

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie
der Universität Würzburg
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Dipl. Psych. Andreas Warnke

Auffälligkeiten in Gedächtnisfunktionen bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Maike Bennetz
aus Villingen

Würzburg, März 2004

Referent: Prof. Dr. med. Dipl. Psych. Andreas Warnke

Koreferent: Prof. Dr. med. Tiemo Grimm

Dekan: Prof. Dr. med. Stefan Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 09.11.2004

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

1.	Theoretische Grundlagen.....	1
1.1	Erforschung der Lese-Rechtschreibschwäche.....	1
1.2	Auffälligkeiten in Gedächtnisfunktionen bei LRS.....	3
1.3	Gedächtnisspanne	8
1.3.1	Entwicklung der Gedächtnisspanne mit zunehmendem Alter	9
1.3.2	Gedächtnisspanne und Lesefähigkeit	12
1.4	Benennungsgeschwindigkeit.....	15
1.4.1	Benennungsgeschwindigkeit und Alter	16
1.4.2	Benennungsgeschwindigkeit und Lesefähigkeit.....	18
1.5	Suchrate.....	22
1.5.1	Suchrate und Entwicklung	24
1.5.2	Suchrate und Lese-Rechtschreibschwäche	24
2.	Fragestellung	28
2.1	Zielsetzung der Arbeit	28
2.2	Spezifische Fragestellung	28
2.3	Hypothesen.....	29
2.3.1	Gedächtnisspanne	29
2.3.2	Benennungsgeschwindigkeit	29
2.3.3	Suchrate	30
3.	Methoden	31
3.1	Untersuchungsdesign	31
3.2	Variablen.....	31
3.3	Stichprobe	32
3.4	Die Aufgaben	33
3.5	Das Reizmaterial.....	35
3.6	Versuchsablauf und Setting	38
3.7	Statistische Verfahren	41

4.	Ergebnisse	42
4.1	Ausgangslage des Stichprobenvergleichs	42
4.2	Der Zusammenhang von Gedächtnisleistungen, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate mit dem Alter und dem Rechtschreibniveau	43
4.2.1	Gedächtnisspanne-Aufgaben	44
4.2.2	Benennungsgeschwindigkeit	45
4.2.3	Suchrate	46
4.3	Der Zusammenhang mit der Schriftsprachähnlichkeit.....	47
4.3.1	Gedächtnisspanne-Aufgaben	48
4.3.2	Benennungsgeschwindigkeit	48
4.3.3	Suchrate	49
5.	Diskussion.....	50
5.1	Erfassung der Gedächtnisspanne.....	50
5.2	Messung der Benennungsgeschwindigkeit.....	51
5.3	Aufgaben zur Suchrate	53
5.4	Was lässt sich aus den Ergebnissen für die Gedächtnisentwicklung bei LRS ableiten?	54
5.4.1	Entwicklungsprozesse in Gedächtnisfunktionen bei LRS	55
5.4.2	Beruhendie Gedächtnisdefizite bei LRS auf Schwierigkeiten in der verbalen Kodierung?	56
5.5	Konsequenzen für die Praxis	58
5.6	Überlegungen für zukünftige Studien	58
6.	Zusammenfassung.....	61
7.	Abkürzungen	62
8.	Literatur.....	63

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Erforschung der Lese-Rechtschreibschwäche

Die Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) manifestiert sich durch besondere Schwierigkeiten in Lese- und Rechtschreibfertigkeiten, die nicht durch das allgemeine Intelligenzniveau oder eine inadäquate Ausbildung erklärbar sind.

Die Erforschung der Legasthenie wurde das Anliegen zahlreicher Studien in den letzten Jahrzehnten. Wesentliche Untersuchungsansätze waren das Studium struktureller Auffälligkeiten im Gehirn von Legasthenikern (Suche nach anatomischen oder histologischen Besonderheiten), das Studium hirnfunktioneller Auffälligkeiten mit Hilfe von neurophysiologischen und verschiedenen bildgebenden Verfahren sowie mit neuropsychologischen Tests, und weiterhin die Frage einer genetischen Ursache des Störungsbildes.

Trotz der sehr variablen und teilweise auch widersprüchlichen Befunde der Studien wurden jedoch durchweg immer wieder Unterschiede zwischen Legasthenikern und normal lesenden Kontrollen sowohl in genetischen als auch in hirnstrukturellen und -funktionellen Untersuchungen festgestellt, so dass man heutzutage von einer biologischen Grundlage der Lese-Rechtschreibschwäche ausgeht.

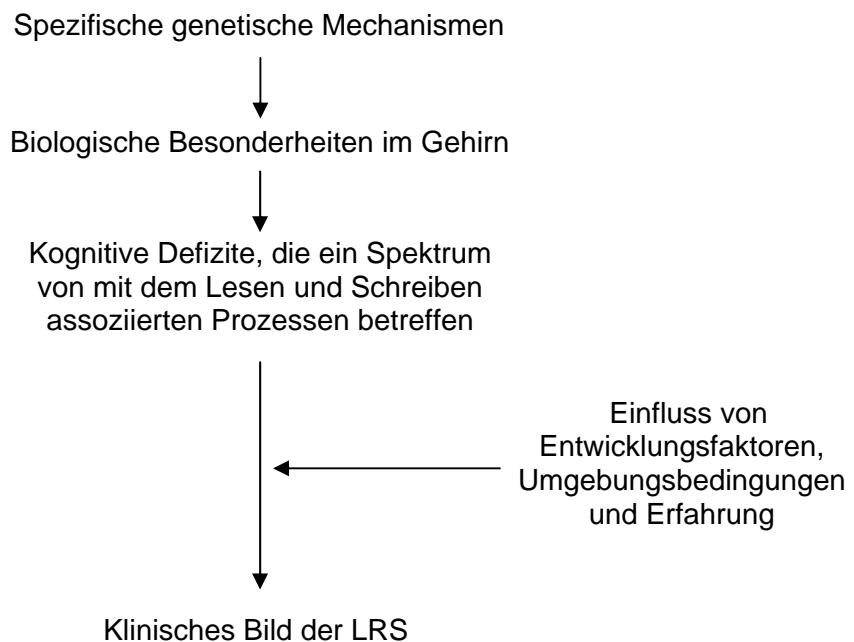
Wie wirken sich die biologischen Veränderungen im Gehirn von Legasthenikern aus, wie erklärt man sich das klinische Bild der massiven Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten?

Eine wichtige Basis zur Klärung dieser Frage liegt zunächst im Verständnis dessen, was der komplexe Vorgang „Lesen“ beinhaltet. Dieser setzt sich aus verschiedenen untergeordneten psychologischen Prozessen zusammen, wie z.B. der phonologischen Bewusstheit, des phonologischen Kodierens und Dekodierens, der Geschwindigkeit der Reizverarbeitung und Automatisierungsprozessen, des Gedächtnisses und der Wortidentifikation.

Legastheniker unterscheiden sich von Menschen, die Lese- und Rechtschreibleistungen erfolgreich meistern, in einem weiten Spektrum von mit dem Lesen und Schreiben assoziierten Subprozessen. Das zentrale Defizit bei Legasthenikern wird dabei heute in der phonologischen Verarbeitung gesehen (Grigorenko, 2001).

Die beschriebenen kognitiven Auffälligkeiten werden unter dem Einfluss von Entwicklungsfaktoren, Umgebungsbedingungen, Übungseffekten und dem jeweiligen individuellen allgemeinen kognitiven Potential modifiziert, und manifestieren sich schließlich als das klinische Bild der Lese-Rechtschreibschwäche (Warnke, 1999; Grigorenko, 2001).

Die genannten Vorstellungen zur Ätiologie der Legasthenie lassen sich in folgendem Modell zusammenfassen (in Anlehnung an Warnke, 1999, und Grigorenko, 2001):



1.2 Auffälligkeiten in Gedächtnisfunktionen bei LRS

In dieser Studie will ich mich näher mit den kognitiven Defiziten beschäftigen, welche mit der Lese-Rechtschreibschwäche verbunden sind. Spezieller Gegenstand sind dabei Funktionen des Kurzzeitgedächtnisses bei Kindern mit LRS.

Gedächtnisprozesse stellen einen wichtigen Bestandteil der kognitiven Funktionen des Menschen dar. Das kognitive Leistungsspektrum bildet die Basis für höhere akademische Leistungen, welchen auch das Lesen und Rechtschreiben zuzurechnen sind. Wie kann man sich die Assoziation von Gedächtnisfunktionen und Lese-Rechtschreibschwäche vorstellen?

Eine frühe Zusammenfassung der zu diesem Themengebiet vorliegenden Literatur wurde von Jorm (1983) erstellt. Er fand eine beträchtliche Menge an Befunden, die bei Kindern mit Leseschwäche schlechte Leistungen bei einer Reihe von Gedächtnisaufgaben aufzeigten. Er interpretierte die entsprechende Forschung im Rahmen des Arbeitsgedächtnis-Modells (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley & Hitch, 1977; Baddeley & Lieberman, 1980), welches mit der Bezeichnung „Arbeitsgedächtnis“ die Rolle des Kurzzeitgedächtnisses als Arbeitsspeichersystem für alle anfallenden kognitiven Aufgaben (wie Problemlösung, Sprachverständnis und Lesen) betont.

Da innerhalb des Arbeitsgedächtnis-Modells verschiedenste kognitive Prozesse anschaulich erklärt werden können und da viele Studien ihre Ergebnisse im Rahmen dieses Modells interpretieren, möchte ich es an dieser Stelle kurz beschreiben.

Demnach besteht das KZG aus folgenden Komponenten: Einer artikulatorischen Schleife, welche eine kleine Menge an verbaler Information in einem phonologischen Code speichert, einem visuell-räumlichen Notizblock, welcher eine begrenzte Menge an Information in einem visuell-räumlichen Code

enthält, sowie einer zentralen Exekutive, die verantwortlich ist für Kontrollprozesse und der die beiden zuerst genannten Komponenten unterstehen.

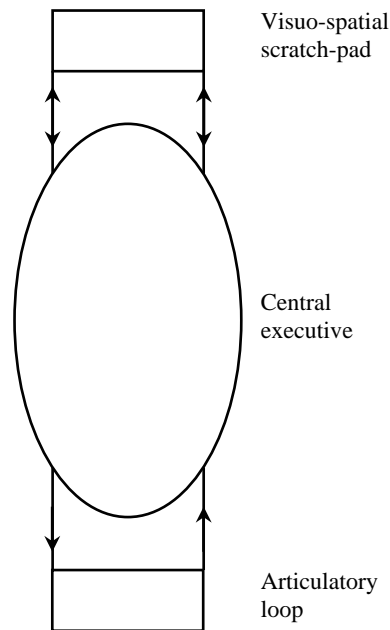


Abb. 1: Eine vereinfachte Darstellung des Arbeitsgedächtnis-Modells (nach Baddeley, 1986)

Um es noch einmal mit anderen Worten zu erklären: Die Bezeichnung Arbeitsgedächtnis bezieht sich auf die kognitiven Prozesse, die in die vorübergehende Speicherung von Informationen involviert sind, während eine Person gleichzeitig hereinkommende Informationen verarbeitet oder Informationen aus dem Langzeitspeicher hervorruft. Man stellt sich vor, dass es als solches einer Reihe von kognitiven Prozessen wie dem Lesen, Lernen und der Problemlösung zugrunde liegt (zitiert nach Chiappe et al., 2000; siehe z.B. Baddeley, 1983, 1986; Daneman & Carpenter, 1980).

Jorm (1983) fand in seiner Literaturdurchsicht übereinstimmende Hinweise darauf, dass die Leseschwäche mit einem Defizit in der Langzeitspeicherung

phonologischer Informationen assoziiert sein kann; dieses Defizit sah er in Verbindung mit dem bei Leseschwachen festgestellten ungenügenden Gebrauch der artikulatorischen Schleife, welche wiederum eine wichtige Rolle bei bestimmten Aspekten des normalen Leseerwerbs zu spielen scheint. Auf der anderen Seite sprachen die Jorm vorliegenden Untersuchungen dafür, dass Leseschwachen die Speicherung nonverbaler Information und semantischer Aspekte verbaler Information in das Langzeitgedächtnis adäquat gelingt. Auch Vellutino (1987) sah die Ursache der Legasthenie in einer beschränkten Fähigkeit, Sprache zum Codieren nichtsprachlicher Informationen zu verwenden. Codierungsprozesse sind für das Abspeichern von Informationen notwendig.

In diesem Zusammenhang soll ein weiteres Gedächtnismodell vorgestellt werden (Vellutino, 1987) - dieses steht nicht im Widerspruch zu oben genanntem Modell des Arbeitsgedächtnisses, sondern stellt eine andere Art der Betrachtung von Gedächtnisprozessen dar. Die erste Stufe dieses Modells stellt ein sensorisches Speichersystem dar, in welchem ein Abbild eines Reizes kurz festgehalten wird. Wenn diesem Reiz Aufmerksamkeit geschenkt wird, wird er in das Kurzzeitgedächtnis, den Arbeitsspeicher, übernommen, ein System mit beschränkter Kapazität, wo er in eine Repräsentation codiert wird, die für die Abspeicherung im Langzeitgedächtnis (unbegrenzte Kapazität) geeignet ist. Im KZG kann die transformierte Version des Reizes nur für maximal 30 Sekunden verfügbar bleiben. Ein nicht anhaltender Reiz wird nicht codiert und verschwindet aus dem Gedächtnis.

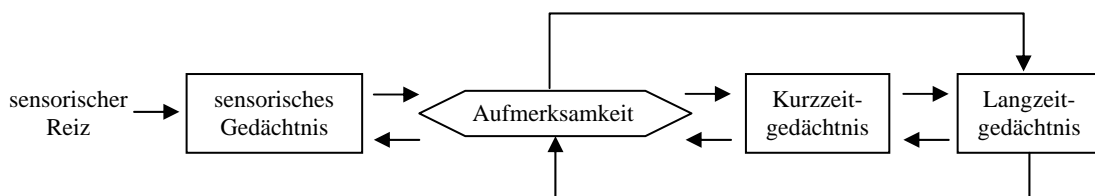


Abb. 2: „Bibliotheks-Modell“ (Vellutino, 1987)

Vellutino (1987) sah Legasthenie hier als Symptom einer Funktionsstörung beim Speichern oder Wiederfinden sprachlicher Informationen.

Torgesen (1988) untersuchte in einer Studie nicht primär lese-rechtschreibschwache Kinder, sondern eine bestimmte Subgruppe von Kindern mit Lernbehinderung (bezeichnet als LD-S): diese zeichneten sich durch Leistungsschwierigkeiten bei Aufgaben zur Gedächtnisspanne (d.h. bei Aufgaben, welche eine wortgetreue Erinnerung von Sequenzen verbaler Information erfordern) aus, wiesen jedoch eine annähernd durchschnittliche allgemeine Intelligenz auf. Nach Überprüfung der akademischen Leistungen konnte er aufzeigen, dass diese Kinder im Vergleich zu ihren lernbehinderten Klassenkameraden nur schwache Leseleistungen aufwiesen. Torgesen suchte nach den kognitiven Störungen, die den Leistungsbeeinträchtigungen der LD-S bei Gedächtnisspanne-Aufgaben zugrunde lagen, und fand deutliche Hinweise dafür, dass die Ursache der Leistungsprobleme in Schwierigkeiten im Gebrauch verbaler/phonologischer Codes zur Speicherung von Informationen begründet lag. Torgesen kam zu der Schlussfolgerung, dass diese Schwierigkeiten die Leistungen bei jeder Aufgabe, die wesentlich vom Einsatz phonologischer Codes bei der Repräsentation und Verarbeitung von Informationen abhängig ist, limitieren. Die phonologischen Kodierungsschwierigkeiten bei den Kindern der LD-S-Gruppe schienen ihre wichtigste Auswirkung auf die Wortidentifikation und das Buchstabieren/Rechtschreiben zu haben. Ebenso sah Torgesen in den beschriebenen Kodierungsschwierigkeiten eine Erklärungsmöglichkeit für die bei den LD-S beobachteten Probleme bei komplexen Benennungsaufgaben (auf Benennungsaufgaben, die auch Bestandteil dieser Studie sind, wird im Folgenden noch genauer eingegangen). Aufgrund Jorms (1983), Vellutinos (1987) und Torgesens (1988) Befunden können wir vermuten, dass Gedächtnisfunktionen, speziell Funktionen des KZG, oft mit phonologischen Prozessen verbunden sind.

Swanson, Cochran & Ewers (1990) fanden einen engen Zusammenhang zwischen Gedächtnisleistungen und akademischen Leistungen bei den von

ihnen untersuchten Kindern. In Abhängigkeit der Ergebnisse in Lese-, Rechtschreib- und Mathematiktests unterteilten sie ihre Probanden in drei Gruppen, deren leistungsschwächste (LD) der Subgruppe von Lernbehinderten mit kombinierter Schwäche in Mathematik, Rechtschreiben und Lesen von Rourke (1985), Siegel und Linder (1984) und Fletcher (1984) entsprach. Swanson et al. (1990) fanden bei den LD deutliche Defizite in Arbeitsgedächtnis-Komponenten; die Autoren vermuteten, dass diese Defizite bestimmte Einschränkungen in der zentralen Informationsverarbeitung reflektierten.

Chiappe, Hasher & Siegel (2000) untersuchten Leistungen des Arbeitsgedächtnis bei Leseschwachen im Vergleich zu Normallesenden sowie über eine weite Altersspanne von der Kindheit bis in ein höheres Erwachsenenalter hinweg. Unter anderem fanden sie, in Übereinstimmung mit der Literatur (Siegel, 1994) bei Leseschwachen in jeder Altersstufe Defizite im Arbeitsgedächtnis. Die Ursache dieser Defizite sahen sie in einer kleineren Kapazität des Arbeitsgedächtnisses sowie in Schwierigkeiten, irrelevante Informationen aus dem Gedächtnis auszublenden.

Die Tatsache, dass LRS im Vergleich zu normalen Lesern Defizite in Gedächtnisfunktionen zeigen, erscheint offensichtlich. Die vorliegende Studie hat zum Ziel, mittels bestimmter Untersuchungen genauer zu explorieren, welcher Art diese Defizite sind. Sie spezialisiert sich dabei auf Komponenten des Kurzzeitgedächtnisses, wobei sie Untersuchungen zur Gedächtnisspanne, zur Benennungsgeschwindigkeit und zur Suchrate anwendet. Auf jede dieser Gedächtnisuntersuchungen wird im Folgenden genauer eingegangen. Dabei sollen die Leistungen im jeweiligen Test auch im Zusammenhang mit dem Alter näher betrachtet werden.

In Anbetracht der geschilderten Befunde von Jorm (1983), Vellutino (1987) und Torgesen (1988) sowie der zahlreichen Studien, welche das zentrale Defizit bei Legasthenikern in der phonologischen Verarbeitung sehen, stellt sich eine

weitere zentrale Frage: Sind mögliche Störungen der Gedächtnisfunktionen auf schriftsprachgebundene, d.h. verbal kodierbare, Inhalte beschränkt, oder handelt es sich um allgemeinere Defizite?

1.3 Gedächtnisspanne

Die Gedächtnisspanne ist ein Maß für die unmittelbare Erinnerungsfähigkeit, bei welchem eine Person sich Items in einer bestimmten Reihenfolge merken muss (Henry & Millar, 1993).

Die ersten dokumentierten Experimente bezüglich der Gedächtnisspanne wurden im Jahre 1885 von Ebbinghaus durchgeführt (1913 veröffentlicht). Ebbinghaus fand heraus, dass die maximale Anzahl von Items, die er im Anschluss an eine einmalige Darbietung fehlerfrei reproduzieren konnte - d.h. seine Gedächtnisspanne – im allgemeinen sieben war, mit bemerkenswert wenigen Ausnahmen. Die Bezeichnung „Gedächtnisspanne“ für dieses Phänomen geht allerdings auf Jacobs (1887) zurück.

Aufgaben zur Gedächtnisspanne (GS) wurden und werden aus mehreren Gründen in der Forschung gerne angewendet (Dempster, 1981): Zunächst einmal stellt die Ausführung der Aufgabe keine besonderen Anforderungen, das vorausgesetzte Vorwissen ist ebenso wie das Ausmaß an geforderten Transformationen minimal, die Anzahl der Schritte bis zur Aufgabenlösung gering. Ein zweites Charakteristikum ist die Einfachheit und die Reliabilität, mit denen die Leistung gemessen werden kann. So wird normalerweise der zu untersuchenden Person eine Serie von Items mit einer Geschwindigkeit von einem Item pro Sekunde dargeboten, wobei man mit einer Serie von etwa drei Items beginnt und so lange die Anzahl der Items pro Serie um jeweils ein Item erhöht, bis zwei oder mehr Folgen nacheinander nicht mehr erinnert werden konnten. Drittens geht man davon aus, dass das, was die GS-Aufgaben messen, ein basaler Bestandteil der Intelligenz darstellt; es spricht vieles dafür, dass die Faktoren, die der GS zugrunde liegen, ebenso den Leistungen in komplexeren kognitiven Bereichen zugrunde liegen, und dass die GS basale

Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung berührt. Da also die GS ein Indikator der allgemeinen intellektuellen Befähigung ist, ist schließlich daran zu denken, inwiefern GS-Aufgaben ein Hilfsmittel im Bereich Lernen/Bildung darstellen könnten (Dempster, 1981).

1.3.1 Entwicklung der Gedächtnisspanne mit zunehmendem Alter

Aus vorliegenden Befunden (z.B. Baumeister, 1974; Dempster, 1978; Chiang & Atkinson, 1976) ist ersichtlich, dass sowohl große entwicklungsbedingte als auch interindividuelle Unterschiede in der Gedächtnisspanne existieren (Dempster, 1981).

In einer Übersichtsarbeit ging Dempster (1981) den diesen Unterschieden zugrunde liegenden möglichen Ursachen nach. Interessanterweise kam er dabei zu dem Ergebnis, dass die traditionell angenommenen zugrunde liegenden Faktoren, nämlich aktive Gedächtnisstrategien und die Gesamtkapazität des Systems, nur eine geringe Rolle zu spielen schienen. Vielmehr schien die wichtigste Ursache in der Geschwindigkeit, mit welcher ankommende Items identifiziert werden können, zu bestehen. Dempster (1981) vermutete, dass jemand, der Item-Identifizierungs-Operationen relativ schnell ausführen kann, mehr Kapazität für die Speicherung der Ergebnisse dieser Operationen zur Verfügung hat und darum eine größere GS aufweist als jemand, der Items relativ langsam identifiziert. Zwei Messmethoden der Identifikationsgeschwindigkeit erwiesen sich nach Dempster (1981) als brauchbar: die Item-Erkennungszeit und die Benennungslatenz bzw. Benennungsgeschwindigkeit; als eine der in der vorliegenden Studie zu untersuchenden Variablen wird auf letztere im folgenden noch genauer eingegangen.

Die GS nimmt mit ansteigendem Alter von ungefähr drei Worten mit drei Jahren bis zu etwas sieben Worten bei Erwachsenen zu (Chi, 1976).

Auch Henry & Millar (1993) suchten nach einer Erklärung für die altersbedingte Zunahme der GS und erstellten zu den dafür bisher aufgestellten Hypothesen eine umfassende Übersicht. Die Item-Identifikation-Hypothese, wie sie Dempster (1981; 1985, s.o.), und außerdem Case, Kurland & Goldberg (1982) vertreten haben, erklärt die kürzeren Gedächtnisspannen bei jüngeren Kindern damit, dass sie mehr Zeit oder Aufwand dazu benötigen, die Items in einem GS-Test zu identifizieren, und darum weniger Kapazität für die Speicherung der Items haben. Henry & Millar (1993) fanden nicht viel, was diese Hypothese stützte, wobei sie jedoch den Aspekt des Vertrautheitsgrades für wichtig hielten. Die „Rehearsal“-Hypothese sieht die Strategie des wiederholten Aufsagens/Repetierens der zu speichernden Items als einen zentralen Faktor bei der Entwicklung der GS. Henry & Millar (1993) fanden keine überzeugenden Anhaltspunkte dafür, dass sehr junge Kinder repetieren; es erschien jedoch als wahrscheinlich, dass es ab etwa dem 7. Lebensjahr zur Entwicklung der GS beiträgt. Die dritte Hypothese beinhaltet die Anwendung des Arbeitsgedächtnis-Modells auf die Entwicklung der GS (Baddeley, 1986; 1990; Hitch & Halliday, 1983): Wie bereits weiter oben beschrieben, handelt es sich bei der artikulatorischen Memorierschleife um eine Komponente des Arbeitsgedächtnisses, welche dazu dient, phonologische Informationen zu speichern. Informationen gehen in der artikulatorischen Schleife schnell wieder verloren, können jedoch mittels Repetieren aufgefrischt werden. Schnelleres Repetieren bedeutet, dass in der gleichen Zeit mehr Items repetiert werden können. Die Folge ist, dass auch mehr Items erinnert werden können. Kinder werden mit dem Alter schneller darin, Worte zu artikulieren, was ihnen dann ermöglicht, Items schneller zu repetieren (die Artikulationsrate reflektiert die Rate, mit der Informationen in der artikulatorischen Schleife aufgefrischt werden können); als Konsequenz verbessert sich die GS (Baddeley, 1986; 1990; Halliday & Hitch, 1988; Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday & Littler, 1989). Dieses Modell lieferte Henry & Millar (1993) einen brauchbaren Ausgangspunkt, wobei sie jedoch die Notwendigkeit verschiedener Modifikationen sahen. Ihr eigenes Modell (Henry & Millar, 1993) enthält einen Eingangsspeicher, in welchem Sprache kurzzeitig passiv behalten werden kann, bis sie wieder aus

dem Speicher verloren geht; variierende Abrufungsgeschwindigkeit sowie variierender Gebrauch von verbaler Übersetzung und wiederholtem Aufzählen in verschiedenen Altersstufen; und ein sich entwickelndes Langzeitgedächtnis bzw. Vertrautheits-Komponente für lexikalische Items und Output-Prozesse.

Auch Kail (1997) suchte nach den verantwortlichen Ursachen für die Entwicklung der GS bei Kindern. Er verwendete Aufgaben zur Verarbeitungsgeschwindigkeit, zur GS, zur Artikulationsgeschwindigkeit sowie Aufgaben, die die phonologischen Fähigkeiten betrafen. Wie auch schon Roodenrys et al. (1993) kam er zu dem Ergebnis, dass die Artikulationsgeschwindigkeit und die phonologischen Fähigkeiten die Entwicklungsveränderungen in der GS bedingten. Er feilte eine von Roodenrys et al. (1993) aufgestellte Theorie etwas aus, welche dann folgendermaßen aussah (Kail, 1997; siehe auch Modell Baddeley, 1986; 1992, im Zusammenhang mit der altersabhängigen Veränderung der GS für Zahlen): Während ihrer Entwicklung verarbeiten Kinder Informationen schneller, was bedeutet, dass sie Items in der phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnis schneller artikulieren können, was wiederum das Behalten verbessert (Kail & Park, 1994). Zusätzlich verbessern sich während der Entwicklung der Kinder ihre phonologischen Fähigkeiten. Wenn die phonologischen Repräsentationen der Wörter aus der phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses zu schwinden beginnen, sind ältere Kinder folglich eher in der Lage, das Langzeitgedächtnis nach der Information, die für die Rekonstruktion eines Wortes benötigt wird, abzusuchen. Einschränkend gibt Kail (1997) an (und passend zu Henry & Millar's (1993) Ergebnissen), dass Sprechrate und GS bei Vorschulkindern oft nicht korreliert sind (z.B. Gathercole, Adams, & Hitch, 1994), so dass die GS bei Vorschulkindern andere Prozesse als bei älteren Kindern zu reflektieren scheint.

1.3.2 Gedächtnisspanne und Lesefähigkeit

Es gibt viele Befunde, die für einen Zusammenhang zwischen der Leseschwäche und einer reduzierten GS sprechen, obwohl es sich dabei nicht immer um einen engen Zusammenhang handelt (Jorm, 1983). Zum Beispiel schrieb Rugel (1974) eine Übersicht über Studien über die WISC-Profile von Leseschwachen und fand heraus, dass in sechs von elf Studien, bei denen normale Leser und Leseschwache einen vergleichbaren Gesamt-IQ aufwiesen, die Leseschwachen beim Untertest GS für Zahlen signifikant schlechter abschnitten. Eine Studie von Byrne & Arnold (1981) erzielte das gleiche Ergebnis. Rizzo (1939) setzte drei verschiedene KZG-Tests für Buchstaben in seiner Untersuchung schwacher und normaler Leser der Klassen 3-8 ein. In einem Test wurden Buchstabenketten (simultan visuell) präsentiert; in einem anderen Test wurden die Buchstaben visuell, jedoch nacheinander präsentiert; im dritten Test wurde eine auditorische sequentielle Präsentation verwendet. Bei allen drei Aufgaben zeigten die Leseschwachen schlechtere Leistungen als die Kontrollen, obwohl der Unterschied bei den jüngeren Leseschwachen insgesamt stärker ausgeprägt war als bei den älteren. Auf ähnliche Weise testete Koppitz (1975) bei Leseschwachen die GS für Zahlen, indem sie entweder eine simultane visuelle Präsentation der Items oder eine sukzessive, auditorische Präsentation benutzte. Sie variierte auch den Antwortmodus, welcher entweder darin bestand, die Zahlen aufzuschreiben, oder sie auszusprechen. Koppitz' Ergebnis war, dass sich alle Messungen bei schwachen und bei normalen Lesern unterschieden, und in allen außer einem Test zeigten die Leseschwachen schlechtere Leistungen als eine Gruppe, deren Mitglieder als lernbehindert klassifiziert waren, deren Leseleistungen jedoch normal waren.

Torgesen beschrieb in einer Studie (1988; siehe auch oben) eine Reihe von Arbeiten, die speziell eine Gruppe von lernbehinderten Kindern untersuchten, die Schwierigkeiten in GS-Aufgaben hatten, dabei jedoch eine durchschnittliche Intelligenz aufwiesen. Bei Prüfung der akademischen Leistungen dieser Kinder

fiel auf, dass diese im Vergleich zu ihren lernbehinderten Klassenkameraden nur schwache Leseleistungen zeigten, weswegen wir sie (mit Einschränkung) mit den als lese-rechtschreibschwach klassifizierten Kindern vergleichen können. Torgesen sah ihre GS-Defizite nicht als Resultat einer begrenzten Speicherkapazität per se – dann hätten sie auch dann Leistungseinschränkungen in der GS zeigen müssen, wenn visuelle Figuren, die schwierig verbal zu benennen waren, gezeigt, was gerade nicht der Fall war. Vielmehr kam er zu dem Schluss, dass Schwierigkeiten in der Informationsverarbeitung die reduzierten GS verursachten: speziell meinte er, dass bei o.gen. Kindern Schwierigkeiten im Gebrauch verbaler/phonologischer Codes zur Speicherung von Information die eingeschränkte GS bedingten. Torgesen folgerte, dass auch die beobachteten schwachen Leseleistungen dieser Kinder ihre Grundlage in Problemen der phonologischen Kodierung hatten: in der Hauptsache schienen jene sich auf die Wortidentifikation und Rechtschreibfähigkeiten auszuwirken. Diese Theorie lässt sich gut mit der von Dempster (1981; s.o.) in Einklang bringen: Dempster sah die Itemidentifizierungsgeschwindigkeit als einen wichtigen Faktor für die Größe der GS; Torgesen (1988) hielt die Effektivität im Umgang mit phonemischen Codes sowohl für die Itemidentifikation als auch für die GS maßgeblich. Bei beiden Autoren findet sich also eine Korrelation von Itemidentifikation und GS. Zur Itemidentifikation wird im folgenden Abschnitt zur Benennungsgeschwindigkeit ausführlicher eingegangen.

Wie Torgesen (1988), so sahen auch Shankweiler, Liberman, Mark, Flower, & Fischer, 1975) die kausale Verbindung zwischen Lesefähigkeit und GS in der phonologischen Kodierung. Langsames phonologisches Kodieren verzögert die Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis. Langsames phonologisches Kodieren könnte auch Ressourcen aufbrauchen, welche sonst der zentralen Verarbeitung des Lesematerials oder der Erinnerung von Wörtern des GS-Tests zugeteilt wären (Das & Mishra, 1991; siehe auch Das, 1985, und Das & Siu, 1989).

Henry & Millar nahmen in ihrer oben zitierten Studie zur Entwicklung der GS (1993) auch Stellung zur vorliegenden Literatur betreffend des Zusammenhangs zwischen der GS und anderen kognitiven Fähigkeiten, speziell dem Lesen sowie dem Vokabular. Sie fanden deutliche Hinweise für Verbindungen zwischen Leseleistung und GS; ein wichtiges Verbindungsglied schienen dabei Fähigkeiten in der phonologischen Verarbeitung zu spielen. Auf der anderen Seite sahen sie auch Auswirkungen des Lesevermögens auf die Gedächtnisentwicklung, so dass sie zu dem vorläufigen Schluss kamen, dass Lesefertigkeit und Kurzzeitgedächtnis sich gegenseitig beeinflussten.

Nach Durchsicht o. gen. Literatur können wir als Resultat der überwiegenden Anzahl der Studien festhalten, dass die GS bei Kindern mit zunehmendem Alter zunimmt, und weiterhin, dass Lese-Rechtschreibschwache im Vergleich zu normalen Lesern eine verminderte GS zeigen.

Es spricht wenig dafür, dass sich die entwicklungsbedingten sowie die interindividuellen Unterschiede in der GS auf Unterschiede in der strukturellen Speicherkapazität als solche zurückführen lassen; vielmehr scheinen die Unterschiede in der GS durch solche in der Informationsverarbeitung begründet zu sein. Viele Autoren verwendeten als Maße für die Informationsverarbeitung Meßmethoden wie die Benennungsgeschwindigkeit oder Sprechrate; auf diese werde ich im anschließenden Abschnitt zu sprechen kommen.

Immer wieder zeigt sich ein enger Zusammenhang zwischen der GS, Maßen zur Informationsverarbeitung, und der phonologischen Kodierung. Phonologische Kodierungsprozesse scheinen die Effizienz von Speicherprozessen zu verbessern und die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung zu erhöhen. Damit scheinen Fähigkeiten im Umgang mit Sprache alle beschriebenen Prozesse zu erleichtern. Verschiedene Untersuchungen (s. o.) sprechen dafür, dass die Gedächtnisdefizite bei Lese-Rechtschreibschwachen an phonologische Kodierungsprozesse gebunden sind, und damit von der Sprachgebundenheit des jeweiligen Materials abhängig

sind. LRS sollten in diesem Fall mit der Verarbeitung und Speicherung phonologisch nicht kodierbarer Materialien (wie z.B. abstrakte Formen) keine Probleme haben. Die Frage, ob dies tatsächlich zutrifft, ist eine der Fragen, der in der vorliegenden Studie nachgegangen werden soll.

1.4 Benennungsgeschwindigkeit

Die Benennungsgeschwindigkeit (BG) kann als Maß für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) angesehen werden. Wie bereits im Abschnitt über die GS erwähnt, spricht vieles dafür, dass es einen engen Zusammenhang zwischen der GS und der IVG gibt. Da die IVG im Sinne einer Kapazitätsbegrenzung die maximale Leistungsfähigkeit des Gedächtnisses determiniert, wird sie in neuerer Zeit auch als „funktionale Kapazität“ des Gedächtnisses bezeichnet (z.B. Flavell, 1985; S. 85ff; zitiert nach Hasselhorn, 1988).

Unter dem Oberbegriff ‚Benennungsgeschwindigkeit‘ kann man im wesentlichen zwei verschiedene Messmethoden subsummieren: Bei der ersten handelt es sich um die Item-Identifikationszeit (d. h. die Geschwindigkeit, mit der Namen von Items erkannt oder benannt werden können), bei der zweiten um die Sprech- bzw. Artikulationsrate (d. h. die durchschnittliche Zeit, die man dafür braucht, um ein Wort zu artikulieren). Diese unterschiedlichen Meßmethoden scheinen jedoch miteinander in engem Zusammenhang zu stehen (Johnston & Anderson, 1998). So kamen z.B. Bowers & Swanson (1991) zu dem Ergebnis, dass Item-Identifikationszeiten und Benennungsgeschwindigkeit einer fortlaufenden Liste signifikant miteinander korrelierten. In der Arbeit von Hitch et al. (1989b) ähnelte die Benennungsgeschwindigkeit einer fortlaufenden Liste (d.h. Lesegeschwindigkeit bei lautem Lesen) der von ihnen gemessenen Sprechrate und zeigte eine ähnliche Fähigkeit zur Vorhersage der GS. Insofern reflektieren die verschiedenen Maße der Benennungsgeschwindigkeit möglicherweise eine gemeinsame zugrunde liegende Geschwindigkeit der Benennungsfunktion (Bowers & Swanson, 1991).

Die in der vorliegenden Studie verwendete Messmethode orientiert sich an der Methode von Hasselhorn (1988), welche sich wiederum an die von Hulme et al. (1984) verwendete Operationalisierung der IVG über die Nachsprechgeschwindigkeit von Wort-Tripeln, anlehnt. Diese Methode misst damit die Artikulations- bzw. Sprechrate.

1.4.1 Benennungsgeschwindigkeit und Alter

In der einschlägigen Literatur findet sich übereinstimmend die Annahme, dass die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit vom Vorschulalter bis ins junge Erwachsenenalter kontinuierlich zunimmt (Hasselhorn, 1988). Weiterhin lässt sich, wie schon im vorigen Abschnitt erwähnt, schließen, dass die zunehmende IVG im wesentlichen auch für die bis ins junge Erwachsenenalter andauernde GS-Zunahme verantwortlich ist (Hasselhorn, 1988). Dieses Ergebnis findet sich zum Beispiel bei Hulme et al. (1984), welche die GS und die Sprechrate (gemessen als Geschwindigkeit des Repetierens von Wörtern) über eine Altersspanne von vier Jahren bis ins junge Erwachsenenalter testeten: Die beobachtete Steigerung der GS während der Entwicklung ließ sich durch eine entsprechende Steigerung der Sprechrate erklären. Sie fanden keine Hinweise dafür, dass sich die strukturelle Kapazität des Kurzzeitspeichers von der frühen Kindheit (viertes Lebensjahr) bis ins Erwachsenenalter veränderte.

Eine neuere Studie von Mishra & Dash (1996) bestätigte noch einmal den Befund, dass GS, Benennungsgeschwindigkeit und Sprechrate (hier bestimmt für Wörter und Zahlen) sich als eine Funktion des Alters verbesserten (getestet wurden Kinder der Klassen 3 und 5). Dabei schrieben sie die hauptsächliche Verantwortung für die Veränderungen der GS mit dem Alter und der Klassenstufe der Sprechrate zu.

Henry (1994) äußerte sich dagegen kritisch gegenüber den Studien, welche eine lineare Verbindung zwischen Sprechrate und GS aufgezeigt hatten; ihre eigenen Studien (1994) replizierten die Verbindung zwischen den Gruppenmittelwerten, ergaben jedoch, dass die Korrelationen zwischen den

individuellen Sprechraten und GS eines Kindes nicht länger signifikant waren, wenn die Alterseffekte herausgenommen wurden. Das Alter erwies sich besser in der Vorhersage der GS als in der der Sprechrate. Henry (1994) sah über den Beitrag der Sprechrate hinaus viele andere Faktoren, die in die Entwicklung der GS involviert sind. Sie schloss, dass die Sprechrate eines individuellen Kindes keine gute Vorhersage über seine GS erlaubt.

Kail & Hall (1994) untersuchten bei 8- bis 13-Jährigen die Verarbeitungsgeschwindigkeit, die Benennungsgeschwindigkeit und die Lesefertigkeiten. Ihr Ziel war es, herauszufinden, ob die altersabhängige Veränderung in der BG entweder a) durch einen automatischen Zugang zu bekannten Begriffen aufgrund eines größeren Vertrautheitsgrades mit den zu benennenden Objekten oder b) durch die allgemein schnellere Verarbeitungsgeschwindigkeit mit ansteigendem Alter, bestimmt wird. Ihre Ergebnisse ließen sich mit der zuletzt genannten Erklärung vereinbaren. D. h., die BG wurde durch einen globalen Mechanismus bestimmt, welcher die Geschwindigkeit, mit der die meisten kognitiven Prozesse durchgeführt werden, limitiert. Ein weiterer Befund von Kail & Hall (1994) war, dass die BG mit der Worterkennung beim Lesen (*reading recognition*) verbunden war, und diese wiederum mit dem Leseverständnis. Kail & Hall (1994) sahen in der BG die gesuchte Verbindung zwischen Verarbeitungsgeschwindigkeit auf der einen, und Dekodierfähigkeiten und Verständnis auf der anderen Seite: eine verbesserte Verarbeitungsgeschwindigkeit mit dem Alter bedeutet, dass der Zugriff auf Begriffe beschleunigt wird.

Kail & Park (1994) untersuchten die kausalen Verbindungen zwischen Alter, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Artikulationsgeschwindigkeit und GS. Sie führten dazu zwei Studien aus: Eine untersuchte 7- bis 14-jährige Kinder in den USA, eine andere 7- bis 12-jährige koreanische Kinder. Ihre Ergebnisse – der natürliche Logarithmus des Alters war positiv mit der GS korreliert und negativ mit der Verarbeitungs- und Artikulationszeit - passten in den von ihnen aufgestellten theoretischen Rahmen, welcher folgende Zusammenhänge

enthielt: Mit zunehmendem Alter nimmt die Verarbeitungszeit ab; das bedeutet auch, dass Wörter öfter in der artikulatorischen Schleife aufgefrischt werden können, was ein besseres Erinnerungsvermögen zur Folge hat. Kail & Hall (1994) sahen hier die Artikulationsrate als das vermittelnde Glied zwischen Verarbeitungsgeschwindigkeit und Erinnerungsfähigkeit. Die Ergebnisse von Kail & Park (1994) zeigten jedoch auch eine direkte Verbindung zwischen Alter und GS auf; d.h., dass auch andere Variablen einen Teil der Verbindung zwischen Alter und GS vermitteln. Insgesamt ähnelten sich die Ergebnisse der amerikanischen und der koreanischen Studie; sie schlossen daraus, dass der aufgestellte theoretische Rahmen auf Menschen, die eine andere Sprache sprechen und die außerhalb Nordamerikas wohnen, erweitert werden konnte.

1.4.2 Benennungsgeschwindigkeit und Lesefähigkeit

Bei Legasthenikern ist eine allgemeine Verlangsamung der Informationsverarbeitung zwischen der Analyse eines Stimulus und des motorischen Outputs aufgezeigt worden, und zwar unabhängig davon, ob es sich um Antworten auf Töne, Punkte, Buchstaben, Lichtblitze oder motorische Koordinationsaufgaben handelte (Warnke, 1999; Farmer & Klein, 1995, Hennighausen, Warnke & Remschmidt, 1998, Tallal et al., 1993, Tallal, Miller & Fitch, 1993, Warnke, Remschmidt & Hennighausen, 1994). Deutlich sichtbar werden Defizite in der IVG im Paradigma des Schnellen Automatisierten Benennens (Rapid Automated Naming = RAN; Denckla, 1972; Denckla & Rudel, 1976a). Die grundlegende Technik des RAN besteht in der Präsentation einer Karte, welche mehrere Zeilen und Spalten von Stimuli enthält, und der Anforderung an die zu untersuchende Person, die Stimuli so schnell wie möglich zu benennen. Die gemessene Zeit ist die abhängige Variable (Fawcett & Nicolson, 1994). Es gibt heute eine Fülle von Daten, die bei Legasthenikern Defizite im RAN mit vielen verschiedenen Stimuli zeigen (z.B. Denckla & Rudel, 1976a, 1976b; Wolf, 1984; Badian, Duffy, Als, & McAnulty, 1991; Wolf & Obregon, 1992). Fortgesetzte Probleme beim RAN ließen sich sowohl mit Zahlen und Buchstaben bei Jugendlichen und Erwachsenen mit Legasthenie

feststellen (siehe z.B. Bowers, Steffy, & Tate, 1988; Denckla & Rudel, 1976a; Wolff, Michel, & Ovrut, 1990). Fawcett & Nicolson (1994) selbst testeten die BG im „discrete reaction time format“ (d. h. die einzelnen Stimuli wurden einzeln nacheinander präsentiert und mussten von der zu untersuchenden Person jeweils so schnell wie möglich benannt werden; bei den Stimuli handelte es sich dabei um Objekte, Farben, Zahlen und Buchstaben). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Kinder mit Legasthenie persistierende und unerwartet schwere Probleme in der Benennungsgeschwindigkeit bei *allen* Stimuli zeigen, unabhängig davon, ob der Stimulus eine Graphem-Phonem-Dekodierung erfordert.

Langsamkeit und mangelhafte Genauigkeit wurden bei LRS beim Benennen von Buchstaben und Wörtern, Gegenständen, Farben und Zahlen aufgezeigt (Bouma & Legein, 1980, Vellutino, 1980, Warnke, 1990, Warnke & Remschmidt, 1992, Warnke, Remschmidt & Hennighausen, 1994).

Ackerman, Dykman & Gardner (1990) unterzogen lese-rechtschreibschwache Kinder im Alter von 9 bis 12 Jahren Tests zur Artikulationsrate (gemessen als „Zählgeschwindigkeit“, d.h. die Zeit, die die Kinder brauchten, um fünf Mal nacheinander von 1 bis 10 zu zählen), zur BG (Zeit, um 50 alternierende Ziffern und Buchstaben zu benennen, welche in zehn Reihen zu je fünf Stimuli angeordnet waren), zur phonologischen Sensitivität und zur GS für Ziffern. Ihre Befunde enthielten, dass Kinder mit schwerer Legasthenie langsamer zählten (d.h. eine langsamere Artikulationsgeschwindigkeit für Reihen von Zahlen hatten) und langsamer im Benennen alternierender Ziffern und Buchstaben waren als Kinder mit weniger stark ausgeprägter Leseschwäche.

Das & Mishra (1991) untersuchten 140 Grundschul Kinder im Hinblick auf ihre Lesefähigkeiten sowie GS, BG, und Sprechrate für Wörter. Ihre Ergebnisse zeigten eine starke Verbindung zwischen Lesefähigkeit und den beiden Tests BG und Sprechrate. McDougall, Hulme, Ellis, und Monks (1994) Befunde bei Leseschwachen schlossen u. a. beeinträchtigte Gedächtnisspannen im

Vergleich zu besseren Lesern desselben chronologischen Alters sowie langsame Artikulationsraten ein. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Sprechrate für das GS-Defizit der Leseschwachen verantwortlich war, und dass sie eine bessere Vorhersage über die Lesefähigkeit erlaubte als die GS. Auch Avons und Hanna (1995) fanden bei Leseschwachen beeinträchtigte GS und langsame Sprechraten; sie zeigten auch, dass die Sprechrate eine gute Vorhersage über die GS bei Leseschwachen und Kontrollen mit entsprechendem Lesealter und Kontrollen mit entsprechendem chronologischen Alter erlaubte.

Die von Johnston & Anderson (1998) untersuchten elfjährigen Leseschwachen zeigten für ihr Alter eine beeinträchtigte BG, welche sich sowohl in einzelnen Identifikationszeiten für Bilder als auch in den Artikulationsraten darstellte. Johnston und Anderson (1998) untersuchten weiterhin, ob bei ihren Leseschwachen ein Wortlänge-Effekt festzustellen war. Mit diesem Begriff ist gemeint, dass Wörter, die lange auszusprechen sind, von Kindern und Erwachsenen weniger gut erinnert werden als Wörter von kurzer Dauer (Baddeley & Hitch, 1974; Hitch & Halliday, 1983; Hulme, Thomson, Muir, & Lawrence, 1984), ein Effekt, welcher dem Funktionieren der phonologischen Schleife zugesprochen wird. Baddeley, Thomson, & Buchanan (1975) fanden zwischen Sprechrate und GS eine lineare Funktion in der Art, dass eine Person sich an so viel erinnern kann, wie sie in etwa ein bis zwei Sekunden artikulieren kann. Innerhalb dieser Zeit können mehr kurze Wörter repetiert und somit auch erinnert werden. Die Artikulationsrate soll die Geschwindigkeit reflektieren, mit welcher eine Person lautlos die Items repetieren kann. Johnston & Andersons (1998) Leseschwache zeigten keinen Wortlänge-Effekt bei visueller Präsentation der Bilder. Diesen Befund führten sie jedoch nicht auf die reduzierte BG zurück, da die Leseschwachen in einer ihrer Untersuchungen mindestens so schnell wie die Kontrollen mit gleichem Lesealter waren; ihre Sprechprozesse waren also effizient genug, um verbales Repetieren ausführen zu können, was auch durch Beobachtung und durch Bericht der Kinder bestätigt werden konnte. Johnston & Anderson (1998) schlossen, dass die

Leseschwachen vermutlich die Items bei der Präsentation verbal enkodierten, bei der Abberufung jedoch bevorzugt die visuelle gegenüber der verbalen Information benutzen. Diese Präferenz könnte nach Johnston & Anderson (1998) durch frühere Schwierigkeiten beim Erlernen der Zuordnung von verbalen Namen zu visuellen Stimuli entstanden sein.

Fawcett & Nicolson (2002) gaben eine kurze Übersicht über die Literatur zum Thema Artikulation und Legasthenie. Es sind Fehler (Snowling, 1981), Geschwindigkeitsdefizite (Stanovich, 1988) oder beides (Brady et al., 1989) in der Artikulation identifiziert und als eine Entwicklungsverzögerung in der zeitlichen motorischen Kontrolle (*motor timing control*) interpretiert worden. Da sich die Alltagssprache mit dem Alter verbessert, weicht dieses Artikulationsdefizit bei legasthenen Jugendlichen einer normalen Leistung (Fawcett & Nicolson, 2002). Defizite zeigen sich dann jedoch noch bei komplexen Aufgaben (Fawcett & Nicolson, 2002), wie bei der Repetition von unsinnigen Wörtern (Gathercole and Baddeley, 1990) oder der schnellen Repetition (Catts, 1986; 1989; Fawcett and Nicolson, 1995); selbst wenn sie dazu aufgefordert werden, einfache Stimuli mehrere Male zu wiederholen, sind Defizite feststellbar (Snowling, 1981). Fawcett & Nicolson (2002) untersuchten die Frage, ob die bekannten artikulatorischen Defizite auf Defizite in der Artikulationsgeschwindigkeit oder auf solche in motorischen Planung (*motor planning*) zurückzuführen waren. Die von ihnen untersuchten lese-rechtschreibschwachen Kinder im Alter von 13 bzw. 16 Jahren sowie Kontrollgruppen mit entsprechendem Alter und IQ wurden aufgefordert, entweder eine einzelne Lautäußerung (*articulatory gesture*) /p/ /t/ /oder /k/ oder die Sequenz 'putuku', so schnell sie konnten, wiederholt zu artikulieren. Die lese-rechtschreibschwachen Gruppen waren bei allen Tests signifikant langsamer; Alterseffekte wurden nicht beobachtet. Fawcett & Nicolson (2002) interpretierten diese Ergebnisse dahingehend, dass lese-rechtschreibschwache Kinder hinsichtlich schneller Artikulation persistierende und schwerwiegende Probleme aufweisen, und zwar sowohl in der Produktion als auch in der Planung von Lautäußerungen (*gestures*). Anders ausgedrückt, die Defizite in

der Artikulation ließen sich sowohl von einer langsameren zentralen Geschwindigkeit (phonologischer Zugriff und motorische Planung) *als auch* von einer langsameren Artikulationsgeschwindigkeit (Produktion einzelner Laute) herleiten.

1.5 Suchrate

Sternberg (1969) führte mit dem Ziel, Aufschlüsse über die Struktur kognitiver Prozesse zu bekommen, verschiedene Experimente zur Reaktionszeit (RZ) aus. Speziell ging es ihm darum, die Wege zu untersuchen, auf denen Informationen aus dem Gedächtnis wieder gewonnen werden können. Seine Methode bestand aus der Präsentation einer Liste zu memorierender Items, welche kurz genug war, um innerhalb der unmittelbaren Gedächtnisspanne zu liegen. Der untersuchten Person wurde dann eine Frage über die memorierte Liste gestellt; sie hatte so schnell wie möglich zu antworten, und die Zeit bis zu ihrer Antwort wurde gemessen. Seine Experimente führten zu der Entdeckung zweier verschiedener Arten der Gedächtnisabsuche, welche in der Wiedergewinnung von Informationen aus kurzen memorierten Listen benutzt werden. Eine wird zur Bestimmung des *Vorhandenseins* eines Items in einer Liste angewendet, die andere zur Bestimmung der *Lokalisation* eines Items in einer Liste.

Im Folgenden werde ich auf den zuerst genannten Prozess etwas genauer eingehen, da dieser Thema dieser Studie ist. Um die Frage des Vorhandenseins eines Items in einer Liste geht es bei den Aufgaben zur Item-Erkennung (Sternberg, 1969): Der zu untersuchenden Person wird eine Liste von Items präsentiert, welche diese memorieren soll. Wenn der Test-Stimulus präsentiert wird, muss die Person entscheiden, ob er Bestandteil dieser Liste ist. Wenn er das ist, gibt die Person eine positive Antwort (z.B. indem sie „ja“ sagt oder einen bestimmten Schalter betätigt); wenn nicht, eine negative. Die gemessene Reaktionszeit ist die Zeit vom Auftreten des Test-Stimulus bis zur Antwort. Je nachdem, ob bei jedem Durchgang jeweils eine neue Liste präsentiert wird oder immer die gleiche, spricht Sternberg von einem Vorgehen

mit variiertem Set bzw. von einem Vorgehen mit festem Set. Als Ergebnis dieses Tests (sowohl bei variiertem als auch bei festem Set) erhielt Sternberg eine lineare Funktion zwischen der Größe der zu memorierenden Liste und der Reaktionszeit. Er folgerte daraus, dass bei der untersuchten Person ein serieller Suchprozess stattfand. Jedes einzelne Item der memorierten Liste wird nacheinander mit dem Test-Item verglichen. Die mittlere Dauer des Suchprozesses steigt mit jedem zusätzlichen Vergleich um eine Einheit an. Eine Kombination von Befunden wies für Sternberg darauf hin, dass es sich um einen *erschöpfenden* Suchprozess handelte (dies bedeutet, dass *alle* Items der memorierten Liste abgesucht werden, und erst dann die Entscheidung darüber erfolgt, ob das Test-Item einem der Items der Liste entspricht): Die Linearität der Funktion; die Tatsache, dass positive und negative Antworten sich nicht unterschiedlich auf die Reaktionszeit auswirkten, sowie die Unabhängigkeit der Reaktionszeit von der Position des gesuchten Stimulus (bei positiver Antwort). Sternberg kam weiterhin zu dem Ergebnis, dass das Absuchen der memorierten Liste einen sehr schnellen Prozess darstellt; viel schneller, als es das Repetieren der Liste im Gedächtnis ist. Letzteres wird von der untersuchten Person zusätzlich angewendet, um die zu memorierende Liste besser im Gedächtnis zu behalten.

Sternberg ging davon aus, dass die von ihm als Items verwendeten Ziffern für den Suchprozess nicht als Namen, sondern in einer visuellen Form repräsentiert sind. Da der Suchprozess unabhängig vom Repetieren verläuft, stellte es für ihn keinen Widerspruch dar, wenn die Präsenz der Items beim Repetieren (in Form von Namen) anders ist; die Items der memorierten Liste können somit also in verschiedenen Formen präsent sein. Dieses Ergebnis ist in Anbetracht der zahlreichen Befunde bezüglich phonologischer Verarbeitungsstörungen bei der Legasthenie von Interesse: Wenn die Items für den Suchprozess in einer visuellen, d.h. nicht-sprachlichen Form kodiert werden, sollten sich Lese-Rechtschreibschwache in Tests zur Suchrate von normalen Lesern nicht unterscheiden, oder jedenfalls weniger deutlich, als es in den Tests zur GS und zur BG der Fall ist.

1.5.1 Suchrate und Entwicklung

Obwohl die Tests zur Suchrate in der Forschung für unterschiedlichste Themenbereiche eingesetzt worden sind, fanden sie leider kaum Einsatz in Untersuchungen zur Gedächtnisentwicklung bei Kindern und ebenso wenig in solchen zur Lese-Rechtschreibschwäche. Im Hinblick auf den Einsatz der Suchrate bei Untersuchungen zur Gedächtnisentwicklung findet sich in der Literatur nur eine Studie: Keating, Keniston, Manis & Bobbitt (1980) wendeten neben einem Test zum „visuellen Scanning“ die Suchrate an, um Entwicklungsunterschiede hinsichtlich der Effizienz basaler kognitiver Verarbeitungsprozesse zu explorieren. Sie untersuchten vier verschiedene Altersgruppen (9, 11, 13 und 15 Jahre). Ihre Ergebnisse konnten einen signifikanten Alterseffekt aufzeigen.

1.5.2 Suchrate und Lese-Rechtschreibschwäche

Die Ergebnisse von Kail, Chi, Ingram, and Danner (1977; nach Kail & Marshall, 1978) ließen auf eine Verbindung zwischen Suchrate und Lesefähigkeit schließen. Die von ihnen untersuchten Sechstklässler waren dazu aufgefordert, einen Abschnitt bestehend aus drei Sätzen zu lesen und anschließend eine einfache ja-nein-Frage, welche die Information, die in dem Abschnitt enthalten war, betraf, zu lesen und zu beantworten. Die Geschwindigkeit, mit der die Fragen beantwortet wurden, war mit der Punktzahl in einem Leseverständnistest assoziiert. Dies war insofern kein überraschendes Ergebnis, da in der gemessenen Zeit, welche zur Beantwortung der Frage benötigt wurde, sowohl die Zeit, die zum Lesen der Frage gebraucht wurde, als auch die zu ihrer Beantwortung enthalten war. Lesefähigkeit und Antwortzeit korrelierten jedoch auch dann noch stark miteinander, wenn die Lesezeit statistisch konstant gehalten war. Es sah also so aus, dass Kinder mit unterschiedlichen Lesefertigkeiten sich in der Geschwindigkeit, mit welcher sie das Gedächtnis absuchten und Items verglichen, unterschieden.

Eine ähnliche Studie wurde von Kail, Jr. & Marshall (1978) durchgeführt. Sie untersuchten bessere und weniger gute Leser der dritten und vierten Klasse mittels vier Experimenten. Die Aufgabe bei jedem dieser Experimente war es, ein bis drei nicht miteinander verbundene Sätze zu lesen und anschließend eine Ja-Nein-Frage, die einen der Sätze betraf, zu beantworten. Die ersten beiden Experimente, bei welchen die Kinder das gesamte Material laut vorlasen, führten zu dem Resultat, dass die besseren Leser die Fragen schneller als die weniger guten Leser beantworteten, auch wenn die Lesezeit herausgenommen war. Experiment drei, bei welchem die Kinder leise für sich lasen, erbrachte das gleiche Ergebnis. Kail & Marshall schlossen daraus, dass die besseren Leser das Gedächtnis schneller absuchten. Sie folgerten weiter, dass unter solchen Umständen, bei denen keine Gedächtnisabfrage für die Beantwortung einer Frage benötigt würde, die Unterschiede in der Antwortgeschwindigkeit reduziert werden sollten. Ihr Experiment 4 bestätigte diese Hypothese. Die Unterschiede zwischen guten und schlechteren Lesern hinsichtlich der Geschwindigkeit, mit welcher jeweils das Gedächtnis abgesucht wurde, sahen Kail & Marshall (und dabei Perfetti & Goldman, 1976, folgend) in der Art, in der Informationen im Arbeitsgedächtnis enkodiert werden, begründet. Möglicherweise tendierten weniger gute Leser dazu, Sätze verbal zu enkodieren, während dagegen gute Leser eine „syntaktisch arme“ Version eines Satzes, welche wichtige semantische Verbindungen behielt, enkodierten. Das Absuchen eines jeden Satzes sollte bei schlechteren Lesern dann deshalb länger dauern, weil ihre gespeicherten Repräsentationen der Sätze mehr Items enthielten. Einschränkend gaben die Autoren hinsichtlich ihrer Untersuchungen an, dass diese nicht unbedingt auf Lese-Rechtschreibschwache zu übertragen sind; bei den von ihnen getesteten Kindern handelte es sich um gute und weniger gute Leser.

Auch sind die beschriebenen Ergebnisse zur Suchrate für Sätze nicht auf andere Materialien einfach übertragbar. Zum Beispiel konnten Katz & Wicklund (1971, 1972) zeigen, dass gute und weniger gute Leser visuelle Darbietungen

von Buchstaben oder Wörtern mit ungefähr der gleichen Geschwindigkeit absuchen.

An neueren Studien sind zwei neurophysiologische Untersuchungen zu nennen, welche während Testungen zur Suchrate Ereignis-korrelierte Potentiale ableiteten. Barnea, Lamm, Epstein & Pratt (1994) präsentierten 9-13jährigen leseschwachen sowie normal lesenden Kindern visuell Stimuli in Form von Ziffern (lexikalisch) sowie unbekanntes (nicht lexikalisch) Zeichen. Das jeweilige Kind hatte anzuzeigen, ob ein Teststimulus Bestandteil des vorher gezeigten memorierten Sets (bestehend aus 1, 2 oder 3 Items) war oder nicht. Neben den speziellen elektrophysiologischen Ergebnissen, auf die ich hier nicht näher eingehen will, konnten Barnea et al. (1994) in der leseschwachen Gruppe eine höhere Fehlerhaftigkeit und längere Reaktionszeiten feststellen. Sie interpretierten die Ergebnisse in dem Sinne, dass beim Erinnern visuell präsentierter Items bei Leseschwachen andere kognitive Strategien und Hirnstrukturen involviert sind als bei guten Lesern. Auch die Studie von Silva-Pereyra et al. (2001) verwendete zur Messung der P300 ERP (= Ereignis Korrelierte Potentiale) Komponente bei schwachen sowie normalen Lesern neben Farb-Diskriminationsaufgaben Tests zur Suchrate („Sternberg-Aufgaben“). Die untersuchten Personen mussten jeweils entscheiden, ob ein Test-Item in einem Set von Ziffern, welches zuvor präsentiert worden war, enthalten war oder nicht. Die Reaktionszeiten der Gruppen unterschieden sich nicht signifikant, bei den schwachen Lesern wurde jedoch ein größerer Anteil von Fehlern beobachtet. Bei den schwachen Lesern wurden auch längere P300 Latenzen als bei den Kontrollen aufgezeichnet, und die P300 Amplituden zeigten topographische Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Aufgrund dieser Ergebnisse schlugen die Autoren vor, dass schwache Leser Defizite während der frühen Verarbeitungsstufe, wie z.B. der Auswertung visueller Stimuli aufweisen könnten, und weiterhin in der Klassifizierung und Memorierung visueller Stimuli.

Es ist ersichtlich, dass Untersuchungen zur Suchrate bei Legasthenikern nur in einem geringen Ausmaß vorliegen, und die wenigen vorliegenden Studien z.T. widersprüchliche Befunde aufweisen.

2. Fragestellung

2.1 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Studie ist die Untersuchung von Gedächtnisfunktionen von lese-rechtschreibschwachen (LRS) im Vergleich zu schriftsprachlich normal entwickelten Kindern. Die Untersuchung beinhaltet Aufgaben zur Gedächtnisspanne, zur Benennungsgeschwindigkeit und zur Suchrate. Mit Hilfe dieser Aufgaben soll die Art eines möglichen Gedächtnisdefizits bei den LRS genauer ermittelt werden. Insbesondere ist von Interesse, inwieweit die Schriftsprachähnlichkeit eines zu memorierenden Lernmaterials Einfluss auf die Gedächtnisleistungen ausübt.

Ein weiteres wichtiges Untersuchungsziel stellt die Exploration der Entwicklung von Gedächtnisfunktionen mit ansteigendem Alter dar. Die Entwicklungsveränderungen bei lese-rechtschreibschwachen Kindern sollen mit denen schriftsprachlich normal entwickelter Kinder verglichen werden.

2.2 Spezifische Fragestellung

- 1) Unterscheiden sich lese-rechtschreibschwache Kinder in den Aufgaben zur Gedächtnisspanne, der Benennungsgeschwindigkeit und der Suchrate von schriftsprachlich normal entwickelten Kindern?
- 2) Sind mit zunehmendem Alter Veränderungen hinsichtlich der Gedächtnisspanne oder den Maßen zur Verarbeitungsgeschwindigkeit (Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate) bei den beiden zu untersuchenden Gruppen beobachtbar?
- 3) Inwieweit sind Einflüsse des Reizmaterials (vorhandene oder fehlende Ähnlichkeit zur Schriftsprache) für die Gedächtnisleistung von Bedeutung?

2.3 Hypothesen

2.3.1 Gedächtnisspanne

1) Kinder mit Rechtschreibschwäche (LRS) haben im Vergleich zu Kindern ohne Rechtschreibschwäche eine geringere Gedächtnisspanne (GS).

2) Mit ansteigendem Alter nimmt sowohl bei der Kontrollgruppe (KG) als auch bei den LRS die Gedächtnisspanne zu. Das Defizit in der Gedächtnisspanne (die kürzere Gedächtnisspanne) bei Kindern mit Rechtschreibschwäche nimmt mit zunehmendem Alter ab, so dass sich die Diskrepanz, die sich bei 8- bis 9-Jährigen zeigt, in der Altersgruppe der 12- bis 13-Jährigen nicht mehr als signifikant erweist.

3) Kindern mit Rechtschreibschwäche fällt das Memorieren nicht-schriftsprachähnlichen Materials leichter als das von schriftsprachähnlichem Material.

2.3.2 Benennungsgeschwindigkeit

1) Kinder mit Rechtschreibschwäche zeigen im Vergleich zu Kindern ohne Rechtschreibschwäche eine verlangsamte Benennungsgeschwindigkeit (BG).

2) Die Benennungsgeschwindigkeit verbessert sich sowohl bei den LRS als auch bei der Kontrollgruppe mit ansteigendem Alter. Die Leistungen der LRS gleichen sich mit zunehmendem Alter denen der Kontrollgruppe an, so dass sich in der Altersgruppe der 12- bis 13-Jährigen zwischen KG und LRS keine signifikante Diskrepanz mehr nachweisen lässt.

3) Kinder mit Rechtschreibschwäche benennen nicht-schriftsprachähnliches Material schneller als schriftsprachähnliches Material.

2.3.3 Suchrate

1) Die Suchrate ist bei der Gruppe der Kinder mit Rechtschreibschwäche signifikant schlechter als bei der Gruppe der Kinder ohne Rechtschreibschwäche.

2) Die Suchrate verbessert sich mit zunehmendem Alter sowohl bei Kindern mit Rechtschreibschwäche als auch bei Kindern ohne Rechtschreibschwäche. Bei den Kindern mit Rechtschreibschwäche verbessert sich die Suchrate in einem größeren Ausmaß als bei der Kontrollgruppe, so dass in der Altersgruppe der 12- bis 13-Jährigen keine signifikante Diskrepanz zwischen KG und LRS mehr nachzuweisen ist.

3) Im Vergleich zu Kindern ohne Rechtschreibschwäche ist die Leistung der Gruppe der Kinder mit Rechtschreibschwäche bei der Suchrate umso deutlicher defizitär, je mehr das Reizmaterial der Schriftsprache ähnelt.

3. Methoden

3.1 Untersuchungsdesign

Es handelt sich um ein dreifaktorielles Mischdesign mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor, dem Reizmaterial.

Rechtschreibniveau	Altersgruppen		
	8 – 9 Jahre	10 – 11 Jahre	12 – 13 Jahre
Normale Schriftsprachentwicklung	n = 10	n = 11	n = 12
Rechtschreibschwäche	n = 10	n = 12	n = 10

3.2 Variablen

Folgende Variablen wurden definiert:

Unabhängige Variablen:

- Rechtschreibniveau:
Rechtschreibschwache (LRS)¹ vs. Normale Schriftsprachentwicklung (KG = Kontrollgruppe)
- Altersgruppen: 8 – 9 vs. 10 – 11 vs. 12 – 13 Jahre
- Reizmaterialien: schriftsprachähnliches vs. nicht-schriftsprachähnliches Material

¹ Die geforderten Kriterien für die Zuordnung zur Gruppe der Rechtschreibschwachen bestanden im Vorliegen eines Prozentrangs von unter 15 im jeweiligen Rechtschreibtest bei mindestens durchschnittlicher Intelligenz und fehlender Hinweise für eine Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsstörung (s.u.). Da diese Kriterien nicht mit den diagnostischen Leitlinien für die umschriebene Lese-Rechtschreibstörung nach ICD-10 übereinstimmen, wird für die von uns untersuchte Gruppe auch im Weiteren die Bezeichnung *Rechtschreibschwäche* verwendet.

Abhängige Variablen:

- Gedächtnisspanne-Aufgaben (strukturelle Kapazität)
- Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit (funktionelle Kapazität)
- Aufgaben zur Suchrate (funktionelle Kapazität)

Gruppenbildende Variablen:

- Intelligenzniveau (Messung der sprachfreien intellektuellen Leistungsfähigkeit mit dem CPM bzw. SPM)
- Rechtschreibleistung (gemessen mit DRT bzw. WRT für die entsprechenden Klassenstufen)

Intervenierende Variable:

- Konzentrationsleistung (gemessen mit dem Aufmerksamkeitsbelastungstest (d2))

3.3 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen insgesamt 65 Probanden teil. Wie sich diese auf die einzelnen Gruppen verteilen, wurde oben dargestellt.

Die Kinder der Kontrollgruppe kamen größtenteils aus Würzburger Grund- und weiterführenden Schulen, zum Teil waren es Patienten der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie Würzburg. Die Gruppe der Lese-Rechtschreibschwachen setzte sich aus Kindern der Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie Würzburg, aus Selbsthilfegruppen für Legasthenie sowie aus Kindern, die uns von Therapeuten für Lese-Rechtschreibschwäche vermittelt wurden, zusammen.

3.4 Die Aufgaben

Bestimmung von Intelligenzniveau, Rechtschreibleistung und Konzentrationsfähigkeit zur Erfassung der gruppenbildenden und intervenierenden Variablen

Zur Messung des Intelligenzniveaus wurde der Raven-Matrizen-Test, CPM (engl. Coloured-Progressive-Matrices; dt. Schmidtke, Schaller und Becker, 1978) bzw. bei den über 10jährigen Kindern der SPM (Standard progressive matrices, J.C. Raven, dt. Bearbeitung von Kratzmeier und Horn, 1988) angewendet, mit welchen die sprachfreie intellektuelle Leistungsfähigkeit beurteilt werden konnte und welche sich aufgrund ihrer relativ kurzen Durchführungszeit in den Rahmen unserer Untersuchung einfügen ließen. Für die Teilnahme an der Studie war sowohl für die Kontrollgruppe als auch für die Lese-Rechtschreibschwachen ein IQ von über 85 gefordert.

Die Rechtschreibleistung wurde mit den Diagnostischen Rechtschreibtests für dritte, vierte und fünfte Klassen (DRT 3; Müller, 1993; DRT 4-5; Meis, 1970) bzw. mit den Westermann Rechtschreibtests (WRT 4/5; Rathenow, 1980; WRT 6+; Rathenow, 1981) erfasst. Für unsere Zwecke war dabei nur die quantitative Auswertung (d.h. die Anzahl der falsch geschriebenen Wörter) von Interesse. Als Kriterium für die Zuordnung zur jeweiligen Gruppe waren für die Kontrollgruppe Prozentränge von über 15, für die Lese-Rechtschreibschwachen Prozentränge unter 15 gefordert.

Mit der Durchführung des Aufmerksamkeits-Belastungstests (d2) nach Brickenkamp (1978) sollte verhindert werden, dass die Testergebnisse durch Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsstörungen verfälscht wurden. Als Kennwert wurde der PR(%) der fehlerbereinigten Gesamtleistung festgelegt. Ausschlusskriterium war sowohl für die Kontrollgruppe als auch die LRS ein Prozentrang von unter 15 (in Anlehnung an Roth, 1997).

Aufgaben zur Erfassung von Gedächtnisfunktionen (= abhängige Variablen)

Die Gedächtnisspanne wurde in ihrer klassischen Form erhoben (vgl. Dempster, 1978). Aufgabe des Probanden ist es dabei, eine Reihe von Items in der gleichen Reihenfolge, in der sie ihm zuvor dargeboten wurde, zu reproduzieren. Ebenso wie bei den folgenden Aufgaben erfolgte die Darbietung in visueller Form auf einem Computerbildschirm.

Die Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit stellen eine Modifikation an ein Verfahren von Hasselhorn (1987, 1988), welches wiederum an Hulme et al. (1984) angelehnt war, dar. In der vorliegenden Studie wurden den Probanden Itemtripel visuell auf dem Computerbildschirm dargeboten, welche sie möglichst schnell und fehlerfrei so lange wiederholen sollten, bis der Versuchsleiter ein Zeichen gab. Pro Reizmaterial (s.u.) wurden drei Itemtripel verwendet. Es wurde jeweils die Zeit von der fünften bis zur fünfzehnten Wiederholung gemessen (durch Tastendruck nach jeder Wiederholung der Itemtripel) und die Benennungsgeschwindigkeit für ein Item (=IVG) nach folgender Formel berechnet (siehe auch Roth, 1997):

$$IVG = (\text{Nachsprechzeit Tripel 1} + \text{Tripel 2} + \text{Tripel 3}) / 90$$

Die Suchrate wurde in Anlehnung an Sternberg (1969) erhoben. Dem Probanden wurden auf dem Computerbildschirm für eine bestimmte, kurze Zeit fünf Items dargeboten. Kurz darauf erschien auf dem Bildschirm ein einzelnes Item, von welchem mittels der Antworten „ja“ oder „nein“ angegeben werden sollte, ob es bei den fünf zuvor dargebotenen enthalten gewesen war oder nicht. Abhängige Variable war die Antwortgeschwindigkeit, gemessen vom Erscheinen des einzelnen Items bis zur Antwort des Probanden. Ferner wurde protokolliert, ob die Antwort richtig war oder nicht. Pro Reizmaterial fanden fünf Durchgänge statt.

3.5 Das Reizmaterial

Das Reizmaterial erfüllt einige gemeinsame Anforderungen (vgl. Dempster, 1985; Roth, 1997). Die Reizserien für jedes Reizmaterial enthalten genug Items, um die längsten Reizserien im Test bilden zu können. Das komplette Reizmaterial ist aus einsilbigen Begriffen zusammengestellt. Innerhalb eines Sets kommt es nie zur Wiederholung eines Items. In zwei aufeinander folgenden Sets darf keine gleiche Itemfolge vorhanden sein. Auch innerhalb aller Reizserien wird auf möglichst verschiedene Itemabfolgen geachtet. Weitere Kriterien werden im Folgenden für die einzelnen Reizmaterialien dargelegt (siehe auch Roth, 1997). Die Reizmaterialien sind in Abb. 3 dargestellt. Das Programm für die Darbietung mittels Computer wurde von Scheuerpflug, 1993, entworfen.

Nicht-schriftsprachorientiertes Material

Koreanische Schriftzeichen:

Wichtigstes Kriterium für die Wahl von koreanischen Schriftzeichen war, dass sie unserer Schriftsprache nicht ähneln und auch nicht mit dieser benannt werden können (im Gegensatz beispielsweise zu den Bildern). Damit waren sie für die Untersuchung der Frage, ob Rechtschreibschwache bessere Leistungen mit nicht-schriftsprachähnlichem als mit schriftsprachähnlichem Material zeigen, besonders relevant.

Im Gegensatz zu den übrigen Reizmaterialien, die bei allen Aufgabentypen zur Anwendung kamen, wurden die koreanischen Schriftzeichen nur bei den Aufgaben zur Suchrate eingesetzt.

Bilder:

Die Bilder, in Form von Strichzeichnungen deutlich erkennbar, sind durch ihr Vorkommen im Alltag der Kinder gekennzeichnet. Sie entstammen aus verschiedenen Themen- und Sachgebieten, um die Bildung von „Supraitems“ bei dem Probanden gering zu halten.

Ziffern:

Aufgrund der geforderten Einsilbigkeit und der benötigten Anzahl von neun verschiedenen Ziffern wurde die Zahl „7“ gegen die „0“ ausgetauscht.

Für die Itemabfolgen wurde festgelegt, dass zwei Ziffern nicht in aufsteigender Reihenfolge erscheinen dürfen (z.B. 3 – 4), weiterhin, dass keine absteigenden Reihen von mehr als zwei Items vorkommen.

Schriftsprachorientiertes Material

Die folgenden Reizmaterialien sind gekennzeichnet durch ihre Ähnlichkeit zur Schriftsprache.

Sinnlose Wörter („silo“):

Die sinnlosen Wörter erfüllen folgende Kriterien: sie sind leicht auszusprechen; wie bei den sinnhaften Wörtern besitzen sie möglichst verschiedene Anfangs- und Endbuchstaben und die verwendeten Vokale und Umlaute kommen nicht mehr als zweimal innerhalb der neun Wörter vor; weiterhin erscheinen sie relativ bedeutungslos, um den Kindern nicht die Möglichkeit zum „chunking“ zu geben.

Konsonanten („Kons“):

Kriterien für die Auswahl der Konsonanten waren ihre häufige Verwendung im alltäglichen Sprachgebrauch sowie der weitgehende Ausschluss von Missverständnissen in Bezug auf ihre Eindeutigkeit bei der Benennung (z.B. B-P, D-T). Innerhalb der Sets weisen sie möglichst keine Reihenfolge nach dem Alphabet auf.

Vokal-Konsonant-Abfolgen („VoKo“):

Diese sind als Vorstufen zu Wörtern gedacht. Um eine große Ähnlichkeit zum geschriebenen Deutsch zu erhalten, war man bei ihrer Erstellung darauf bedacht, dass jeder folgende Buchstabe im deutschen Wortschatz eine relative Häufigkeit zu dem vor ihm stehenden aufweist.

Sinnhafte Wörter („siha“):

Die sinnhaften Wörter, alle aus vier Buchstaben bestehend, sind dem Lesematerial für die erste Jahrgangsstufe entnommen und damit den Kindern vertraut. Zur Verhinderung der Bildung von „Supraitems“ wurden sie aus verschiedenen Sachgebieten ausgewählt. Ähnlichkeiten im Wortklang untereinander sind dadurch ausgeschlossen, dass die Wörter verschiedene

Anfangs- und Endbuchstaben besitzen, und nicht mehr als je drei der neun Wörter den gleichen Vokal bzw. Umlaut enthalten.


















Korean. Schriftzeichen									
Bilder									
Ziffern	0	1	2	3	4	5	6	8	9
Silo	Bink	Gein	Hill	Kres	Luch	Molt	Reuf	Saun	Trem
Kons	B	F	H	K	L	M	R	S	T
VoKo	A	E	I	N	O	R	S	T	U
Siha	Buch	Frau	Glas	Haut	Kran	Lamm	Mund	Nest	Ring

Abb. 3: Verwendetes Reizmaterial (siehe auch Roth, 1997), angeordnet nach zunehmender Ähnlichkeit zur Schriftsprache. In der vorliegenden Untersuchung bildeten die koreanischen Schriftzeichen, Bilder und Ziffern das nicht-schriftsprachähnliche Material, die Konsonanten, Vokal-Konsonant-Abfolgen, sinnhaften und sinnlosen Wörter dagegen das schriftsprachähnliche Material.

3.6 Versuchsablauf und Setting

Alle Untersuchungen fanden in der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie Würzburg statt. Die Kinder wurden dabei einzeln in einem reizarmen Raum getestet.

Mit den oben erwähnten Testverfahren wurden der Intelligenzquotient, die Rechtschreibleistung sowie die Konzentrationsleistung erhoben.

Während der Durchführung der Gedächtnistests saß das Kind auf einem Stuhl vor einem Computerbildschirm, dessen obere zwei Drittel durch Pappe abgedeckt waren. Auf dieser war durch einen roten Punkt und von ihm nach rechts zeigende Pfeile die Reihenfolge der Reizserien zusätzlich angezeigt. Der Versuchsleiter steuerte die Darbietung des Reizmaterials auf dem Computer, gab die entsprechenden Instruktionen, protokollierte die Antworten und stoppte die Reaktionszeiten. Er war dabei so platziert, dass er das Kind bei der Durchführung der Aufgaben beobachten und somit Hinweise auf Memorierstrategien wahrnehmen konnte.

Zunächst wurde in einer ersten Übungsphase sichergestellt, dass das Kind die jeweiligen Reizmaterialien problemlos benennen konnte. Dazu sollte es pro Reizmaterial zwei Itemabfolgen aus je fünf Elementen benennen, und zwar so lange, bis es die beiden Itemabfolgen fehlerfrei und jeweils innerhalb von fünf Sekunden lesen konnte.

Durchführung der Gedächtnisspanneaufgaben:

Während einer Übungsphase hatte das Kind Gelegenheit, den Aufgabentyp kennen zu lernen und einzuüben. Die Übungsserien enthielten jeweils zwei Items, welche sich das Kind merken und nach ihrem Verschwinden vom Bildschirm wiedergeben sollte. Es wurden pro Reizmaterial maximal drei Übungsserien durchgeführt. Sofern sich schon die Übungsserie als zu schwierig herausstellte, wurde der Versuch mit dem jeweiligen Reizmaterial beendet. Die eigentliche Testphase begann mit einer Setgröße von drei Items. Das Kind

sollte sich diese in der richtigen Reihenfolge merken und nach Verschwinden der Serie vom Bildschirm so schnell wie möglich wiedergeben. Nach jeweils drei Durchgängen steigerte sich die Setgröße um ein Item, sofern mindestens ein Durchgang fehlerfrei gewesen war. Wenn dies nicht der Fall war, wurde der Versuchsteil mit dem jeweiligen Reizmaterial beendet und die zuletzt richtig wiederholte Setgröße als Maß für die Gedächtnisspanne auf dem Protokollbogen notiert. Bei Fehlerfreiheit konnte eine Setgröße bis maximal neun Items erreicht werden. Zur Veranschaulichung des Aufgabentyps ist Abb. 4 als Beispiel angefügt.

Die Darbietungszeit betrug eine Sekunde pro Item. Neben der erreichten Setgröße wurden auch beobachtete oder genannte Memorierstrategien (nach jedem Testmaterial wurde danach gefragt) aufgezeichnet. Nach jeder Testphase wurde das Kind zur Erhöhung der Motivation für seine Leistungen gelobt. Auf diese Weise wurde die Gedächtnisspanne für jedes der Reizmaterialien bestimmt.

1.Dg.:	2	5	0		
2.Dg.:	6	3	8		
3.Dg.:	4	1	9		
4.Dg.:	8	2	5	3	
5.Dg.:	0	6	1	4	
6.Dg.:	9	1	3	6	
7.Dg.:	1	5	2	8	4
8.Dg.:	3	6	0	9	2
9.Dg.:	5	8	4	3	1

.....

Abb. 4: Beispiel zu den GS-Aufgaben mit dem Reizmaterial „Ziffern“ (Roth, 1997)

Erhebung der Benennungsgeschwindigkeit:

Auch hier wurde für die einzelnen Reizmaterialien eine Übungsphase durchgeführt, in der das Kind die jeweilige Aufgabe kennen lernen sowie bei Nichtbewältigung vom jeweiligen Versuchsteil ausgeschlossen werden konnte. Die Übungsphase beinhaltete maximal zwei Reizserien mit je drei Items.

In der Testphase sollte das Kind je drei Itemtripel pro Reizmaterial möglichst schnell und fehlerfrei wiederholen, bis der Versuchsleiter „Stop“ sagte. Es wurde die Zeit von der 5. bis zur 15. Wiederholung gemessen und auf dem Protokollbogen notiert. Auch die Fehlerzahl sowie möglicher Strategiegebrauch wurden vermerkt. Auf diese Weise wurde mit allen Reizmaterialien verfahren, in jeweils drei Durchgängen pro Reizmaterial. Auch hier wurde das Kind immer wieder für seine Leistungen ausdrücklich gelobt. Ein Beispiel zu den Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit ist in Abb. 5 gegeben.

1.Dg.:



2.Dg.:



3.Dg.:



Abb. 5: Beispiel zu den Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit anhand des Reizmaterials „Bilder“ (Roth, 1997)

Erhebung der Suchrate:

Mit Hilfe von Übungsphasen wurde dem Kind der Aufgabentyp erklärt: Auf dem Bildschirm erschienen für eine kurze, definierte Zeit fünf Items. Kurz darauf erschien ein einzelnes Item, von welchem das Kind angeben sollte, ob es bei

den fünf zuvor dargebotenen Items enthalten gewesen war oder nicht. Es sollte dabei so schnell wie möglich nach Erscheinen des einzelnen Items und möglichst fehlerfrei, mit „ja“ oder „nein“ antworten. Die Antwortgeschwindigkeit, gemessen ab Erscheinen des einzelnen Items, wurde vom Versuchsleiter gestoppt und auf dem Protokollbogen notiert. Ebenso wurde festgehalten, ob es sich um eine richtige oder falsche Antwort gehandelt hatte. Pro Reizmaterial wurden fünf Durchgänge durchgeführt. Das Kind wurde immer wieder ausdrücklich gelobt.

Sowohl die verschiedenen Reizmaterialien innerhalb der Tests als auch die Tests selber wurden in ihrer Reihenfolge variiert.

Nach Beendigung der Untersuchung erhielt das Kind für seine Teilnahme eine Belohnung.

3.7 Statistische Verfahren

Für den Mittelwertvergleich der Ergebnisse in Gedächtnisspanne, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate wurden zweifaktorielle ANOVAs (1. Faktor: Rechtschreibniveau, 2. Faktor: Altersgruppe) durchgeführt.

Um die Leistungen in den schriftsprachähnlichen Reizmaterialien mit denen in den nicht-schriftsprachähnlichen vergleichen zu können, wurden für jeden der Tests die entsprechenden arithmetischen Mittelwerte gebildet (Mittelwert für schriftsprachähnliches Material, Mittelwert für nicht-schriftsprachähnliches Material) und als neue abhängige Variablen definiert. Diese wurden dann, für jeden der drei Tests, mittels einer univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung miteinander verglichen.

4. Ergebnisse

Zunächst sollen Gedächtnisspanne, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate im Zusammenhang mit dem Alter und dem Rechtschreibniveau dargestellt werden, im Weiteren sollen die Ergebnisse dann zusätzlich unter dem Aspekt der Schriftsprachähnlichkeit betrachtet werden.

4.1 Ausgangslage des Stichprobenvergleichs

Die Ausgangsdaten der untersuchten Gruppen stellen sich wie folgt dar:

Gruppe	N	IQ	Rechtschreibtest	d2
KG 8-9Jahre	10	M = 111 SA = 11	M = 51.5 SA = 24.6	M = 67,2 SA = 26.8
KG 10-11Jahre	11	M = 105 SA = 8	M = 50.9 SA = 16.8	M = 65,5 SA = 23,5
KG 12-13 Jahre	12	M = 106 SA = 8	M = 59.5 SA = 24,2	M = 65,5 SA = 24,0
LRS 8-9Jahre	10	M = 108 SA = 12	M = 6,0 SA = 3,5	M = 64,6 SA = 24,5
LRS 10-11Jahre	12	M = 100 SA = 7	M = 8,3 SA = 3.6	M = 64,9 SA = 20,0
LRS 12-13 Jahre	10	M = 99 SA = 6	M = 6,4 SA = 4,3	M = 61,1 SA = 19,6

Tabelle 1: Ausgangslage des Stichprobenvergleichs; M = Mittelwert, SA = Standardabweichung

4.2 Der Zusammenhang von Gedächtnisleistungen, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate mit dem Alter und dem Rechtschreibniveau

In *Tabelle 2* sind die Mittelwerte und Standardabweichungen aus den Ergebnissen der Aufgaben zur Gedächtnisspanne, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate aufgelistet.

Alter	Ziffern				Konsonanten				Vokal-Konsonanten				Sinnh. Wörter	
	KG		LRS		KG		LRS		KG		LRS		KG	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gedächtnisspanne														
8-9	6,50	0,85	5,70	1,16	5,90	0,57	4,90	0,99	6,50	1,27	5,10	0,88	5,70	1,06
10-11	7,18	0,98	6,58	0,90	6,73	1,10	5,75	0,87	7,36	1,12	5,83	0,72	6,09	0,94
12-13	7,08	1,24	6,50	0,97	7,50	1,09	5,90	1,20	7,42	1,08	6,30	0,48	6,33	0,65
Benennungsgeschwindigkeit														
8-9	0,38	0,051	0,47	0,085	0,36	0,055	0,44	0,072	0,35	0,051	0,46	0,079	0,50	0,068
10-11	0,37	0,046	0,41	0,057	0,36	0,065	0,39	0,055	0,37	0,063	0,39	0,096	0,46	0,098
12-13	0,34	0,032	0,36	0,035	0,33	0,073	0,35	0,063	0,32	0,051	0,35	0,045	0,40	0,055
Suchrate														
8-9	1,30	0,19	1,41	0,39	1,36	0,27	1,60	0,62	1,38	0,34	1,62	0,66	1,46	0,24
10-11	1,18	0,22	1,55	0,34	1,14	0,32	1,50	0,57	1,36	0,24	1,57	0,71	1,27	0,21
12-13	1,14	0,27	1,42	0,30	1,14	0,22	1,42	0,28	1,22	0,20	1,42	0,36	1,22	0,29

Alter	Sinnh. Wörter		Sinnlose Wörter				Bilder				Koreanische Schriftzeichen			
	LRS		KG		LRS		KG		LRS		KG		LRS	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gedächtnisspanne														
8-9	4,50	1,18	4,50	0,85	3,10	0,52	5,20	1,32	4,30	0,67				
10-11	5,33	0,49	4,82	0,98	3,92	0,67	5,73	0,90	5,33	0,78				
12-13	5,50	0,71	5,25	1,06	4,30	0,67	5,92	1,16	5,50	0,85				
Benennungsgeschwindigkeit														
8-9	0,62	0,157	0,57	0,132	0,77	0,181	0,44	0,087	0,57	0,119				
10-11	0,51	0,085	0,56	0,121	0,63	0,148	0,42	0,088	0,47	0,087				
12-13	0,45	0,038	0,47	0,093	0,52	0,076	0,41	0,061	0,39	0,052				
Suchrate														
8-9	1,60	0,56	1,39	0,30	1,60	0,69	1,48	0,36	1,48	0,44	1,48	0,24	1,44	0,33
10-11	1,67	0,31	1,40	0,31	1,63	0,42	1,25	0,33	1,65	0,56	1,29	0,27	1,49	0,36
12-13	1,73	0,27	1,38	0,31	1,45	0,36	1,42	0,33	1,54	0,34	1,35	0,43	1,58	0,48

Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichungen für Gedächtnisspanne, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate für die verschiedenen Reizmaterialien in Abhängigkeit von Alter und Rechtschreibniveau

Für den Mittelwertvergleich der durch die Faktoren Rechtschreibniveau sowie Altersgruppe gebildeten „Zellen“ wurden zweifaktorielle ANOVAs durchgeführt.

4.2.1 Gedächtnisspanne-Aufgaben

Folgende Ergebnisse wurden für die Gedächtnisspanne-Aufgaben (strukturelle Kapazität) erzielt:

	Haupteffekte kombiniert	Rechtschreibniveau	Altersgruppe	2-Weg-Wechselwirkungen Rechtschreibniveau x Altersgruppe
GS für Ziffern	F = 4,609 p = 0,006	F = 6,563 p = 0,013	F = 3,596 p = 0,034	F = 0,071 p = 0,931
GS für Kons.	F = 14,538 p = 0,000	F = 23,433 p = 0,000	F = 9,409 p = 0,000	F = 0,689 p = 0,506
GS für VoKo	F = 15,457 p = 0,000	F = 31,910 p = 0,000	F = 6,691 p = 0,002	F = 0,268 p = 0,766
GS für siha	F = 9,834 p = 0,000	F = 18,646 p = 0,000	F = 5,072 p = 0,009	F = 0,398 p = 0,674
GS für silo	F = 13,698 p = 0,000	F = 25,943 p = 0,000	F = 6,900 p = 0,002	F = 0,548 p = 0,581
GS für Bilder	F = 5,639 p = 0,002	F = 5,313 p = 0,025	F = 5,639 p = 0,006	F = 0,447 p = 0,642

Tabelle 3: Prüfgrößen F und Irrtumswahrscheinlichkeit p in den Aufgaben zur Gedächtnisspanne

Man erkennt durchweg signifikante, teilweise sogar höchst signifikante Effekte sowohl im Zusammenhang mit dem Rechtschreibniveau als auch dem Alter. Die Wechselwirkungen Altersgruppe x Rechtschreibniveau sind dabei aber nie signifikant.

Nach genauerer Betrachtung der Mittelwerte lässt sich zusammenfassen:

- 1) Die Lese-Rechtschreibschwachen zeigten sehr signifikant schlechtere Leistungen in Gedächtnisspanne-Aufgaben als die Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis entspricht Hypothese 1 zu den Aufgaben zur Gedächtnisspanne.
- 2) Sowohl die lese-rechtschreibschwachen als auch die schriftsprachlich normal entwickelten Kinder verbesserten sich signifikant in den Gedächtnisspanne-Aufgaben mit zunehmendem Alter. Dieses Resultat erwarteten wir gemäß Hypothese 2 zur Gedächtnisspanne. Entgegen unseren Erwartungen blieben

die Leistungsunterschiede zwischen LRS und KG aber auch in der höchsten Altersgruppe bestehen.

4.2.2 Benennungsgeschwindigkeit

Im Folgenden sind die Ergebnisse zur Benennungsgeschwindigkeit (funktionelle Kapazität) dargestellt:

	Haupteffekte kombiniert	Haupteffekte: Rechtschreibniveau	Haupteffekte: Altersgruppe	2-Weg-Wechselwirkung Rechtschreibniveau x Altersgruppe
BG für Zahlen	F = 12,957 p = 0,000	F = 18,310 p = 0,000	F = 9,512 p = 0,000	F = 2,508 p = 0,090
BG für Kons	F = 5,811 p = 0,002	F = 8,184 p = 0,006	F = 4,251 p = 0,019	F = 1,486 p = 0,235
BG für Voko	F = 6,866 p = 0,000	F = 8,074 p = 0,006	F = 5,804 p = 0,005	F = 2,907 p = 0,063
BG für siha	F = 11,343 p = 0,000	F = 9,449 p = 0,003	F = 11,718 p = 0,000	F = 1,136 p = 0,328
BG für silo	F = 9,670 p = 0,000	F = 9,932 p = 0,003	F = 9,212 p = 0,000	F = 2,093 p = 0,133
BG für Bilder	F = 7,843 p = 0,000	F = 6,682 p = 0,012	F = 8,035 p = 0,001	F = 4,144 p = 0,021

Tabelle 4: Prüfgrößen F und Irrtumswahrscheinlichkeit p in den Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit

Auch hier sind bei den Haupteffekten Rechtschreibniveau und Altersgruppe deutliche Signifikanzen zu erkennen; die 2-Weg-Wechselwirkungen sind für keines der Reizmaterialien signifikant.

Als Ergebnis lässt sich Folgendes festhalten:

- 1) Die Kontrollgruppe erbrachte sehr signifikant bessere Leistungen in den Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit als die Rechtschreibschwachen, ein Ergebnis, das Hypothese 1 zu den Aufgaben zur BG bestätigt.
- 2) In beiden untersuchten Gruppen verbesserten sich die Leistungen mit steigendem Alter signifikant. Dieses Ergebnis entspricht Hypothese 2 zur BG. Entgegen Hypothese 2 konnte jedoch keine Angleichung der Ergebnisse

zwischen KG und LRS in der Gruppe der 12- bis 13-Jährigen beobachtet werden.

4.2.3 Suchrate

Nun folgen die Ergebnisse zur Suchrate (funktionelle Kapazität):

	Haupteffekte kombiniert	Haupteffekte Rechtschreib- niveau	Haupteffekte Altersgruppe	2-Weg-Wechselwirk. Rechtschreibniveau x Altersgruppe
Suchrate für Ziffern	F = 4,890 p = 0,004	F = 12,804 p = 0,001	F = 0,714 p = 0,494	F = 1,055 p = 0,355
Suchrate für Kons.	F = 3,747 p = 0,016	F = 8,323 p = 0,005	F = 1,340 p = 0,270	F = 0,117 p = 0,890
Suchrate für VoKo	F = 1,913 p = 0,138	F = 3,665 p = 0,061	F = 0,937 p = 0,397	F = 0,007 p = 0,993
Suchrate für siha	F = 6,394 p = 0,001	F = 18,565 p = 0,000	F = 0,227 p = 0,797	F = 1,720 p = 0,188
Suchrate für silo	F = 1,198 p = 0,319	F = 2,744 p = 0,103	F = 0,349 p = 0,707	F = 0,271 p = 0,764
Suchrate für Bilder	F = 1,077 p = 0,366	F = 3,194 p = 0,079	F = 0,039 p = 0,962	F = 1,314 p = 0,277
Suchrate für koreanSch.	F = 0,899 p = 0,447	F = 2,288 p = 0,136	F = 0,261 p = 0,771	F = 0,857 p = 0,430

Tabelle 5: Prüfgrößen F und Irrtumswahrscheinlichkeit p in den Suchrate-Aufgaben

Bei der Suchrate für Ziffern, für Konsonanten und für sinnhafte Wörter lässt sich jeweils ein sehr signifikanter Zusammenhang mit dem Faktor Rechtschreibniveau feststellen. Bei den anderen Reizmaterialien lässt sich dieser Effekt nicht beobachten. Die Altersgruppe zeigt bei keinem der Reizmaterialien einen signifikanten Zusammenhang mit dem Ergebnis, ebenso wenig lässt sich eine 2-Weg-Wechselwirkung der Faktoren Rechtschreibniveau x Altersgruppe feststellen.

Zusammenfassend können folgende Aussagen gemacht werden:

1) Die Kontrollgruppe erreichte bei der Suchrate für Ziffern, Konsonanten sowie sinnhafte Wörter bessere Ergebnisse als die Rechtschreibschwachen. Dieses Resultat entspricht somit nur partiell der von uns aufgestellten Hypothese 1 zur Suchrate.

2) Die Aufgaben zur Suchrate wurden mit steigendem Alter von keiner der beiden Gruppen besser bearbeitet. Hypothese 2 zur Suchrate wird nicht bestätigt.

4.3 Der Zusammenhang mit der Schriftsprachähnlichkeit

Um speziell die Leistungen in schriftsprachähnlichen und nicht-schriftsprachähnlichen Materialien vergleichen zu können, wurden zunächst für die drei verschiedenen Tests (Gedächtnisspanne, Benennungsgeschwindigkeit und Suchrate) die arithmetischen Mittelwerte für jeweils die schriftsprachähnlichen (sinnhafte Wörter, Vokal-Konsonant-Abfolgen, Konsonanten, sinnlose Wörter) sowie die nicht-schriftsprachähnlichen Reizmaterialien (koreanische Schriftzeichen, Bilder, Ziffern) gebildet und als neue Variablen definiert. Um diese dann im Zusammenhang mit Rechtschreibniveau sowie Altersgruppe miteinander zu vergleichen, wurde für jeden Test eine univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt.

Alter	Schriftsprachähnliches Material				Nicht-Schriftsprachähnliches Material			
	NB		LRS		NB		LRS	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	Gedächtnisspanne							
8-9	5,65	0,75	4,40	0,81	5,85	1,03	5,00	0,71
10-11	6,25	0,80	5,21	0,44	6,45	0,72	5,96	0,69
12-13	6,63	0,77	5,50	0,57	6,50	1,09	6,00	0,62
	Benennungsgeschwindigkeit							
8-9	0,44	0,049	0,56	0,116	0,41	0,065	0,52	0,093
10-11	0,44	0,082	0,48	0,081	0,39	0,060	0,44	0,069
12-13	0,38	0,060	0,42	0,041	0,37	0,044	0,38	0,039
	Suchrate							
8-9	1,40	0,21	1,61	0,59	1,42	0,11	1,44	0,28
10-11	1,29	0,19	1,60	0,41	1,24	0,18	1,56	0,36
12-13	1,24	0,19	1,50	0,16	1,30	0,24	1,51	0,26

Tab.6: Mittelwerte und Standardabweichungen der in schriftsprachähnliches bzw. nicht-schriftsprachähnliches Material zusammen gefassten Reizmaterialien in den Aufgaben zur Gedächtnisspanne, zur Benennungsgeschwindigkeit und zur Suchrate; bei der Suchrate beinhaltet das nicht-schriftsprachähnliche Material zusätzlich koreanische Schriftzeichen, was bei der Gedächtnisspanne und der Benennungsgeschwindigkeit nicht der Fall ist.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

4.3.1 Gedächtnisspanne-Aufgaben

Die Schriftsprachähnlichkeit des Reizmaterials zeigte einen höchst signifikanten Zusammenhang mit den Leistungen in den Aufgaben zur Gedächtnisspanne ($F=18,975$; $p=0,000$). Die Wechselwirkung mit dem Faktor Rechtschreibniveau stellte sich als sehr signifikant heraus ($F=10,319$, $p=0,002$), die anderen Wechselwirkungen des Faktors Schriftsprachorientiertheit waren demgegenüber nicht signifikant.

Entsprechend der ANOVA-Ergebnisse ergab sich ein höchst signifikanter Zusammenhang mit dem Faktor Rechtschreibniveau ($F=25,685$, $p=0,000$) als auch mit dem Faktor Altersgruppe ($F=10,370$; $p=0,000$), deren Wechselwirkungen waren nicht signifikant.

Die gegebene Wechselwirkung des Faktors Schriftsprachorientierung mit dem Rechtschreibniveau besagt, dass die Ähnlichkeit zur Schriftsprache nicht bei beiden untersuchten Gruppen von gleicher entscheidender Bedeutung war, sondern größeren Einfluss auf die Leistungen der Rechtschreibschwachen als die der Kontrollgruppe hatte. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Hypothese 3 zur Suchrate.

4.3.2 Benennungsgeschwindigkeit

Für den Faktor Schriftsprachähnlichkeit ließ sich ein höchst signifikanter Effekt feststellen ($F=38,310$; $p=0,000$); seine Wechselwirkungen mit den anderen Faktoren sind nicht signifikant.

Passend zu den oben aufgeführten Ergebnissen der ANOVA für die Benennungsgeschwindigkeit lässt sich auch hier ein höchst signifikanter Zusammenhang sowohl mit dem Faktor Rechtschreibniveau ($F=13,764$; $p=0,000$) als auch mit dem Faktor Altersgruppe ($F=11,438$; $p=0,000$) feststellen; die Wechselwirkungen dieser Faktoren sind nicht signifikant.

Dieses Ergebnis bedeutet, dass sowohl die Gruppe der Rechtschreibschwachen als auch die Kontrollgruppe deutlich besser nicht-schriftsprachorientiertes als schriftsprachorientiertes Material benennen konnten, d.h., die Rechtschreibschwachen unterschieden sich in diesem Punkt nicht von der Kontrollgruppe. Das Ergebnis bestätigt Hypothese 3 zur Benennungsgeschwindigkeit; die Tatsache, dass die Kontrollgruppe dasselbe Resultat zeigte, muss jedoch bei der Bewertung mit beachtet werden.

4.3.3 Suchrate

Bei den Aufgaben zur Suchrate ließ sich kein signifikanter Effekt hinsichtlich der Schriftsprachähnlichkeit des Reizmaterials feststellen, wenn die Reizmaterialien auf die beschriebene Weise zu schriftsprachähnlichen und nicht-schriftsprachähnlichen Gruppen zusammengefasst wurden. Herausgestellt werden muss jedoch die Suchrate mit koreanischen Schriftzeichen: Die Kontrollgruppe zeigte hier keine signifikant besseren Leistungen als die Rechtschreibschwachen. Mehr noch, die 8- bis 9-jährigen Rechtschreibschwachen erbrachten bessere Ergebnisse als die gleichaltrige Kontrollgruppe. Die Suchrate mit koreanischen Schriftzeichen für sich betrachtet steht somit in Einklang mit Hypothese 3 zu Suchrate.

Der Faktor Altersgruppe hatte keinen signifikanten Effekt, wohingegen ein signifikanter Zusammenhang mit dem Faktor Rechtschreibniveau ($F=10,842$; $p=0,002$) vermerkt werden konnte.

Abschließend soll noch hinzugefügt werden, dass bei der Beurteilung der erzielten Ergebnisse beachtet werden muss, dass es sich um relativ kleine Stichprobengrößen handelte, was in der Schwierigkeit der Rekrutierung genügend geeigneter Probanden begründet war. Unter diesem Aspekt ist es zu sehen, dass Varianzhomogenität und Normalverteilung nur in einem Teil der Tests sicher gegeben waren.

5. Diskussion

5.1 Erfassung der Gedächtnisspanne

Die von uns aufgestellten Hypothesen zur Gedächtnisspanne (GS) wurden von den erzielten Ergebnissen im Wesentlichen bestätigt.

Bei den Aufgaben zur Gedächtnisspanne schnitten die rechtschreibschwachen Kinder (LRS) deutlich schlechter ab als die Kontrollgruppe (KG) (Hypothese 1). Dieses Ergebnis war aufgrund einer Vielzahl gleich lautender früherer Befunde (z.B. Jorm, 1983, Torgesen, 1988, Henry & Millar, 1993) zu erwarten. Es galt für alle untersuchten Reizmaterialien.

Als weiteres Ergebnis bei den GS-Aufgaben ließ sich festhalten, dass sich sowohl die LRS als auch die KG mit steigendem Alter in ihren Leistungen verbesserten (entsprechend Hypothese 2). Für die KG war dieser Befund aufgrund früherer Studien zu erwarten (Chi, 1976, Dempster, 1981). Für die LRS können wir annehmen, dass sich auch bei ihnen die fortschreitende kognitive Entwicklung im Zusammenspiel mit Lern- und Umgebungsfaktoren in verbesserten messbaren kognitiven Leistungen wie der GS niederschlägt. Interessant im Rahmen unserer Fragestellung ist, dass die Leistungsdifferenzen zwischen LRS und KG über die untersuchte Altersspanne (8 – 13 Jahre) bestehen blieben (im Widerspruch zu Hypothese 2). Dieser Befund lässt vermuten, dass die Gedächtnisfunktionen bei LRS sich mit ansteigendem Alter zwar durchaus weiterentwickeln, aber sich auch bei älteren Kindern/Jugendlichen nicht an das Leistungsniveau von schriftsprachlich normal entwickelten Kindern annähern.

Uns interessierte, ob Unterschiede in den Leistungsdifferenzen zwischen KG und LRS zu beobachten waren, wenn wir das Reizmaterial in solches mit Ähnlichkeit zur Schriftsprache (Konsonanten, Vokal-Konsonant-Abfolgen, sinnhafte Wörter und sinnlose Wörter) und solches, welches keine Ähnlichkeit

zu unserer Schriftsprache zeigte (Ziffern, Bilder), einteilten. Es zeigte sich, dass das nicht-schriftsprachähnliche Material generell besser erinnert wurde (abgesehen von der ältesten KG) – ganz besonders ausgeprägt war dies jedoch vor allem bei den LRS.

Die LRS zeigten also deutlich bessere Erinnerungsleistungen, wenn die Aufgabe nicht-schriftsprachähnliches Reizmaterial enthielt (Bestätigung von Hypothese 3). Dieses Ergebnis lässt sich gut mit den zahlreichen Befunden einer defizitären phonologischen Verarbeitung bei LRS (z.B. Torgesen, 1988, Das & Mishra, 1991, Henry & Millar, 1993) vereinbaren. Die LRS haben demnach Probleme, sprachliche Informationen zu verarbeiten – im Fall der GS-Aufgaben, sprachliche Informationen zu kodieren.

Wir können dann folgern, dass die LRS das nicht-schriftsprachähnliche Material auf eine nonverbale Weise kodierten, die es ihnen ermöglichte, bessere Leistungen als bei sprachlicher Kodierung zu erzielen, welche jedoch trotzdem nicht an das Leistungsniveau der Normalbegabten herankamen. Wir müssen davon ausgehen, dass die verbale Kodierung bei einer Person ohne besondere Schwierigkeiten in der phonologischen Verarbeitung die effektivere ist.

Es erscheint uns jedoch nicht zweifelsfrei, ob die LRS das nicht-schriftsprachabhängige Material tatsächlich nonverbal kodierten. Die Kinder waren vertraut im Umgang mit den Namen der Ziffern und Bilder. Zu überlegen ist, ob das Material bei den LRS neben der verbalen zusätzlich in einer nonverbalen Form vorlag.

5.2 Messung der Benennungsgeschwindigkeit

Unsere erste Hypothese zur Benennungsgeschwindigkeit (BG) ließ sich bestätigen: Die Kinder der KG zeigten deutlich bessere Leistungen bei den Aufgaben zur BG als die rechtschreibschwachen Kinder.

Ebenso konnte die zweite Hypothese bestätigt werden: Beide untersuchten Gruppen verbesserten ihre Leistungen mit ansteigendem Alter. Die Verbesserungen in der rechtschreibschwachen Gruppe waren jedoch nicht so ausgeprägt, dass es zu einer Angleichung der Ergebnisse an diejenigen der KG bei den 12- bis 13-Jährigen gekommen wäre (dies stand im Widerspruch zu Hypothese 2).

Die Ergebnisse des bisherigen Forschungsstandes bestätigen sich hier: Die Gruppe der Kinder mit Rechtschreibschwäche hat im Vergleich zur schriftsprachlich normal entwickelten Kindergruppe eine verlangsamte Benennungsgeschwindigkeit und dies altersübergreifend (vergleiche z.B. Warnke, 1990, Kail & Hall, 1994, Mishra & Dash, 1996, Johnston & Anderson, 1998). Auch lässt sich die entsprechend des bisherigen Forschungsstandes getroffene Annahme eines engen Zusammenhangs zwischen Benennungsgeschwindigkeit (als Maß für die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) und Gedächtnisspanne bestätigen (vergleiche Hasselhorn, 1988, Hulme et al., 1984).

Die dritte Hypothese zur Benennungsgeschwindigkeit ließ sich nicht bestätigen: Ein Zusammenhang zwischen untersuchter Gruppe (LRS bzw. KG) und der Schriftsprachähnlichkeit des Reizmaterials wurde nicht gefunden. Die LRS zeigten bei allen Materialien eine langsamere BG als die Kontrollgruppe (Ausnahme: die älteste LRS-Gruppe benannte die Bilder schneller als die KG). Sowohl LRS als auch KG benannten das schriftsprachorientierte Material langsamer als das nicht-schriftsprachorientierte.

Offensichtlich handelt es sich bei dem Defizit, das die rechtschreibschwachen Kinder gegenüber den schriftsprachlich normal entwickelten Kindern in Aufgaben zur BG zeigen, um ein sprachunabhängiges Phänomen.

Beachtung verdient jedoch auch der Befund, dass die älteste LRS-Gruppe (12- bis 13-Jährige) die Bilder schneller benannte als die altersentsprechende

Kontrollgruppe. Möglicherweise wäre bei einer Vergrößerung der Stichprobe ein anderes Ergebnis herausgekommen, eine Frage, welcher in zukünftigen Studien nachgegangen werden könnte.

5.3 Aufgaben zur Suchrate

Die Aufgaben zur Suchrate (SR) lieferten weniger klare Ergebnisse als die zur Gedächtnisspanne und zur Benennungsgeschwindigkeit.

Da die Suchrate wie die BG ein Parameter zur Messung der IVG darstellt, hatten wir vermutet, dass die LRS im Vergleich zur KG schlechtere Leistungen zeigen sollten (Hypothese 1). Dieses Ergebnis konnten wir jedoch nur für die Reizmaterialien Ziffern, Konsonanten und sinnhafte Wörter aufzeigen; in der Suchrate für die übrigen Reizmaterialien unterschieden sich die KG und die LRS nicht.

Entgegen Hypothese 2, konnte mit ansteigendem Alter weder bei der KG noch bei den LRS ein Leistungszuwachs bei den Aufgaben zur Suchrate verzeichnet werden. Auch dieses Ergebnis wirft Fragen auf, hätte man doch, in Anbetracht der mit zunehmendem Alter effizienteren Informationsverarbeitung, auch eine Verbesserung der Leistungen in Suchrate-Aufgaben erwarten können.

Auch die dritte Fragestellung ließ sich nicht bestätigen: Die Ähnlichkeit zur Schriftsprache zeigte keinen signifikanten Effekt. Eine Schwäche hinsichtlich verbaler Kodierung zeichnete sich bei LRS bei diesem Aufgabentyp (bei der von uns vorgenommenen Unterteilung in schriftsprachähnliches und nicht-schriftsprachähnliches Material) also nicht ab. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte jedoch auch sein, dass die Items während des Absuchens generell nicht als Namen, sondern in einer visuellen Form repräsentiert sind (Sternberg, 1969). In diesem Fall sollten die LRS, selbst wenn sie ein Kodierungsdefizit für verbales Material aufwiesen, bei keinem der Reizmaterialien schlechtere Leistungen zeigen, oder zumindest nur geringfügig schlechtere Leistungen als die KG (möglicherweise zeigt sich bei den LRS ein Effekt durch langsameres

Repetieren in der artikulatorischen Schleife - ein Prozess, der laut Sternberg (1969) zusätzlich zum Prozess des Absuchens ablaufen könnte).

Im Falle der koreanischen Schriftzeichen – ein Material, das von den von uns untersuchten deutschsprachigen Kindern praktisch unmöglich verbal zu benennen und darum von besonderer Wichtigkeit für unsere Fragestellung war – war auch ein Repetieren in der artikulatorischen Schleife nicht möglich. Der fehlende Leistungsunterschied zwischen KG und LRS bei der Suchrate für koreanische Schriftzeichen passt also gut zu der Vorstellung eines schriftsprachabhängigen Gedächtnisdefizits bei der Lese-Rechtschreibschwäche.

5.4 Was lässt sich aus den Ergebnissen für die Gedächtnisentwicklung bei LRS ableiten?

Sowohl die Ergebnisse zur GS als auch zur BG sprechen eindeutig *für* ein Gedächtnisdefizit bei LRS und stehen damit in Einklang mit zahlreichen früheren Befunden. Worin besteht dieses Gedächtnisdefizit?

Die Aufgaben zur GS stellen Maße zur Gedächtniskapazität dar. Insofern können wir bei den LRS eine verringerte Gedächtniskapazität festhalten. Ob diese Ausdruck einer verminderten strukturellen Kapazität *per se* oder Ausdruck einer langsameren IVG ist (eine schnellere und effektivere Informationsverarbeitung lässt mehr Raum für die Speicherung von Items zu), lässt sich allein aus den von uns durchgeführten Messungen nicht schließen. Uns liegt jedoch das Ergebnis einer bei den LRS im Vergleich zu der KG deutlich geringeren BG vor: daraus können wir ersehen, dass in der Tat bei LRS eine niedrigere IVG vorliegt. Aufgrund zahlreicher Vorbefunde (z.B. McDougall, Hulme, Ellis, und Monks, 1994, Avons und Hanna, 1995) können wir vermuten, dass diese Defizite in der IVG auch für die reduzierte Kapazität bei LRS verantwortlich sind.

Um diese Zusammenhänge besser verständlich zu machen, seien sie noch einmal mit Hilfe von Baddeleys Gedächtnismodell (z.B. Baddeley & Hitch, 1974, 1977; Baddeley 1986, 1990) dargestellt: Eine schnellere IVG bedeutet, dass Items in der artikulatorischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses schneller und damit häufiger repetiert werden können; dies verbessert die Menge an Information, die memoriert werden kann.

Ob neben der reduzierten funktionellen Kapazität (im Sinne der IVG) bei LRS aber nicht zusätzlich noch Defizite in der strukturellen Speicherkapazität vorliegen, muss in zukünftigen Studien geklärt werden.

Problematisch erscheint, dass die Ergebnisse zur Suchrate diese Theorie nur partiell unterstützen. Möglicherweise sind dafür methodische Mängel verantwortlich (s.u.). Eine andere Erklärungsmöglichkeit könnte sein, dass der mit der Suchrate gemessene Prozess des Absuchens des Kurzzeitgedächtnisses sich stark von anderen Prozessen, welche die Informationsverarbeitung betreffen, unterscheidet, dass das Absuchen demzufolge eine kognitive Funktion darstellt, die bei LRS weniger oder gar nicht eingeschränkt ist.

5.4.1 Entwicklungsprozesse in Gedächtnisfunktionen bei LRS

In den Aufgaben zur GS und zur BG zeigte sich sowohl bei der KG als auch bei den LRS ein Leistungszuwachs mit ansteigendem Alter. Bei beiden untersuchten Gruppen können wir also auf eine mit dem Alter effektivere Informationsverarbeitung und vergrößerte Gedächtniskapazität (für die Frage, ob nun im Sinne einer funktionellen oder strukturellen Kapazität, gelten dieselben Überlegungen wie oben) schließen.

Der Leistungszuwachs war jeweils bei den LRS nicht stärker ausgeprägt als bei der KG. Daraus können wir folgern (im Rahmen des untersuchten Altersspektrums), dass sich das Gedächtnisdefizit der LRS mit zunehmendem

Alter nicht ausgleicht, sondern bestehen bleibt. Da die von uns untersuchte Altersspanne einen relativ großen, für die kognitive Entwicklung wichtigen Altersabschnitt umfasst, können wir mutmaßen, dass es auch in den folgenden Jahren der Adoleszenz nicht zu einer Angleichung der Leistungen von schriftsprachlich normal entwickelten und rechtschreibschwachen Kindern kommt.

Die Ergebnisse zur Suchrate unterstützen diese Schlussfolgerungen nicht. Für keines der Reizmaterialien ließ sich hier mit ansteigendem Alter ein Leistungszuwachs erkennen. Mögliche Erklärungen hierfür liegen, wie bereits oben ausgeführt, in methodisch kritischen Punkten oder in der Eigenart des spezifischen Prozesses des Absuchens.

5.4.2 Beruhen die Gedächtnisdefizite bei LRS auf Schwierigkeiten in der verbalen Kodierung?

Unsere Ergebnisse verhalten sich dieser Frage gegenüber widersprüchlich. Als erste Auffälligkeit ließ sich festhalten, dass sowohl LRS als auch die KG in den Aufgaben zur GS und zur BG bessere Leistungen mit nicht-schriftsprachähnlichem Material (Ziffern, Bilder) als mit schriftsprachähnlichem Material (Konsonanten, Vokal-Konsonant-Abfolgen, sinnhafte Wörter, sinnlose Wörter) zeigten. Dies lässt darauf schließen, dass die Bilder und Ziffern generell leichter zu merken und zu benennen waren als die übrigen Materialien. Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse (Tab. 2) ist erkennbar, dass vor allem sinnhafte Wörter und sinnlose Wörter für die schlechteren Mittelwerte des schriftsprachähnlichen Materials verantwortlich waren.

Nur bei den Aufgaben zur GS ließ sich in den Leistungen der LRS eine stärkere Abhängigkeit von der Schriftsprachähnlichkeit des Materials im Vergleich zur KG erkennen; d.h., bei den Aufgaben zur GS zeigten die LRS zwischen schriftsprachähnlichem und nicht-schriftsprachähnlichem Material größere Leistungsdifferenzen als die KG. Aus den Ergebnissen dieser Aufgaben, nicht

aber aus denen zur BG, lassen sich demnach bei LRS Probleme mit verbal zu kodierendem Material ableiten. Dabei bleibt jedoch anzumerken, dass möglicherweise auch das nicht-schriftsprachähnliche Material verbal kodiert wurde. In Anbetracht der Tatsache, dass es sich um gut bekanntes Material, welches leicht zu benennen war, handelte, erscheint dies sogar wahrscheinlich. Möglicherweise kodierten die LRS das nicht-schriftsprachabhängige Material aber zusätzlich in einer nonverbalen Form, was ihnen ermöglichte, ihre Memorierleistungen deutlich zu steigern. Eine andere Erklärungsmöglichkeit wäre diejenige, die Johnston & Anderson (1998) zur Erklärung des fehlenden Wortlänge-Effekts bei visueller Präsentation bei den von ihnen untersuchten Leseschwachen anführten: möglicherweise kodierten die LRS die Items bei ihrer Präsentation verbal, bevorzugten jedoch bei der Abberufung die visuelle Information. Die Ergebnisse bei den Aufgaben zur BG ließen sich dann vielleicht so verstehen, dass bei diesem Aufgabentyp die geforderte ständige Artikulation keinen Raum für ein visuelles Kodieren ließ. Wie schon oben angesprochen, handelte es sich demnach bei dem bei LRS beobachteten Defizit bei den Aufgaben zur BG, im Gegensatz zu dem bei GS-Aufgaben, um ein sprachunabhängiges Phänomen.

Um die Möglichkeit, verbal zu kodieren, komplett zu eliminieren, und damit Aufschlüsse über definitiv nicht-sprachgebundene Gedächtnisleistungen bei LRS zu gewinnen, verwendeten wir bei den Aufgaben zur Suchrate als zusätzliches Reizmaterial die koreanischen Schriftzeichen. LRS und KG zeigten mit diesem Material keine Leistungsunterschiede, im Gegensatz etwa zum Vergleich bei den sinnhaften Wörtern. Dieser Befund spricht dafür, dass die Sprachähnlichkeit des Stimulusmaterials durchaus eine Rolle spielen könnte und bestärkt damit unsere Ausgangshypothese.

Aufgrund dieses Ergebnisses und derer in den Aufgaben zur GS können wir vermuten, dass LRS in der Tat bessere Gedächtnisleistungen mit nicht-schriftsprachähnlichem Material zeigen. Darauf weisen auch zahlreiche frühere Befunde hin: Neben den schon im ersten Teil der vorliegenden Studie

aufgeführten Befunden konnten beispielsweise Warnke (1990) und Warnke & Remschmidt (1992) feststellen, dass eine bei LRS beobachtete Beeinträchtigung in der Verarbeitung visuell präsentierter Stimuli sich umso ausgeprägter zeigte, je mehr die Items Wörtern ähnelten.

Es ist vorstellbar, dass LRS auch unabhängig von der Schriftsprachähnlichkeit des Materials ein allgemeineres Gedächtnisdefizit aufweisen. Dieses wirkt sich möglicherweise umso stärker aus, je mehr phonologische Kodierungsprozesse (mit denen LRS besondere Schwierigkeiten haben) in die jeweilige Gedächtnisaufgabe involviert sind.

5.5 Konsequenzen für die Praxis

In der Therapie der Legasthenie haben sich die klassischen Übungsprogramme bewährt. Dabei kann es jedoch vorteilhaft sein, zugrunde liegende kognitive Defizite der Teilleistungsstörung im Auge zu behalten, um entsprechende Probleme registrieren zu können, um in der Therapie Schwerpunkte setzen zu können und sie eventuell durch spezielle Übungen zu bestimmten kognitiven Problemen zu ergänzen. Im Sinne dieser Studie könnten das Übungen, welche das Kurzzeitgedächtnis trainieren, sein, oder die Verbesserung von Gedächtnisleistungen durch gezielte Vermittlung von Gedächtnisstrategien. Auch Artikulationsübungen könnten möglicherweise zu einer Besserung der Symptomatik beitragen.

5.6 Überlegungen für zukünftige Studien

Wie bereits erwähnt, erfüllt die von uns untersuchte Gruppe der Lese-Rechtschreibschwachen nicht die Kriterien, wie sie für die umschriebene Lese-Rechtschreibstörung nach ICD-10 gefordert sind. Dieser Umstand sollte bei der Bewertung der Ergebnisse und im Vergleich mit anderen Studien berücksichtigt werden.

Eine diese Themen weiterführende Studie sollte sich vor allem in methodischer Hinsicht optimieren.

Bei der vorliegenden Studie handelte es sich um eine relativ kleine Stichprobe, und in Relation dazu um eine Vielzahl von untersuchten Variablen. Die Ergebnisse der statistischen Tests müssen aus diesem Grunde mit Vorsicht betrachtet werden.

Auch in technischer Hinsicht sind Verbesserungen denkbar, beispielsweise die Messung von Reaktionszeiten durch Tastendruck der untersuchten Person selbst. In der vorliegenden Studie wurde die Reaktionszeit der Probanden bei den Aufgaben zur Suchrate vom Untersucher durch Tastendruck gemessen. Insofern ging die Reaktionszeit des Untersuchers in die Zeitmessung der Suchrate mit ein. Ähnlich verhielt es sich bei den Aufgaben zur BG.

In der vorliegenden Studie wurden Ziffern, Bilder und koreanische Schriftzeichen als nicht-schriftsprachähnliches Material zusammengefasst. Für Ziffern und Bilder waren jedoch sprachliche Lösungsstrategien nicht auszuschließen, gerade in Anbetracht der Tatsache, dass die Kinder im Umgang mit den verbalen Namen der Ziffern und Bilder vertraut waren. Mit Sicherheit nicht verbal zu benennen waren allein die koreanischen Schriftzeichen, welchen darum in der vorliegenden Studie eine besondere Bedeutung zukommt. In künftigen Studien könnte ein erhöhtes Augenmerk auf das Finden weiterer, sicher sprachfreier Stimulusmaterialien gelegt werden.

Nicht zuletzt muss an die Belastung der untersuchten Kinder durch eine relativ lang dauernde Untersuchung gedacht werden, in deren Fortdauer Müdigkeitseffekte nicht unwahrscheinlich waren. Diese wirkten sich infolge der jeweils veränderten Reihenfolge der Aufgaben zwar nicht auf eine einzelne Aufgabe aus; aufgrund der geringen Stichprobengröße muss aber auch an diesen Effekt gedacht werden.

Die Gedächtnisentwicklung bei Lese-Rechtschreibschwachen sowie der Zusammenhang von Fähigkeiten im Umgang mit der Schriftsprache mit den Gedächtnisleistungen von LRS bleiben auch weiterhin spannende, kontrovers diskutierte Themen. Gerade der Zusammenhang von den heutzutage oft besprochenen Störungen in der phonologischen Verarbeitung bei LRS und ihren Gedächtnisleistungen erscheint von Interesse, wenn es um die Erforschung kognitiver Defizite geht, die der Lese-Rechtschreibschwäche zugrunde liegen.

6. Zusammenfassung

Ziel der Studie war die Exploration von Funktionen des Kurzzeitgedächtnisses bei lese-rechtschreibschwachen Kindern (LRS) im Vergleich zu einer schriftsprachlich normal entwickelten Kontrollgruppe (KG). Gedächtnisfunktionen sollten im Hinblick auf Entwicklungsveränderungen über eine Altersspanne von acht bis dreizehn Jahren untersucht werden. Bei einem möglichen Gedächtnisdefizit sollte überprüft werden, ob dieses sich nur bei schriftsprachähnlichem Material äußerte oder ob es sich um ein allgemeineres Defizit handelte.

Insgesamt 65 lese-rechtschreibschwache und schriftsprachlich normal entwickelte Kinder der Altersgruppen 8-9 Jahre, 10-11 Jahre und 12-13 Jahre wurden Aufgaben zur Gedächtnisspanne, zur Benennungsgeschwindigkeit und zur Suchrate unterzogen.

In den Aufgaben zur Gedächtnisspanne und zur Benennungsgeschwindigkeit zeigten die lese-rechtschreibschwachen Kinder deutlich schlechtere Leistungen als die Kontrollgruppe, und beide untersuchten Gruppen verbesserten sich in ihren Leistungen mit ansteigendem Alter. Hinweise für ein schriftsprachorientiertes Defizit im Falle der Rechtschreibschwachen ließen sich den Aufgaben zur Gedächtnisspanne und zur Suchrate entnehmen.

Zusammenfassend bestätigen die vorliegenden Ergebnisse Defizite in Funktionen des Kurzzeitgedächtnisses bei LRS. Über die untersuchte Altersspanne hinweg kam es nicht zu einer Annäherung der Leistungen der Rechtschreibschwachen an die der Kontrollgruppe, was für ein bleibendes Defizit im Fall der LRS spricht. Um zu eindeutigen Ergebnissen hinsichtlich der Schriftsprachabhängigkeit der Gedächtnisdefizite bei LRS kommen zu können, müssen weitere Studien abgewartet werden.

7. Abkürzungen

BG	Benennungsgeschwindigkeit
GS	Gedächtnisspanne
IV	Informationsverarbeitung
IVG	Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit
Kons	Konsonanten
KZG	Kurzzeitgedächtnis
LRS	Lese-Rechtschreibschwäche
LZG	Langzeitgedächtnis
KG	Kontrollgruppe
siha	Sinnhafte Wörter
silo	Sinnlose Wörter
SR	Suchrate
VoKo	Vokal-Konsonant-Abfolgen

8. Literatur

Ackerman, P.T., Dykman, R.A., & Gardner, M.Y. (1990). Counting Rate, Naming Rate, Phonological Sensitivity, and Memory Span: Major Factors in Dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, Volume 23, Number 5, May 1990.

Avons, S.E., & Hanna, C. (1995). The memory-span deficit in children with specific reading ability: Is speech rate responsible? *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 303-311.

Baddeley, A.D. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B*, 302, 311-324.

Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.

Baddeley, A.D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.

Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 8. New York: Academic Press.

Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1977). Commentary on 'Working memory'. In G. Bower (ed.), *Human Memory: Basic Processes*. New York: Academic Press.

Baddeley, A.D. & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R.S. Nickerson (ed.), *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

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.

Badian, N.A., Duffy, F.H., Als, H., & McAnulty, G.B. (1991). Linguistic profiles of dyslexics and good readers. *Annals of Dyslexia*, 41, 221-245.

Barnea A., Lamm O., Epstein R., & Pratt H. (1994). Brain potentials from dyslexic children recorded during short term memory tasks. *The International journal of neuroscience*, 1994 Jan-Feb; 74(1-4): 227-37.

Baumeister, A.A. Serial memory span threshold of normal and mentally retarded children. *Journal of Educational Psychology*, 1974, 66, 889-894.

Bouma, H., & Legein C.H.P. (1980). Dyslexia: A specific recoding deficit? An analysis of response latencies for letters and words in dyslectics and in average readers. *Neuropsychologia* 18: 285-298.

Bowers, P.G., Steffy, R.A., & Tate, E. (1988). Comparison of the effects of IQ control methods on memory and naming speed predictors of reading disability. *Reading Research Quarterly*, 23, 304-319.

Bowers, P.G., & Swanson, L.B. (1991). Naming speed deficits in reading disability: Multiple measures of a singular process. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 195-219.

Brady, S., Poggie, E. and Rapala, M.M. (1989). Speech repetition abilities in children who differ in reading skill. *Language and Speech*, 32, 109-122.

Brickenkamp, R. (1978). Test d2. Aufmerksamkeits-Belastungs-Test. 6. Auflage. Göttingen: Hogrefe.

Byrne, B. & Arnold, L. (1981). Dissociation of the recency effect and immediate memory span: Evidence from beginning readers. *British Journal of Psychology*, 72, 371-376.

Case, R., Kurland, D.M. & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.

Catts, H.W. (1986). Speech production/phonological deficits in reading disordered children. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 504-508.

Catts, H.W. (1989). Speech production deficits in developmental dyslexia. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54, 422-428.

Chi, M.T.H. (1976). Short-term memory limitations in children: Capacity or processing deficits. *Memory and Cognition*, 4, 559-572.

Chiang, A., & Atkinson, R.C. Individual differences and interrelations among a select set of cognitive skills. *Memory & Cognition*, 1976, 4, 661-672.

Chiappe, P., Hasher, L. & Siegel, L. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, 28 (1), 8-17.

Daneman, M., & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 19, 450-466.

Das, J.P. (1985). Aspects of digit-span performance. Naming time and order memory. *American Journal of Mental Deficiency*, 89, 627-634.

Das, J.P., & Mishra, R.K. (1991). Relation Between Memory Span, Naming Time, Speech Rate, and Reading Competence. *Journal of Experimental Education*, 59:2 (1991: Winter).

Das, J.P., & Siu, I. (1989). Good and poor readers' word naming time, memory span, and story recall. *Journal of Experimental Education*, 57, 101-114.

Dempster, F.N. Memory span and short-term memory capacity: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1978, 26, 419-431.

Dempster, Frank N. (1981). Memory Span: Sources of Individual and Developmental Differences. *Psychological Bulletin*, 89, No. 1, 63-100.

Dempster, F.N. (1985). Short-term memory development in childhood and adolescence. In C.J. Brainerd & M. Pressley (Eds), *Basic processes in memory development: Progress in cognitive development research*. New York: Springer-Verlag.

Denckla, M.B. (1972). Colour naming defects in dyslexic boys. *Cortex*, 8, 164-176.

Denckla, M.B., & Rudel, R.G. (1976a). Rapid 'automatized' naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471-479.

Denckla, M.B., & Rudel, R.G. (1976b). Naming of object-drawings by dyslexic and other learning disabled children. *Brain and Language*, 3, 1-15.

Ebbinghaus, H. *Memory: A contribution to experimental psychology*. New York: Columbia University, Teachers College, 1913.

Farmer, M.E., Klein, R.M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia. A review. *Psychonomic Bulletin & Review* 2: 460-493.

Fawcett, A.J. and Nicolson, R.I. (1995). Persistent deficits in motor skill for children with dyslexia. *Journal of Motor Behavior*, 27, 235-241.

Fawcett, A.J. and Nicolson, R.I. (2002). Children with Dyslexia are Slow to Articulate a Single Speech Gesture. *Dyslexia* 8: 189-203 (2002).

Flavell, J.H. (1985). *Cognitive development (2nd. Ed.)*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.

Fletcher, J.M. (1984). Memory for verbal and non-verbal stimuli in learning disability subgroups: Analyses by selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 244-259.

Gathercole, S.E., Adams, A-M., & Hitch, G.J. (1994). Do young children rehearse? An individual-differences analysis. *Memory & Cognition*, 22, 201-207.

Gathercole, S.E. and Baddeley, A.D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.

Grigorenko, Elena L. (2001). Developmental Dyslexia: An update on Genes, Brains, and Environments. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, Vol. 42. No 1, pp. 91-125, 2001.

Halliday, M.S. & Hitch, G.J. (1988). Developmental applications of working memory. In G. Claxton (Ed.), *Growth points in cognition*. London: Routledge.

Hasselhorn, M. (1987). Kognitive Bedingungen der Leistungsdefizite lernschwacher Schüler bei Gedächtnisanforderungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 1, 91-98.

Hasselhorn, M. (1988). Wie und warum verändert sich die Gedächtnisspanne über die Lebensspanne? *Zeitschrift f. Entwicklungspsychologie u. Pädagogische Psychologie*, 1988, Band XX, Heft 4, 322-337.

Hennighausen, K., Warnke, A., Remschmidt, H. (1998). Electrophysiological correlates of semantic discrimination processes in dyslexic children. *14th International Congress of the International Association for Child and Adolescent Psychiatry and Allied Professions*, Aug. 2-6, 98, Stockholm.

Henry, L.A. (1994). The Relationship between Speech Rate and Memory Span in Children. *International Journal of Behavioral Development*, 1994, 17 (1), 37-56.

Henry, L.A., & Millar, S. (1993). Why Does Memory Span Improve with Age? A Review of the Evidence for Two Current Hypotheses. *European Journal Of Cognitive Psychology*, 1993, 5 (3) 241-287.

Hitch, G.J. & Halliday, M.S. (1983). Working memory in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B302, 325-340.

Hitch, G., Halliday, M.S., & Littler, J.E. (1989b). Item identification time and rehearsal as predictors of memory span in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 321-327 (337?).

Hulme, C., Thomson, N., Muir, C. & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of shortterm memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 241-253.

Jacobs, J. Experiments on prehension. *Mind*, 1887, 12, 75-79.

Johnston, R.S., & Anderson, M. (1998). Memory Span, Naming Speed, and Memory Strategies in Poor and Normal Readers. *Memory*, 1998, 6 (2), 143-163.

Jorm, Anthony F. (1983). Specific reading retardation and working memory: A review. *British Journal of Psychology* (1983), 74, 311-342.

Kail, Robert (1997). Phonological Skill and Articulation Time Independently Contribute to the Development of Memory Span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 57-68 (1997).

Kail, R.V., Chi, M.T.H., Ingram, A.L., & Danner, F.W. (1977). Constructive aspects of children's reading comprehension. *Child Development*, 1977, 48, 684-688.

Kail, R., & Hall, L.K. (1994). Processing Speed, Naming Speed, and Reading. *Developmental Psychology*, 1994, Vol. 30, No. 6, 949-954.

Kail, Jr., R.V., & Marshall, C.V. (1978). Reading Skill and Memory Scanning. *Journal of Educational Psychology*, 1978, Vol. 70, No. 5, 808-814.

Kail, R., & Park, Y. (1994). Processing time, articulation time, and memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 57, 281-291.

Katz, L., & Wicklund, D.A. (1971). Word scanning rate for good and poor readers. *Journal of Educational Psychology*, 1971, 62, 138-140.

Katz, L., & Wicklund, D.A. (1972). Letter scanning rate for good and poor readers in grades 2 and 6. *Journal of Educational Psychology*, 1972, 63, 363-367.

Keating DP, Keniston AH, Manis FR, Bobbitt BL (1980). Development of the search-processing parameter. *Child development*, 1980 Mar; 51 (1): 39-44.

Koppitz, E.M. (1975). Bender Gestalt Test, visual aural digit span test and reading achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 8, 32-35.

Livingstone, M.S., Rosen, G.D., Drislane, F.W., & Galaburda, A.M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular deficit in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 88, 7943-7947.

McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994). Learning to read: The role of short term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 112-133.

Meis, R. (1970). *Diagnostischer Rechtschreibtest für vierte und fünfte Klassen (DRT 4-5)*. Weinheim und Berlin: Beltz.

Mishra, S., & Dash, U.N. (1996). Sources of Span Differences: Relation Among Memory Span, Naming Time and Speech Rate. *Psychological Studies*, 1996, Vol. 41, No. 1 & 2.

Müller, R. (1993). *Diagnostischer Rechtschreibtest (DRT 3). Leistungstest für 3. Klassen.* (3.Auflage). Weinheim: Beltz Test GmbH.

Nicolson, R.I., & Fawcett, A.J. (1994). Reaction times and dyslexia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47, 29-48.

Perfetti, C.A., & Goldman, S.R. (1976). Discourse memory and reading comprehension skill. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1976, 14, 33-42.

Rathenow, P. (1980). Westermann Rechtschreibtest 4/5 (WRT 4/5). Braunschweig: Westermann.

Rathenow, P. (1980). Westermann-Rechtschreibtest 6+ (WRT 6+). Braunschweig: Westermann, 1980.

Raven, J.C. (1988). Standard progressive Matrices. Dt. Bearbeitung von H. Kratzmeier und R. Horn. Weinheim, Beltz.

Rizzo, N.D. (1939). Studies in visual and auditory memory span with special reference to reading disability. *Journal of Experimental Education*, 8, 208-244.

Roodenrys, S., Hulme, C., & Brown, G. (1993). The development of short-term memory span: Separable effects of speech rate and long-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 431-442.

Roth, M.G.A. (1997). Beiträge zu Gedächtnisleistungen bei Kindern mit allgemeinen und spezifischen Lernstörungen am Beispiel der Lernbehinderung und der umschriebenen Lese-Rechtschreibschwäche. Würzburg, Univ., Diss., 1998.

Rourke, B.P. (1985). Neuropsychology of learning disabilities: Essential of subtype analysis. New York: Guilford Press.

Rugel, R.P. (1974). WISC subtest scores of disabled readers: A review with respect to Bannatyne's recategorization. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 48-55.

Schmidtke, A., Schaller, S. & Becker, P. (1978). *Raven-Matrizen-Test. Coloured Progressive Matrices (CPM).* Weinheim: Beltz.

Shankweiler, D., Liberman, I., Mark, L., Flower, C., & Fischer, F. (1975). The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 531-545.

Siegel, L.S. (1994). Working memory and reading: A life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 109-124.

Siegel, L.S., & Linder, A. (1984). Short-term memory processes in children with reading and arithmetic disabilities. *Developmental Psychology*, 20, 200-207.

Silva-Pereyra J., Fernandez T., Harmony T., Bernal J., Galan L., Diaz-Comas L., Fernandez-Bouzas A., Yanez G., Rivera-Gaxiola M., Rodriguez M., Marosi E. (2001). Delayed P300 during Sternberg and color discrimination tasks in poor readers. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 2001 Feb; 40(1): 17-32.

Snowling, M. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*, 43, 219-234.

Stanovich, K.E. (1988). Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: The phonological-core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 590-612.

Sternberg, S. (1969). Memory-Scanning: Mental Processes Revealed By Reaction-Time Experiments. *American Scientist*, 57, 4 , pp. 421-457, 1969.

Swanson, H.L., Cochran, K.F., & Ewers, C.A. (1990). Can Learning Disabilities Be Determined From Working Memory Performance? *Journal of Learning Disabilities*, Volume 23, Number 1, January 1990.

Tallal, P., Galaburda, A.M., Llinás R.R., von Euler, C. (1993). Temporal Information Processing in the Nervous System. Vol 682. The New York Academy of Sciences, New York.

Tallal, P., Miller, S., Fitch, R.H. (1993). Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. In: Tallal P, Galaburda AM, Llinás RR, von Euler C (eds) Temporal Information Processing in the Nervous System: Special Reference to Dyslexia and Dysphasia. New York, 682:27-47.

Torgesen, Joseph K. (1988). Studies of Children with Learning Disabilities Who Perform Poorly on Memory Span Tasks. *Journal of Learning Disabilities*, Volume 21, Number 10, December 1988.

Vellutino, F.R. (1980). Dyslexia. Theory and Research. The MIT Press, Cambridge.

Vellutino, Frank R. (1987). Legasthenie. *Spektrum der Wissenschaft*, 87, 5, S. 74-81.

Warnke, A. (1990). Legasthenie und Hirnfunktion. Neuropsychologische Befunde zur visuellen Informationsverarbeitung. Huber, Bern.

Warnke, A. (1999). Reading and spelling disorders: Clinical features and causes. *European Child & Adolescent Psychiatry* 8: Suppl. 3, III/2-III/12, 1999.

Warnke, A., & Remschmidt, H. (1992). Visual information processing in developmentally dyslexic boys: A neuropsychological study. In: Remschmidt H, Schmidt MH (eds) *Developmental Psychopathology*. Hogrefe & Huber, Toronto, Bern, Göttingen pp 117-130.

Warnke, A., Remschmidt, H., Hennighausen, K. (1994). Verbal information processing in dyslexia – data from a follow-up-experiment of neuropsychological aspects and EEG. *Acta Paedopsychiatrica* 56, 3:203-208.

Wolf, M. (1984). Naming , reading and the dyslexias: A longitudinal overview. *Annals of Dyslexia*, 34, 87-115.

Wolf, M., & Obregon, M. (1992). Early naming deficits, developmental dyslexia, and a specific deficit hypothesis. *Brain and Language*, 42, 219-247.

Wolff, P.H., Michel, G.F., & Ovrut, M. (1990). Rate variables and automatised naming in developmental dyslexia. *Brain and Language*, 39, 556-575.

Danksagung

Meinen besonderen Dank möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Andreas Warnke aussprechen, unter dessen Aufsicht und in dessen Klinik ich dieses Thema bearbeiten durfte.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Dr. Michael Roth als Betreuer meiner Arbeit, Herrn Dr. Peter Scheuerpflug für seine Hilfestellung bei allen technischen und statistischen Fragen sowie bei Frau Dr. Ellen Roth für wertvolle Anregungen.

Nicht zuletzt gilt mein Dank auch Frau Ruth Prölß für ihre freundliche Unterstützung in allen organisatorischen Angelegenheiten.

Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Maike Katrin Bennetz
Geburtsdatum: 07.02.1975
Geburtsort: Villingen

Schulbildung

09/1981 – 07/1985 Grundschule Kirchdorf
09/1985 – 06/1994 Gymnasium am Hoptbühl, Villingen-Schwenningen
06/1994 Abitur

Hochschulstudium

11/1994 – 09/1996 Studium der Humanmedizin, Universität Regensburg
09/1996 Physikum
11/1996 – 05/2001 Studium der Humanmedizin, Universität Würzburg
08/1997 1. Staatsexamen
03/2000 2. Staatsexamen
04/2000 – 03/2001 Praktisches Jahr
Innere Medizin, Spital des Sensebezirks, Tafers, Schweiz
Kinder- und Jugendpsychiatrie, Universitätsklinik Würzburg
Chirurgie, LKH Juliuspital, Würzburg
05/2001 3. Staatsexamen

Berufliche Tätigkeit

07/2001 – 12/2002 Ärztin im Praktikum, Kinder- und Jugendpsychiatrie,
SKH Arnsdorf

Seit 01/2003 Elternzeit

Schliengen, 08.03.2004



.....
Maike Bennetz