

BERICHTE
aus dem
PSYCHOLOGISCHEN INSTITUT
der UNIVERSITÄT BONN

Band 29, Heft 1 (2003)

**Arbeitsgedächtnis und Versprecher:
Ein zusammenfassender Überblick über den
Einfluss von Phonologischer Schleife und
Zentraler Exekutive
auf die Sprachproduktion**

Silke Hamm & Jürgen Bredenkamp

ZUSAMMENFASSUNG¹

In der vorliegenden Studie wird die Rolle des Arbeitsgedächtnisses für die Produktion sprachlicher Äußerungen überprüft. Theoretisch wird erstens ein Zusammenhang zwischen Phonologischer Schleife des Arbeitsgedächtnis-Modells von Baddeley (2000) und dem sogenannten Artikulatorischen Puffer zur Speicherung der Zwischenergebnisse innerhalb des Sprachproduktionsprozesses hergestellt. Die zweite Überprüfung bezieht sich auf eine Verbindung zwischen Zentraler Exekutive nach Baddeley und der Monitor-Komponente, beispielsweise des Sprachproduktionsmodells von Levelt (1989). In einer Reihe von Experimenten (Experiment 1-7) wird der Einfluß der Phonologischen Schleife näher untersucht, Experiment 8 und 9 beziehen sich auf den Beitrag der Zentralen Exekutive zur Sprachproduktion.

Die Ergebnisse sprechen für einen Zusammenhang zwischen Phonologischer Schleife und Artikulatorischem Puffer, doch ist die Befundlage nicht eindeutig, da sich theoretische Probleme mit der Technik Artikulatorischer Unterdrückung ergaben. Der Zusammenhang zwischen Zentraler Exekutive als Kontrollinstanz im Arbeitsgedächtnismodell und der Kontrollfunktion der Monitor-Komponente konnte belegt werden.

¹ Die berichteten Experimente wurden mit Unterstützung der DFG durchgeführt (Br 301/10). Das Stimulusmaterial wurde von Dr. Stefan Dilger erstellt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	1
1.1	Das Arbeitsgedächtnismodell	1
1.1.1	<i>Die Phonologische Schleife</i>	1
1.1.2	<i>Die Zentrale Exekutive</i>	2
1.2	Das SLIP-Design	2
1.3	Arbeitsgedächtnis und Versprecher	3
2.	Experimente	4
2.1	Allgemeine Aspekte	4
2.1.1	<i>Stimulusmaterial</i>	4
2.1.2	<i>Unabhängige Variablen und experimentelle Bedingungen</i>	5
2.1.3	<i>Abhängige Variablen</i>	6
2.2	Untersuchungen zum Einfluss der Phonologischen Schleife auf Sprechfehler	7
2.2.1	<i>Basisexperimente: Priming der Anfangsphoneme (PWA) und semantisches Priming (SP)</i>	7
2.2.2	<i>Follow-up Experimente: Priming der Wortendungen (PWE)</i>	10
2.2.3	<i>Diskussion zur Phonologischen Schleife</i>	12
2.3	Untersuchungen zum Einfluss der Zentralen Exekutive auf Sprechfehler	14
2.3.1	<i>Experimente mit semantischem Priming (SP) und Wortendungspriming (PWE)</i>	14
2.3.2	<i>Diskussion zur Zentralen Exekutive</i>	16
3.	Gesamtdiskussion	17
	Literatur	19

1. Einführung

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Frage, inwieweit das Arbeitsgedächtnis im Sinne der Theorie Baddeleys (2000) an der Produktion sprachlicher Äußerungen beteiligt ist. Da Versprecher wichtige Daten für Theorien der Sprachproduktion sind, erfolgt die Überprüfung über die experimentelle Induktion von Sprechfehlern.

Zunächst wird kurz auf das Arbeitsgedächtnis-Modell von Baddeley und auf das allen Experimenten zugrundeliegende SLIP-Design zur experimentellen Provokation von Sprechfehlern (Motley und Baars, 1974) eingegangen. Dann folgt eine theoretische Verknüpfung zwischen Arbeitsgedächtnis und Versprechern sowie die Darstellung der Experimente. Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert und mit Ausblick auf weitere Studien diskutiert.

1.1 Das Arbeitsgedächtnismodell

Baddeley (2000) zerlegt den Kurzzeitspeicher in vier Komponenten: eine zentrale Kontroll-einheit (Zentrale Exekutive), einen amodalen Speicher (Episodischer Speicher) und zwei modalitätsspezifische Subsysteme, der Visuell-räumliche Notizblock und die Phonologische Schleife. Auf den Notizblock zur Verarbeitung visueller und räumlicher Informationen und den Episodischen Speicher wird im Folgenden nicht weiter eingegangen, da eine Verbindung zur Sprachproduktion nicht unmittelbar gegeben ist.

1.1.1 Die Phonologische Schleife

In der Phonologischen Schleife werden phonologische Aspekte sprachlicher Information verarbeitet. Es wird ein aktiver Rehearsal-Prozess und ein passiver Speicher postuliert. Die Gedächtnisspur für Information, die in den Speicher hineingelangt, zerfällt nach etwa zwei Sekunden, wenn sie nicht durch den Rehearsal-Prozess aufgefrischt wird (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975). Ferner werden durch den Rehearsal-Prozess Grapheme in Phoneme umgewandelt (Baddeley, 1991).

Die aktive Komponente kann durch die Technik Artikulatorischer Unterdrückung außer Funktion gesetzt werden (Baddeley, 1991). In einem solchen Experiment müssen die Versuchspersonen (Vpn) ständig ein irrelevantes Wort (the, the, ...) sprechen. Dadurch wird die Wiederauffrischung der Gedächtnisspuren und die phonologische Kodierung visuell dargebotener Information verhindert (Salamé & Baddeley, 1982). Der Vergleich der Leistungen

unter den Bedingungen „Artikulatorische Unterdrückung“ und „keine Unterdrückung“ zeigt, ob der Rehearsal-Prozess eine Determinante der Leistung ist.

Der passive Speicher wird durch die experimentelle Bedingung „Irrelevante Sprache“ belastet. Während der (meist visuellen) Darbietung der Zielitems hört die Vp einen Text in einer Sprache, die sie nicht versteht und der sie keine Aufmerksamkeit zuwenden soll. Dennoch kommt es im Vergleich zur Bedingung „keine irrelevante Sprache“ zu einer Beeinträchtigung der Leistung für die zu verarbeitenden Zielitems (Colle & Welsh, 1976).

1.1.2 Die Zentrale Exekutive

Die wichtigste, allerdings bisher vergleichsweise wenig erforschte, Komponente des Arbeitsgedächtnis-Modells ist die Zentrale Exekutive. Sie ist konzipiert als ein begrenztes Aufmerksamkeitssystem, das die Aktivitäten der modalitätsspezifischen Subsysteme koordiniert, den Kontakt zum Langzeitgedächtnis herstellt und allgemein mit der Kontrolle nicht routinierter Tätigkeiten befasst ist (Baddeley, 1996). Den Ergebnissen von Vandierendonck, de Vooght und van der Goten (1998) zufolge ist das beste Verfahren zur nahezu prozessreinen Belastung der Zentralen Exekutive die möglichst schnelle Reaktion auf einen Ton, der in zufällig variierenden Zeitintervallen dargeboten wird. Diese Tätigkeit wird simultan zur primären Aufgabe durchgeführt. Der Vergleich der Leistung mit und ohne diese Zweitaufgabe gibt Aufschluss darüber, ob die Zentrale Exekutive eine Determinante dieser Leistung ist.

1.2 Das SLIP-Design

Aus der Perspektive der Arbeitsgedächtnis-Theorie soll nunmehr das SLIP-Design (**S**poonerisms of **L**aboratory-**I**nduced **P**redisposition) von Motley und Baars (1974) zur Provokation von Sprechfehlern in das Blickfeld gerückt werden. Visuell dargeboten werden einer Vp Wortpaare (Induktoren), deren erstes Wort immer mit einem bestimmten Buchstaben und deren zweites Wort immer mit einem anderen Buchstaben beginnt (z.B. bill deal, bang doll, bark dog; Baars, Motley & MacKay, 1975). Diese Wörter, deren Darbietungsdauer etwa eine Sekunde beträgt, sollen leise gelesen werden. Dann folgt ein Wortpaar, bei dem die Anfangsbuchstaben im Gegensatz zu den Induktoren umgestellt sind (darn boor oder dart board). Dieses kritische Wortpaar soll laut ausgesprochen werden. Der erwartete Sprechfehler ist "barn door" oder "bart doard". Im Falle der Vertauschung beider Anfangsphoneme spricht man von einem vollen Spoonerismus. Entsteht der Sprechfehler „darn door“, wird dies als Perseverationsfehler definiert. Der Fehler „barn bore“ entspricht einem Antizipationsfehler. Beide

Fehlerarten werden als halbe Spoonerismen klassifiziert. Baars et al. (1975) haben gezeigt, dass der volle Spoonerismus "barn door" im Gegensatz zu "bart doard" viel häufiger auftritt (Lexical-Bias-Effekt). Dieser Unterschied wird darauf zurückgeführt, dass eine präartikulatorische Kontrolle durchgeführt wird, die gegenüber lexikalischen Kriterien sensitiv ist und sinnlose Versprecher unterdrückt (Carroll, 1999).

1.3 Arbeitsgedächtnis und Versprecher

Zur Interpretation des Entstehens von Sprechfehlern im SLIP-Design bietet sich die Arbeitsgedächtnis-Theorie von Baddeley an: Dilger und Bredenkamp (im Druck) geben einen Überblick über mögliche Faktoren, die eine Rolle beim Auftreten von Sprechfehlern spielen könnten und entwickeln einen Ansatz der verschiedene Einflüsse umfaßt. Dieser Ansatz ist kompatibel mit allen Sprachproduktionsmodellen, die eine Monitor- oder Editorkomponente zur präartikulatorischen Kontrolle enthalten (beispielsweise Levelt, 1989). Es werden zwei Bedingungen postuliert, die notwendig erfüllt sein müssen, damit ein offener Sprechfehler auftritt:

Erstens, auf der Formulierungsebene entsteht ein Sprechfehler. Dies kann durch Erzeugung eines alternativen Sprechplans provoziert werden, wie von Baars (1992) in seiner Competing-Plan-Hypothese vorgeschlagen. Der alternative Sprechplan kann durch die SLIP-Technik experimentell induziert werden: Die Phonemstruktur der Induktoren persistiert im Phonologischen Speicher bis zum Zeitpunkt der Darbietung der Zielwörter, die gesprochen werden sollen, und interferiert mit dem Plan, diese richtig auszusprechen. Ist die geprimte Tendenz stärker als der Plan, korrekt zu sprechen, kommt es zu einem – vorerst latenten - Sprechfehler.

Die zweite notwendige Bedingung zum Auftreten eines offenen Sprechfehlers ist die ausbleibende präartikulatorische Kontrolle und Korrektur. Dies kann einerseits durch strukturelle Merkmale des Stimulusmaterials manipuliert werden, wie im Lexical-Bias-Effekt gezeigt. Mit Bezug auf das Arbeitsgedächtnismodell könnte allgemein die Kontrollfunktion der Zentralen Exekutive geschwächt werden.

Die erste Fragestellung des Forschungsprojekts lautet, ob die Phonologische Schleife eine Rolle bei der Entstehung von Spoonerismen spielt. Der Lexical-Bias-Effekt zeigt, dass nicht nur dieses System beteiligt sein kann, da der Zugriff auf das Mentale Lexikon nach Baddeley über die Zentrale Exekutive erfolgt. Die zweite Fragestellung des Projektes bezieht

sich darauf, ob der Zentralen Exekutive eine präartikulatorische Kontrollfunktion zugeschrieben werden kann.

2. Experimente

2.1 Allgemeine Aspekte

Vor dem Bericht der empirischen Ergebnisse, wird kurz auf die verwendeten Stimulusmaterialien, das allen Experimenten zugrundeliegende experimentelle Design sowie auf die Variablen eingegangen. Vpn dieser Experimente waren meist Studierende des Fachs Psychologie im ersten Semester, aber auch Studierende anderer Fächer.

2.1.1 Stimulusmaterial

Mit einer Ausnahme, die in der Diskussion erwähnt wird, wurden in allen Untersuchungen sinnvolle Wörter als Induktoren verwendet, die leise gelesen werden mussten. Auch die laut zu sprechenden Zielwörter waren sinnvolle Wortpaare, die durch Phonemvertauschung zu anderen sinnvollen Wörtern werden. In den ersten drei Experimenten zur Phonologischen Schleife wurden unter verschiedenen Bedingungen jeweils die Anfangsphoneme geprimt (Priming des Wortanfangs: PWA). Tabelle 1 zeigt ein Beispiel für das verwendete Wortmaterial, die Bedeutung der verschiedenen Primingbedingungen wird unter Punkt 2.1.2 erklärt.

Tabelle 1. Beispiel für Induktoren, kritische Wortpaare und Spoonerismen in Experiment 1-3 mit Priming der Anfangsphoneme.

Priming-Bedingung	direkt		indirekt		Non-Priming I (direkt)		Non-Priming II (indirekt)	
Induktor 1	Bauer	Schule	Röte	Meile	Bauer	Schule	Seile	Töne
Induktor 2	Kanne	Flegel	Rampe	Mistel	Kanne	Flegel	Liebe	Schramme
Induktor 3	Röte	Meile	Bauer	Schule	Seile	Töne	Bauer	Schule
Induktor 4	Rampe	Mistel	Kanne	Flegel	Liebe	Schramme	Kanne	Flegel
Targets	Matte	Reise	Matte	Reise	Matte	Reise	Matte	Reise
Spooner.	Ratte	Meise	Ratte	Meise	Ratte	Meise	Ratte	Meise

Anmerkung. „Targets“ steht für kritisches Wortpaar und „Spooner.“ für den erwarteten, vollen Spoonerismus.

In Experiment 4 und 5 wurde ein direktes und indirektes semantisches Priming durchgeführt (Semantisches Priming: SP). Dasselbe Wortmaterial wurde unter einer Bedingung mit Belastung der Zentralen Exekutive zur Untersuchung des Einflusses der Zentralen Exekutive eingesetzt (Experiment 8). In Tabelle 2 ist ein Beispiel für das verwendete Stimulusmaterial aufgeführt.

Tabelle 2. Beispiel für Induktoren, kritische Wortpaare und Spoonerismen in den Experimenten 4, 5 und 7 mit semantischem Priming.

Priming-Bedingung	direkt		indirekt		Non-Priming (direkt)		Non-Priming II (indirekt)	
Induktor 1	treten	feiern	feg*en	ticken	treten	feiern	Fugen	Tasten
Induktor 2	Himmel	Sommer	putzen	schellen	Himmel	Sommer	petzen	schulden
Induktor 3	fegen	ticken	treten	feiern	Fugen	Tasten	treten	feiern
Induktor 4	putzen	schellen	Himmel	Sommer	petzen	schulden	Himmel	Sommer
Targets	Wesen	Bäcker	Wesen	Bäcker	Wesen	Bäcker	Wesen	Bäcker
Spooner.	Besen	Wecker	Besen	Wecker	Besen	Wecker	Besen	Wecker

Anmerkung. „Targets“ steht für kritisches Wortpaar und „Spoonier.“ für den erwarteten, vollen Spoonerismus.

Die Ergebnisse dieser Basisexperimente erforderten weitere Untersuchungen mit einem Priming der Wortendungen. Eine ausführliche Begründung sowie die Darstellung dieses Stimulusmaterials findet sich unter Punkt 2.2.2.

2.1.2 Unabhängige Variablen und experimentelle Bedingungen

In allen Experimenten wurde das SLIP-Paradigma von Motley und Baars (1974) angewendet: Zur Untersuchung des Beitrags der Phonologischen Schleife an der Entstehung von Sprechfehlern wurde das SLIP-Design so modifiziert, dass die mit dem auszusprechenden Zielwortpaar interferierenden Induktoren mehr als zwei Sekunden (indirektes Priming) oder weniger als zwei Sekunden (direktes Priming) Abstand zum Zielwortpaar hatten. Die Grenze von zwei Sekunden ergibt sich aus der geschätzten Haltbarkeit der Gedächtnisspuren im Phonologischen Speicher (Schweickert & Boruff, 1986). Diese beiden Primingbedingungen konstituieren neben einer Kontrollsituation ohne phonologisches Priming (Non-Priming-Bedingung) die Modalitäten der unabhängigen Variablen in jedem der im folgenden beschriebenen Experimente.

Alle Untersuchungen wurden so angelegt, dass die Probanden (Pbn) nicht die Einstellung entwickeln konnten, nach der Darbietung von jeweils vier Induktoren laut sprechen zu müssen, da Füllwörter eingestreut wurden, die teilweise laut gelesen werden mussten. Durch geförderte Reproduktionstests, die in variablen Abständen eingefügt wurden, sollte sichergestellt werden, dass die Induktoren alle leise gelesen wurden. Die Induktoren wurden jeweils eine Sekunde lang dargeboten. Kurz nach dem kritischen Wortpaar erschienen Sterne als Signal zur lauten Aussprache. Zwei Sekunden standen für die Artikulation jedes Zielwortpaares zur Verfügung. Ausführlichere Beschreibungen der Durchführungsbedingungen finden sich bei Dilger und Bredenkamp (2000).

Zwischen den Experimenten variierten die Bedingungen, unter denen die SLIP-Experimente durchgeführt wurden.

1. Kontrollbedingung (KB): es ist keine Zusatzaufgabe durchzuführen.
2. Bedingung Irrelevanter Sprache (IS): während der visuellen Präsentation der Items wird zusätzlich über Kopfhörer ein Text über die neuere Geschichte Griechenlands in neugriechischer Sprache eingespielt, den die VPn nicht verstehen und der per instructionem ignoriert werden soll.
3. Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung (AU): während der Präsentation der Items wird die Vp aufgefordert in ständiger Wiederholung ein irrelevantes Wort laut auszusprechen. Eine Unterbrechung ist nur zur Artikulation des kritischen Wortpaares erlaubt.
4. Bedingung mit Belastung der Zentralen Exekutive (BZE): Angewendet wird die Random-Interval-Repertition Task (Vandierendonck et al., 1998), die sorgfältig validiert wurde. Während des Lesens der Induktoren müssen die Vpn in zufällig variierenden Zeitintervallen von 0.83 und 1.37 Sekunden dargebotene Töne so schnell als möglich durch Druck der Leertaste am Computer beantworten. Diese Anforderung belastet den Ergebnissen von Vandierendonck et al. (1998) zufolge allein die Zentrale Exekutive, nicht auch die anderen Komponenten des Arbeitsgedächtnis-Modells.

2.1.3 Abhängige Variablen

Die abhängigen Variablen in diesen Experimenten sind die Häufigkeiten von Spoonerismen (volle Spoonerismen, Antizipationen, Perseverationen) und anderer Fehler sowie die Latenzzeiten für das richtige Sprechen. Andere Fehler sind Auslasser (die Vp sagt innerhalb der zur Verfügung gestellten zwei Sekunden nichts oder nur eines der beiden Wörter) und Entstellungen (andere Artikulationen ohne die intendierte Phonemvertauschung, Phonemantizipation

oder -perseveration). Die Latenzzeiten für richtig gesprochene Wörter werden als Indikator für latent bleibende Fehler, die präartikulatorisch kontrolliert werden, erhoben. Die Kontrolle setzt einen Zeitbedarf voraus, so dass verlängerte Latenzzeiten für richtiges Sprechen auf mehr latente Fehler hinweisen (Schüttauf, Bredenkamp & Specht, 1997). Allerdings ergaben sich bei der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung Probleme bei der Auswertung der Latenzzeiten, da viele Versuchspersonen vor Aussprache des kritischen Zielwortpaares nochmals die irrelevante Silbe artikulierten. Aus diesem Grund musste in einigen Experimenten mit Artikulatorischer Unterdrückung auf eine Auswertung der Latenzzeiten verzichtet werden.

Jedes Experiment wurde von mindestens zwei Beurteilern ausgewertet, deren Übereinstimmung bezüglich der Fehlerdetektion und -klassifikation geprüft wurde. Da sich immer eine hohe Übereinstimmung ergab, beruhen alle statistischen Auswertungen auf den Daten jeweils eines Beurteilers.

Da die unabhängige Variable (direkte, indirekte und Non-Priming-Bedingung) in jedem Experiment intraindividuell manipuliert wurde, wurde für jedes Experiment die statistische Analyse der Spoonerismen über Vorzeichentests durchgeführt. Die Tests werden jeweils zum Niveau $\alpha = 0.10$ durchgeführt, um eine genügend hohe Teststärke zur Entdeckung mittlerer Effekte (Cohen, 1988) zu erreichen. Bestanden bezüglich der Effekte keine Erwartungen, so wurde nur die Größe dieser Effekte geschätzt.

2.2 Untersuchungen zum Einfluss der Phonologischen Schleife auf Sprechfehler

Zur Untersuchung der Rolle der Phonologischen Schleife bei der Sprachproduktion wurden insgesamt fünf Basisexperimente durchgeführt, drei Experimente mit dem Priming der Anfangsphoneme (PWA) und zwei Experimente mit semantischen Priming (SP). Aufgrund der Ergebnisstruktur wurden zwei weitere Experimente mit Priming der Wortendungen (PWE) angeschlossen.

2.2.1 Basisexperimente: Priming der Anfangsphoneme (PWA) und semantisches Priming (SP)

Durchgeführt wurde jeweils ein direktes und indirektes phonologisches Priming. Verglichen wurden diese Bedingungen hinsichtlich der Spoonerismen und Latenzzeiten mit der Non-Priming-Bedingung. In Experiment 1 (PWA & KB) hatten die Pbn keine Zusatzaufgabe zu ver-

richten. In Experiment 2 (PWA & IS) hörten die Pbn über Kopfhörer einen Text. In Experiment 3 (PWA & AU) wurde die Artikulation der Induktoren durch das ständige leise, aber hörbare Sprechen des Wortes "DREI" unterbunden.

In Experiment 4 (SP & KB) und 5 (SP & AU) wurde ein direktes und indirektes semantisches Priming durchgeführt. In Experiment 4 (SP & KB) hatten die Pbn keine Zusatzaufgabe zu verrichten. Experiment 5 (SP & AU) fand unter der Bedingung Artikulatorischen Unterdrückung statt (ständiges Artikulieren des Wortes "Tau"). Diese Bedingungen wurden hinsichtlich der Anzahl der Spoonerismen und der Latenzzeit für richtiges Sprechen miteinander verglichen.

Welche Ergebnisse sind gemäß dem Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (2000) zu erwarten?

1. Bezüglich der Spoonerismen sind direkte Primingeffekte in Experiment 1 (PWA & KB) und Experiment 2 (PWA & IS) zu erwarten.
2. Indirekte Primingeffekte sollten in Experiment 2 (PWA & IS) schwächer als in Experiment 1 (PWA & KB) und in ihrer Stärke deutlich schwächer als die direkten Primingeffekte ausgeprägt sein.
3. Wenn phonologische Primingeffekte das Resultat von Verarbeitungsprozessen in der Phonologischen Schleife sind, sollten sie bei artikulatorischer Unterdrückung (Experiment 3 (PWA & AU)) nicht auftreten.
4. In Experiment 4 (SP & KB) werden direkte und indirekte semantische Primingeffekte erwartet.
5. Da die Verarbeitung der Bedeutung nicht in der Phonologischen Schleife erfolgt und das zeitliche Limit der Haltbarkeit der Gedächtnisspur nur für die Phonologische Schleife gilt, nicht jedoch für die Zentrale Exekutive, sollten die indirekten Primingeffekte von Experiment 4 (SP & KB) und 5 (SP & AU) stärker als in den Experimenten 1 (PWA & KB) und 2 (PWA & IS) ausgeprägt sein.
6. Artikulatorische Unterdrückung (Experiment 5 (SP & AU)) sollte bei semantischem Priming nicht zur Elimination der Primingeffekte führen.

Bezüglich der anderen Fehler und Latenzzeiten lassen sich Erwartungen auf der Grundlage des Arbeitsgedächtnis-Modells nicht klar spezifizieren. Tabelle 3 gibt die durchschnittlichen Fehlerhäufigkeiten und Latenzzeiten wieder.

Tabelle 3. Mittlere Anzahl von Sprechfehlern (in Prozent) und Latenzen (in Millisekunden) für Experiment 1-5 sowie der Stichprobenumfang (*n*).

Priming-Bedingung		direkt	indirekt	Non-Priming	<i>n</i>
Exp. 1 (PWA & KB)	Spoonerismen	12.9	7.0	4.8	70
	andere Fehler	6.2	9.1	8.7	
	Latenzen	467	465	460	
Exp. 2 (PWA & IS)	Spoonerismen	10.6	7.2	5.3	58
	andere Fehler	7.2	6.5	8.4	
	Latenzen	488	486	481	
Exp. 3 (PWA & AU)	Spoonerismen	15.9	7.9	6.7	70
	andere Fehler	10.0	18.0	17.2	
	Latenzen	538	543	533	
Exp. 4 (SP & KB)	Spoonerismen	7.64	3.25	2.56	44
	andere Fehler	6.88	7.27	8.64	
	Latenzen	544	548	546	
Exp. 5 (SP & AU)	Spoonerismen	9.26	9.73	9.31	43
	andere Fehler	16.69	16.69	15.99	

In Experiment 5 wurde auf eine Auswertung der Latenzzeiten verzichtet, da zu viele Probanden nach dem Aussprache-Signal nicht sofort das kritische Wortpaar, sondern die irrelevante Silbe produzierten.

Tabelle 4 zeigt die Signifikanzen und Effektstärken ($p (+) - 0.5$) an, wobei $p (+)$ die relative Häufigkeit der Pbn angibt, die unter der jeweiligen Primingbedingung mehr Spoonerismen als unter der Kontrollbedingung aufwiesen. Wie Tabelle 4 zeigt, sind die Erwartungen 1 und 2 durch Experiment 1 (PWA & KB) und 2 (PWA & IS) bestätigt worden: Es gibt Effekte direkten Primings. Die Effektgröße indirekten Primings ist durchweg geringer als die des direkten Primings und der Effekt indirekten Primings ist in Experiment 2 (PWA & IS) deskriptiv schwächer als in Experiment 1 (PWA & KB). Entgegen der dritten Hypothese persistiert der phonologische Primingeffekt unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung (Experiment 3 (PWA & AU)). Der erwartete indirekte semantische Primingeffekt tritt weder in Experiment 4 (SP & KB) noch in Experiment 5 (SP & AU) ein. Somit kann auch die fünfte Hypothese nicht zutreffen. Entgegen der in Hypothese 6 aufgestellten Erwartung wird der Effekt semantischen Primings durch Artikulatorische Unterdrückung in Experiment 5 (SP & AU) eliminiert.

Tabelle 4. Effektgrößen und Signifikanz der Primingeffekte in den Experimenten 1-5.

Priming-Bedingung	direkt	indirekt	Power
Exp. 1 (PWA & KB)	0.17 *	0.06	0.90
Exp. 2 (PWA & IS)	0.17 *	0.04	0.88
Exp. 3 (PWA & AU)	0.22 *	0.06	0.90
Exp. 4 (SP & KB)	0.20 *	0.03	0.65
Exp. 5 (SP & AU)	0.02	- 0.02	0.74

Anmerkung: α liegt jeweils bei 0.10, "*" zeigt ein signifikantes Ergebnis an. "Power" meint die Wahrscheinlichkeit, einen Effekt mittlerer Größe, einseitig getestet, zu entdecken: (p (+) - 0.5 = 0.15). Die Effektgröße wird dann negativ, wenn in der Kontrollbedingung mehr Fehler als in der Primingbedingung produziert werden.

Insbesondere führt die Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung zu unerwarteten Effekten: Um diesem Phänomen weiter nachzugehen, wurden zwei Follow-up Studien durchgeführt.

2.2.2 Follow-up Experimente: Priming der Wortendungen (PWE)

Dell und Repka (1992) unterscheiden zwischen zentralem (innere Sprache) und peripheren Rehearsal (offene Sprache). Entgegen den Annahmen Baddeleys (1991) wird keine Äquivalenz zwischen offener Artikulation und innerem Rehearsal-Prozess postuliert. Die innere Sprache ist eine phonologische Abkürzung und betrifft nur die Wortanfänge, während die offene Sprache Wortanfänge und Endungen umfasst. Wenn Artikulatorische Unterdrückung nur die offene Sprache betrifft, *nicht* aber das zentrale Rehearsal, wären die Ergebnisse von Experiment 3 (PWA & AU) nicht verwunderlich, da sich das Priming auf die Anfangsphoneme bezog. Deshalb wurden zwei weitere Experimente mit einem Priming der Endsilben (PWE) durchgeführt. Wie in den bereits beschriebenen Experimenten wurden wiederum die drei Bedingungen direktes, indirektes Priming und Non-Priming realisiert. Wortbeispiele zeigt Tabelle 5. In Experiment 6 (PWE & KB) mussten die Pbn keine Zweitaufgabe durchführen, in Experiment 7 (PWE & AU) wurde zusätzlich artikulatorisch unterdrückt.

Tabelle 5. Beispiel für Induktoren, kritische Wortpaare und Spoonerismen in den Experimenten 6, 7 und 9 mit Priming der Wortenden.

Priming-Bedingung	direkt		indirekt		Non-Priming (direkt)		Non-Priming II (indirekt)	
Induktor 1	Zange	Schule	Ström ung	Bauer	Zange	Schule	Seile	Partei
Induktor 2	Kanne	Flegel	Tarn ung	Kinder	Kanne	Flegel	Liebe	Ampel
Induktor 3	Ström ung	Bauer	Zange	Schule	Seile	Partei	Zange	Schule
Induktor 4	Tarn ung	Kinder	Kanne	Flegel	Liebe	Ampel	Kanne	Flegel
Targets	Bilder	Leit ung	Bilder	Leit ung	Bilder	Leit ung	Bilder	Leit ung
Spooner.	Bildung	Leiter	Bildung	Leiter	Bildung	Leiter	Bildung	Leiter

Anmerkung. Targets“ steht für kritisches Wortpaar und „Spooners.“ für den erwarteten, vollen Spoonerismus.

Folgende Erwartungen werden formuliert:

1. Da das Priming der Endsilben die innere, nicht aber die offene Sprache beeinträchtigt, werden in Experiment 6 (PWE & KB) weiterhin auf Spoonerismen bezogene direkte Primingeffekte erwartet.
2. Die indirekten Primingeffekte sollten weniger stark ausgeprägt sein, analog zu den Hypothesen für Anfangsphonempriming.
3. Wenn Artikulatorische Unterdrückung zur Ausschaltung des peripheren Rehearsals und Priming der Endsilben zur Blockade des zentralen Rehearsals führt, sollten keine Primingeffekte in Experiment 7 (PWE & AU) auftreten.

Die Ergebnisse beider Experimente zeigt Tabelle 6. Sie weichen stark von den oben spezifizierten Erwartungen ab: In Experiment 6 (PWE & KB) kann bei $n = 46$ kein direkter Primingeffekt nachgewiesen werden, somit kann auch die zweite Hypothese nicht bestätigt werden. Für Experiment 7 (PWE & AU) zeigt sich entgegen der Erwartungen sowohl ein direkter als auch ein indirekter Primingeffekt.

Tabelle 6. Mittelwerte der Sprechfehler (in Prozent). Latenzen (in Millisekunden) und Effektgrößen in den Experimenten 6 und 7.

Priming-Bedingung		direkt	indirekt	Non-Priming	Effektgröße	
					direkt	indirekt
Exp. 6 (PWE & KB)	Spoonerismen	14.80	14.93	12.09	0.02	0.18*
	andere Fehler	7.65	8.76	9.58	- 0.07	0.12
	Latenzen	552	552	545	0.08	0.03
Exp. 7 (PWE & AU)	Spoonerismen	23.31	19.10	15.97	0.22*	0.14*
	andere Fehler	19.71	23.29	26.17	- 0.14	- 0.09

Anmerkung. α lag bei 0.10. "*" weist auf Signifikanz hin. Die statistische Power, um einen Effekt mittlerer Stärke zu entdecken, war in beiden Experimenten 0.77. Negative Effektgrößen treten dann auf, wenn weniger Fehler in der Primingbedingung produziert wurden als in der Kontrollbedingung. Die Latenzzeiten in Experiment 7 wurden nicht ausgewertet (vgl. Experiment 5). An Experiment 6 (PWE & KB) nahmen 46 Probanden teil, an Experiment 7 (PWE & AU) 38.

2.2.3 Diskussion zur Phonologischen Schleife

Die Ergebnisse der Experimente unter der Kontrollbedingung (KB) und der Bedingung Irrelevanter Sprache (IS) bestätigen die theoretisch spezifizierten Erwartungen:

1. Erwartet wurde in der Kontrollbedingung mit Anfangsphonempriming und Wortendungspriming, dass bezüglich der Spoonerismen direkte Primingeffekte auftreten, die stärker ausgeprägt sind als die indirekten Primingeffekte. Diese Erwartung wird durch Experiment 1 (PWA & KB) bestätigt. Für Experiment 6 (PWE & KB) kann derzeit keine Aussage getroffen werden: Nach der Logik des Sequentialtests (Diepgen, 1996) ist bei dieser Ergebnislage und diesem Stichprobenumfang keine Entscheidung über die Nullhypothese möglich, da das Ergebnis im Indifferenzbereich liegt.
2. Wegen der Beeinträchtigung der Gedächtnisspur unter der Bedingung Irrelevanter Sprache wird eine Abschwächung des indirekten Primingeffekts in Experiment 2 (PWA & IS) angenommen, was sich ebenfalls bestätigt.

Bezüglich der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung dagegen widersprechen die empirischen Ergebnisse den vorab formulierten Hypothesen:

1. Die Primingeffekte sollten unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung verschwinden, da die visuell präsentierten Induktoren gemäß der Theorie von Baddeley nicht in der Phonologischen Schleife verarbeitet werden. Dieses Ergebnis ist in Experiment 3

(PWA & AU) eindeutig nicht eingetreten. Auch in dem Experiment mit Wortendungspriming und Artikulatorischer Unterdrückung, in dem nach Dell und Repka (1992) sowohl zentrales als auch peripheres Rehearsal blockiert sein sollte, konnte der phonologische Primingeffekt nicht eliminiert werden (Experiment 7 (PWE & AU)). Eine mögliche Lösung verspricht das dual-route model of reading (Harley, 2001). Postuliert werden zwei Wege zur phonologischen Kodierung visuell präsentierten Materials: bei non-lexikalem Material müssen die Grapheme in Phoneme transformiert werden (sublexikale Route). Für das Lesen von Wörtern steht die lexikale Route zur Verfügung. "The lexical route takes us directly to a word's meaning in the lexicon and we are then able to retrieve the sound of a word" (Harley, 2001, p. 181). Blockiert Artikulatorische Unterdrückung nur die Graphem-Phonem-Transformation, sind aus der Sicht des dual-route models die Primingeffekte unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung in Experiment 3 (PWA & AU) und Experiment 7 (PWE & AU) nicht überraschend, da der lexikale Weg genutzt werden kann. Für Nonwörter dagegen sollte diese lexikale Route nicht oder zumindest nicht im selben Umfang wie für Wörter genutzt werden können. Deshalb ist zu erwarten, dass phonologische Primingeffekte für Nonwörter als Induktoren unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung nicht auftreten. Dies wurde von uns untersucht: wiederum wurden durch das SLIP-Design in einer Kontrollbedingung und unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung Spoonerismen induziert, wobei das verwendete Stimulusmaterial non-lexikal ist. In der Kontrollbedingung bestand ein phonologischer Primingeffekt, der bei Nonwörtern im wesentlichen auf die Graphem-Phonem-Transformation der sublexikalischen Route nach Harley (2001) zurückzuführen ist. Das Experiment mit Artikulatorischer Unterdrückung ist noch nicht abgeschlossen, da eine Sequenzanalyse (Diepgen, 1996) zeigt, dass derzeit nicht für H_0 (keine Primingeffekte) entschieden werden kann, wenn weiterhin $\alpha = 0.10$ und die Wahrscheinlichkeit $1-\beta$ für die Entdeckung eines mittleren Effektes nach Cohen (1988) 0.90 ist. Bei $n = 17$ Pbn treten bisher mehr Spoonerismen unter der Primingbedingung bei Artikulatorischer Unterdrückung, und bei ebenfalls $n = 17$ Pbn treten unter Bedingung ohne Priming mehr Spoonerismen auf. Um H_0 bestätigen zu können, dürften bei höchstens 16 Pbn mehr Spoonerismen unter der Primingbedingung auftreten. Das Ergebnis liegt also nahe bei dem Ergebnis, das zur Akzeptanz der H_0 führt, so dass das Experiment fortgesetzt wird.

2. Unerwartet ist weiterhin, dass Artikulatorische Unterdrückung zu einer Aufhebung des semantischen Primingeffekts in Experiment 5 (SP & AU) führt. Allerdings ist bei Anwendung des Sequentialtests in diesem Experiment ebenfalls keine Entscheidung für H_0 (kein direkter Primingeffekt) oder H_1 (direkter Primingeffekt) möglich.

3. Neben den diskutierten Effekten findet sich ein weiterer Effekt Artikulatorischer Unterdrückung. Ein Vergleich mit den jeweiligen Kontrollexperimenten (Experiment 3 (PWA & AU) vs. Experiment 1 (PWA & KB), Experiment 5 (SP & AU) vs. Experiment 4 (SP & KB), Experiment 7 (PWE & AU) vs. Experiment 6 (PWE & KB)) belegt, dass Artikulatorische Unterdrückung immer zu mehr Sprechfehlern führt. Außerdem zeigt der Vergleich der Experimente 3 (PWA & AU) und 1 (PWA & KB) verlängerte Latenzzeiten für richtiges Sprechen an. Dieses Ergebnis findet sich auch bei den Experimenten mit Nonwörtern. Verlängerte Latenzen für eine richtige Aussprache sprechen für mehr latent bleibende Fehler, die präartikulatorisch korrigiert wurden (Schüttauf et al., 1997). Insgesamt deuten die Ergebnisse also darauf hin, dass Artikulatorische Unterdrückung die präartikulatorische Kontrollfunktion schwächt und sich auf manifeste und latente Versprecher auswirkt. Wenn die präartikulatorische Kontrolle der Zentralen Exekutive zugeschrieben werden kann (vgl. Abschnitt 2.3), wäre Artikulatorische Unterdrückung neben der Blockierung der sublexikalen Route eine Bedingung der Beeinträchtigung der Kontrollfunktion der Zentralen Exekutive, das heißt Artikulatorische Unterdrückung beeinflusst nicht nur prozessrein die Phonologische Schleife und den Rehearsal-Prozeß, sondern auch die übergeordnete Kontrollinstanz. Dies spricht gegen Baddeleys (1991) Interpretation der Wirkung Artikulatorischer Unterdrückung, ist jedoch mit dem Arbeitsgedächtnismodell kompatibel, da die Vp drei Aufgaben simultan zu bewältigen hat: Sie muss sich die Wörter merken, die markierten Wortpaare laut aussprechen und zusätzlich ein irrelevantes Wort artikulieren. Zur simultanen Erfüllung dieser Aufgaben ist eine Koordinationsleistung erforderlich, die nach Baddeley dem Funktionsbereich der Zentralen Exekutive zugeordnet wird.

2.3 Untersuchungen zum Einfluss der Zentralen Exekutive auf Sprechfehler

Geprüft wird, ob ein Zusammenhang zwischen Zentraler Exekutive und der Monitor-Komponenten besteht, da beiden eine Kontrollfunktion zugeschrieben wird.

2.3.1 Experimente mit semantischem Priming (SP) und Wortendungspriming (PWE)

Um Auswirkungen einer zusätzlichen Belastung der Zentralen Exekutive auf Sprechfehler zu untersuchen, wurden die Experimente mit semantischem Priming (SP) und Wortendungspriming (PWE) unter der Bedingung „Belastung der Zentralen Exekutive“ (BZE) durchgeführt.

Am experimentellen Design, dem Stimulusmaterial oder den Auswertungsmodi wurde im Vergleich zu den bereits berichteten Experimenten nichts geändert.

Folgende Erwartungen wurden spezifiziert:

1. Wirkt die Zentrale Exekutive als Kontrollinstanz, dann sollte sich bei ihrer Belastung die Anzahl der Spoonerismen erhöhen.
2. Ferner sollten die Latenzzeiten für richtiges Sprechen verlängert sein, wenn die präartikulatorische Kontrolle im Sinne interner Fehlerdetektion und –korrektur geschwächt wird.
3. Diese beiden Hypothesen sollen gleichermaßen für Semantisches Priming und Wortendungspriming gelten.

Die Ergebnisse von Experiment 8 und 9 zeigt Tabelle 7. Um Verteilungsannahmen zu vermeiden, werden die Vergleiche zwischen den Experimenten der Kontrollbedingung und der Bedingung mit Belastung der Zentralen Exekutive durch einseitige Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Alpha wurde auf 0.10 gesetzt. Die empirischen Befunde entsprechen den Erwartungen. Vergleicht man Experiment 8 (SP & BZE) mit Experiment 4 (SP & KB) (Tabelle 3), so ergibt sich für Spoonerismen und andere Fehler eine Erhöhung bei zusätzlicher Belastung der Zentralen Exekutive. Auch die Latenzzeiten für richtiges Sprechen sind bei zusätzlicher Belastung der Zentralen Exekutive verlängert. Dieselben Effekte zeigt der Vergleich des Experimentes 9 (PWE & BZE) mit Experiment 6 (PWE & KB).

Tabelle 7. Mittlere Anzahl der Sprechfehler (in Prozent), der Latenzzeiten (in Millisekunden) und der Effektgrößen in den Experimenten 8 und 9.

Priming-Bedingung		direkt			Effektgröße	
		indirekt			Non-Priming	
					direkt	
					indirekt	
Exp. 8 (SP & RIR)	Spoonerismen	8.09	8.25	5.62	0.15*	0.04
	andere Fehler	18.6	17.08	19.37	-0.15	-0.07
	Latenzen	587	583	587	-0.03	0.07
Exp. 9 (PWE & RIR)	Spoonerismen	19.58	16.11	11.03	0.24*	0.23*
	andere Fehler	19.31	20.95	23.79	-0.10	-0.02
	Latenzen	649	642	634	0	0.06

Anmerkung. Das α -Niveau wurde auf 0.10 gesetzt, „*“ zeigt Signifikanz an. Die statistische Power, um einen Effekt mittlerer Größe zu entdecken, war 0.72 in Experiment 8 und 0.76 in Experiment 9. Negative Effektgrößen bedeuten, dass mehr Fehler in der Non-Priming- als in

der Primingbedingung auftraten. An Experiment 8 (SP & RIR) nahmen 35 Probanden teil, an Experiment 9 (PWE & RIR) 40.

2.3.2 Diskussion zur Zentralen Exekutive

Sofern die Beantwortung eines Tones, der in zufällig variierenden Zeitintervallen dargeboten wird, die Zentrale Exekutive belastet (Vandierendonck et al., 1998), sprechen die Ergebnisse der referierten Experimente für eine präartikulatorische Kontrollfunktion der Zentralen Exekutive. Allerdings ist der Einwand denkbar, dass der Vergleich der zusätzlichen Belastung der Zentralen Exekutive mit einer Kontrollbedingung ohne jede Zusatztätigkeit nicht informativ sei, weil *jede* Zusatztätigkeit zu dem Ergebnis höherer Sprechfehlerwahrscheinlichkeiten führe. Die adäquate Kontrollbedingung sei die Beantwortung eines Tones in konstanten Zeitintervallen. Vorversuche haben jedoch gezeigt, dass die Einhaltung eines konstanten Rhythmus ebenfalls kapazitätsbelastend ist und somit als Kontrollbedingung nicht angemessen ist. Ferner gilt nicht, dass jede Zusatzaufgabe zu mehr Sprechfehlern führt, wie der Vergleich der Experimente 2 (PWA & IS) und Experiment 1 (PWA & KB) zeigt.

Für die Zentrale Exekutive als präartikulatorische Kontrollinstanz sprechen weiterhin die Ergebnisse zweier Experimente von Hamm, Junglas und Bredenkamp (2003). Das erste Experiment führte zu dem Ergebnis, dass bei Belastung der Zentralen Exekutive die Anzahl der Spoonerismen und anderer Fehler sowie die Latenzzeiten für richtiges Sprechen ansteigen. Bezüglich der Spoonerismen gilt dieser Anstieg gleichermaßen für lexikale (z.B. Rand - Sumpf statt Sand - Rumpf) wie non-lexikale Versprecher (Rack - Sausch statt Sack - Rausch), so dass der Lexical-Bias-Effekt in seiner Größe durch die zusätzliche Belastung der Zentralen Exekutive nicht beeinflusst wird. Das zweite Experiment ist an Anorexiepatientinnen durchgeführt worden. Diese Vpn wurden für die Untersuchung gewählt, weil sie nach den Befunden von Ufer (2001) wenig unkontrollierte und viel kontrollierte Sprechfehler begehen, wenn es sich um Material handelt, das ihre Essprobleme berührt. Als unkontrolliert gelten Spoonerismen (Fress Sucht statt Sress Fucht), als kontrolliert andere Fehler (Auslasser, Entstellungen, z.B. Stress Furcht statt Sress Fucht). Hamm et al. (2003) haben bei essstörungsrelevantem Material im Vergleich zu einer Kontrollbedingung ohne zusätzliche Belastung der Zentralen Exekutive mehr unkontrollierte und *weniger* kontrollierte Fehler unter der Bedingung Belastung der Zentralen Exekutive gefunden. Diese Unterschiede treten nicht bei neutralem Sprechmaterial auf, das die Essstörungen nicht berührt. Insgesamt verweisen also auch diese Befunde auf eine geschwächte Kontrollfunktion bei Belastung der Zentralen Exekutive.

3. Gesamtdiskussion

Alltagsbeobachtungen lehren, dass Vertauschungen von Phonemen als Sprechfehler nur dann auftreten, wenn sie zeitlich nahe beieinander liegen (Harley, 2001). Nooteboom und Cohen (1975) haben ermittelt, dass zwischen zwei vertauschten Phonemen nie mehr als acht Silben liegen. Das entspricht ungefähr der Dauer der Gedächtnisspur im Phonologischen Speicher nach Baddeley (1991), wenn ein Memorieren ausgeschlossen ist. Obwohl also die Beziehung zwischen Arbeitsgedächtnis und Versprechern auf der Hand liegt, referieren Gathercole und Baddeley (1993) derartige Untersuchungen in ihrem Buch über Sprache und Arbeitsgedächtnis nicht. Unseres Wissens stellen die hier berichteten Experimente erstmals systematisch einen Bezug her zwischen Sprechfehlern, Phonologischer Schleife und Zentraler Exekutive.

Bezüglich des Beitrags der Phonologischen Schleife an der Sprachproduktion wurden über Sprechfehleranalysen einige bestätigende Resultate gefunden, aber auch Befunde, die nicht mit den aus dem Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (2000) abgeleiteten Erwartungen übereinstimmen. Die Ergebnisse zu den Primingeffekten in der Kontrollbedingung sowie die zur Irrelevanten Sprache sprechen für einen bedeutsamen Beitrag der Phonologischen Schleife für den Prozess der Sprachproduktion, nicht jedoch die Ergebnisse unter der Bedingung Artikulatorischer Unterdrückung. Die Probleme entstehen hauptsächlich durch das fehlende Zutreffen der Annahme von Salamé und Baddeley (1982), dass bei visueller Darbietung und artikulatorischer Zusatzaufgabe eine Graphem-Phonem-Transformation unterbunden wird und eine Verarbeitung in der Phonologischen Schleife unmöglich ist. Nach dem dual-route model of naming (Harley, 2001) ist selbst bei Blockade dieser Transformation durch die artikulatorische Zusatzaufgabe eine phonologische Verarbeitung von Wörtern möglich. Wie bereits berichtet, sprechen die Ergebnisse eines noch nicht abgeschlossenen Experiments mit Nonwörtern als Induktoren für die Gültigkeit des dual-route models. Im Falle einer empirischen Bestätigung würde dieses Modell die referierten Effekte der artikulatorischen Unterdrückungsexperimente erklären. Ein weiterer kritischer Punkt für die Technik Artikulatorischer Unterdrückung ist, dass durch sie nach den berichteten Daten im Gegensatz zu Baddeleys Annahme (1991) nicht prozessrein der Rehearsal-Prozess beeinflusst wird, sondern auch die Zentrale Exekutive. Als Alternative zur Methode Artikulatorischer Unterdrückung wird in einem weiteren Sprechfehlerexperiment die Unterbindung der Artikulation durch kurzfristige Darbietung der Induktoren operationalisiert, so dass diese zwar bewusst wahrgenommen, nicht aber artikuliert werden können.

Die berichteten Experimente zum Einfluß der Zentralen Exekutive auf Sprechfehler sowie die Untersuchungen von Hamm et al. (2003) sprechen für die Rolle der Zentralen Exekutive als präartikulatorische Kontrollinstanz. Insofern liegt eine Einbettung dieses Systems in Theorien der Sprachproduktion, die eine präartikulatorische Kontrolle vorsehen, nahe. Dafür bietet sich beispielsweise das Sprachproduktionsmodell von Levelt (1989) an, das zusätzlich zu den Ebenen des Konzeptualisierers, Formulators und Artikulators auch eine Monitor-Komponente vorsieht (Hamm et al., 2003).

Literatur

- Baars, B.J. (1992) (Ed.). *Experimental slips and human error. Exploring the architecture of volition*. New York: Plenum Press.
- Baars, B.J., Motley, M.T. & MacKay, D.G. (1975). Output editing for lexical status in artificially elicited slips of the tongue. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 382-391.
- Baddeley, A. (1991). *Human memory. Theory and practice*. Hove: Erlbaum.
- Baddeley, A.D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A.D. & Thomson, N. & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Carroll, D.W. (1999). *Psychology of language*. Third edition. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colle, H.A. & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 17-31.
- Dell, G.S. & Repka, R.J. (1992). Errors in inner speech. In B.J. Baars (Ed.) *Experimental slips and human error. Exploring the architecture of volition*, 237-262, New York: Plenum Press.
- Diepgen, R. (1996). Sequentielles Testen. In E. Erdfelder, R. Mausfeld, T. Meiser & G. Rudinger (Hrsg.) *Handbuch Quantitativer Methoden*, 137-144, Weinheim: PVU.
- Dilger, S. & Bredenkamp, J. (2000). Arbeitsgedächtnis und Versprecher. *Sprache und Kognition*, 19, 23-30.
- Dilger, S. & Bredenkamp, J. (im Druck). Freudsche Versprecher in der kognitiven Psychologie. In C. Habel & T. Pechmann (Hrsg.) *Sprachproduktion*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Erlbaum.
- Hamm, S., Junglas, K. & Bredenkamp, J. (2003). Die Zentrale Exekutive als präartikulatorische Kontrollinstanz. Unveröffentlichtes Manuskript. Bonn: Psychologisches Institut der Universität Bonn.
- Harley, T.A. (2001). *The psychology of language*. Second Edition. Hove: Psychology Press.
- Levelt, W.J.M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Motley, M.T. & Baars, B.J. (1974). Encoding sensitivities to phonological markedness and transitional probability. Evidence from spoonerisms. *Human Communication Research*, 1, 353-361.
- Nooteboom, S.G. & Cohen, A. (1975). Anticipation in speech production and its implications for perception. In A. Cohen & S.G. Nooteboom (Eds.) *Structure and processes in speech perception (124-142)*, Berlin: Springer.
- Salamé, P. & Baddeley, A.D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 150-164.
- Schüttauf, K., Bredenkamp, J. & Specht, E.K. (1997). Induzierte "Freudsche Versprecher" und zwangsneurotischer Konflikt. *Sprache und Kognition*, 16, 3-13.
- Schweickert, R. & Boruff, B. (1986). Short-term memory capacity: Magic number or magic spell? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 419-425.
- Ufer, N. (2001). *Induzierte 'Freudsche Versprecher' und Eßstörungen. Eine experimentelle Untersuchung zur Freudschen Fehlleistungstheorie*. Stuttgart: Ibidem.

Vandierendonck, A., De Vooght, G. & Van der Goten, K. (1998). Interfering with the central executive by means of a random interval repetition task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 51A, 197-218.