

Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit bei sprachentwicklungsgestörten und sprachunauffälligen Vorschulkindern

Markus Janczyk
Hermann Schöler
Joachim Grabowski

Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt „Differentialdiagnostik“

Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit bei sprachentwicklungsgestörten und sprachunauffälligen Vorschulkindern

Markus Janczyk, Hermann Schöler
und Joachim Grabowski

Bericht Nr. 15

Juni 2003

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Fakultät I - Institut für Sonderpädagogik
Abteilung Psychologie in sonderpädagogischen Handlungsfeldern
Keplerstr. 87, D - 69120 Heidelberg - ☎ (06221) 477-426
Email: k40@popix.urz.uni-heidelberg.de
Website: http://www.ph-heidelberg.de/wp/schoeler/Aktuelle_Forschungen.html

ISSN 1433-7193

Inhalt

Zusammenfassung	III
Abstract	III
1 Einleitung	1
2 Methode	3
2.1 Untersuchungsstichproben	3
2.2 Das Doppelaufgaben-Paradigma (dual-task)	4
2.3 Aufgaben	4
2.3.1 Erfassung der Leistung der Phonologischen Schleife	4
2.3.2 Erfassung der Aufmerksamkeitsleistungen	4
2.3.3 Einschätzung der Aufmerksamkeitsleistung	5
2.4 Durchführung	5
2.5 Auswertung	6
3 Ergebnisse	6
3.1 Leistungen der Phonologischen Schleife	6
3.2 Aufmerksamkeitsleistungen	7
3.2.1 Primäraufgabe	7
3.2.2 Sekundäraufgabe	8
3.3.3 Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit	10
4 Diskussion	11
Literatur	13

Zusammenfassung

Defizite des Arbeitsgedächtnisses, insbesondere der Phonologischen Schleife, gelten als mitverursachend bei Sprachentwicklungsstörungen (SES). Vor dem Hintergrund des oft berichteten gleichzeitigen Auftretens von Sprachentwicklungs- und Aufmerksamkeitsstörungen wird in der vorliegenden Studie untersucht, ob sich das oben beschriebene Defizit im Arbeitsgedächtnis auch in einer anderen Komponente des Arbeitsgedächtnisses – nämlich der Zentralen Exekutive – manifestiert und sich als Problem der gezielten Verteilung von Aufmerksamkeit bzw. des schnellen Umschaltens auf einen zweiten Verarbeitungsprozess zeigt.

Dazu wurden bei 18 SES- und 21 sprachunauffälligen Vorschulkindern zum einen Leistungen der Phonologischen Schleife erfasst und zum Anderen in einem dual-task Experiment Prozesse der Aufmerksamkeitsverteilung untersucht. Die Ergebnisse des dual-task Experiments zeigen, dass bei gleichzeitiger Bearbeitung der kontinuierlich belastenden Primäraufgabe sowohl die SES-Kinder als auch die sprachunauffälligen Kinder – wenn sie korrekt reagieren – längere Reaktionszeiten aufweisen als bei der isolierten Durchführung der Aufgaben. Die Reaktionszeiten der SES-Kinder sind zwar geringfügig länger, bedeutsame Unterschiede zwischen den beiden Gruppen treten aber nicht auf. Demgegenüber zeigen sich die erwarteten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei den Leistungen der Phonologischen Schleife

Die Ergebnisse stützen demnach die Annahme einer Beschränkung der Defizite bei SES auf die Phonologische Schleife.

Abstract

Deficits in the working memory, especially in the phonological loop, are thought to be one reason for specific language impairments (*SLI*).

Against the background of the often reported simultaneous appearance of language acquisition problems and problems with attention control, this study investigates whether the mentioned deficit in working memory is manifested in another of its components, i. e. the central executive, or not. Such a deficit could e. g. appear as a problem of attention control or as a problem of rapid switching between two tasks.

18 *SLI* children and 21 younger *non-SLI* children are compared on the level of (1) phonological loop performance and (2) - through a dual-task-experiment - processes of attention distribution.

Results of the latter experiment show that both groups have longer reaction times when involved in two tasks simultaneously, if their response is correct. Although the *SLI* children have longer reaction times than the *non-SLI* children, no significant difference appears.

In contrast, the expected differences in the phonological loop performance are found. Therefore, the results support the assumption of a restricted deficit in the phonological loop in working memory in *SLI*.

1 Einleitung

Das Arbeitsgedächtnis ist für alle höheren kognitiven Leistungen ein grundlegendes System, und auch für alles Lernen ist es unverzichtbar. "Given the range of important everyday cognitive activities that appear to be constrained by working memory, it seems reasonable to suppose that children with severely compromised working-memory capacities will be educationally disadvantaged at school, experiencing a range of learning difficulties" (Gathercole, 1999, p. 417). Wegen dieser relevanten Funktion für alle Lernprozesse kann die Untersuchung des Arbeitsgedächtnisses daher "a valuable means of identifying children at present and future educational risk" (Gathercole, 1999, p. 417) sein.

Das Arbeitsgedächtnis, insbesondere das Subsystem „Phonologische Schleife“, spielt daher auch beim kindlichen Spracherwerb eine wichtige Rolle (Gathercole & Pickering, 2000; Hasselhorn & Werner, 2000). Baddeley, Gathercole und Papagno (1998) zeigten in einer Studie mit Kindern im Vorschulalter, dass sich ein Teil der Wortschatzunterschiede durch Indikatoren der Gedächtnisspanne aufklären lässt. Die Befunde von Gathercole, Service, Hitch, Adams und Martin (1999) sprechen ebenfalls für eine Beteiligung der Phonologischen Schleife: Wortschatz und Leistungen, bei denen nur ein kurzfristiges Halten von Informationen und keine Artikulationsfähigkeiten erforderlich sind (anders als beispielsweise beim Nachsprechen von Kunstwörtern), stehen in einer engen Beziehung. Auch in Bezug auf den Erwerb grammatischen Wissens und Könnens finden sich Hinweise auf eine Beteiligung der Phonologischen Schleife: Adams und Gathercole (1995) fanden bei Kindern mit hohen Gedächtnisleistungen später sowohl längere als auch komplexere Äußerungen. Weitere Evidenz liefern die Untersuchungen von Hasselhorn und Körner (1997), bei denen sich Korrelationen zwischen Indikatoren der Leistungsfähigkeit der Phonologischen Schleife und dem Nachsprechen von Sätzen (Subtest *IS* des *H-S-E-T*; Grimm & Schöler, 1978) als einem Indikator für grammatisches Wissen fanden.

Störungen der Funktionstüchtigkeit eines solchen, für den Spracherwerb wichtigen Verarbeitungssystems sollten sich - trivialerweise - störend auf den Erwerb sprachlichen Wissens und Könnens auswirken. Nach Gathercole und Baddeley (1990) verursachen Minderleistungen der Phonologischen Schleife folglich Störungen des Spracherwerbs. Mittlerweile konnten die Befunde von Gathercole und Baddeley (1990) in einer Reihe von Studien (u. a. Schöler, Fromm & Kany, 1998; Spohn, Spohn & Schöler, 1998) bestätigt werden: Defizite der Phonologischen Schleife werden sogar als bedingender - zumindest mitbedingender - Faktor bei Spezifischen Sprachentwicklungsstörungen (*SSES*; zur Definition, ihrer Problematik und dem Erscheinungsbild siehe Fromm, Schöler & Scherer, 1998) gesehen. Neben einer immer wieder beobachteten kürzeren Gedächtnisspanne kommt insbesondere der Verarbeitungsqualität des

Speichersystems eine Rolle zu (Hasselhorn & Körner, 1997).

Bei allen genannten Untersuchungen werden das Arbeitsgedächtnis und seine Subsysteme als ein System zur kurzfristigen Speicherung und zur Bearbeitung von Informationen modelliert (Oberauer, 2002; Rummer, 1996; 2003). Ob das Arbeitsgedächtnis dabei eine eigenständige Struktur oder verschiedene Aktivierungszustände des Langzeitgedächtnisses darstellt, wird noch kontrovers diskutiert (Hasselhorn & Schumann-Hengsteler, 1998). Oberauer (2002) stellt das Arbeitsgedächtnis in Form eines konzentrischen Modells mit drei Ebenen dar: Einen „focus of attention“, eine Zone des direkten Zugriffs und einen aktivierten Teil des Langzeitgedächtnisses. Das zur Zeit anerkannteste Modell des Arbeitsgedächtnisses wurde von Baddeley und Mitarbeitern entwickelt (siehe u. a. Baddeley, 1986; Baddeley & Hitch, 1974). Danach besteht das Arbeitsgedächtnis aus einer Zentralen Exekutive und zwei modalitätsspezifischen Hilfssystemen, der *Phonologischen Schleife* und dem *Visuell-Räumlichen-Notizblock*. Bei der Phonologischen Schleife werden darüber hinaus eine passive und eine aktive Komponente unterschieden: der passive phonologische Speicher und der aktive Rehearsal-Mechanismus. Eine rezente Weiterentwicklung des Modells enthält mit dem *Episodischen Puffer* eine dritte Komponente, die Informationen in einem mehrdimensionalen Format speichern kann und den beiden anderen Hilfssystemen sozusagen als ein temporäres Interface zur Verfügung und mit ihnen in Verbindung steht (siehe Baddeley, 2000).

Die Beteiligung der Phonologischen Schleife bzw. ihrer Minderleistung an Sprachentwicklungsstörungen scheint nicht strittig, fraglich ist aber, ob nicht weitere Teile des Arbeitsgedächtnisses an der Entwicklung von Sprachstörungen beteiligt sein können. Vor dem Hintergrund des oft berichteten gleichzeitigen Auftretens von Sprachentwicklungs- und Aufmerksamkeitsstörungen (u. a. Schöler, Keilmann, Heine mann & Schakib-Ekbatan, 2002) ist daher zu fragen, ob sich das Defizit auch in einer anderen Komponente des Arbeitsgedächtnisses - nämlich der Zentralen Exekutive - manifestiert und sich als Problem der gezielten Verteilung von Aufmerksamkeit bzw. des schnellen Umschaltens auf einen zweiten Verarbeitungsprozess zeigt. Im Modell von Baddeley würde nämlich der Zentralen Exekutive eine solche Aufgabe zukommen. Näher spezifiziert wird dies durch die „Supervisory Attentional System“-Theorie von Norman und Shallice (1986; Baddeley, 1990), welche von Baddeley als “good account of the functioning of the central executive in working memory“ (1990, p. 141) beurteilt wird. Auf Zusammenhänge zwischen Funktionen der Zentralen Exekutive und Sprach- und Lesefähigkeiten weisen auch Gathercole und Pickering (2000) hin.

In der vorliegenden Untersuchung sollen daher einerseits Leistungen der Phonologischen Schleife und andererseits die Aufmerksamkeitszuteilung auf zwei verschiedene Aufgaben bzw. die Fähigkeit zum schnellen Reagieren auf einen zweiten Reiz bei sprachunauffälligen und sprachentwicklungsgestörten Vorschulkindern verglichen wer-

den. Die Frage ist, ob (1) bei Sprachentwicklungsstörungen zusätzlich zur Minderleistung der Phonologischen Schleife auch eine Minderleistung der Zentralen Exekutive vorliegt und (2) wie diese beiden Teilsysteme des Arbeitsgedächtnisses bei solchen Aufgaben miteinander in Beziehung stehen.

2 Methode

2.1 Untersuchungsstichproben

An der Untersuchung nahmen insgesamt 48 Vorschulkinder aus zwei Regelkindergärten sowie aus zwei Schulkindergärten für Sprachbehinderte im Raum Heidelberg/Mannheim teil.¹ Die sprachentwicklungsgestörten Kinder mussten eine Diagnose „kindlicher Dysgrammatismus“, „Sprachentwicklungsverzögerung“ oder „Spezifische Sprachentwicklungsstörung“ haben. Da neun Kinder aufgrund fehlenden Instruktionsverständnisses (7) oder wegen anderer Muttersprache als Deutsch (2) aus den Analysen ausgeschlossen werden mussten, reduzierte sich die Gesamtgruppe auf 39 Kinder. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Merkmale Alter und Geschlecht.

Tabelle 1 Beschreibung der Untersuchungsstichproben: Alter und Geschlechtsverteilung

Altersgruppe	Sprachauffällige Kinder (SES)					Sprachunauffällige Kinder (Norm)				
	Geschlecht		N	Alter		Geschlecht			Alter	
	m	w		M	s	m	w	N	M	s
5-jährige	7	2	9	5;8	0;3	12	8	20	5;6	0;3
6-jährige	6	3	9	6;6	0;3	1	0	1	6;6	-
<i>Gesamt</i>	13	5	18	6;1	0;6	13	8	21	5;6	0;4

Die sprachentwicklungsgestörten Kinder (SES) sind mit 6;1 Jahren durchschnittlich sieben Monate älter als die sprachunauffälligen Kinder (Norm) (vgl. Tab. 1). Dieser Unterschied ist statistisch bedeutsam ($|t| = 4,11$; $p < 0,01$). Da aber zum einen die Leistung in Abhängigkeit vom Lebensalter variiert und ältere Kinder höhere Leistungen erbringen, zum anderen sprachentwicklungsgestörte Kinder in den untersuchten Leistungsbereichen geringere Leistungen als sprachunauffällige Kinder erzielen, ist die Unterschiedsprüfung konservativ, d. h. sie vermindert die Annahme der Hypothese eines Gruppenunterschiedes.

Die Gruppe der sprachentwicklungsgestörten Kinder besteht aus 13 Jungen und 5 Mädchen. Dieses Verhältnis von Jungen : Mädchen entspricht in etwa dem in der

¹ Für die konstruktive Unterstützung und Ermöglichung der Untersuchungen danken wir den Leiterinnen/dem Leiter der Einrichtungen Frau Bender-Körper, Frau Hildebrand, Frau Ruser und Herrn Reinig sowie den jeweiligen Erzieherinnen recht herzlich.

Literatur (z. B. Fromm, Schöler & Scherer, 1998) berichteten von 3:1. Bei der Gruppe der sprachunauffälligen Kinder liegt eine ähnliche Geschlechterverteilung (13 Jungen, 8 Mädchen) vor, der Unterschied zwischen *SES* und *Norm* ist statistisch unbedeutend ($\chi^2 = 0,46$; $p = 0,5$).

2.2 Das Doppelaufgaben-Paradigma (dual-task)

Bei Experimenten dieser Art werden den Probanden gleichzeitig zwei verschiedene Aufgaben zur Bearbeitung gegeben, um – ausgehend von der Annahme einer begrenzten zentralen Ressource – Grenzen der menschlichen Informationsverarbeitung zu erforschen. Eine maximale Auslastung dieser Ressource führt zu beeinträchtigenden Wechselwirkungen in der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben. Dies zeigt sich zumeist in einem Anstieg an Handlungsfehlern oder einem Rückgang der Verarbeitungsgeschwindigkeit (Rummer, 1996).

2.3 Aufgaben

2.3.1 Erfassung der Leistung der Phonologischen Schleife

Zur Erfassung der *Gedächtnisspanne* als Indikator für die *Kapazität* der Phonologischen Schleife wurde die Aufgabe *Wiedergabe von Zahlen-Folgen (ZF)* aus *IDIS* (Schöler, 1999) eingesetzt.

Die *Verarbeitungsgenauigkeit des phonologischen Speichers* wurde mit der Aufgabe *Nachsprechen von Kunstwörtern (NK)* aus *IDIS* erfasst.

Die *Geschwindigkeit des Rehearsal-Mechanismus* wurde über die *Sprechrate* ermittelt. In Anlehnung an Hasselhorn und Marx (2000) sollten die Kinder das Worttripler „Baum-Schuh-Topf“ zehnmal möglichst schnell artikulieren. Aus den fünf schnellsten Artikulationszeiten wurde die mittlere Silbenzahl bestimmt, die pro Sekunde artikuliert werden kann.

2.3.2 Erfassung der Aufmerksamkeitsleistungen

Bei der ersten Aufgabe des Doppelaufgaben-Experiments (*Primäraufgabe*) wurden die Kinder *kontinuierlicher Belastung* ausgesetzt. Dazu wurden sie aufgefordert, in einem „Computerspiel“ mittels eines Joysticks ein „Raumschiff“ möglichst genau in der Mitte einer von oben nach unten scrollenden Straße zu halten. Der horizontale Verlauf der Straße wurde quasi zufällig variiert, so dass ständig nach rechts oder links ausgeglichen werden muss, um die Aufgabe zu erfüllen. Automatisch wurde eine Protokolldatei erstellt, in die in einer Frequenz von 9Hz die Abstände der „Raumschiffspitze“ zur Straßenmitte geschrieben wurden.

Die zweite Aufgabe (*Sekundäraufgabe*) stellt eine *sprachliche Entscheidungsaufgabe* dar. In fest programmierten, aber unregelmäßigen Abständen wurde der sprach-

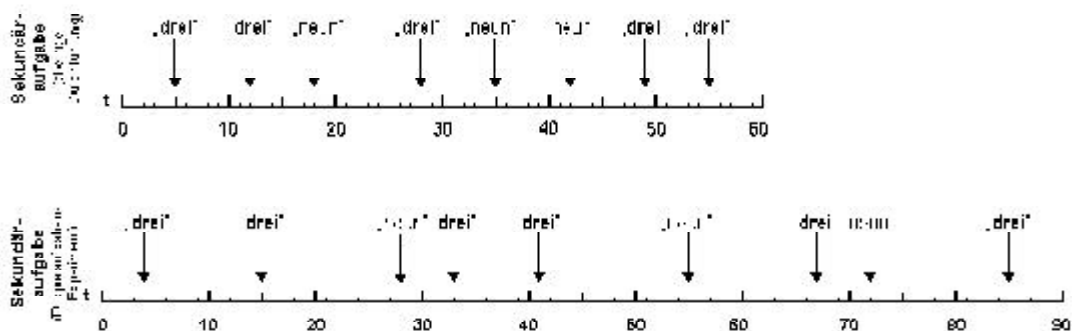


Abbildung 1 Vorgabezeitpunkte der Sprachstimuli bei der Sekundäraufgabe (oben: bei alleiniger Durchführung; unten: im Doppelaufgabenexperiment)

liche Reiz „drei“ bzw. „neun“ vom Computer erzeugt und vorgegeben (siehe Abb. 1). Aufgabe der Kinder war es, bei „drei“ möglichst schnell den Reiz zu wiederholen; bei „neun“ sollte keine Reaktion erfolgen. Die Vorgaben und Reaktionen wurden digital auf einer Minidisc mitgeschnitten.

2.3.3 Einschätzung der Aufmerksamkeitsleistung

Darüber hinaus schätzten die Erzieherinnen der jeweiligen Kinder die „Konzentrationsfähigkeit“ und „Ablenkbarkeit“ der Kinder auf einer dreistufigen Skala ein.

2.4 Durchführung

Die Untersuchungen wurden in einem separaten Raum in den jeweiligen Einrichtungen durchgeführt. Begonnen wurde mit den Aufgaben *ZF* und *NK*.

Zur Erhöhung der Motivation im Doppelaufgaben-Experiment wurde eine Rahmenhandlung eingeführt. Zunächst wurde die *Sekundäraufgabe* allein durchgeführt: In einem Zeitraum von 60 Sekunden wurde fünfmal „drei“ und dreimal „neun“ vorgegeben. Vorab wurde durch einzelne Vorgaben der Stimuli gewährleistet, dass das Kind die Aufgabe verstanden hatte. Die *Primäraufgabe* wurde anschließend ebenfalls 60 Sekunden lang alleine durchgeführt. Auch hier erhielten die Kinder wiederum vorher Zeit (20 Sekunden), um mit der Aufgabenstellung vertraut zu werden.

Danach wurden beide Aufgaben 90 Sekunden lang simultan vorgegeben (dual-task); bei der Sekundäraufgabe kam der Sprachstimulus dabei sechsmal als „drei“ und dreimal als „neun“ vor. Die Kinder wurden angewiesen, ihre Aufmerksamkeit auf die *Primäraufgabe* (das „Fliegen des Raumschiffes“) zu richten („focussed attention design“; vgl. Rummer, 1996).

Abschließend wurden die 10 Worttripel von den Kindern gesprochen, um die Sprechrate zu ermitteln.

2.5 Auswertung

Bei der *Primäraufgabe* wurde die mittlere und die maximale Abweichung über die 60 bzw. 90 Sekunden bestimmt. Bei der *Sekundäraufgabe* wurde die mittlere Reaktionszeit auf den Reiz „drei“ berechnet, wobei die zwei längsten Reaktionszeiten für die Mittelwertsberechnung bei den fünf bzw. sechs einzelnen Reaktionen selektiert wurden. Zusätzlich wurde die Korrektheit der Reaktion als „korrekt“ oder „falsch“ bewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Leistungen der Phonologischen Schleife

Bei allen drei Indikatoren für die Leistungsfähigkeit der Phonologischen Schleife ergeben sich statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den sprachentwicklungsgestörten (*SES*) und den sprachunauffälligen Kindern (*Norm*; vgl. Tab. 2). (1) Die *SES*-Kinder verfügen über eine geringere Zahlen-Spanne (*ZF*) als die *Norm*-Kinder: Mit einer mittleren Zahlen-Spanne von 2,3 erreichen sie eine durchschnittlich um mehr als eine Zahl geringere Spanne als die *Norm*-Kinder. (2) Auch beim Nachsprechen der Kunstwörter (*NK*) ergibt sich mit einem Wert von 2,9 eine um durchschnittlich eine Silbe verringerte Silben-Spanne bei den *SES*-Kindern gegenüber den *Norm*-Kindern. Die *SES*-Kinder können weniger als die Hälfte, nur etwa vier (43%) der neun Kunstwörter korrekt reproduzieren; die meisten *Norm*-Kinder haben dagegen keine Probleme mit der Wiedergabe dieser Kunstwörter und reproduzieren mit durchschnittlich 7,6 (83%) fast doppelt so viele korrekt. (3) Die Sprechgeschwindigkeit für eine Silbe ist bei den *SES*-Kindern ebenfalls reduziert: Die *Norm*-Kinder können etwa 0,7 Silben mehr pro Sekunde artikulieren als die *SES*-Kinder.

Während bei den *SES*-Kindern zwischen den drei Indikatoren für die Phonologische Schleife keine bedeutsamen Korrelationen auftreten, besteht bei den *Norm*-

Tabelle 2 Leistungen der Phonologischen Schleife (*ZF*: Zahlen-Spanne; *NK*: Zahl korrekt reproduzierter Kunstwörter; *NK-Spanne*: Kunstwort-Spanne; *Sprechrate*: Zahl der pro Sekunde produzierten Silben)

	Sprachauffällige (<i>SES</i>)		Sprachunauffällige (<i>Norm</i>)		t	p
	M	s	M	s		
ZF	2,3	1,0	3,5	0,5	4,94	<0,01
NK	3,9	1,9	7,6	1,3	7,03	<0,01
NK-Spanne	2,9	0,8	4,0	0,0	5,66	<0,01
Sprechrate	2,64	0,75	3,35	0,56	3,31	<0,01

Kindern eine mittlere Beziehung zwischen der Zahlen-Spanne und dem Nachsprechen von Kunstwörtern (vgl. Tab. 3). Zwischen der Sprechrate und den beiden anderen Maßen *ZF* und *NK* besteht bei beiden Gruppen keine bedeutsame Korrelation.

Tabelle 3 Beziehungen zwischen den Maßen der Phonologischen Schleife (*ZF*: Zahlenspanne; *NK*: Nachsprechen von Kunstwörtern; Sprechrate: Silbenzahl pro Sek.) (obere Dreiecks-Matrix: *SES*-Kinder; untere Dreiecksmatrix: *Norm*-Kinder)

		ZF	NK	Sprechrate
ZF	r	-	0,13	0,24
	p	-	0,62	0,36
	N	-	18	17
NK	r	0,55	-	0,07
	p	0,01	-	0,79
	N	21	-	17
Sprechrate	r	-0,17	-0,04	-
	p	0,46	0,88	-
	N	21	21	-

3.2 Aufmerksamkeitsleistungen

3.2.1 Primäraufgabe

Wenn die *Primäraufgabe* alleine vorgegeben wurde, liegen sowohl die mittlere als auch die maximale Abweichung bei den *Norm*-Kindern geringfügig höher als bei den *SES*-Kindern (vgl. Tab. 4). Allerdings erweisen sich die Differenzen nicht als statistisch bedeutsam.

Die Unterschiede zwischen den Gruppen beim Doppelaufgaben-Experiment sind ebenfalls statistisch nicht signifikant: Allerdings schneiden hier die *SES*-Kinder schlechter ab als die *Norm*-Kinder. Während bei den *SES*-Kindern die Abweichungen jeweils leicht ansteigen, sinkt bei den *Norm*-Kindern dagegen die mittlere Abweichung leicht, nur die maximale Abweichung nimmt zu (vgl. Tab. 5).

Auch beim Vergleich der Abweichungen zwischen alleiniger Durchführung der *Primäraufgabe* und ihrer Durchführung im Doppelaufgaben-Experiment finden sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen *SES*- und *Norm*-Kindern.

Tabelle 4 Leistungsmaße bei der Primär- und Sekundäraufgabe bei alleiniger Durchführung

	Sprachauffällige (SES)		Sprachunauffällige (Norm)		t	p
	M	s	M	s		
mittlere Abweichung	0,6	0,2	0,6	0,3	0,43	0,67
maximale Abweichung	2,1	0,8	2,5	0,9	1,26	0,22
mittlere Reaktionszeit	1,0	0,2	0,9	0,2	1,09	0,28
Anzahl korrekter Reaktionen	6,8	1,3	7,6	0,9	2,35	<0,05

3.2.2 Sekundäraufgabe

Reaktionszeiten

Die Reaktionszeiten auf den sprachlichen Stimulus “drei” sind bei alleiniger Durchführung der *Sekundäraufgabe* bei den *SES*-Kindern durchschnittlich etwa 100 Millisekunden länger als bei den *Norm*-Kindern (vgl. Tab. 4). Während des Doppelaufgaben-Experiments nimmt in beiden Gruppen die Reaktionszeit um etwa 100 Millisekunden zu, die Differenz zwischen den beiden Gruppen bleibt bestehen (vgl. Tab. 5). Allerdings lassen sich alle Differenzen zwischen den Gruppen statistisch nicht absichern.

Tabelle 5 Leistungsmaße bei der Primär- und Sekundäraufgabe während des Doppelaufgaben-Experiments

	Sprachauffällige (SES)		Sprachunauffällige (Norm)		t	p
	M	s	M	s		
mittlere Abweichung	0,7	0,3	0,6	0,2	1,17	0,25
maximale Abweichung	2,9	1,7	2,7	1,2	0,44	0,66
mittlere Reaktionszeit	1,1	0,2	1,0	0,3	0,76	0,45
Anzahl korrekter Reaktionen	7,1	1,4	7,6	1,0	1,45	0,15

Korrektheit der Reaktionen

Die Fehlerhäufigkeit bei der alleinigen Durchführung der *Sekundäraufgabe* ist bei den *SES*-Kindern bedeutsam höher als bei den *Norm*-Kindern, welche auf die acht Stimuli durchschnittlich einmal mehr korrekt reagieren (vgl. Tab. 4). Im Doppelaufgaben-Experiment lassen sich dagegen keine bedeutsamen Leistungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen aufzeigen (vgl. Tab. 5).

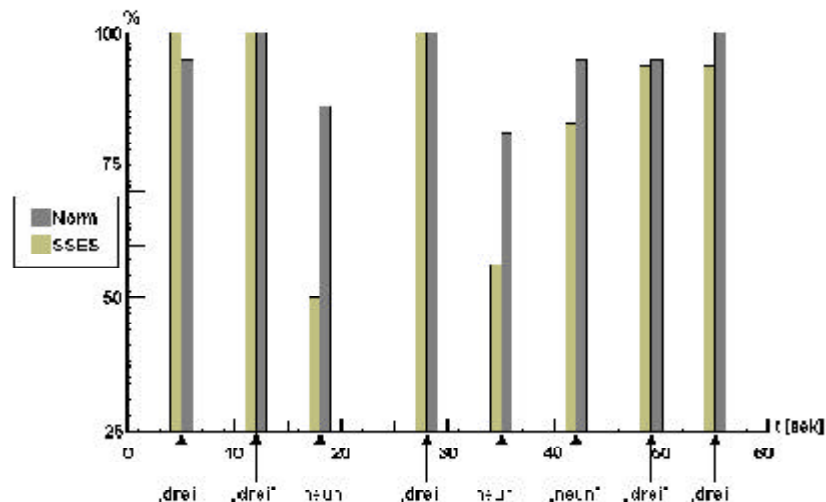


Abbildung 2 Korrekte Reaktionen bei der isolierten Vorgabe der Sekundäraufgabe in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Verteilung der korrekten Reaktionen in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit: Bei den meisten Reizen liegt die Trefferquote der *Norm*-Kinder geringfügig höher als bei den *SES*-Kindern. Auffällige Unterschiede zwischen den Gruppen treten aber nur beim dritten Reiz bei alleiniger Durchführung (vgl. Abb. 2) auf: Hier reagieren 50% der *SES*-Kinder und 86% der *Norm*-Kinder korrekt. Ähnliche Gruppenunterschiede zeigen sich beim sechsten Reiz im Doppelaufgaben-Experiment (vgl. Abb. 3): Nur die Hälfte der *SES*-Kinder, aber 81% der *Norm*-Kinder reagieren korrekt. Beide Unterschiede sind erweisen sich als statistisch signifikant.

Bei einem Reiz (Reiz 3; vgl. Abb. 3) tritt ein abweichendes Antwortmuster auf: Während auf das erste Auftreten von „Neun“ 61% der *SES*-Kinder korrekt reagieren, ist dies nur bei 29% der *Norm*-Kinder der Fall. Dieser Verteilungsunterschied ist statistisch bedeutsam.

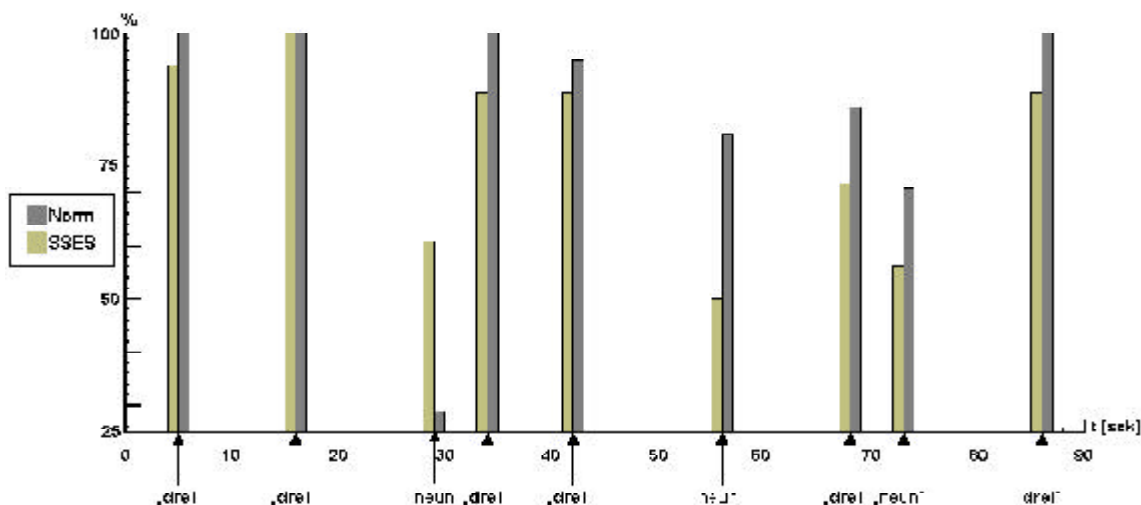


Abbildung 3 Korrekte Reaktionen bei der Vorgabe der Sekundäraufgabe in der Doppelaufgabe in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit

3.3.3 Einschätzungen der Konzentrationsfähigkeit

Die Konzentrationsfähigkeit wird von den Erzieherinnen bei den *Norm*-Kindern als durchgängig „hoch“ oder „mittel“, bei den *SES*-Kindern dagegen überwiegend als „gering“ oder „mittel“ eingeschätzt (vgl. Tab. 6). Diese unterschiedliche Einschätzung der beiden Gruppen hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit ist statistisch signifikant. Bei der Einschätzung der Ablenkbarkeit zeigt sich ein ähnlicher Gruppenunterschied, die beiden Urteile über die Konzentrationsfähigkeit und die Ablenkbarkeit korrelieren auch bedeutsam mit $r = 0,70$ ($p < 0,001$), die Mittelwertsdifferenz erreicht aber keine statistische Bedeutsamkeit.

Tabelle 6 Rating der Konzentrationsfähigkeit und Ablenkbarkeit der Kinder durch die Erzieherinnen

		Sprachauffällige (SES)	Sprachunauffällige (Norm)	chi ²	p
Konzentrationsfähigkeit	gering	4	0	11,41	<0,01
	mittel	12	9		
	hoch	2	12		
Ablenkbarkeit	oft	7	5	1,09	0,58
	manchmal	6	8		
	selten	5	8		

4 Diskussion

Die immer wieder beobachtete Leistungsminderung der Phonologischen Schleife bei sprachentwicklungsgestörten Kindern (*SES-Gruppe*) lässt sich auch in dieser Untersuchung bestätigen: Bei allen drei Leistungsindikatoren, der Zahlen-Spanne, der Leistung beim Nachsprechen von Kunstwörtern und der Sprechrates ergeben sich bedeutsame Leistungsunterschiede zu einer Gruppe sprachunauffälliger Kinder (*Norm-Gruppe*). Obwohl die *SES-Kinder* sogar durchschnittlich sieben Monate älter sind als die *Norm-Kinder*, erreichen sie bei den Leistungen der Phonologischen Schleife bedeutsam geringere Leistungen als die jüngeren sprachunauffälligen Kinder.

Die Befunde replizieren u. a. die Ergebnisse von Hasselhorn und Marx (2000), die bei *SES-Kindern* ebenfalls eine bedeutsam längere Sprechrates feststellten. Neben einer möglicherweise reduzierten Kapazität der Phonologischen Schleife, dafür spricht die reduzierte Zahlen-Spanne, scheint durch eine längere Artikulationsdauer auch die Prozess-Komponente, der subvokale Rehearsal-Prozess, beeinträchtigt. Ebenfalls gemindert ist die Verarbeitungsgenauigkeit, Indikator ist das Nachsprechen von Kunstwörtern (vgl. Hasselhorn & Körner, 1997).

Die Art und Weise, wie diese drei Defizite der Phonologischen Schleife interagieren, ob beispielsweise ein Defizit grundlegend für die anderen ist, kann aus der vorliegenden Untersuchung nicht gefolgert werden. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Befunde kann aber eine Schlussfolgerung gezogen werden: Die Defizite der Phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses sind zumindest mitbedingend für Spezifische Sprachentwicklungsstörungen. Unter Hinzuziehung anderer Befunde (vgl. Gathercole & Baddeley, 1990; Schöler et al., 1998) spricht vieles dafür, dass diese Defizite als Kausalfaktoren zu bewerten sind.

Die zentrale Frage der vorliegenden Untersuchung, ob neben der Phonologischen Schleife auch die Zentrale Exekutive als eine Komponente des Arbeitsgedächtnisses bei *SES-Kindern* beeinträchtigt sein könnte, lässt sich demgegenüber nicht eindeutig beantworten. Die Befunde sprechen insgesamt eher dafür, dass den *SES-Kindern* die Aufmerksamkeitsverteilung, wie sie im Doppelaufgaben-Experiment erforderlich ist, in ähnlicher Weise wie den *Norm-Kindern* gelingt. Die Kinder scheinen keine Probleme bei der gezielten Verteilung von Aufmerksamkeit bzw. dem raschen Umschalten auf einen zweiten Verarbeitungsprozess zu haben. Erwartungsgemäß weisen alle Kinder bei gleichzeitiger Bearbeitung der kontinuierlich belastenden Primäraufgabe und der Sekundäraufgabe längere Reaktionszeiten auf als bei alleiniger Vorgabe der beiden Aufgaben. Bedeutsame Leistungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen sind im Doppelaufgaben-Experiment (dual-task) nicht beobachtbar.

Bei der Konzentrationsfähigkeit ergeben sich dagegen die erwarteten Unterschiede: *SES-Kinder* werden als weniger konzentrationsfähig als die *Norm-Kinder* ein-

geschätzt, und diese Einschätzung durch die Erzieherinnen erfährt auch ihre Bestätigung bei der isolierten Bearbeitung der Sekundäraufgabe: Die *SES*-Kinder reagieren bedeutsam weniger korrekt als die *Norm*-Kinder.

Fazit. Die Konzentration auf einen Reiz gelingt *SES*-Kindern weniger gut als *Norm*-Kindern, dies entspricht auch der Einschätzung von Erzieherinnen, die *SES*-Kinder als weniger konzentrationsfähig als die *Norm*-Kinder einschätzen. Eine Minderleistung der Zentralen Exekutive ist aber nicht anzunehmen: Sprachentwicklungsgestörte und sprachunauffällige Kinder unterscheiden sich nicht darin, wenn sie ihre Aufmerksamkeit zwischen zwei Reizen verteilen müssen. Die vorliegenden Ergebnisse replizieren die Befunde zahlreicher Studien, in denen Minderleistungen der Phonologischen Schleife bei sprachentwicklungsgestörten Kindern festgestellt wurden. Die beiden anderen Komponenten des Arbeitsgedächtnisses, die Zentrale Exekutive und der Visuell-Räumliche Notizblock scheinen aber nicht beeinträchtigt zu sein.

Literatur

- Adams, A.-M. & Gathercole, S. E. (1995). Phonological working memory and speech production in preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 403-414.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory. Theory and praxis*. Hove: Erlbaum.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 8 (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Fromm, W., Schöler, H. & Scherer, C. (1998). Jedes vierte Kind sprachgestört? Definition, Verbreitung, Erscheinungsbild, Entwicklungsbedingungen und -voraussetzungen der Spezifischen Sprachentwicklungsstörung. In H. Schöler, W. Fromm & W. Kany (Hrsg.), *Spezifische Sprachentwicklungsstörung und Sprachlernen* (S. 21-63). Heidelberg: Edition Schindele im Universitätsverlag C. Winter.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 410-419.
- Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.
- Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Gathercole, S. E., Service, E., Hitch, G. J., Adams A.-M. & Martin, A. J. (1999). Phonological short-term memory and vocabulary development: further evidence on the nature of the relationship. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 65-77.
- Grimm, H. & Schöler, H. (1978). *Heidelberger Sprachentwicklungstest (H-S-E-T)*. Göttingen: Hogrefe.
- Hasselhorn, M. & Körner, K. (1997). Nachsprechen von Kunstwörtern: Zum Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und syntaktischen Sprachleistungen bei Sechs- und Achtjährigen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 29, 212-224.
- Hasselhorn, M. & Marx, H. (2000). Arbeitsgedächtnis und Leseleistungen. In M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx (Hrsg.), *Diagnostik von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten* (S. 135-148). Göttingen: Hogrefe.

- Hasselhorn, M. & Schumann-Hengsteler, R. (1998). Arbeitsgedächtnis. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 14-17). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Hasselhorn, M. & Werner, I. (2000). Zur Bedeutung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses für die Sprachentwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Sprachentwicklung (Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Bd. 3)* (S. 363-378). Göttingen: Hogrefe.
- Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research and theory, Vol. 4* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 411-421.
- Rummer, R. (1996). *Kognitive Beanspruchung beim Sprechen*. Weinheim: Beltz.
- Rummer, R. (2003). Das kurzfristige Behalten von Sätzen. *Psychologische Rundschau*, 54, 93-102.
- Schöler, H. (1999). *IDIS – Inventar diagnostischer Informationen bei Sprachentwicklungsauffälligkeiten*. Heidelberg: Edition S im Universitätsverlag C. Winter.
- Schöler, H., Fromm, W. & Kany, W. (1998). *Spezifische Sprachentwicklungsstörung und Sprachlernen*. Heidelberg: Edition Schindele im Universitätsverlag C. Winter.
- Schöler, H., Keilmann, A., Heinemann, M. & Schakib-Ekbatan, K. (2002). *Biographische und anamnestiche Informationen sowie sprachliche und nichtsprachliche Leistungen bei 172 stationär behandelten schwer sprachentwicklungsgestörten Kindern* (Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt "Differentialdiagnostik" Nr. 12). Heidelberg: Pädagogische Hochschule, Fakultät I, Sonderpädagogische Psychologie.
- Spohn, S., Spohn, B. & Schöler, H. (1998). *Spezifische Sprachentwicklungsstörung: Prozeß- oder Strukturdefizit der phonologischen Schleife?* (Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt "Differentialdiagnostik" Nr. 6). Heidelberg: Pädagogische Hochschule, Fakultät I, Sonderpädagogische Psychologie.