersagen des RR-Ansatzes sich nur für die TT-Bedingung, nicht aber für die DT- bzw. TD-Bedingung bestätigt haben, mag eine gewisse Einschränkung der Erklärungskraft dieses Modells darstellen. Aber der Befund, dass sich Reaktionswechsel bzw. -wiederholungen auch systematisch auf die Latenzen auswirken, wenn sich, wie in den KO-Trials, keine Stimuli wiederholen, spricht gegen die zentrale Annahme, dass die Wahrscheinlichkeit für Reaktionsabrufprozesse nur durch Stimuluswiederholungen moderiert wird. Vielmehr lassen sich die Ergebnisse mit Marczinski et al. (2003) dahingehend interpretieren, dass Stimuluswiederholungen nur dann zu Reaktionsabrufprozessen führen, wenn diese Stimuluswiederholung in einem frühen perzeptuellen Abgleich des aktuellen mit bereits gespeicherten Reizmustern registriert wird. In dem hier berichteten Experiment scheint dies nur dann der Fall zu sein, wenn sich das Target perzeptuell identisch als Target wiederholt (TT-Bedingung).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Ergebnisse dieses Experimentes keine befriedigende Beantwortung der ursprünglichen Fragestellung erlauben. Junge Erwachsene zeigten ausschließlich in der TT-Bedingung, also bei der Wiederholung des Prime-Targets, die für diese Altersgruppe in allen Priming-Bedingungen erwarteten Interdependenzen zwischen Stimulus- und Reaktionswiederholungen, die vom Response Retrieval-Ansatz vorhergesagt wird. Die Negative Priming-Effekte (DT und TD) lassen sich dagegen in beiden Altersgruppen eher mit der Annahme des Abrufes eines „reagiere nicht“-Zusatzes, wie er von den Vertretern des Episodic Retrieval-Ansatzes postuliert wird, erklären. Angenommen wurde allerdings, dass nur die NP-Effekte älterer Erwachsener unabhängig von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen sind; bei den jüngeren Erwachsenen wurde eine Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung in allen Primingvariationen (sowohl TT als auch DT und TD) erwartet. Während die Priming-Effekte der älteren Erwachsenen somit den Erwartungen entsprechen, zeigen die jungen Erwachsenen den Annahmen nicht entsprechende Effekte. Außer in der TT-Bedingung konnten keine statistisch bedeutsamen Hinweise

dafür gefunden werden, dass Priming-Effekte bei jüngeren Erwachsenen durch Response Retrieval-Prozesse verursacht werden.

Eine potenzielle Erklärung dafür wurde bei der Diskussion der Response Repetition-Effekte dargestellt: Ein Reaktionsabruf ist möglicherweise keine zwingende Folge einer Stimuluswiederholung, sondern kann durch einen frühen perzeptuellen Abgleich der präsentierten Stimuli mit bereits gespeicherten Reizmustern vermittelt werden. Nur bei hoher perzeptueller Ähnlichkeit erfolgt ein automatischer Reaktionsabruf, unterscheiden sich die Stimuli dagegen, wird ein Reaktionsabruf aufgrund des „mismatches“ zwischen aktuell präsentierten und bereits gespeicherten Reizmustern verhindert. Der perzeptuelle Scanningprozess führt somit, je nach Ergebnis, zu einer unterschiedlichen Belastung der Komponenten der Interferenzkontrolle. Mit einer „Bekannt“-Einordnung geht ein automatischer Reaktionsabruf einher, der durch die *deletion*-Komponente kontrolliert werden muss. Die Unterschiede der Reaktionszeiten und Fehlerhäufigkeiten in den TT-Trials bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion spiegeln diese Anforderung wider. Wenn ein Perzept als „neu“ eingestuft wird, führt dieses zunächst zu einer von der *restraint*-Komponente zu kontrollierenden Antworttendenz, die einen Reaktionswechsel unterstützt und sich in den berichteten Response Repetition-Effekten äußert. Die mit dieser „Neu“-Einordnung einhergehende elaboriertere Verarbeitung kann dann zur Erschließung weiterer Stimulusaspekte führen, die wiederum ebenfalls eine potenzielle Interferenzquelle darstellen und sich in Negative Priming-Effekten niederschlagen kann. Die berichteten Haupteffekte der NP-Bedingungen (DT und TD) sprechen dafür, dass diese Interferenzen stärker die *restraint*-Komponente als die *deletion*-Komponente beanspruchen.

6 Experiment 2

Die Ergebnisse von Experiment 1 legen nahe, dass ein Reaktionsabruf keine zwingende Folge einer Stimuluswiederholung ist. Vielmehr deuten die Ergebnisse darauf hin, dass ein Reaktionsabruf nur dann tatsächlich stattfindet, wenn ein früherer perzeptueller Scanningprozess eine starke Ähnlichkeit zwischen den aktuell präsentierten und bereits gespeicherten Reizmustern feststellt. Ob es sich bei diesem hier vorgestellten perzeptuellen Scanningprozess jedoch um einen basalen Informationsverarbeitungsschritt handelt, lässt sich anhand dieser Daten nicht belegen. Möglicherweise stellt er nur ein Artefakt der rein perzeptuellen Anforderung dieses Experimentes dar, da Reaktionen in dieser experimentellen Umsetzung tatsächlich erfolgreich durch einen einfachen perzeptuellen Mustervergleich generiert werden können. Ein starkes Indiz für die Annahme, dass es sich bei dem hier postulierten perzeptuellen Scanningprozess um einen generell performanzrelevanten Faktor in Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben handelt, wäre eine Beobachtung der mit ihm verbundenen Response Repetition-Effekte in einer Anforderung, in der Reaktionen nicht durch einen reinen Mustervergleich, sondern durch Reaktionsbildungsprozesse auf semantischer Ebene generiert werden können. Zur Verfolgung dieser Frage wurden Daten analysiert, die im Zusammenhang mit von Titz et al. (2008) publizierten Befunden erhoben wurden. Titz et al. (2008) nutzten in ihrem Experiment 3 eine Vergleichsanforderung, bei der ein von einem (roten) Distraktor überlagertes (grünes) Target mit einem unter diesem couple stehendem Wort verglichen werden musste. Anders als in der schon berichteten perzeptuellen Anforderung kann eine Reaktion in dieser experimentellen Umsetzung nur auf einer semantischen Ebene gebildet werden, da der Abgleich zwischen dem Target und dem Vergleichswort zu erfolgen hat.

6.1 Methode

Das Experiment war in der Konstruktion und im Ablauf identisch zu Experiment 1 mit dem Unterschied, dass das Vergleichsobjekt nicht mehr aus einem grauen Vergleichsobjekt rechts neben dem Target-Distraktor-Couple, sondern aus einem grauen Wort bestand. Das Target-Distraktor-Couple wurde in der Mitte des Bildschirms eingeblendet, das Vergleichswort direkt darunter. Die verwendeten Stimuli und Beispiele der Wiederholungssequenz (Primingmanipulation) werden in Abbildung 5 dargestellt.

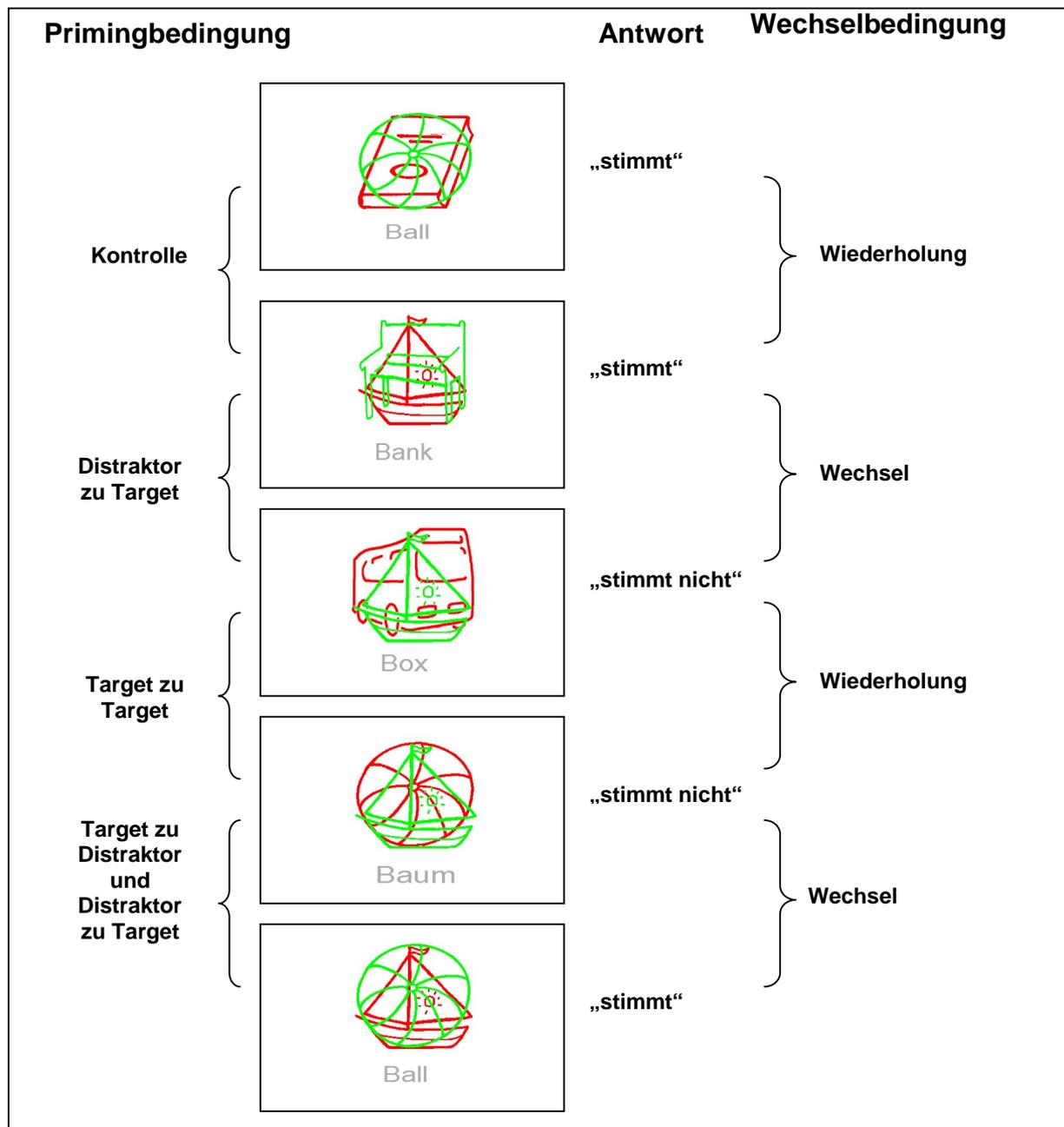


Abbildung 5: Beispieldisplayfolge für die Primingbedingungen KO, DT, TT und TD. Das mit dem Vergleichswort (grau) zu vergleichende Target ist grün, der zu ignorierende Distraktor rot.

Probanden: 48 Probanden, 24 junge (19-35 Jahre; $M = 23.2$; $SD = 4.0$) und 24 ältere (61-77 Jahre; $M = 67.3$; $SD = 4,8$). Keiner der Probanden hatte am ersten Experiment teilgenommen. Zur Charakterisierung der Stichprobe wurde als Maß fluider Intelligenz bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit der Zahlen-Symbol-Test (ZST) aus dem Nürnberger Altersinventar (Oswald & Fleischmann, 1982) durchgeführt. Jüngere Erwachsenen bearbeiteten in 60 Sekunden im Mittel 47

Items (SD = 6.6) und damit signifikant mehr [$t(46) = 8.9, p < .05$] als die älteren Erwachsenen (M = 31, SD = 5.9). Eine Schätzung der Rohwerte älterer Erwachsener für 90 Sekunden Bearbeitungszeit führt zu einem Mittelwert von 46 bearbeiteten Items (SD = 9). Dieser Wert ist signifikant höher, als die Normwerte der repräsentativen Vergleichsstichproben (55-69 Jahre: M = 41.4, SD = 13.9; 70-79 Jahre: M = 31.7, SD = 12.4). Als Indikator für kristalline Intelligenzkomponenten diente ein Wortschatztest (Schmidt & Metzler, 1992). Sowohl junge Erwachsene (M = 36, SD = 2.1, z-Wert = 1.18) als auch ältere Erwachsenen (M = 36, SD = 3.6, z-Wert = 1.18) zeigten tendenziell überdurchschnittliche Ergebnisse.

6.2 Ergebnisse

Sofern nicht anders angegeben, wurde für alle inferenzstatistischen Analysen der Fehler erster Art auf $\alpha = .05$ festgelegt. Für den Fall, dass in der Varianzanalyse die Annahme der Sphärizität verletzt ist, werden die Ergebnisse der nach Greenhouse-Geisser korrigierten Freiheitsgrade berichtet. Bei Effekten, die das Signifikanzniveau erreichen, wird die Effektgröße d angegeben. Neben den Reaktionszeiten wurden auch die Fehler (falsche Reaktionen) ausgewertet. Diese Auswertung wird nach der Darstellung der Reaktionszeitanalyse separat dargestellt. Vor der Berechnung der Priming-Effekte aus den Reaktionszeiten wurden sämtliche Fehler (3.4 %) und Ausreißer, also physiologisch unwahrscheinliche Reaktionszeiten von weniger als 250 ms oder fehlende Reaktionszeiten (0.3 %) sowie Reaktionszeiten die mehr als 2 Standardabweichungen über den individuellen Mittelwerten der jeweiligen Priming-Bedingung lagen (4.7 %) und darauf folgende Reaktionszeiten (Folgefehler, 6.4 %) aus der Analyse ausgeschlossen. Über die verbleibenden Antwortlatenzen der KO-, DT-, TD- und TT-Trials wurde eine 4 x 2 x 2- faktorielle Messwiederholungs-Varianzanalyse mit den Innersubjektfaktoren Priming-Bedingung (KO vs. DT vs. TD vs. TT), Reaktionswechsel (Wiederholung vs. Wechsel der Antwort zwischen Prime- und Probe-Display) und dem Zwischensubjektfaktor Altersgruppe (jung vs. alt) gerechnet. Zur differenzierten Betrachtung der Priming-Effekte wurden post hoc Vergleiche (Innersubjektkontraste) durchgeführt. Die mittleren Reaktionszeiten, Fehlerprozentage und Priming-Effekte der jungen bzw. älteren Erwachsenen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: mittlere Reaktionszeiten, Fehlerhäufigkeiten und Differenzen innerhalb (Response Repetition-Effekte) bzw. zwischen den Priming-Bedingungen (Primingeffekte) jüngerer und älterer Erwachsener in Experiment 2

Altersgruppe	Wechsel	Reaktionszeiten				Priming-Effekte		
		KO	DT	TD	TT	KO - DT	KO - TD	KO - TT
Jung (N = 24)	Wechsel (wec)	745 (105)	771 (108)	772 (120)	782 (119)	-26 (30)	-27 (43)	-37 (38)
	Wiederholung (wdh)	785 (124)	790 (120)	785 (113)	770 (99)	-5 (38)	0 (44)	15 (59)
	Differenz (wec - wdh)	-40 (42)	-19 (41)	-13 (39)	12 (46)			
Alt (N = 24)	Wechsel (wec)	1082 (189)	1132 (207)	1127 (201)	1139 (197)	-50 (41)	-45 (61)	-57 (69)
	Wiederholung (wdh)	1115 (186)	1162 (226)	1127 (194)	1093 (178)	-47 (52)	-12 (57)	22 (59)
	Differenz (wec - wdh)	-33 (49)	-30 (56)	0 (52)	46 (80)			
Altersgruppe	Wechsel	Fehlerhäufigkeit				Priming-Effekte		
		KO	DT	TD	TT	KO - DT	KO - TD	KO - TT
Jung (N = 24)	Wechsel (wec)	4.1 (5.1)	2.1 (4.3)	0.9 (2.3)	5.0 (5.1)	2.0 (5.9)	3.2 (5.7)	-0.9 (5.3)
	Wiederholung (wdh)	4.2 (4.7)	4.1 (4.3)	4.6 (4.9)	1.7 (2.6)	0.1 (4.9)	-0.4 (6.8)	2.5 (6.0)
	Differenz (wec - wdh)	0.1 (5.8)	-2.0 (5.7)	-3.7 (5.6)	3.3 (6.1)			
Alt (N = 24)	Wechsel (wec)	5.0 (4.5)	4.9 (9.8)	4.4 (7.4)	6.2 (7.3)	0.1 (9.8)	0.6 (7.2)	-1.2 (6.5)
	Wiederholung (wdh)	3.8 (4.8)	6.0 (7.9)	4.3 (6.1)	2.6 (4.4)	-2.2 (7.0)	-0.5 (5.3)	1.2 (4.3)
	Differenz (wec - wdh)	1.2 (5.4)	-1.1 (6.9)	0.1 (5.7)	3.6 (5.8)			

6.2.1 Analyse der Reaktionszeiten

Die Priming-Bedingungen hatten einen Haupteffekt [$F(2.63,44) = 10.12$, $MSE = 1721.13$, $p < \alpha$]. Der Test der Innersubjektkontraste ergab, dass sich die Latenzen aller drei Priming-Bedingungen (DT, TD, TT) von den KO-Reaktionszeiten unterschieden. Die Abweichungen der Latenzen der Priming-Bedingungen von den Kontrollreaktionszeiten sind in Abbildung 6 grafisch dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Latenzen werden wie auch bei der Darstellung der Ergebnisse von Experiment 1 die für jede Altersgruppe z-transformierten Reaktionszeiten abgebildet. Auf eine Darstellung der Standardabweichungen in Form eines Fehlerbalkens wird zu Gunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.

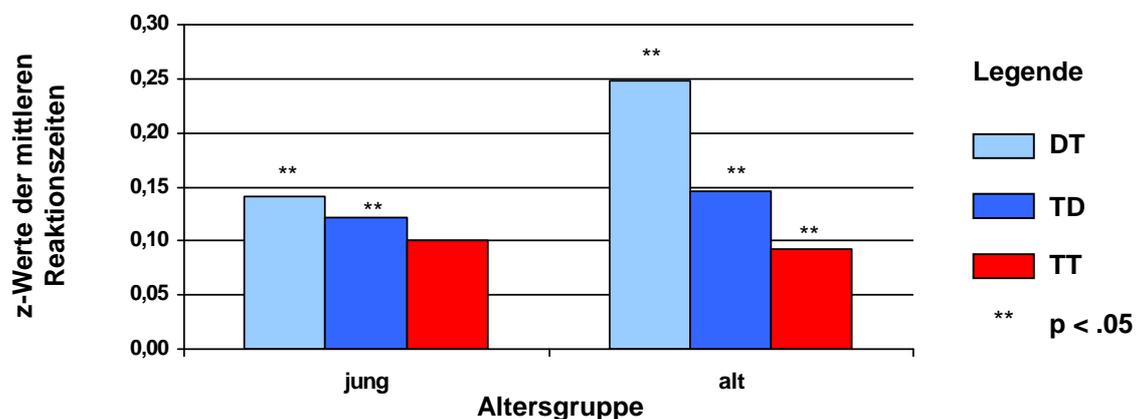


Abbildung 6: Abweichungen der z-transformierten Latenzen der Priming-Bedingungen von den Reaktionszeiten der Kontrollbedingung junger und alter Erwachsener in Experiment 2. Die mittleren Kontroll-Reaktionszeiten entsprechen dem Ursprung der y-Achse

Die Altersinteraktion Prime x Altersgruppe wurde signifikant [$F(2.63,44) = 2.78$, $MSE = 1721.13$, $p < \alpha$]. Auch die Interaktion Prime x Wechsel wurde statistisch bedeutsam [$F(2.33) = 15.71$, $MSE = 1271.85$, $p < \alpha$]. Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass sowohl die TT- als auch die TD-Latenzen in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel von den KO-Reaktionszeiten differierten. Für den DT vs. KO-Kontrast wurde diese Interaktion nicht signifikant. Die DT-Bedingung hatte nur einen Haupteffekt, für den jedoch die Innersubjektkontraste einen Alterseffekt nahelegten [$F(1,46) = 12.75$, $MSE = 101022.0$, $p < \alpha$], der aus signifikant größeren DT-Effekten der älteren Erwachsenen resultierte [Jung: $M = -16$ ms, $d = 0.14$; Alt: $M = -49$ ms, $d = 0.24$]. Während ältere Erwachsene sowohl bei einer Reaktionswiederholung als auch einem Reaktionswechsel eine signifikante Verzögerung der

DT-Latenzen gegenüber der KO-Bedingung zeigten (Wiederholung: $M = -47$ ms, $d = 0.23$; Wechsel: $M = -50$ ms, $d = 0.25$), war für junge Erwachsene nur bei einem Reaktionswechsel ein DT-Effekt nachweisbar ($M = -26$ ms, $d = 0.25$).

Die Interaktion Prime x Wechsel, die im TT vs. KO- bzw. TD- vs. KO-Kontrast signifikant wurde, ist altersinvariant. Eine signifikante Verzögerung der TT- Latenzen gegenüber der KO-Bedingung bei einem Reaktionswechsel [Jung: $M = -37$ ms, $d = 0.33$; Alt: $M = -57$ ms, $d = 0.3$] steht einer tendenziellen Beschleunigung der TT- Latenzen bei einer Reaktionswiederholung gegenüber [Jung: $M = 15$ ms, n.s.; Alt: $M = 22$ ms, n.s.]. Für die TD-Bedingung war ebenfalls nur bei einem Reaktionswechsel eine statistisch bedeutsame Verzögerung der TD-Latenzen gegenüber den KO-Reaktionszeiten beobachtbar [Jung: $M = -27$ ms; $d = 0.25$; Alt: $M = -44$ ms, $d = 0.23$]. Bei einer Reaktionswiederholung unterschieden sich die TD- und KO-Reaktionszeiten in beiden Altersgruppen nicht. Für den Faktor Reaktionswechsel war ein Haupteffekt nachweisbar [$F(1,46) = 5.38$, $MSE = 1633.91$, $p < \alpha$]. Das legt im Zusammenhang mit der schon berichteten Interaktion Prime x Wechsel nahe, dass sich die Reaktionszeiten nicht nur zwischen den Priming-Bedingungen in Abhängigkeit von den Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen unterschieden, sondern auch ein primingübergreifender Effekt der Reaktionswechsel zu beobachten war. Die Differenzen der Reaktionszeiten bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion innerhalb der einzelnen Priming-Bedingungen sind in Abbildung 7 grafisch analog zur Darstellung der Ergebnisse von Experiment 1 abgebildet.

Mittelwertsvergleiche der Differenzen zwischen Reaktionswechseln und -wiederholungen innerhalb der Priming-Bedingungen zeigten, dass sowohl in der KO- als auch DT-Bedingung Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln verzögert waren [Jung KO: $M = -40$ ms, $d = 0.36$; Jung DT: $M = -13$ ms, $d = 0.16$; Alt KO: $M = -33$ ms, $d = 0.18$, Alt DT: $M = 30$ ms, $d = 0.14$]. Dieser Effekt war in der TD-Bedingung nicht beobachtbar und in der TT-Bedingung umgekehrt. In der TT-Bedingung hatten Reaktionszeiten bei einer Wiederholung der Prime-Reaktion kürzere Latenzen als bei einem Wechsel [Jung: $M = 12$ ms, n.s.; Alt: $M = 46$ ms, $d = 0.25$]. Die fehlende Interaktion zwischen Priming- und Wechsel-Bedingung im DT vs. KO-Kontrast ist somit auf einen vergleichbaren Einfluss der Reaktionswiederholung

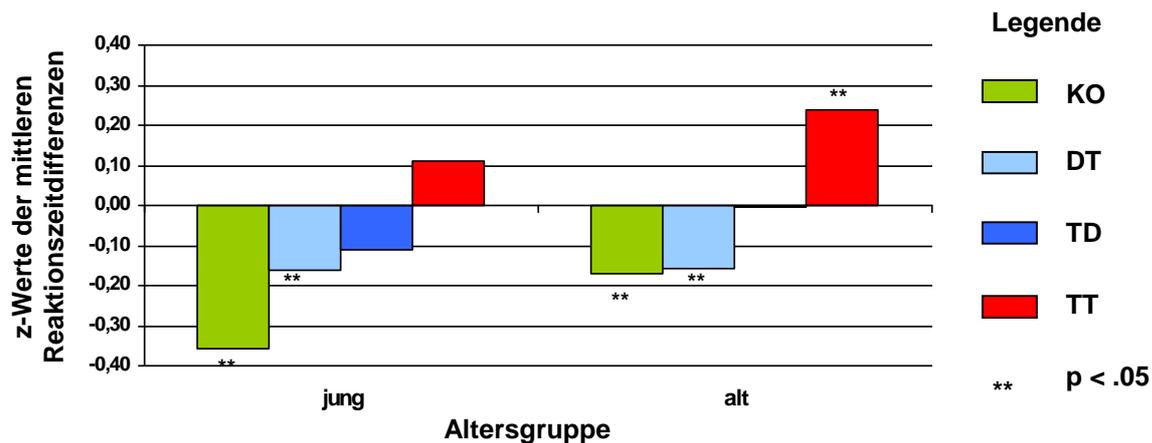


Abbildung 7: Differenzen der mittleren Reaktionszeiten der Priming-Bedingungen bei einem Wechsel bzw. einer Wiederholung der Reaktion in Experiment 2. Zur Bildung der Differenzen wurden die Reaktionszeiten bei einer Reaktionswiederholung von den Latenzen bei einem Wechsel der Reaktion abgezogen. Negative Differenzen entsprechen somit einer Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den -wechseln.

in beiden Priming-Bedingungen attribuierbar, während diese Interaktion im TD- vs. KO-Kontrast aus reaktionswechselbedingten Unterschieden der KO-Latenzen resultierte, die in der TD-Bedingung nicht beobachtbar waren. Für den KO- vs. TT-Kontrast lässt sich feststellen, dass Reaktionswechsel einen gegenläufigen Effekt auf die Reaktionszeiten hatten. Während Reaktionswiederholungen in der KO-Bedingung gegenüber den Reaktionswechseln verzögert waren, waren die Latenzen der TT-Bedingung bei einer Reaktionswiederholung kürzer als bei einem -wechsel. Der Zusammenhang von Priming-Effekten und Reaktionswiederholungen ist in Abbildung 8 dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden wiederum die z-transformierten Reaktionszeitdifferenzen verwendet und auf eine Darstellung der Standardabweichungen verzichtet.

Zur besseren Interpretation der Altersunterschiede wurde, wie auch für die Daten des Experimentes 1, eine Baseline-Adjustierung durch eine Re-Analyse der z-transformierten Daten durchgeführt. Der Haupteffekt der Priming-Bedingung [$F(3,44) = 13.52$, $MSE = .07$, $p < \alpha$] war weiterhin signifikant. Der Test der Innersubjekt-kontraste zeigte, dass sich die Latenzen jeder der drei Priming-Bedingungen (DT, TD, TT) von den KO-Reaktionszeiten unterschieden. Der Alterseffekt im Innersubjekt-kontrast KO vs. DT war nach der z-Transformation nicht mehr signifikant [$F(1,46) = 3.11$, $MSE = .04$, n.s.], Die Interaktion Prime x Wechsel [$F(2.27, 44) = 15.18$, $MSE = .07$, $p < \alpha$] wurde statistisch bedeutsam.

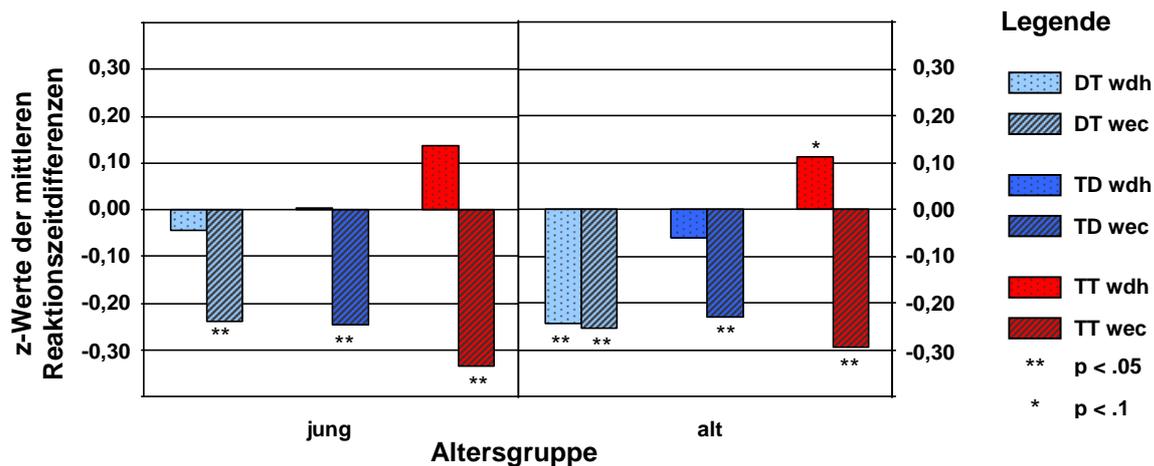


Abbildung 8: Priming-Effekte junger und älterer Erwachsener bei einer Reaktionswiederholung (wdh) bzw. einem Reaktionswechsel (wec) in Experiment 2.

Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass sowohl TD vs. KO [$F(1,46) = 10.72$, $MSE = .07$, $p < \alpha$] als auch TT vs. KO [$F(1,46) = 6.69$, $MSE = .28$, $p < \alpha$] in Abhängigkeit vom Reaktionswechsel variierten. Für den Kontrast TT vs. KO wurde darüber hinaus auch die Interaktion mit dem Faktor Altersgruppe signifikant [$F(1,46) = 94,13$, $MSE = .28$, $p < \alpha$]. Der Haupteffekt des Faktors Wechsel war in den z-transformierten Daten ebenso zu beobachten [$F(1,46) = 5.93$, $MSE = .06$, $p < \alpha$]. Auch für diesen Faktor zeigte sich eine in den untransformierten Daten nicht signifikante Altersinteraktion Wechsel x Altersgruppe [$F(1,46) = 58.77$, $MSE = .06$, $p < \alpha$].

6.3.2 Analyse der Fehlerhäufigkeiten

Analog der Analyse der Reaktionszeiten wurde auch für die relative Fehlerhäufigkeit eine 4 x 2 x 2- faktorielle Messwiederholungs-Varianzanalyse mit den Innersubjekt Faktoren Priming-Bedingung (KO vs. DT vs. TD vs. TT), Reaktionswechsel (Wiederholung vs. Wechsel der Antwort zwischen Prime- und Probe-Display) und dem Zwischensubjektfaktor Altersgruppe (jung vs. alt) gerechnet. Zur differenzierten Betrachtung der Priming-Effekte wurden post hoc Vergleiche (Innersubjektkontraste) durchgeführt. Für die Priming-Bedingungen ließ sich kein Haupteffekt identifizieren. Die Interaktion Prime x Wechsel wurde signifikant [$F(3,44) = 8.71$, $MSE = 19.22$, $p < \alpha$]. Der Test der Innersubjektkontraste zeigte, dass nur die Fehlerhäufigkeiten der KO- und TT-Bedingung in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel variierten [$F(1,46) = 5.82$, $MSE = 70.5$, $p < \alpha$]. Während sich die

Fehlerzahlen in der KO-Bedingung in keiner der beiden Altersgruppen in Abhängigkeit von Reaktionswechseln bzw. -wiederholungen unterschieden, machten sowohl junge als auch ältere Erwachsene bei der Bearbeitung der TT-Trials mehr Fehler bei einem Reaktionswechsel, als bei einer Reaktionswiederholung (jung: $M = 3.3 \%$, $d = 1.25$; alt: $M = 3.6 \%$, $d = 0.68$). Die Interaktion Reaktionswechsel \times Altersgruppe wurde statistisch bedeutsam [$F(1,46) = 5.37$, $MSE = 12.12$, $p < \alpha$]. Für keine der Altersgruppen zeigte sich ein Haupteffekt des Faktors Reaktionswechsel; jedoch machten die jungen Erwachsenen über alle Priming-Bedingungen hinweg tendenziell mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung, ältere dagegen tendenziell mehr Fehler bei einem Reaktionswechsel. Vor dem Hintergrund der eben berichteten Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung ist dieser Zusammenhang ohne eine Betrachtung der einzelnen Priming-Bedingungen schwer interpretierbar. In der KO-Bedingung unterschieden sich die Fehlerhäufigkeiten in keiner der Altersgruppen in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung, in der TT-Bedingung machten beide Altersgruppen mehr Fehler bei einem Reaktionswechsel. Dieser Zusammenhang wurde auch in Experiment 1 identifiziert und lässt sich mit einem die Reaktionsbildung unterstützenden Abruf der Prime-Reaktion bei der Targetwiederholung im Sinne des Response Retrieval-Ansatz erklären. In der TD-Bedingung machten junge Erwachsene signifikant weniger Fehler bei einem Reaktionswechsel als bei einer Reaktionswiederholung ($M = 3.7 \%$, $d = 1.43$), während sich die Fehlerhäufigkeiten der älteren Erwachsenen nicht unterschieden. Ähnliches gilt auch für die DT-Bedingung, in der die jungen Erwachsenen ebenfalls tendenziell weniger Fehler bei einem Reaktionswechsel machten ($M = 2.3 \%$, n.s.) und die älteren Erwachsenen keine Unterschiede der Fehlerhäufigkeiten aufwiesen.

6.3 Diskussion

Der Fokus der Datenanalyse von Experiment 2 bezog sich auf dieselben Annahmen, die für Experiment 1 formuliert wurden. Es wurde angenommen, dass junge Erwachsene durch Distraktoren weniger gestört werden und diese somit eher „nebenbei“ verarbeiten. Interferierende Informationen werden von jungen Erwachsenen deshalb inzidentell - ähnlich wie die zu beachtenden Zielreize - mit der generierten Reaktion assoziiert. Bei älteren Erwachsenen dagegen sollte eine reduzierte Effizienz der access-Komponente der Interferenzkontrolle zu einer wesentlich stärkeren Störung der Zielreizverarbeitung durch gleichzeitig anwesende

Distraktoren führen. Distraktoren werden von ihnen somit nicht einfach beiläufig verarbeitet; ihr erfolgreiches Ignorieren erfordert eine Zuwendung kognitiver Ressourcen, wodurch für diesen Informationsverarbeitungsprozess separate Gedächtnisspurenanteile angelegt werden. Aus diesen Annahmen folgt, dass die Wiederholung vormals ignorierte Informationen (Distraktoren) bei jungen Erwachsenen eher zu einem Reaktionsabruf, bei älteren Erwachsenen dagegen zu einem Abruf der mit dem Ignorieren einhergehenden Gedächtnisspur führen sollte, was sich in einer altersdifferenziellen Interaktion zwischen Priming-Bedingungen und Reaktionswechseln äußern sollte. Des Weiteren sollte mit der semantischen Anforderung des Experiments 2 überprüft, ob der in Experiment 1 identifizierte Haupteffekt des Reaktionswechsels (Response Repetition-Effekt) ein Ergebnis der rein perzeptuellen Reaktionsanforderung darstellt. In Experiment 1 konnte unabhängig von den Effekten der Primingmanipulation sowohl in der KO-, als auch der DT-, bzw. TD-Bedingung in beiden Altersgruppen eine statistisch bedeutsame Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln identifiziert werden. Dieser Effekt widerspricht den Erwartungen des RR-Ansatzes und wurde im Zusammenhang mit einem frühen perzeptuellen Scanningprozess diskutiert, der in der semantischen Reaktionsanforderung des Experiments 2 eine eher untergeordnete Rolle spielen sollte.

Der Haupteffekt des Reaktionswechsels, der in Experiment 1 bei der Analyse der Reaktionszeiten sowohl in der KO, als auch der DT- und TD-Bedingung signifikant wurde, war in Experiment 2 nur noch für die KO- und DT-Bedingung nachweisbar. Beide Altersgruppen zeigten in diesen Bedingungen signifikant verzögerte Latenzen der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln. Darüber hinaus war für diese Bedingungen auch ein Haupteffekt der Primingmanipulation statistisch bedeutsam. Diese Parallelität der Haupteffekte wurde in der Diskussion von Experiment 1 dahingehend interpretiert, dass Reaktionswechsel und die Wiederholung des Distraktors als Target unabhängige Performanzfaktoren darstellen. Es wurde angenommen, dass in einem frühen perzeptuellen Abgleich der aktuell präsentierten Stimuli mit bereits gespeicherten Reizmustern keine Übereinstimmungen registriert wurden, wodurch sowohl die KO- als auch die DT-Displays gleichermaßen als „neu“ verarbeitet wurden. Diese Verarbeitung als „neues“ Perzept schließt einen Reaktionsabruf zu Gunsten einer elaborierten Stimulusanalyse aus, wobei ein Reaktionswechsel präferiert wird. Die Einordnung als

„neues“ Perzept wird in den DT-Trials dadurch erschwert, dass sich bestimmte Stimulusmerkmale (Konturen des vormaligen Distraktors) wiederholen. Dadurch geht in dieser Bedingung der Klassifizierung als „neues“ Perzept eine Phase der Unklarheit über den zu wählenden Reaktionsalgorithmus im Sinne des Temporal Discrimination Accounts (Milliken et al., 1998) voraus, die zu einer Verzögerung der DT-Reaktionszeiten gegenüber den KO-Latenzen führt.

Obwohl für die jungen Erwachsenen ein signifikanter NP-Effekt nur bei einem Reaktionswechsel identifizierbar war, sprechen die Response Repetition-Effekte in den Reaktionszeiten als auch den Fehlerhäufigkeiten gegen eine Interpretation dieses Musters im Sinne des Response Retrieval-Ansatz: Reaktionswiederholungen waren in der DT-Bedingung verbunden mit längeren Reaktionszeiten und einer höheren Fehlerwahrscheinlichkeit als Reaktionswechsel. Beides spricht gegen einen durch die Stimuluswiederholung getriggerten Reaktionsabruf, der ja eine Reaktionswiederholung unterstützen sollte. Für den TD- bzw. TT vs. KO-Vergleich der Reaktionszeiten war eine altersgruppenübergreifende Interaktion zwischen Priming-Bedingung und Reaktionswechsel identifizierbar. Diese Interaktion war in Experiment 1 nur für den TT vs. KO-Vergleich nachweisbar und resultierte aus einer gegenläufigen Tendenz der Latenzen dieser Bedingungen in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel. Während die KO-Reaktionszeiten bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den Reaktionswechseln verzögert waren, zeigte sich in den TT-Trials eine Beschleunigung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln (junge Erwachsene) bzw. keine Unterschiede der Latenzen in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung (ältere Erwachsene).

Dieses Muster zeigte sich ähnlich in Experiment 2. Wie schon beschrieben, waren auch in diesem Experiment die KO-Latenzen in beiden Altersgruppen bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den Reaktionswechseln verzögert. Anders als in Experiment 1 zeigten aber in Experiment 2 nur die älteren Erwachsenen eine signifikante Beschleunigung der TT-Reaktionszeiten bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den Reaktionswechseln. Bei jungen Erwachsenen unterschieden sich die TT-Latenzen nicht. Diese Unterschiede in der TT-Bedingung zwischen den Experimenten spiegeln möglicherweise eine altersdifferenzielle Präferenz unterschiedlicher Bearbeitungsebenen wider. Während jüngere Erwachsene von einer Targetwiederholung in einer perzeptuellen Anforderung profitieren, können ältere Erwachsenen bei einer eher semantischen

Bearbeitungsweise Nutzen aus dieser Targetwiederholung ziehen. Unabhängig von diesen Alterseffekten in den Reaktionszeiten sprechen sowohl die Reaktionszeitunterschiede als auch die niedrigeren Fehlerraten bei einer Reaktionswiederholung gegenüber den Reaktionswechseln in der TT-Bedingung für einen durch die Targetwiederholung getriggerten Reaktionsabruf im Sinne des Response Retrieval-Ansatzs (Rothermund et al., 2005). Dieser Zusammenhang entspricht den anfangs formulierten Erwartungen.

Die Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung im KO vs. TD-Vergleich war in Experiment 1 nicht beobachtbar. Genau wie für den KO vs. DT-Vergleich der Reaktionszeiten waren in Experiment 1 nur die beiden Haupteffekte des Reaktionswechsels und der Priming-Bedingung identifizierbar, die gegen einen durch die Stimuluswiederholung getriggerten Reaktionsabruf in der TD bzw. DT-Bedingung sprachen. Die Interaktion von Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung beim Vergleich von KO und TD-Latenzen im Experiment 2 kann zunächst als Bestätigung der Annahmen des Response Retrieval-Ansatzs von Rothermund et al. (2005) gelten: Nur bei einem Reaktionswechsel waren in beiden Altersgruppen signifikante Negative Priming-Effekte nachweisbar, bei einer Reaktionswiederholung war dagegen keine Verzögerung der TD- gegenüber den KO-Latenzen beobachtbar.

Eine genauere Betrachtung schränkt diese Schlussfolgerung allerdings ein, denn die Unterschiede der Priming-Effekte in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel resultieren nicht aus reaktionswechselassoziierten Unterschieden der TD-Latenzen, sondern aus Unterschieden der KO-Reaktionszeiten. Wie schon beschrieben, waren in beiden Altersgruppen Reaktionen in der KO-Bedingung bei einer Reaktionswiederholung deutlich langsamer als bei einem Reaktionswechsel. In der TD-Bedingung dagegen unterschieden sich die Latenzen nicht in Abhängigkeit von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung. Die Unterschiede der Priming-Effekte resultieren also *nicht* aus variierenden Latenzen in der Priming-Bedingung, sondern aus Unterschieden der als Referenzbedingung dienenden KO-Trials. Dieses widerspricht den Annahmen von Rothermund et al. (2005), da diese keine Unterschiede in der KO-Bedingung und verzögerte Reaktionszeiten nur in der TD-Bedingung bei einem Reaktionswechsel vorhersagen würden. Auch das Muster der Fehlerhäufigkeiten in der TD-Bedingung spricht gegen eine Interpretation der TD-Effekte im Sinne des Response Retrieval-Ansatz. Genau wie in der DT- und TD-Bedingung des Experiments 1 bzw. der DT-Bedingung des Experiment 2 waren auch

in der TD-Bedingung im Experiment 2 vor allem bei den jungen Erwachsenen mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Reaktionswechsel zu beobachten. Diese Präferenz des Reaktionswechsels lässt sich mit den Annahmen von Rothermund et al. (2005) nicht vereinbaren. Im Response Retrieval-Ansatz wird davon ausgegangen, dass durch die Stimuluswiederholung Reaktionswiederholungen unterstützt werden, was zu weniger Fehlern bei Wiederholungen führen sollte.

Im Hinblick auf die eingangs formulierten Erwartungen lässt sich feststellen, dass auch im Experiment 2 ein eindeutig interpretierbarer, altersgruppenübergreifender Zusammenhang von Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung nur für die TT-Bedingung identifizierbar war. Die Auswirkungen einer Targetwiederholung auf die Reaktionszeiten als auch die Fehlerhäufigkeiten lassen sich mit dem Response Retrieval-Ansatz beschreiben. Reaktionszeiten waren bei einer Reaktionswiederholung kürzer und es wurden weniger Fehler gemacht als bei einem Reaktionswechsel. Diese Beziehung wurde für die jungen Erwachsenen auch in der DT- bzw. TD-Bedingung erwartet. Eine isolierte Betrachtung der Negative Priming-Effekte (Reaktionszeitdifferenz KO – NP) junger Erwachsener stützt diese Annahme zunächst: signifikante Reaktionsverzögerungen der NP-Bedingungen (DT und TD) waren nur bei einem Reaktionswechsel zu beobachten. Bei einer Reaktionswiederholung unterschieden sich die DT- bzw. TD-Latenzen nicht von den Kontrollreaktionszeiten. Kritisch für eine Interpretation dieser Effekte im Sinne des Response Retrieval-Ansatz ist allerdings der Umstand, dass die Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung weniger auf Unterschieden der Reaktionszeiten der Priming-Bedingungen (DT und TD) als auf Unterschieden der KO-Latenzen beruht. Die ausgeprägten Negative Priming-Effekte bei einem Reaktionswechsel sind nicht das Ergebnis einer Verzögerung der Latenzen bei einem Reaktionswechsel gegenüber den Reaktionswiederholungen in den Priming-Bedingungen, sondern resultieren überwiegend aus dem gegenläufigen Response Repetition-Effekt in den Kontrollreaktionszeiten. Dieser Response Repetition-Effekt wurde bei der Diskussion des Experiment 1 auf einen frühen perzeptuellen Scanningprozess attribuiert, bei dem aktuell präsentierte Stimuluskonfigurationen mit gespeicherten Reizmustern hinsichtlich perzeptueller Ähnlichkeit verglichen werden. Wird eine Übereinstimmung registriert (das aktuelle Perzept als „bekannt“ eingeordnet) führt dieses zu einem Abruf der mit dem gespeicherten Reizmuster

assoziierten Reaktion. Werden dagegen keine Übereinstimmungen registriert, wird das aktuelle Perzept als „neu“ weiterverarbeitet und ein Reaktionswechsel bevorzugt, da für ein neues Perzept auch eine neue Reaktion (also ein Wechsel) zu erwarten ist.

Dieser perzeptuelle Scanningprozess im Sinne von Milliken et al. (1998) bzw. Marczinski et al. (2003) scheint auch in der eher semantischen Anforderung des Experiments 2 performanzrelevant zu sein, wenn die Einordnung der aktuell präsentierten Reizmuster als „bekannt“ bzw. „neu“ aufgrund der Stimuluskonfiguration schnell und eindeutig möglich ist. Dieses ist sowohl in der KO-Bedingung (komplett neues Perzept) als auch der TT-Bedingung (Wiederholung des Zielreizes) der Fall und führt zu den berichteten Effekten einer Beschleunigung der Reaktionszeiten bei einer Targetwiederholung bzw. der Verzögerung einer Reaktionswiederholung in den KO-Latenzen. Anders als in Experiment 1 ließen sich in Experiment 2 für die Negative Priming-Bedingungen keine (TD) bzw. nur reduzierte (DT) Unterschiede der Reaktionszeiten in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel identifizieren. Die ausgeprägten Response Repetition-Effekte in diesen Bedingungen im Experiment 1 wurden darauf zurückgeführt, dass die aus der partiellen Stimuluswiederholung resultierende Unklarheit über den zu wählenden Reaktionsalgorithmus im Sinne von Milliken et al. (1998) zugunsten einer „Neu“-Einordnung und somit einer ähnlichen Verarbeitung wie in den KO-Trials gelöst wurde. Diese „Neu“-Einordnung der DT- bzw. TD-Perzepte scheint in Experiment 2 nicht zu erfolgen. Möglicherweise ist dieses auf die eher semantische Bearbeitungsweise zurückzuführen und spiegelt die bei der Konstruktion dieses Experimentes aufgestellte Vermutung wider, dass perzeptuelle Scanningprozesse in einer komplexen semantischen Anforderung nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die „Neu“- bzw. „Bekannt“-Einordnung ist aufgrund der Wiederholung einzelner Stimulusmerkmale in den NP-Bedingungen (DT, TD) erschwert und wird möglicherweise durch eine elaborierte Stimulusanalyse auf semantischer Ebene ersetzt, *bevor* sie zu einem Ergebnis und somit zu einer Präferenz einer Reaktionsalternative (Wiederholung vs. Wechsel) führt. Es ist ebenso möglich, dass die durch die Aufgabenstellung geforderte semantische Informationsverarbeitung und die perzeptuelle Stimulusanalyse im Sinne eines „Racing horse“-Modells parallel ablaufen (Roediger & Gallo, 2001) und der effizientere Prozess zur Reaktion führt. Während bei der Bearbeitung von KO- bzw. TT-Trials die perzeptuelle Verarbeitung „gewinnt“ und zu den damit verbundenen Auswirkungen der Reaktionswechsel bzw.

-wiederholungen führt, könnte bei der Bearbeitung der NP-Trials (DT, TD) die semantische Verarbeitung „siegen“, da die perzeptuelle Stimulusanalyse durch die partielle Wiederholung bestimmter Stimulusmerkmale erschwert ist. Für das parallele Ablaufen dieser beiden Informationsverarbeitungsprozesse sprechen auch die Unterschiede der Fehlerhäufigkeiten junger Erwachsener in den NP-Bedingungen (DT, TD). Wie auch in Experiment 1 wurden in diesen Bedingungen signifikant mehr Fehler bei einer Reaktionswiederholung als bei einem Reaktionswechsel gemacht. Bei der Diskussion von Experiment 1 wurde diese Präferenz eines Reaktionswechsels dahingehend interpretiert, dass bei der perzeptuellen Analyse der NP-Trials (DT und TD) statt der (partiellen) Stimuluswiederholung eher die Unterschiede zum vorherigen Display registriert werden. Trotz der Wiederholung der Stimuluskonturen führen die mit dem Bedeutungswechsel der Stimuli (Distraktor wird zu Target, bzw. Distraktor wird zu Target und Target wird zu Distraktor) einhergehenden Farbunterschiede (grüne Konturen werden rot und/oder rote Konturen werden grün) eher zu einer „Neu“-Klassifizierung als zu einer Verarbeitung als „bekannt“.

Insgesamt haben sich die Erwartungen, die für die Population der jungen Erwachsenen formuliert wurden, nicht erfüllt. Ein Zusammenhang von Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung der auf durch Stimuluswiederholungen ausgelöste Reaktionsabrufprozesse attribuiert werden kann, war in den kritischen Negative Priming-Bedingungen (DT, TD) nicht identifizierbar. Für die älteren Erwachsenen wurde ein solcher Zusammenhang a priori nicht erwartet: aufgrund der vermuteten reduzierten Effizienz der *access*-Komponente der Interferenzkontrolle wurde davon ausgegangen, dass sie distrahierte Informationen nicht nur „nebenbei“ verarbeiten, sondern diese durch Zuwendung kognitiver Ressourcen aus der Targetverarbeitung heraushalten müssen. Es wurde angenommen, dass die Distraktorenverarbeitung sich somit auch in der Gedächtnisspur in Form eines „reagiere nicht“-tags niederschlägt, der bei einer Wiederholung des ignorierten Stimulus als Target abgerufen und unabhängig von der Reaktionsanforderung (Wiederholung oder Wechsel) interferierend wirken kann. Für die Negative Priming-Bedingungen (DT, TD) sollte deshalb nur ein Haupteffekt der Primingmanipulation und keine Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung zu beobachten sein. Insgesamt zeigen sowohl die Vergleiche der Reaktionszeiten als auch der Fehlerhäufigkeiten ein diesen Erwartungen entsprechendes Bild. Für den

Vergleich der DT- und KO-Latenzen war nur ein Haupteffekt der Priming-Bedingung identifizierbar, der aus einer ausgeprägten Verzögerung der DT-Reaktionszeiten gegenüber den KO-Latenzen resultierte, die unabhängig vom Faktor Reaktionswechsel war. Die Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung, die für den Vergleich der KO- vs. TD-Reaktionszeiten signifikant wurde, resultierte auch bei älteren Erwachsenen aus Unterschieden der Kontrollreaktionszeiten, die bei einer Reaktionswiederholung signifikant langsamer waren als bei einem Reaktionswechsel. Die TD-Latenzen unterschieden sich dagegen nicht zwischen Reaktionswechsel und -wiederholung. Dieses spricht gegen eine Interpretation dieser Interaktion im Sinne des Response Retrieval-Ansatzs, der keine Unterschiede der KO-Latenzen und einen umgekehrten Zusammenhang (längere Latenzen bei einem Reaktionswechsel) in den TD-Reaktionszeiten postulieren würde. Auch die Analyse der Fehlerhäufigkeiten lieferte keine Hinweise auf Reaktionsabrufprozesse in den Negative Priming-Bedingungen. KO-, DT-, und TD-Fehlerwahrscheinlichkeiten unterschieden sich nicht in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel. Die Response Repetition-Effekte, die auch bei den älteren Erwachsenen sowohl in den KO- und DT- als auch TT-Latenzen beobachtbar waren legen nahe, dass, genau wie bei den jüngeren Erwachsenen, perzeptuelle Scanningprozesse zur „Bekannt“- bzw. „Neu“-Einordnung der aktuell präsentierten Stimuluskonfigurationen trotz der semantischen Anforderung Performanz moderierend wirken. Allerdings scheint die Bedeutung dieser perzeptuellen Stimulusanalyse, wie erwartet, reduziert zu sein: Die Response Repetition-Effekte sind sowohl in den Reaktionszeiten als auch in den Fehlerhäufigkeiten gegenüber den Response Repetition-Effekten in Experiment 1 teilweise deutlich reduziert.

7 Generelle Diskussion

Ziel der beiden berichteten Experimente war die Identifikation altersdifferenzieller Interferenzeinflüsse in selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben. Es wurde angenommen, dass jüngere Erwachsene aufgrund einer hoch effizient funktionierenden *access*-Kontrolle durch distrahierende Informationen während der Bearbeitung der Prime-Episode weniger gestört werden. Distraktoren werden von ihnen deshalb „nebenbei“ verarbeitet und, genau wie die Zielreize, mit der für die Prime-Episode generierten Reaktion assoziiert. Für ältere Erwachsene wurde angenommen, dass die *access*-Kontrolle beeinträchtigt ist. Deshalb wurde geschlossen, dass sie während der Bearbeitung der Prime-Episode wesentlich mehr kognitive Kapazität für die Verarbeitung der Distraktoren aufwenden müssen, als jüngere. Es wurde angenommen, dass die Distraktorenverarbeitung bei älteren Erwachsenen einen eigenständigen Informationsverarbeitungsschritt darstellen könnte, der sich auch in der Gedächtnisspur in Form eines „reagiere nicht“-Zusatzes wiederfindet. Im Altersvergleich der Priming-Effekte sollten sich diese Altersunterschiede in einer altersdifferenziellen Interaktion der Primingbedingungen mit dem Faktor Reaktionswechsel niederschlagen: Während für jüngere Erwachsene bei der Wiederholung vormals ignorierte Informationen (NP-Bedingung) ein Zusammenhang im Sinne des Response Retrieval-Ansatzes postuliert wurde, sollte für die Primingeffekte älterer Erwachsener ein solcher Zusammenhang nicht beobachtbar sein. Die NP-Effekte Älterer sollten mit den Vorhersagen des Episodic Retrieval-Ansatzes übereinstimmen. Die beobachteten Effekte in den berichteten Experimenten sind zusammenfassend in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der in Experiment 1 und 2 beobachteten Effekte.

- (a) Signifikante Effekte ($p < \alpha$) beim Vergleich der Primingbedingungen (DT, TD, TT) mit der Kontroll-Bedingung (KO) mittels der Innersubjekt-kontraste in den Varianzanalysen der z-transformierter Reaktionszeiten. Erwartet wurde für jeden Kontrast eine Interaktion zwischen Primingbedingung, Reaktionswechselbedingung und Altersgruppe
- (b) die den Effekten zugrundeliegenden Unterschiede der Reaktionszeiten

Experiment 1	DT	TD	TT
(a) Effekte beim Vergleich der Innersubjekt-kontraste (Primebed. vs. KO)	HE ¹ Prime HE Wechsel	HE Prime HE Wechsel	IE Prime x Wechsel IE Prime x Wechsel x Altersgruppe
(b) Effekte beim Vergleich der Reaktionszeiten	DT > KO ² wdh > wec	TD > KO wdh > wec	KO _{wdh} > KO _{wec} jung: TT _{wdh} < TT _{wec} alt: TT _{wdh} = TT _{wec}
Experiment 2	DT	TD	TT
(a) Effekte beim Vergleich der Innersubjekt-kontraste (Primebed. vs. KO)	HE Prime HE Wechsel IE Prime x Wechsel	HE Prime IE Prime x Wechsel	HE Prime IE Prime x Wechsel
(b) Effekte beim Vergleich der Reaktionszeiten	DT > KO KO _{wdh} > KO _{wec} DT _{wdh} > DT _{wec}	TD > KO KO _{wdh} > KO _{wec} TD _{wdh} = TD _{wec}	TT > KO KO _{wdh} > KO _{wec} TT _{wdh} < TT _{wec}

DT = „Distraktor zu Target“, TD = „Target zu Distraktor und Distraktor zu Target“,
TT = „Target zu Target“

¹ HE = Haupteffekt, IE = Interaktionseffekt

² „>“ = längere Reaktionszeiten, „<“ kürzere Reaktionszeiten,
„wdh“ = Wiederholung der Reaktion, „wec“ = Wechsel der Reaktion

Bei der Betrachtung der Ergebnisse von Experiment 1 wird deutlich, dass die postulierten Zusammenhänge nur teilweise zu beobachten waren. Eine Interaktion zwischen Priming-Bedingung, Reaktionswechseln und Altersgruppe war lediglich für den TT vs. KO-Vergleich nachweisbar. Nur für junge Erwachsene war eine statistisch bedeutsame Beschleunigung der TT-Latenzen bei einer Wiederholung gegenüber den TT-Latenzen bei einem Reaktionswechsel beobachtbar. Allerdings wurde angenommen, dass in der TT-Bedingung sowohl junge als auch ältere Erwachsene eine Beschleunigung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln zeigen. Unabhängig von diesem Altersunterschied stellt die für den TT vs. KO-Vergleich gefundene Interaktion zwischen Primingbedingung und Reaktionswechsel auf den ersten Blick keine sonderliche Überraschung dar und ist im Sinne der Response-Retrieval-Erklärung von Rothermund et al. (2005)

interpretierbar. Da die Reaktion für das Target generiert und somit direkt mit ihm assoziiert wurde, ist mit dem Abruf der Prime-Reaktion bei einer Wiederholung des Targets zu rechnen. Dieser Reaktionsabruf bei einer Targetwiederholung führt dann zu einer Beschleunigung bei einer Reaktionswiederholung bzw. einer Verzögerung bei einem Reaktionswechsel.

Auf den zweiten Blick fällt allerdings auf, dass die Interaktion zwischen Priming-Bedingung und Reaktionswechsel im TT vs. KO-Vergleich auch aus Unterschieden in den KO-Latenzen resultierte. Diese Unterschiede in der Kontroll-Bedingung sind mit den Annahmen des Response Retrieval-Ansatzes nicht vereinbar, der Reaktionsabrufprozesse nur im Zusammenhang mit Stimulus-Wiederholungen postuliert. Darüber hinaus war für die beiden kritischen NP-Bedingungen (DT und TD) für beide Altersgruppen jeweils ein Haupteffekt der Primingmanipulation beobachtbar. Dieser Haupteffekt der Primingbedingung spricht eher für die Interpretation der Ergebnisse im Sinne des ER-Ansatz. In beiden Altersgruppen führte die Wiederholung vormals ignorierte Stimuli nicht zum Abruf der vorangegangenen Reaktion, sondern zu einer Reaktionsverzögerung, die unabhängig von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung auftrat. Dieser Zusammenhang war allerdings nur für die älteren Erwachsenen vorhergesagt worden. Das zusätzliche Ausbleiben signifikanter Interaktionen im Sinne des RR-Ansatzes bei den Jüngeren steht dagegen im Widerspruch zu den explizierten Vorhersagen.

Während die Absenz der erwarteten Zusammenhänge beim Vergleich der Priming-Bedingungen nur für eine Interpretation der Ergebnisse zu Gunsten des ER-Ansatzes spricht, stellt der in beiden Altersgruppen gleichermaßen identifizierbare Haupteffekt des Reaktionswechsel in der KO-, DT- und DT- Bedingung einen kritischen Effekt für die Annahmen des RR-Ansatzes dar. Der Argumentation von Rothermund et al. (2005) folgend, können Stimuluswiederholungen zum Abruf der Prime-Reaktion und somit zu einer Beschleunigung der Reaktionswiederholungen führen. In allen drei Bedingungen waren aber Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln verzögert. Dieser Effekt lässt sich mit den Annahmen eines durch eine Stimuluswiederholung getriggerten automatischen Reaktionsabrufes nicht vereinbaren. Im Rahmen der Diskussion der Ergebnisse von Experiment 1 wurde deshalb vorgeschlagen, dass in der gewählten experimentellen Umsetzung einer perzeptuellen Vergleichsanforderung Reaktionsabrufprozesse möglicherweise durch einen frühen perzeptuellen Vergleichprozess im Sinne von Milliken et al. (1998)

vermittelt werden. Ein Reaktionsabruf würde nur dann stattfinden, wenn dieser Vergleichsprozess der aktuell präsentierten Stimuli mit bereits gespeicherten Reizmustern zu einer eindeutigen Übereinstimmung führt. Sobald in diesem Vergleichsprozess keine Übereinstimmungen registriert werden, da die perzeptuellen Unterschiede überwiegen, wird eine Reaktionswiederholung zu Gunsten eines Reaktionswechsels ausgeschlossen (Marzsinski et al., 2003).

Es wurde vermutet, dass ein solcher perzeptueller Vergleichsprozess durch die experimentelle Umsetzung gefördert worden sein könnte, so dass die eigentlich interessierenden Effekte überlagert bzw. eliminiert wurden. Um zu prüfen ob dies der Fall war, wurde in Experiment 2 die Vergleichsanforderung von einem perzeptuellen Vergleich des Targets mit einem Vergleichsobjekt in eine eher semantische Vergleichsanforderung des Targets mit einem Vergleichswort geändert. Bei dieser Aufgabe reicht ein einfacher Mustervergleich nicht mehr aus, denn es muss sowohl der lexikalische Gehalt des Vergleichswortes als auch der semantische Gehalt des Zielreizes eruiert werden. Daher wurde angenommen, dass die Einflüsse des perzeptuellen Musterabgleichs hier eine untergeordnete Rolle spielen sollten.

Einen Hinweis darauf, dass die Anforderung in Experiment 2 komplexer war und die Informationsverarbeitung auf einer eher semantischen Ebene stattfand, liefert der Vergleich der globalen Reaktionszeiten. Sowohl bei jungen als auch bei älteren Erwachsenen waren die mittleren Reaktionszeiten im Experiment 2 signifikant langsamer, als in Experiment 1 (Jung Experiment 1: $M = 616$ ms, $SD = 71$; Jung Experiment 2: $M = 775$ ms, $SD = 110$; Alt Experiment 1: $M = 1068$ ms, $SD = 268$, Alt Experiment 2: $M = 1122$ ms, $SD = 193$).

Eine Betrachtung der in Experiment 2 beobachteten Interaktionen beim Vergleich der Innersubjektkontraste stützt zunächst die Vermutung, dass das in Experiment 1 gefundene Muster auf die perzeptuelle Anforderung attribuierbar ist: Für jeden der Vergleiche der Innersubjektkontraste konnte im Experiment 2 neben dem Haupteffekt der Priming-Bedingung auch eine Interaktion zwischen Priming-Bedingung und Reaktionswechsel identifiziert werden. Eine differenzierte Betrachtung der Reaktionszeitunterschiede zeigte aber, dass dieser Zusammenhang auch in Experiment 2 nur für die TT-Latenzen eindeutig im Sinne des RR-Ansatzes interpretierbar ist. Die signifikanten Interaktionen „Prime x Wechsel“ im DT vs. KO- bzw. TD vs. KO-Vergleich resultierten aus Reaktionsunterschieden in den Kontrollreaktionszeiten, die so wie in Experiment 1 bei einer Reaktionswiederholung

signifikant gegenüber den Reaktionswechsellern verzögert waren. Im Unterschied zu Experiment 1 war aber dieser Response Repetition-Effekt in den NP-Bedingungen (DT und TD) deutlich geringer ausgeprägt als in der KO-Bedingung. Der in diesem Zusammenhang diskutierte perzeptuelle Mustervergleich scheint in Experiment 2 also tatsächlich eine untergeordnete Rolle zu spielen und nur dann performanzrelevant zu sein, wenn er schnell und eindeutig zu einem Ergebnis führt. Dieses ist nur in der KO- (eindeutig ein „neues“ Perzept) bzw. der TT-Bedingung (eindeutig ein „bekanntes“ Perzept) der Fall. In den NP-Bedingungen (DT und TD) dagegen führt dieser Vergleichsprozess der aktuell präsentierten Stimuli mit bereits gespeicherten Reizmustern möglicherweise zu keinem Ergebnis und eine Reaktionsbildung erfolgte alternativ durch eine parallel ablaufende semantische Stimulusanalyse (Roediger & Gallo, 2001).

Für die gerontopsychologische Fragestellung lassen auch die in Experiment 2 beobachteten Befunde den Schluss zu, dass die Wiederholung vormals ignorierteter Stimuli bei älteren Erwachsenen nicht zu einem Abruf einer mit diesen Stimuli assoziierten Reaktion führte. Die Unabhängigkeit der NP-Effekte von Reaktionswechsel bzw. -wiederholung älterer Erwachsener stimmt, wie vermutet, mit den Annahmen des Episodic Retrieval-Ansatzes überein. Die Effekte der jüngeren Erwachsenen legen entgegen den Erwartungen ebenfalls den Schluss nahe, dass die in den NP-Bedingungen beobachteten Verzögerungen bei ihnen eher das Ergebnis des interferierenden Abrufs einer generellen „reagiere nicht“-Assoziation, als des Abrufes einer Reiz-Reaktions-Assoziation darstellen. Die Vermutung, dass die effizient funktionierende *access*-Komponente bei jüngeren Erwachsenen zu einer Assoziation aller (auch der ignorierten) im Prime präsentierten Stimuli mit der Reaktion führt, konnte in der Form nicht bestätigt werden.

Die Annahme, dass Altersunterschiede in selektiven Aufmerksamkeitsaufgaben aus einer altersdifferenziellen Effizienz der *access*-Komponente der Interferenzkontrolle resultieren, während sich die Effizienz der *deletion*- und *restraint*-Komponente nicht in verschiedenen Altersgruppen unterscheidet, kann vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse durchaus als bestätigt angesehen werden. Die Funktion der *deletion*-Komponente im Rahmen der selektiven Aufmerksamkeit besteht darin, eine Neubewertung wiederholt präsentierter Stimuli durch eine Löschung vormals mit diesen Stimuli assoziierten Reaktionen zu unterstützen. Ein Zusammenhang zwischen Stimuluswiederholung und Reaktionswechsellern bzw.

-wiederholungen war in den beiden berichteten Experimenten nur für die TT-Bedingung beobachtbar. Interferierende Gedächtniseinflüsse, die von der *deletion*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit kontrolliert werden mussten, traten möglicherweise nur in dieser TT-Bedingung auf. Der signifikante Alterseffekt, der bei der Analyse der Reaktionszeiten von Experiment 1 identifiziert wurde, legt eine altersdifferenzielle Effizienz dieser Komponente nahe. Wenn die Effizienz der *deletion*-Komponente bei älteren Erwachsenen reduziert wäre, dann hätte besonders für ältere Erwachsene ein starker Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Priming-Effekte und dem Faktor Reaktionswechsel beobachtbar sein sollen. Dieses war aber nicht der Fall. Die TT-Reaktionszeiten älterer unterschieden sich nicht in Abhängigkeit vom Faktor Reaktionswechsel, während die Latenzen jüngerer Erwachsener in dieser Bedingung eine signifikante Beschleunigung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln aufwiesen. Ein ähnlicher Alterseffekt zeigte sich tendenziell auch in den Fehlerhäufigkeiten. Es ist aus theoretischer Perspektive unwahrscheinlich, dass dieser Alterseffekt eine Beeinträchtigung der *deletion*-Komponente bei jüngeren Erwachsenen abbildet. Da diese Altersinteraktionen in Experiment 2 nicht zu beobachten waren, ist eher davon auszugehen, dass es sich um einen Effekt der perzeptuellen Anforderung handelt, die den jüngeren Erwachsenen wesentlich leichter fiel, als den älteren. Auf diesen Aspekt wird später noch einmal eingegangen.

Die *restraint*-Komponente der Interferenzkontrolle hat die Funktion, habituelle Antworttendenzen zu unterdrücken. Im Rahmen der hier gewählten experimentellen Umsetzungen als Wahlreaktionsaufgabe sollte sich eine unterschiedliche Effizienz dieser Komponente in altersdifferenziellen Auswirkungen der Reaktionswechsel bzw. -wiederholungen unabhängig von den Primingbedingungen, also einem altersdifferenziellen Response Repetition-Effekt (mit größeren Effekten bei älteren Erwachsenen) äußern. Auch diese Interaktion war nicht zu beobachten. Im Zusammenhang mit den realisierten Primingbedingungen wäre zu erwarten gewesen, dass sich eine altersdifferenzielle Effizienz der *restraint*-Komponente auch auf die Negative Priming-Effekte, besonders in der TD-Bedingung, auswirkt. Da sich in dieser Bedingung sowohl Target als auch Distraktor wiederholten, sind die Anforderungen an die Interferenzkontrolle in dieser Bedingung höher, als bei der alleinigen Wiederholung des Distraktors in der DT-Bedingung. In Experiment 1 waren die TD-Effekte, wie erwartet, tatsächlich ausgeprägter als die DT-Effekte. Allerdings

war das in beiden Altersgruppen der Fall und eine Altersinteraktion konnte in der Re-Analyse der z-transformierten Reaktionszeiten nicht bestätigt werden.

Die Aufgabe der *access*-Komponente besteht darin zu vermeiden, dass irrelevante Informationen überhaupt Aufmerksamkeit auf sich ziehen und Zugang zum Arbeitsgedächtnis zu erhalten. Während eine hoch effiziente *access*-Komponente dafür sorgt, dass irrelevante Informationen sehr früh „ausgeblendet“ werden und nicht mehr als mögliche Interferenzquelle zur Verfügung stehen, geht mit einer defizitären *access*-Komponente eine höhere Belastung des Arbeitsgedächtnisses einher. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass auch für irrelevante Informationen (Distraktoren) Gedächtnisspuren angelegt werden, die bei einer wiederholten Darbietung der Stimuli potenziell interferierend wirken können. In Experiment 1 waren die NP-Effekte Älterer tendenziell stärker ausgeprägt, als die NP-Effekte der jüngeren Erwachsenen. Auch wenn dieser Unterschied nach der z-Transformation der Reaktionszeiten nicht mehr signifikant wurde und somit eher auf eine generelle Verlangsamung älterer Erwachsener attribuiert werden kann (Salthouse, 1996), ist erstaunlich, dass jüngere Erwachsene in der DT-Bedingung *keine* signifikanten NP-Effekte zeigen. Dieser Zusammenhang kann mit einer reduzierten Effizienz der *access*-Komponente Älterer erklärt werden: Jüngere Erwachsene sind besonders in der perzeptuellen Anforderung des Experimentes 1 sehr gut in der Lage, distrahierte Informationen sehr früh aus der Informationsverarbeitung herauszuhalten. Distraktoren werden von ihnen möglicherweise so effizient aus der Verarbeitung ausgeblendet, dass sie nur minimal als Interferenzquelle für die weitere Aufgabenbearbeitung wirken. Entsprechend gering ausgeprägt sind auch die NP-Effekte der Jüngeren. Demgegenüber führt die reduzierte Effizienz der *access*-Komponente bei älteren Erwachsenen zu einer deutlich messbaren Auswirkung auf die Performanz: irrelevante Informationen distrahieren die Informationsverarbeitung sehr stark. Die mit den Distraktoren verknüpfte Information kann dann entsprechend stärker mit der aktuellen Reaktionsanforderung interferieren – was sich in ausgeprägten NP-Effekten niederschlägt. In Experiment 2 war ein so deutlicher altersdifferenzieller Unterschied der NP-Effekte nicht zu beobachten. Möglicherweise ist dieser Zusammenhang auf einen altersdifferenziellen Einfluss der Reaktionsanforderung zurückzuführen. Der Vergleich der globalen Reaktionszeiten (gemittelt über alle Priming-Bedingungen hinweg) beider Experimente zeigt, dass sich die Reaktionszeiten der Älteren nur

relativ gering zwischen den Experimenten unterschieden: In Experiment 2 waren sie trotz der komplexeren Anforderung nur ca. 5 % langsamer als in Experiment 1. Demgegenüber waren die globalen Reaktionszeiten jüngerer Erwachsener in Experiment 2 ca. 25 % gegenüber den Latenzen in Experiment 1 verzögert. Beim Vergleich des Verzögerungsfaktors, der nach Salthouse (1996) auf eine generell reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit älterer Erwachsener zurückzuführen ist, zeigt sich, dass dieser in Experiment 1 mit 1.7 deutlich stärker ausgeprägt war, als in Experiment 2 (1.4). Dass sich die generellen Reaktionszeiten älterer Erwachsener zwischen den Experimenten nicht so enorm unterschieden wie die generellen Reaktionszeiten Jüngerer, könnte ein Hinweis darauf sein, dass jüngere Erwachsene von der perzeptuellen Anforderung in Experiment 1 profitieren konnten. Die Bearbeitung der Bild-Bild-Vergleichsanforderung fiel ihnen möglicherweise wesentlich leichter als den ältere Erwachsene. Nach Lavie (2005) kann eine solche Erleichterung durch eine reduzierte Belastung des Arbeitsgedächtnisses zustande kommen, die auch die Notwendigkeit kognitiver Kontrollprozesse (Interferenzkontrolle) reduzieren würde.

Die reduzierten NP-Effekte jüngerer Erwachsener in Experiment 1 könnten also tatsächlich das Resultat eines altersdifferenziellen Unterschiedes der mit der Aufgabenstellung einhergehenden Schwierigkeit der Reaktionsanforderung darstellen. Unabhängig von den Implikationen, die ein solcher Alterseffekt der Reaktionsanforderung auf die Interpretation von Altersunterschieden bei experimentell erhobenen Verhaltensdaten haben könnte, drängt sich die Frage auf, warum Jüngere gerade in dieser für sie sehr einfachen Aufgabe, die kaum kognitive Kontrollprozesse evoziert zu haben scheint, in den NP-Bedingungen keine Effekte im Sinne des RR-Ansatzes zeigten. Die vorgelegten Befunde sprechen eher dafür, dass Distraktoren die Informationsverarbeitung jüngerer Erwachsener kaum gestört haben, genau diese Vermutung wurde auch aufgestellt. Allerdings wurde geschlossen, dass jüngere Erwachsene deshalb auch die irrelevanten Informationen eines präsentierten Prime-Displays mit der für dieses Display generierten Reaktion assoziieren sollten. Bei einer wiederholten Darbietung der Stimuli wäre dann mit automatischen Reaktionsabrufprozessen zu rechnen, die sich in einer Interaktion zwischen Priming- und Reaktionswechsel-Bedingung äußern sollte. Dieses war aber nicht der Fall.

Die Frage nach altersdifferenziellen Unterschieden in der Effizienz einzelner Komponenten der selektiven Aufmerksamkeit (*access*, *deletion*, *restraint*) muss differenziert betrachtet werden. Wie erwartet, ließen sich keine Hinweise auf Unterschiede in der Effizienz der *restraint*-, bzw. *deletion*-Komponente identifizieren. Diese standen allerdings auch nicht im Fokus des hier gewählten experimentellen Paradigmas. Ziel war es vielmehr, eine unterschiedliche Beanspruchung dieser Komponente in verschiedenen Altersgruppen zu identifizieren, die aus einer altersdifferenziellen Effizienz der *access*-Komponente resultiert. Auch wenn die vermuteten Auswirkungen dieser altersdifferenziellen Effizienz auf die Beschaffenheit der Gedächtnisspuren nicht nachgewiesen werden konnten, legen die beobachteten Effekte einen subtilen Altersunterschied zwischen den experimentellen Bedingungen der beiden berichteten Experimente nahe.

Junge Erwachsene zeigten in der perzeptuellen Anforderung des ersten Experimentes *keine* Negative Priming-Effekte in der DT-Bedingung, was als Hinweis verstanden werden kann, dass die Wiederholung eines vormals ignorierten Stimulus nicht ausreicht, um Gedächtnisabrufprozesse auszulösen. Möglicherweise konnten die Distraktoren während der Bearbeitung der Prime-Episode durch die *access*-Komponente selektiver Aufmerksamkeit so effizient aus der Informationsverarbeitung herausgehalten werden, dass für Distraktoren keine potenziell interferierenden Gedächtnisspuren angelegt wurden. Die Wiederholung des Distraktors würde dann keine interferierenden Gedächtnisspuren abrufen, da gar keine angelegt wurden. Die ausgeprägten NP-Effekte der älteren Erwachsenen in dieser Bedingung sprechen dafür, dass bei ihnen während der Bearbeitung der Prime-Episode auch distrahierte Informationen in die Gedächtnisspuren eingingen, die darum als potenzielle Interferenzquelle zur Verfügung standen. Die NP-Effekte Älterer spiegeln unter diesem Blickwinkel möglicherweise eine reduzierte Effizienz der *access*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit wider, die durch die (effizienten) *restraint*- bzw. *deletion*-Komponenten kompensiert wird. Dass dieser Altersunterschied weder in der TD-Bedingung noch in Experiment 2 identifizierbar war – sowohl junge als auch alte Erwachsene zeigten hier ausgeprägte Primingeffekte – spricht dafür, dass sich eine altersdifferenzielle Effizienz der *access*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit nur unter den spezifischen Umständen einer rein perzeptuellen Reaktionsanforderung auf die Performanz auswirkt. Während ältere Erwachsene in einer solchen Aufgabe durch die bloße Anwesenheit distrahierender Informationen

gestört werden, scheinen jüngere Erwachsene diese Informationen effizient ausblenden zu können, solange die Aufgabenstellung keine elaboriertere Informationsverarbeitung erfordert. Dieses legt den Schluss nahe, dass sich die Effizienz der *access*-Komponente nicht generell altersdifferenziell unterscheidet. Jüngere scheinen von distrahierenden Informationen nur auf perzeptueller Ebene weniger gestört zu werden als ältere.

Aus allgemeinspsychologischer Perspektive sprechen die Ergebnisse der hier berichteten Experimente eher für den ER-Ansatz als Erklärungsmodell der NP-Effekte. Belege für den RR-Ansatz konnten im Zusammenhang mit den NP-Bedingungen (DT und TD) nicht gefunden werden. Ergebnisse, die für die von Rothermund et al. (2005) postulierten Reaktionsabrufprozesse im Zusammenhang mit Stimuluswiederholungen sprechen, waren nur für die TT-Bedingung identifizierbar. In dieser wiederholte sich jedoch nicht ein vormals ignoriertes Reiz, sondern das zu beachtende Target. Eine Erklärung für die NP-Effekte liefert dieser Ansatz allerdings nicht. Möglicherweise sind die von Rothermund et al. (2005) postulierten Zusammenhänge zwischen Stimuluswiederholung und Reaktionsabruf auf die Wiederholung perzeptuell identischer (also in derselben Farbe präsentierter) Stimuli beschränkt. Der im Rahmen dieser Arbeit vorgeschlagene perzeptuelle Scanningprozess aus dem Temporal Discrimination-Modell von Milliken et al. (1998), bei dem aktuell präsentierte mit bereits gespeicherten Reizmustern auf einer physikalischen Ebene verglichen werden, könnte diese Einschränkung erklären. Nur wenn in diesem frühen Musterabgleich Übereinstimmungen registriert werden, setzen Reaktionsabrufprozesse ein, die zu den im RR-Ansatz vorhergesagten Effekten führen. Sobald sich keine Stimuli wiederholen, bzw. diese Wiederholung aufgrund der perzeptuellen Unterschiedlichkeit der sich wiederholenden Stimuli nicht als solche registriert wurde, findet kein Reaktionsabruf statt, vielmehr wird eine Reaktionswiederholung zu Gunsten eines Reaktionswechsel ausgeschlossen (Marczinski et al., 2003).

Diese zusätzliche Annahme eines perzeptuellen Scanningprozesses stellt möglicherweise eine sinnvolle wenn auch beschränkende Ergänzung des RR-Ansatzes dar. Zum einen lassen sich mit diesen Zusatzannahmen auch die in diesen Experimenten identifizierten Response Repetition Effekte erklären, die aus einer Verzögerung der Reaktionswiederholungen gegenüber den Reaktionswechseln resultierten. Obwohl im Rahmen einer Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgabe primär

die Effekte der Stimuluswiederholung (Priming-Effekte) interessieren, muss dieses Phänomen beachtet und in die Interpretation integriert werden, denn dieser Effekt ist vor allem in den als Referenztrials dienenden Kontrolltrials zu beobachten. Wenn aber die Latenzen und Fehlerwahrscheinlichkeiten der Kontroll-Bedingung systematisch variieren, ist eine sinnvolle Interpretation von Differenzen zwischen Kontroll- und Priming-Bedingungen nur unter Beachtung dieser Unterschiede möglich. Es erscheint unter diesen Umständen fraglich, inwieweit eine isolierte Betrachtung der Primingeffekte überhaupt Schlussfolgerungen über die zugrundeliegenden Mechanismen erlaubt. Im Rahmen dieser Arbeit wurden deshalb auch weniger auf die Unterschiede zwischen den Primingbedingungen, als auf die Unterschiede innerhalb der Primingbedingungen eingegangen. Zum anderen steht die zusätzliche Annahme eines perzeptuellen Mustervergleiches nicht im Widerspruch zu der aktuellen Befundlage zum RR-Ansatz. Bei der Betrachtung der Befunde, die in Kapitel 2.3.4 zur Stützung dieses Ansatzes berichtet wurden zeigt sich, dass in allen Untersuchungen ein solcher vermittelnder Prozess einen Reaktionsabruf unterstützen würde. Im Experiment von Mayr und Buchner (2006) wurden höhere Fehlerzahlen bei einer Wiederholung des Distraktors berichtet, wenn die Reaktion zu wechseln war. Die experimentelle Umsetzung als task-switching-Aufgabe wurde so gewählt, dass die Farbe des Distraktors im Prime zu ignorieren, im Probe dagegen zu beachten war. Die Distraktoren wiederholten sich im Falle eines NP-Trials also perzeptuell identisch in derselben Farbe – der perzeptuelle Mustervergleich würde also einen Reaktionsabruf unterstützen. In einer Arbeit von Frings et al. (2007) wurde eine „Distraktor zu Distraktor“-Manipulation untersucht, in der sich der Distraktor des Prime-Displays ebenfalls perzeptuell identisch als Distraktor des Probedisplays wiederholte. Auch in der letter-matching-Aufgabe im Experiment 3 von Rothermund et al. (2005) wiederholten sich die Stimuli in den kritischen Bedingungen (DT und DD) perzeptuell identisch.

Möglicherweise stellt der RR-Ansatz keinen Erklärungsansatz dar, der Negative Priming grundsätzlich erklären kann. Der Wert dieses Ansatzes liegt dennoch darin, dass er konkret prüfbare Vorhersagen für eine Reihe von Selektiven Aufmerksamkeits-Aufgaben erlaubt, in denen Priming-Effekte untersucht werden können. Ob die ursprüngliche angenommene Voraussetzung der orthogonalen Variierbarkeit von Stimulus- und Reaktionswiederholung möglicherweise um die perzeptuell identische Wiederholung der Stimuli ergänzt werden sollte, müssen

weitere Experimentelle Studien zeigen, in denen die aus dieser Zusatzannahme ableitbaren Hypothesen kritisch geprüft werden.

8 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde eine aktuelle Diskussion um die Prozesse und Mechanismen der Selektiven Aufmerksamkeit im Rahmen von Anforderungen des sogenannten Negative Priming-Paradigma aufgegriffen. Die Kontroverse welche Prozesse zum Phänomen verlangsamter Reaktionen auf zuvor ignorierte Reize führen, diente als Hintergrund der Untersuchung der Frage, ob eine bei älteren Erwachsenen defizitäre *access*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit dazu führt, dass gleich große Negative Priming-Effekte jüngerer und älterer Erwachsener dennoch auf der Kontrolle unterschiedlicher Interferenzeinflüsse zwischen den Altersgruppen beruhen. So ist der Frage nachgegangen worden, ob ältere Erwachsene aufgrund einer defizitären *access*-Kontrolle möglicherweise eine separate Gedächtnisspur für distrahierende und Target-Information anlegen, während jüngere Erwachsene die distrahierende Information aufgrund einer hoch effizienten *access*-Komponente eher "nebenbei" verarbeiten und so die Distraktorinformation mit der Reaktion für das Target verknüpfen. Jüngere Erwachsene würden somit keine separate Gedächtnisspur für Distraktorinformation anlegen. Während bei älteren Erwachsenen der Negative Priming-Effekt aus dem Abruf der konfligierenden Distraktorinformation stammen könnte, würde der Negative Priming-Effekt jüngerer Erwachsener dann vor allem auftreten, wenn die Reaktion zwischen aufeinanderfolgenden Verarbeitungsepisoden wechselt.

Insgesamt zeigte sich jedoch eine altersdifferenzielle Effizienz der *access*-Komponente Selektiver Aufmerksamkeit nur unter den spezifischen Umständen einer rein perzeptuellen Reaktionsanforderung. Während ältere Erwachsene durch die bloße Anwesenheit distrahierender Informationen gestört werden, scheinen jüngere Erwachsene diese Informationen effizient ausblenden zu können, solange die Aufgabenstellung keine elaboriertere Informationsverarbeitung erfordert. Dieses legt den Schluss nahe, dass sich die Effizienz der *access*-Komponente nicht generell altersdifferenziell unterscheidet. Jüngere Erwachsene scheinen von distrahierenden Informationen nur auf perzeptueller Ebene weniger gestört zu werden als ältere.

9 Literatur

- Bjorklund, D. F. & Harnishfeger, K. K. (1990). The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental Review*, 10, 48-71.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Craik, F. I. M. & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.
- Dalrymple-Alford, E. C. & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of Stroop Color - Word tests. *Perceptual and Motor Skills*, 23, 1211 - 1214.
- Faust, M. E., Balota, D. A., Spieler, D. H. & Ferraro, F. R. (1999). Individual differences in information-processing rate and amount: Implications for group differences in response latency. *Psychological Bulletin*, 125, 777-779.
- Fox, E. (1995). Negative priming from ignored distractors in visual selection: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2(2), 145-173.
- Fox, E. & De Fockert, J.W. (1998). Negative priming depends on prime-probe (Leerzeichen?) similarity: Evidence for episodic retrieval. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 107-113.
- Frings, C., Rothermund, K. & Wentura, D. (2007). Distractor repetitions retrieve previous responses to targets. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 1367-1377.
- Gamboz, N., Russo, R. & Fox, E. (2002). Age differences and the identity negative priming effect: An updated meta-analysis. *Psychology and Aging*, 17(3), 525-530.
- Grant, J. D. & Dagenbach, D. (2000). Further considerations regarding inhibitory processes, working memory, and cognitive aging. *American Journal of Psychology*, 113(1), 69-94.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T. & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17(1), 163-169.

- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension and aging: A review and a new view. *The Psychology of Learning and Motivation*, 22, 193-225.
- Hasher, L., Zacks, R. T. & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In D. Gopher & A. Koriat (eds.) *Attention and performance XVII*, 653-675. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hasher, L., Zacks, R. T. & Rahhal, T. (1999). Timing, instruction and inhibitory control: some missing factors in age and memory debate. *Gerontology*, 45, 355-357.
- Houghton, G. & Tipper, S. P. (1994). A model of inhibitory mechanisms in selective attention. In D. Dagenbach & T. H. Carr (eds.) *Inhibitory processes in attention, memory, and language*, 53-112. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Kane, M. J., Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T. & Connelly, S. L. (1994). Inhibitory attentional mechanism and aging. *Psychology and Aging*, 9, 103-112.
- Kane, M. J., May, C. P., Hasher, L., Rahhal, T. & Connelly, S. L. (1997). Dual mechanisms of negative priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 632-650.
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F. & Logan, G. D. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, 9(4), 491-512.
- Kramer, A. F. & Strayer, D. L. (2001). Influence of stimulus repetition on negative priming. *Psychology and Aging*, 16(4), 580-587.
- Lammertyn, J. & Fias, W. (2005). Negative priming with numbers: No evidence for a semantic locus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58(A)(7), 1153-1172.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (2).
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95(4), 492-527.

- Logan, G. D. (1990). Repetition priming and automaticity: Common underlying mechanisms? *Cognitive Psychology*, 22, 1-35.
- Lowe, D. (1979). Strategies, context, and the mechanism of response inhibition. *Memory and Cognition*, 7, 382-389.
- Lowe, D. (1985). Further investigation of inhibitory mechanism in attention. *Memory and Cognition*, 13, 74-80.
- Marczinski, C. A., Milliken, B. & Nelson, S. (2003). Aging and repetition effects: separate specific and nonspecific influences. *Psychology and Aging*, 18(4), 780-790.
- May, C. P. & Hasher, L. (1998). Synchrony effects in inhibitory control over thought and action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 363-379.
- May, C. P., Kane, M. J. & Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, 118(1), 35-54.
- Mayr, S. & Buchner, A. (2006). Evidence for episodic retrieval of inadequate prime responses in auditory negative priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32 (4), 932-943
- Milham, P. M., Erickson, K. I., Banich, M. T., Kramer, A. F., Webb, A., Wszalek, T. & Cohen, N. J. (2002). Attentional control in the aging brain: Insight from an fMRI study of the stroop task. *Brain and Cognition*, 49(3), 277-296.
- Milliken, B., Joordens, S., Merikle, P. M. & Seiffert, A. E. (1998). Selective attention: A reevaluation of the implications of negative priming. *Psychological Review*, 105(2), 203-229.
- Milliken, B., Tipper, S. P. & Weaver, B. (1994). Negative priming in a spatial localization task: Feature mismatching and distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(3), 624-646.
- Moore, C. M. (1994). "Negative priming depends on probe-trial conflict: Where has all the inhibition gone?" *Erratum. Perception and Psychophysics*, 56(6), 721.
- Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological review*, 76, 165-178.

- Naveh-Benjamin, M., & Jonides, J. (1986). On the automaticity of frequency coding: Effects of competing task load, encoding strategy, and intention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 378-386.
- Neill, W. T. (1997). Episodic retrieval in negative priming and repetition priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23, 1291-1305.
- Neill, W. T., Lissner, L. S. & Beck, J. L. (1990). Negative priming in same-different matching: Further evidence for a central locus of inhibition. *Perception and Psychophysics*, 48(4), 398-400.
- Neill, W. T. & Valdes, L. A. (1992). Persistence of negative priming: Steady state or decay? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18(3), 565-576.
- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. & Gorfein, D. S. (1992). Persistence of negative priming: II. Evidence for episodic trace retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18(5), 993-1000.
- Neill, W. T. & Westberry, R. L. (1987). Selective attention and the suppression of cognitive noise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 327-334.
- Neumann, E. & DeSchepper, B. G. (1992). An inhibition-based fan effect: Evidence for an active suppression mechanism in selective attention. *Canadian Journal of psychology*, 46(1), 1-40.
- Neumann, E., McCloskey, M. S., & Felio, A. C. (1999). Cross-language positive priming disappears, negative priming doesn't: Evidence for two sources of selective inhibition. *Memory and Cognition*, 27, 1051-1063.
- Oswald, W. & Fleischmann, U. M. (1982). *Nürnberger-Alters-Inventar (NAI). Testinventar & NAI Testmanual und Textband* (1 ed.). Göttingen: Hogrefe.
- Park, J. & Kanwisher, N. (1994). Negative priming for spatial locations: Identity mismatching, not distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(3), 613-623.

- Pashler, H. & Baylis, G. (1991). Procedural learning: 2. Intertrial repetition effects in speeded choice tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 33-48.
- Pesta, B. J. & Sanders, R. E. (2000). Aging and negative priming: Is ignored information inhibited or remembered? *Experimental Aging Research*, 26(1), 37-56.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85, 59-108.
- Roediger, H. L. & Gallo, D. A. (2001). Levels of processing: Some unanswered questions. In M. Naveh-Benjamin, M. Moscovitch & Roediger, H. L. (eds.), *Perspectives on Human Memory and Cognitive Aging: Essays in Honour of Fergus Craik*, 28-47. New York: Psychological press.
- Rothermund, K., Wentura, D., & DeHouwer, J. (2005). Retrieval of incidental stimulus-response associations as a source of negative priming: evidence from task switching studies. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31, 482-495.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Sandson, J. & Albert, M. L. (1984). Varieties of perseveration. *Neuropsychologia*, 22, 725-732.
- Sandson, J. & Albert, M. L. (1987). Perseveration in behavioral neurology. *Neurology*, 37, 1736-1741.
- Schmidt, K. H. & Metzler, P. (1992). *Wortschatztest (WST)*. Weinheim: Beltz.
- Shindler, A. G., Caplan, L. R. & Hier, D. B. (1984). Intrusions and perseverations. *Brain and Language*, 23, 148-158.
- Stolz, J. A. & Neely, J. H. (2001). Taking a bright view of negative priming in the light of dim stimuli: further evidence for memory confusion during episodic retrieval. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 55(3), 219-230
- Sullivan, M. P. & Faust, M. E. (1993). Evidence for identity inhibition during selective attention in old adults. *Psychology and Aging*, 8(4), 589-598.

- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 37(4), 571-590.
- Tipper, S. P. (2001) Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A (2), 231-343
- Tipper, S. P. (1991). Less attentional selectivity as a result of declining inhibition in older adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29(1), 45-47.
- Tipper, S. P., Brehaut, J. C., & Driver, J. (1990). Selection of moving and static objects or the control of spatially directed action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 492-504.
- Tipper, S. P. & Cranston, M. (1985). Selective attention and priming: Inhibitory and facilitatory effects of ignored primes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 37(A), 571-590.
- Tipper, S. P. & Driver, J. (1988). Negative priming between pictures and words in a selective attention task: Evidence for semantic processing of ignored stimuli. *Memory and Cognition*, 16(1), 64-70.
- Tipper, S. P., MacQueen, G. M. & Brehaut, J. C. (1988). Negative priming between response modalities: Evidence for the central locus of inhibition in selective attention. *Perception and Psychophysics*, 43(1), 45-52.
- Titz, C., Behrendt, J., Menge, U. & Hasselhorn, M. (2008) A reassessment of negative priming within the inhibition framework of cognitive aging: There is more in it, than previously believed. *Experimental Aging Research*, 34, 340-366.
- Treisman, A. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Verhaeghen, P., Cerella, J., Bopp, K. L. & Basak, C. (2005). Aging and varieties of cognitive control: A review of meta-analyses on resistance to interference, coordination and task switching, and an experimental exploration of age-sensitivity in the newly identified process of focus switching. In R. W. Engle, G. Sedek, U. von Hecker & D. N. Mcintosh (eds.), *Cognitive limitations in*

aging and psychopathology: Attention, working memory, and executive functions, 160-189. New York: Cambridge University Press.

Verhaeghen, P. & De Meersman, L. (1998). Aging and the negative priming effect: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 13, 435-444.

Yee, P. L., Santoro, K. E., Grey, A. L. & Woog, V. (2000). Deeper processing at target selection increases the magnitude of negative priming. *Memory and Cognition*, 28(8), 1429-1436.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name : Uwe Menge
Geburtsdatum: 1. Juni 1978
Geburtsort: Magdeburg

Berufstätigkeit

10/2007 bis 04/2009 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) in Frankfurt am Main
04/2005 bis 09/2007 geprüfte Wissenschaftliche Hilfskraft in der Abteilung für Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie der Universität Göttingen

Hochschulstudium

04/2002 bis 04/2005 Psychologie mit den Schwerpunkten Entwicklungspsychologie und Klinische Psychologie an der Universität Göttingen
10/1999 bis 03/2002 Psychologie (Vordiplom) an der Technischen Universität Dresden

Praktika

08/2002 bis 09/2002 Entwicklung und Durchführung eines High Potential Accessment Centers für die XEROX GmbH, Neuss
02/2002 bis 03/2002 Ökumenisches Hainich Klinikum gGmbH Mühlhausen, Bereiche Gerontopsychiatrie und Neuropsychologie

Schulausbildung

08/1992 bis 06/1997 Geschwister - Scholl - Gymnasium, Löbau
09/1985 bis 07/1992 Schule Löbau Süd

Frankfurt am Main, 02.06.2009

Ich versichere hiermit, dass ich die hier vorliegende Arbeit mit dem Titel „*Selektive Aufmerksamkeit in Primingaufgaben: Unterscheiden sich die zu kontrollierenden Interferenzeinflüssen bei jungen und alten Menschen?*“ selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe.

Sämtliche Stellen, die anderen Werken wörtlich oder dem Sinne nach entnommen wurden, sind unter Angabe der entsprechenden Quelle als solche gekennzeichnet.

Uwe Menge

Frankfurt am Main, 2. Juni 2009