

Aus der Universität Dortmund
Fachbereich
Sondererziehung und Rehabilitation

**Zur Prophylaxe von Lese- Rechtschreibstörungen:
Zeitliche Verarbeitungsprozesse und ihr Zusammenhang
mit phonologischer Bewußtheit und der Entwicklung von
Lese- Rechtschreibkompetenz**

Inaugural – Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades
an der Universität Dortmund
Fachbereich Sondererziehung und Rehabilitation

vorgelegt von
Karlheinz Barth

Twisteden im August 1999

Universität Dortmund

Fachbereich

Sondererziehung und Rehabilitation

Gutachter: Prof. Dr. Christoph Leyendecker

Prof. Dr. Gregor Dupius

Alles hat seine Zeit

Prediger Salomo 3,1.

Übersetzung: Hans Bruns
Brunnenverlag

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	7
2. HISTORISCHE ENTWICKLUNG	10
2.1. Ursprünge der Schriftsprache	10
2.2. Das klassische Legastheniekonzept: legasthenierelevante Merkmale	10
2.3. Kritik am klassischen Legastheniekonzept	12
3. NEUE ENTWICKLUNGEN IN DER FORSCHUNG	13
3.1. Entwicklungsmodelle des Schriftspracherwerbs	13
3.1.1. Das Leselernprozeßmodell von Marsh et al. (1981)	14
3.1.2. Das Modell der Entwicklung des Lesens und Schreibens von Frith (1985, 1986)	15
3.1.3. Das Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien von Günther (1986)	16
3.1.4. Das Entwicklungsmodell von Scheerer - Neumann zur Analyse der Rechtschreibschwäche (1987)	18
3.1.5. Das Wortlesemodell von Scheerer-Neumann (1989, 1990)	19
3.1.6. Das Entwicklungsmodell von Spitta (1994)	19
3.1.7. Das Entwicklungsmodell von Ehri (1987, 1995)	19
3.1.8. Das Hypothesentestmodell und Redundanzausnutzungsmodell von Grissemann(1996)	20
3.2. Unterschiede des Lese- und Rechtschreibprozesses	22
3.3. Zusammenfassung: Bewertung der Schriftsprachmodelle	23
4. VORAUSLÄUFERFÄHIGKEITEN DES SCHRIFTSPRACHERWERBS	25
4.1. Der Ansatz von Breuer und Weuffen (1986, 1994)	25
4.2. Phonologische Informationsverarbeitung und Schriftspracherwerb	26
4.2.1. Begriffbestimmung:	26
4.2.2. Die phonologische Bewußtheit:	26
4.2.2.1. Operationalisierung der phonologischen Bewußtheit	28
4.2.2.2. Die Entwicklung der phonologischen Bewußtheit	29
4.2.2.3. Beeinträchtigung in der Entwicklung der phonologischen Bewußtheit	31
4.2.3. Phonologisches Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon	31
4.2.4. Phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis	32
4.3. Empirische Befunde zur Bedeutung phonologischer Informationsverarbeitung	35
4.3.1. Korrelative Längsschnittstudien	36
4.3.1.1. Die Bielefelder Längsschnittstudie.	37
4.3.1.2. Die Münchener Längsschnittstudie zur Genese individueller Kompetenzen LOGIC	38
4.3.2. Trainingsstudien	41
4.3.3. Risikokind Junge? Geschlechtsunterschiede der Schriftsprachentwicklung	44
4.3.4. Geschlechtsunterschiede in den Vorläufermerkmalen der Schriftsprache	45
4.3.5. Geschlechtsunterschiede bei Lese- und Rechtschreibleistungen	46
4.3.6. Zusammenfassung:	47
5. SPRACHWAHRNEHMUNG, SPRACHVERARBEITUNG UND SCHRIFTSPRACHE	49
5.1. Auditive Wahrnehmungsprozesse als Basis der Sprachwahrnehmung	49
5.2. Phonetische Klassifikation von Sprachlauten	51

5.3.	Zentrale Hörverarbeitungsmechanismen	53
5.3.1.	Das auditive System als komplexes Zeitanalysesystem	54
5.3.2.	Die Voice Onset Time (VOT) als bedeutungsunterscheidendes Merkmal	56
5.3.3.	Sprachanalyse durch Detektorsysteme?	61
5.4.	Rhythmische Differenzierungsfähigkeit und Sprachwahrnehmung	62
5.5.	Sprache und Lateralität	64
5.5.1.	Das Konzept der Lateralisierung	64
5.5.2.	Sprachlateralisation und Händigkeit	66
5.5.3.	Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibschwierigkeiten	67
5.6.	Zusammenfassung	71
6. ZEITWAHRNEHMUNG UND ZEITLICHE VERARBEITUNGSMECHANISMEN DES GEHIRNS		72
6.1.	Das Zeitverarbeitungsmodell von Pöppel	72
6.1.1.	Das Erleben von Gleichzeitigkeit bzw. Ungleichzeitigkeit	73
6.1.2.	Das Erlebnis von Folge bzw. zeitlicher Ordnung	73
6.1.3.	Das Erlebnis von Gegenwart bzw. Zeitdauer und Antizipation	74
6.2.	Zeitverarbeitungsmechanismen zur Steuerung der Motorik	75
6.3.	Das Binding- Problem neuronaler Zeitverarbeitung	76
6.4.	Neuronale Grundlagen der Wahrnehmung zeitlicher Ordnung: Neuronale Oszillation als zeitlicher Ordnungsparameter.	77
6.5.	Geschlechtsspezifische Unterschiede der Zeitverarbeitung	78
6.6.	Zur Lateralität der hochfrequenten Zeitverarbeitung	79
6.7.	Entwicklungsprozesse zeitlicher Informationsverarbeitung	80
6.8.	Der Zusammenhang zwischen zeitlicher Informationsverarbeitung und Sprachverarbeitung	81
6.9.	Empirische Evidenz für den Zusammenhang zwischen temporaler Verarbeitung und Sprachverarbeitung	83
6.10.	Zusammenfassung	88
7. DIE MULTIKAUSALITÄT VON LESE- RECHTSCHREIBSTÖRUNGEN		89
7.1.	Definition, Prävalenz und Begleitsymptome	89
7.2.	Verlauf und Prognose	90
7.3.	Zur Ätiologie der Lese-Rechtschreibschwäche	90
7.3.1.	Visuelle Verarbeitungsstörungen	91
7.3.2.	Neuroanatomische und konstitutionelle Ursachen	96
8. FRAGESTELLUNGEN, HYPOTHESEN UND AUSWERTUNGSMETHODEN DER UNTERSUCHUNG		98
8.1.	Fragestellungen zur Hypothesengenerierung	98
8.2.	Auswertungsmethoden	104

9. Methode	106
9.1. Untersuchungsplan: zeitlicher Ablauf der Untersuchung	106
9.2. Beschreibung der Stichproben und Ausschlußkriterien	108
9.3. Inhaltliche Beschreibung der erhobenen Variablen und der verwendeten Meßinstrumente	110
10. BESCHREIBUNG DER ERGEBNISSE	121
10.1. Reliabilität der phonologische Testbatterie:	121
10.2. Hypothese 1: Gruppenunterschiede : Frühleser, Regelkinder, sprachbehinderte Kinder	122
10.2.1. Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Ordnungsschwelle	122
10.2.2. Gruppenunterschiede im Hinblick auf phonologische Informationsverarbeitung	124
10.2.3. Gruppenunterschiede im Hinblick auf Alter, Arbeitsgedächtnis, Klatschrhythmus, Intelligenz und früher Schriftkenntnis/Lesefertigkeit	127
10.2.4. Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Lese- Rechtschreibleistungen	130
10.3. Hypothese 2: Geschlechtsspezifische Unterschiede	131
10.3.1. Geschlechtsspezifische Unterschiede der Ordnungsschwelle	131
10.3.2. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der phonologischen Informationsverarbeitung:	133
10.3.3. Geschlechtsspezifische Unterschiede des Alters, des Arbeitsgedächtnisses, Rhythmuserfassens, Intelligenz und früher Schriftkenntnis/Lesefertigkeit	135
10.3.4. Geschlechtsspezifische Unterschiede im Hinblick auf Lese-Rechtschreibleistungen	136
10.4. Hypothese 3: Korrelative Zusammenhänge	138
10.4.1. Der Zusammenhang zwischen Ordnungsschwelle und phonologischer Bewußtheit	139
10.4.2. Der Zusammenhang zwischen Ordnungsschwelle und Lese-Rechtschreibleistungen	139
10.4.3. Der Zusammenhang zwischen phonologischer Bewußtheit und Lese-Rechtschreibleistungen	141
10.4.4. Zusammenfassung der Ergebnisse	142
11. ERGEBNISSE FÜR DIE GRUPPE DER REGELKINDER	144
11.1. Deskriptive Darstellung der Daten	144
11.2. Hypothese 4: Geschlechtsspezifische Unterschiede	146
11.2.1. Geschlechtsspezifische Unterschiede in den Ordnungsschwellen	146
11.2.2. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der phonologischen Informationsverarbeitung	147
11.2.3. Geschlechtsspezifische Unterschiede des Alters, des Arbeitsgedächtnisses, Rhythmuserfassens, Intelligenz und frühe Lesefertigkeit	149
11.2.4. Geschlechtsspezifische Unterschiede in den Lese-Rechtschreibleistungen	150
11.3. Hypothese 5: Korrelative Zusammenhänge	151
11.3.1. Ordnungsschwelle und Intelligenz	151
11.3.2. Intelligenz - Lese - Rechtschreibleistungen und phonologische Bewußtheit:	152
11.3.3. Ordnungsschwelle und phonologische Bewußtheit	152
11.3.4. Ordnungsschwelle und phonologische Bewußtheit unter Berücksichtigung des Alters	153
11.3.5. Ordnungsschwelle und Lese-Rechtschreibleistungen	154
11.3.6. Phonologische Bewußtheit und Lese - Rechtschreibleistungen	155
11.3.7. Phonologische Subtests und Lese - Rechtschreibleistungen	156
11.3.8. Ordnungsschwelle und phonologische Subtests	157
11.3.9. Der Zusammenhang zwischen den Lese- und Rechtschreibleistungen am Ende des ersten Schuljahres	159
11.3.10. Zusammenfassung der korrelativen Zusammenhänge	160
11.4. Hypothese 6: Zeitliche Verarbeitung und Phonemanalyse und -synthese	161
11.4.1. Extremgruppenvergleich: zeitliche Verarbeitung und phonologische Bewußtheit	168

11.5.	Hypothese 7: Gruppenunterschiede zwischen rechtschreibschwachen Kindern und altersgerecht entwickelten Rechtschreibern	168
11.5.1.	Risikokinder und Ordnungsschwelle	172
11.6.	Frühe Vorhersage der Lese-Rechtschreibleistungen	172
11.6.1.	Vorhersage der Leseleistungen	173
11.6.2.	Vorhersage der Rechtschreibleistungen	174
11.7.	Klassifikatorische Vorhersage von "Risikokindern"	176
11.8.	Zusammenfassung	179
12.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	181
12.1	Gruppen- und Geschlechtsunterschiede	181
12.1.1.	Zeitliche Verarbeitungsprozesse	181
12.1.2.	Phonologische Bewußtheit, Arbeitsgedächtnis, Rythmuserfassen und Intelligenz	185
12.1.3.	Der Zusammenhang zwischen zeitlicher Verarbeitung und phonologischer Bewußtheit	187
12.1.4.	Geschlechtsspezifische Unterschiede	188
12.2.	Zeitliche Verarbeitungsmechanismen und Lese- Rechtschreibleistungen	189
12.3.	Phonologische Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen	191
12.4.	Die Gewichtung unterschiedlicher Prädiktorvariablen	192
12.5.	Risikofaktoren rechtschreibschwacher Kinder	194
12.6.	Ausblick	197
13.	ZUSAMMENFASSUNG	198
14.	LITERATURLISTE	202
15.	ANHANG	222
15.1.	Testbatterie Phonologische Bewußtheit	222
15.2.	Veröffentlichungen	222

Vorwort und Danksagungen

Die vorliegende Arbeit entstand aus meinem persönlichen Interesse am Thema "Lese- Rechtschreibentwicklung" von Kindern, Möglichkeiten der Früherkennung von Lese- Rechtschreibstörungen und deren Genese". Ich arbeite seit nunmehr 20 Jahren an einer Beratungsstelle für Kinder, Jugendliche und Erwachsene, in der nahezu ein Drittel aller Anmeldungen Kinder sind, die wegen besonderer Probleme in Schriftspracherwerb vorgestellt werden. Schwierigkeiten von Kindern im Lesen- und Schreibenlernen sind häufig verknüpft mit emotionalen und sozialen Problemen und lösen oft auch erhebliche Unsicherheiten, Hilflosigkeit und Konflikte bei Eltern aus. Die vorliegende Arbeit soll mit dazu beitragen, das Verständnis über Entwicklungsprozesse und Zusammenhänge der Schriftsprachentwicklung von Kindern zu verbessern.

Die Durchführung dieses Projektes neben meiner hauptberuflichen Arbeit wäre für mich alleine aufgrund des dafür erforderlichen erheblichen Zeitaufwandes nicht möglich gewesen. Daß es dennoch zustande kam, verdanke ich einer Reihe ausgesprochen lieber Menschen, die mir bei der Datenerhebung sehr hilfreich zur Seite standen. Vor allem die Klassenlehrerinnen und -lehrer waren mir eine unersetzliche Hilfe, da sie - nach vorheriger gründlicher Einarbeitung und Anleitung - die Daten zur phonologischen Bewußtheit, zum Arbeitsgedächtnis, zu Rhythmuserfassen, frühe Schriftkenntnis und die Lese- Rechtschreibleistungen der Kinder erhoben. Unterstützt wurden die Klassenlehrerinnen von Referendarinnen, die während der Datenerhebung den Unterricht mit den Schulanfängern weiterführten.

Deshalb möchte ich mich vor allem bei Frau Verführt, Herrn Glanzett, Herrn van Leuck, Frau Bosser, Frau Wahl, Frau Feron, Frau Oldhues, Frau Winters-Becker und Frau Vogt an dieser Stelle für ihre intensive und engagierte Mitarbeit an der Studie bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Christoph Leyendecker, der mich sehr ermutigte, dieses Projekt durchzuführen und durch vielerlei Anregungen die Planung und Fertigstellung der Arbeit ermöglichte und der mich letztlich auch zur Promotion ermunterte. Ein ebenso herzlicher Dank gilt Frau PD Dr. Nicole von Steinbüchel und Herrn Dr. Marc Wittmann vom Institut für Medizinische Psychologie der Ludwig- Maximilians- Universität zu München, die mir viele wichtige Denkanstöße gaben und durch eine sehr konstruktive Kritik mit zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen. Ihnen möchte ich auch für die freundliche zur Verfügung Stellung der Meßgeräte zur Ordnungsschwellenerhebung und des Audiometers danken. Dank sagen möchte ich insbesondere auch Frau Kerstin Schmitz und Frau Heike Kappert, die bei der Ordnungsschwellenmessung und der audiometrischen Untersuchung der Kinder eine große Hilfe waren.

An dieser Stelle möchte ich auch allen Eltern für ihre Zustimmung Dank sagen und ganz besonders auch den Kindern, die mit viel Eifer und Begeisterung an der Studie teilnahmen.

Schließlich gilt mein herzliches Dankeschön auch meiner Frau Danielle, meinen Söhnen Alexandre und Anthony, die mich mit viel emotionaler Unterstützung in allen Phasen dieser Arbeit begleiteten. Frau Claudia Poschmann und Herr Dirk Füssmann danke ich für die Hilfe beim Schreiben des Manuskriptes. Last, but not least möchte

ich mich bei meinen Kolleginnen und Kollegen aus der Beratungsstelle für ihre Bereitschaft bedanken, das Projekt mitgetragen zu haben.

Twisteden, im August 1999

Karlheinz Barth

Zur Prophylaxe von Lese- Rechtschreibstörungen: Zeitliche Verarbeitungsprozesse und ihr Zusammenhang mit phonologischer Bewußtheit und der Entwicklung von Lese-Rechtschreibkompetenz

1. Einleitung

Wir leben in einer hochtechnisierten Mediengesellschaft, in der die Beherrschung der Schriftsprache für jeden unerlässlich ist. Wer keinen Zugang zu dieser Kulturtechnik hat, muß in einer Leistungsgesellschaft mit gravierenden Nachteilen rechnen. Aus diesem Grund ist es ein wichtiges Anliegen, Entwicklungsbedingungen und -prozessen des Lesen- und Schreibenlernens große Aufmerksamkeit zu widmen.

In den 60er und zu Beginn der 70er Jahre versuchten eine Reihe von Wissenschaftlern (u. a. ANGERMAIER, 1974; SCHENK-DANZINGER, 1961; VALTIN, 1972) im Rahmen der klassischen Legasthenieforschung relevante Fähigkeitsdefizite zu identifizieren, denen eine gestörte Lese- Rechtschreibentwicklung zugrunde liegt. Mitte der 70er Jahre geriet die klassische Legasthenieforschung aufgrund methodischer und inhaltlicher Aspekte zusehens in die Kritik (SCHLEE 1976; VALTIN, 1975) mit der Folge, daß das wissenschaftliche Interesse an der Erforschung von Lese- Rechtschreibstörungen erheblich nachließ. Ende der 70er und zu Beginn der 80er Jahre fand eine essentielle Umorientierung in der Forschung statt. Auf dem Hintergrund kognitiver Informationsverarbeitungsmodelle sind verschiedene Phasen- bzw. Stufenmodelle des Schriftspracherwerbs entwickelt worden (FRITH, 1986; GÜNTHER, 1986; SCHEERER-NEUMANN, 1987; GRISSEMANN, 1996), die Prozeßabläufe des Lesen- und Schreibenlernens beschreiben. Eine besondere Rolle zu Beginn des schulischen Lese- Rechtschreiblernprozesses kommt dabei der Entwicklung der alphabetischen bzw. phonetischen Strategie zu. Auf dieser Stufe sind die Kinder im Segmentieren der Sprache in Einzellaute (Phoneme) fortgeschritten und versuchen, die Lautstruktur eines Wortes zu analysieren und jedem herausgehörten Laut einen Buchstaben zuzuordnen. Akustisch wahrgenommene Sprachsignale müssen beim Rechtschreiben in Einzellaute zerlegt und diesen wiederum Buchstaben zugeordnet werden. Die Phasen- bzw. Stufenmodelle der Rechtschreibentwicklung legen nahe, daß sich Schulanfänger beim Schreibenlernen sich über längere Zeit in erster Linie an der Analyse der Phonemfolge orientieren.

Darüber hinaus besteht in der wissenschaftlichen Forschung derzeit ein breiter Konsens darüber, daß als bedeutsamste Vorhersagekriterien für die spätere Lese-Rechtschreibkompetenz sich metalinguistische Fähigkeiten erweisen (WAGNER UND TORGESEN, 1987; SKOWRONEK UND MANNHAUPT, 1992; SCHNEIDER UND NÄSLUND, 1992). Für die Prognose späterer Lese- Rechtschreibkompetenzen erweisen sich insbesondere drei Bereiche metalinguistischer Sprachverarbeitungsprozesse als bedeutsam:

- die phonologische Bewußtheit, also die Einsicht in die Lautstruktur der gesprochenen Sprache. Die Fähigkeit zur Analyse und Manipulation von sprachlichen Einheiten wie Reime, Silben oder Phonemen gelten als wichtige Vorläufermerkmale des Schriftspracherwerbs. gesprochenen Sprache.
- das phonologische Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon
- das phonetische Recodieren im Arbeitsgedächtnis.

Neben diesen drei Bereichen erweisen sich Intelligenz, frühe Schriftkenntnis/ Buchstabenkenntnis und Rhythmuserfassen als bedeutsame Determinanten des Schriftspracherwerbs.

Theorien über Sprachentwicklung, Sprachverarbeitung und Lese- Rechtschreibentwicklung sind aber unvollständig, wenn sie Funktionen und Entwicklung der Zeitverarbeitung unberücksichtigt lassen. Neurowissenschaftliche Untersuchungen (TALLAL, 1991; MERZENICH, 1996; KEGEL, 1990; VON STEINBÜCHEL UND PÖPPEL, 1991; PÖPPEL 1997) belegen, daß insbesondere neuronal bedingte zeitliche Verarbeitungsmechanismen im Zehntel- Millisekundenbereich von erheblicher Bedeutung für die Verarbeitung kleinster sprachlich bedeutungsunterscheidender Einheiten (Phoneme) sind. Dabei wird auf die Relevanz der Stimmeinsatzzeit (Voice Onset Time) für die Identifikation von bestimmten Konsonant- Vokal Silben und die Bedeutung der schnellen zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit für die sich rasch verändernden Formantentransitionen des Sprachsignals betont.

Es gibt inzwischen ein Vielzahl von empirischen Befunden, die belegen, daß Beeinträchtigungen der zeitlichen auditiven Verarbeitungsmechanismen zu Defiziten in der sequentiellen Verarbeitung rasch wechselnder akustischer Reize führen. Damit verbunden sind Minderleistungen in der Phonemdiskriminationsfähigkeit sowie Sprachwahrnehmungs- und -verarbeitungsdefizite. Diese wiederum haben Auswirkungen auf die Lese- Rechtschreibentwicklung von Kindern. Empirische Befunde (KEGEL, 1996; VEITH, 1992; TALLAL, 1996; VON STEINBÜCHEL ET AL., 1997) belegen, daß viele Kinder mit Sprachentwicklungsauffälligkeiten und eine Subgruppe lese- rechtschreibschwacher Kinder Beeinträchtigungen in ihrer zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit aufweisen. TALLAL hypothesiert, daß Sprachentwicklungsauffälligkeiten und Lese- Rechtschreibstörungen auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, die sie in Defiziten der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns sieht.

Ferner gibt es empirische Hinweise darauf, daß sowohl die phonologische Bewußtheit (GATHERCOLE UND BADDELEY, 1993) als auch die zeitliche Verarbeitung (VEITH ,1992) einem Entwicklungsprozeß unterliegen, der als zunehmende Differenzierung beschrieben werden kann.

Die Annahme von Entwicklungsprozessen zeitlicher Informationsverarbeitung und phonologischer Bewußtheit sowie empirische Befunde über Zusammenhänge zwischen der auf neuronalen Mechanismen basierenden Zeitgestaltung auf die Wahrnehmung und Produktion von gesprochener Sprache lassen darauf schließen, daß Zusammenhänge zwischen zeitlicher Auflösungsfähigkeit, phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen zu finden sind. Die in der Literatur vorliegenden Befunde über die Zusammenhänge zwischen zeitlichen Verarbeitungsprozessen und Phonemdiskriminationsfähigkeit beziehen sich zumeist auf sprachliche Diskriminationsleistungen, die anhand von manipulierten Silben (/da/-/ta/) mit unterschiedlichen Stimmeinsatzzeiten (Voice Onset Time) gefunden wurden. Bisher liegen für den deutschen Sprachraum keine empirischen Befunde vor, die der Frage nachgegangen sind, welche Zusammenhänge zwischen phonologischer Bewußtheit, zeitlichen Verarbeitungsprozessen und Lese- Rechtschreibleistungen bestehen.

In die vorliegende Studie wurden drei Gruppen von Schulanfängern einbezogen: Frühleser, "normale" Schulanfänger (Regelkinder) und sprachbehinderte Kinder. Die vorliegende Untersuchung geht der Frage nach, ob sich diese drei Gruppen i Hinblick auf ihre zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, ihre phonologische Bewußtheit, i

phonetischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in ihrer Intelligenz und in ihrer frühen Schriftkenntnis zu Schulbeginn unterscheiden.

In einer längsschnittlichen Erhebung wurden die Lese- Rechtschreibleistungen der Kinder dieser drei Gruppen am Ende des ersten Grundschuljahres erfaßt und auf Gruppenunterschiede sowie geschlechtsspezifische Unterschiede analysiert. Ferner wird in dieser Studie der Frage nachgegangen, welche statistischen Zusammenhänge sich ergeben zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit,
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen sowie
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen

In einem weiteren Schritt wird die Gruppe der "normalen" Grundschüler (Regelkinder) nochmals gesondert betrachtet. Dies ist deshalb von Interesse, weil die Datenanalyse dieser Gruppe Hinweise auf bedeutsame Zusammenhänge an einer relativ großen, unselektierten Stichprobe von Schulanfängern erlaubt. Als zusätzlicher Aspekt wird in der vorliegenden Arbeit der Frage nachgegangen, in welchen zu Schulbeginn erhobenen Fähigkeitsmerkmalen sich rechtschreibschwache Kinder von Kindern mit altersgerechter Rechtschreibentwicklung unterscheiden.

Schließlich soll die prädiktive Valenz der zu Schulbeginn erhobenen Parameter i Hinblick auf die Lese- und Rechtschreibleistungen am Ende der ersten Klasse untersucht werden.

Die Befunde werden anschließend auf dem Hintergrund der vorliegenden Literatur diskutiert.

Diese Studie stellt den Versuch dar, neurowissenschaftliche Theorien und Erkenntnisse sowie Theorien bzw. Befunde der kognitiven Psychologie und der Entwicklungspsychologie miteinander zu verbinden. Es ist meine vollste Überzeugung, daß bedeutsame Fortschritte in der Erforschung des Schriftspracherwerbs und dessen Störungen nur durch ein interdisziplinäres Zusammenarbeiten unterschiedlicher wissenschaftlicher Ansätze erreicht werden kann.

2. Historische Entwicklung

2.1. Ursprünge der Schriftsprache

Der historische Nachweis über die Wurzeln der Schriftsprache reicht bis ins 8. Jahrtausend vor Christus zurück. Die Schriftsprache ist aus dem Bedürfnis des Menschen heraus entstanden, lautsprachliche Informationen zu fixieren, um sie über größere zeitliche und räumliche Entfernung aufzubewahren und mit ihnen kommunizieren zu können. Nach FÖLDES-PAPP (1987) und WALTER (1996) gehen die Vorstufen der Schriftsprache im Sinne erzählender Malerei auf die steinzeitliche Zeichen- und Malkunst bis zum Zeitraum von etwa 8000 bis 3500 vor Christus zurück. Die eigentlichen Anfänge der Schriftsprache werden zum Ende des 4. Jahrtausends vor Christus durch die sumerische phonetisierte Hieroglyphenschrift, die zur Keilschrift weiter entwickelt wurde, datiert. Hörbares der gesprochenen Sprache wurde durch visuelle Schriftzeichen ausgedrückt und damit lesbar gemacht.

Die alphabetische Schrift wurde gegen 1800 vor Christus entwickelt. Ihren Ursprung hat die alphabetische Schrift in der semitischen, syrisch-palästinensischen Konsonantenschrift. Gegen Ende des 2. Jahrtausends vor Christus fügten dann die Griechen den Konsonanten die Vokalzeichen hinzu, womit die alphabetische Schriftsprachentwicklung zu dem heute für uns gültigen Abschluß gekommen ist. Funktionell läßt sich die Entwicklungsgeschichte der Schriftsprache begreifen als zunehmende Vervollkommnung der menschlichen Fähigkeit, sprachlich-akustische Informationen (gesprochene Worte) durch seriell-visuelle Informationen zu codieren (Schrift) und umgekehrt visuell vorgegebene Buchstaben und Buchstabenfolgen (geschriebene Wörter) einer akustisch sprachlichen Informationsverarbeitung zugänglich zu machen (WARNKE, 1990).

2.2. Das klassische Legastheniekonzept: legasthenierelevante Merkmale

Störungsformen der Schriftsprachentwicklung wurden erstmals Ende des 19. Jahrhunderts Gegenstand wissenschaftlicher Forschung, wobei insbesondere Mediziner sich dieses Problems annahmen. So war es der englische Augenchirurg MORGAN (1896), der auf der Grundlage einer Fallstudie Störungen des Schriftspracherwerbs als eigenständiges klinisches Syndrom definierte. Morgan nahm eine Dysfunktion in der zentral-nervösen Verarbeitung visueller Informationen als Ursache einer Lese-Rechtschreibschwäche an, die er neuroanatomisch in der Region des Gyrus angularis lokalisierte und dafür den Terminus "congenital wordblindness" prägte. HINSHELWOOD (1904) führte die Störung im Erwerb der Schriftsprache auf eine embryonale Entwicklungsstörung im Bereich des Lesezentrums des Gehirns zurück.

Die erste Spezifizierung des Syndroms anhand von Ausschlußkriterien (durchschnittliche Intelligenz, körperlich und neurologisch unauffällige Befunde, normale schulische Unterrichtung sowie diskrepant bessere Leistungen in allen anderen Schulfächern) wurden von STEPHENSON (1904) publiziert. Im deutschen Sprachraum war es der Arzt BERKHAN (1886), der erstmals "über die Störung der Schriftsprache" berichtete.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurden Störungen des Schriftspracherwerbs im wesentlichen unter dem Begriff "Legasthenie" erforscht, wobei dieser Begriff von dem Neuropsychologen RANSCHBURG (1916, 1928) eingeführt wurde. RANSCHBURG betrachtete eine Leseschwäche, die er mit einer Rechtschreibschwäche verknüpft

sah, als Ausdruck einer nachhaltigen Rückständigkeit höheren Grades in der geistigen Entwicklung des Kindes. Er grenzte aber die Leseschwäche ausdrücklich von der Oligophrenie ab und setzte Legasthenie auch nicht mit Hilfsschulbedürftigkeit gleich. BACHMANN (1927) prägte den Begriff der "partiellen Idiotie", um so die Lese-Rechtschreibschwäche als ein Teilgebiet der geistigen Leistungen zu kennzeichnen und hat damit eine Einordnung der umschriebenen Lese-Rechtschreibschwäche in den diagnostischen Bereich der Teilleistungsschwäche vorweggenommen.

Nach dem 2. Weltkrieg begann der Aufschwung der Legasthenieforschung im deutschsprachigen Raum mit den Arbeiten der Kinderpsychiaterin MARIA LINDNER (1951, 1962), die die Legasthenie von allgemeiner Lernschwäche abgrenzte und als "eine spezielle, aus dem Rahmen der übrigen Leistung fallende Schwäche im Erlernen des Lesens (und indirekt auch des selbständigen fehlerfreien Schreibens) bei sonst intakter - oder im Verhältnis zur Lesefertigkeit - relativ guter Intelligenz" definierte (1962, S. 13). Im Mittelpunkt dieser Definitionen steht die Diskrepanz zwischen durchschnittlicher Intelligenz und einer erwartungswidrigen, ausgeprägten Beeinträchtigung der Entwicklung der Lese-Rechtschreibfertigkeit.

Die Bemühungen einer Reihe von Wissenschaftlern (u. a. ANGERMEIER, 1974 A,B; NIEMEYER, 1964; SCHENK-DANZIGER, 1961; VALTIN, 1972) in den 60er und Anfang der 70er Jahren um die Identifizierung von Fähigkeitsdefiziten, die einer Legasthenie zugrunde liegen könnten, erbrachte aufgrund konzeptioneller und methodischer Schwächen der damaligen Forschungsansätze inkonsistente und zu Teil widersprüchliche Ergebnisse zu möglichen legasthenierelevanten Merkmalen. Auch die im Rahmen der klassischen Legasthenieforschung entwickelten Förderkonzepte brachten nicht den gewünschten Erfolg, da sie kaum praktisch bedeutungsvolle Effekte erzielten.

KÜSPERT (1998) faßt die wesentlichen Ergebnisse der damaligen Forschungsbemühungen zusammen. In einigen Studien zeigten sich Zusammenhänge zwischen Milieu bzw. Persönlichkeitsmerkmalen und Legasthenie. Legasthene Kinder stammten demnach vermehrt aus der unteren Sozialschicht, hatten weniger gebildete Eltern, weniger Wohnraum als gute Leser und Rechtschreiber (NIEMEYER, 1974; VALTIN, 1972). SCHENK-DANZIGER (1968) sah die Raumlagerlabilität (Buchstabenumstellungen, Verwechslungen von Buchstaben ähnlicher Gestalt) als eine wesentliche Ursache der Legasthenie an. Dies ließ sich in einer Reihe von Untersuchungen nicht bestätigen (VALTIN 1974). Im kognitiven Bereich zeichneten sich Schwächen im Bereich der Artikulation und der auditiven Wahrnehmung ab (ANGERMAIER, 1974 A; NIEMEYER, 1971). Die sprachlichen Nachteile legasthener Kinder spiegelten sich auch in typischen Intelligenzprofilen wieder, in denen sich eine signifikante Unterlegenheit leseschwacher Kinder gegenüber normalen Lesern hinsichtlich sprachlicher Leistung zeigte. Folgende Merkmale konnten in verschiedenen Studien als Determinanten der Lese-Rechtschreibschwäche identifiziert werden:

- Milieu (VALTIN, 1972,1974; NIEMEYER, 1974)
- Persönlichkeitsvariablen: z. B. Selbständigkeitserziehung, erhöhte Ängstlichkeit, stärkere emotionale Labilität der Kinder (ANGERMAIER, 1974)
- Geschlecht (ANGERMAIER, 1974; SCHENK-DANZIGER, 1961)
- die Bedeutung von Lehrer und Unterricht (ANGERMAIER, 1974; SIRCH, 1975; WEINERT, 1972)

- akustische Wahrnehmungsschwächen, Mängel der Artikulation und der

- visuell- auditiven Integration (NIEMEYER, 1971; ANGERMAIER, 1974)
- Intelligenz (SCHNEIDER, 1980; ANGERMAIER, 1974)
- visuelle Wahrnehmungsschwächen (VALTIN, 1972; ROBINSON ET AL. ,1968)
- Gedächtnisfaktoren (ANGERMAIER, 1974; SCHNEIDER, 1980)

2.3. Kritik am klassischen Legastheniekonzept

Nach einer kurzen Blüte der Legasthenieforschung im deutschsprachigen Raum erhoben sich Mitte der 70er Jahre zunehmend kritische Stimmen sowohl gegen methodische als auch inhaltliche Aspekte des Legastheniekonzeptes. Bemängelt wurde das Fehlen theoretischer Grundlagen und Modellvorstellungen. Die empirischen Untersuchungen zur Genese der Legasthenie und die Vergleichbarkeit der wissenschaftlichen Beiträge dieser Zeit krankten an der unpräzisen Terminologie, die verschiedene Autoren benutzen (vergl. WARNKE, 1990). Einige Autoren verwendeten die Begriffe Legasthenie und Lese-Rechtschreibschwäche synonym (KIRCHHOFF, 1964; NIEMEYER, 1964), andere zur Abgrenzung unterschiedlicher Schweregrade der Störung (SCHENK- DANZINGER, 1968; BLEIDICK ,1967).

Sowohl in der Operationalisierung der Diskrepanzdefinition im Hinblick auf die Festlegung der zu verwendenden Intelligenztests und standardisierten Rechtschreibtests als auch in der Festlegung der kritischen Testwertschranken gab es zwischen den einzelnen Untersuchungen große Differenzen (vergl. VALTIN, 1974, 1975). SCHEERER-NEUMANN (1997) legt eine umfassende Darstellung und Kritik der Forschungsaktivitäten zur Legasthenie vor. WEINERT (1977) kritisierte die Legasthenieforschung dieser Zeit als "defizitäre Erforschung defizitärer Lernprozesse". Auch aus den Reihen der Legasthenieforscher selbst (z. B. VALTIN 1975) mehrten sich die Kritikpunkte an den angewandten Forschungsmethoden und den der Legasthenie zugrunde liegenden Theorien. VALTIN bezog ihre Kritik insbesondere auf die verwendete Methode des Paarvergleichs, in der Legastheniker und Nichtlegastheniker hinsichtlich unterschiedsträchtiger Variablen wie z.B. IQ oder Sozialstatus parallelisiert wurden. Dies führt ihrer Meinung nach zu statistischen Artefakten als Folge eines Regressionseffektes. Einen weiteren Schwachpunkt sieht sie in der Willkürlichkeit der Stichprobenezusammenstellung sowie in der Verwendung des Intelligenzquotienten als Parallellisierungsmerkmal. Auch die Annahme eines kausalen "Funktionsmodells" des Lesens, demzufolge das Lesen von der Intaktheit verschiedener kognitiver Funktionen wie der visuellen Unterscheidungs- und Gliederungsfähigkeit, von auditiven, sprechmotorischen und sprachlichen Fähigkeiten sowie von Gedächtnis und Symbolverständnis abhängt, wird von ihr in Frage gestellt. Die korrelationsstatistisch als legasthenietypisch ermittelten Minderleistungen würden vorschnell als kausal interpretiert und als Ansatz für therapeutische Förderung herangezogen.

Wesentlich schärfere Kritik kam von SCHLEE (1974, 1976), der die "Legasthenie" schlichtweg als Erfindung abgetan hatte und die ersatzlose Streichung des Legastheniebegriffs sowie die Einstellung der darauf basierenden Forschungen forderte. Nach Ansicht von SCHLEE liegen die Störungen nicht in den betroffenen Kindern selbst, sondern in der Unzulänglichkeit schulischer Lehr- und Lernverhältnisse. SCHLEE'S Kritikpunkte bezogen sich vor allen Dingen darauf:

- daß es keine festgelegten Kriterien für eine Legastheniediagnose gibt, da die Auswahl bzw. Testverfahren sowie die Festlegung der kritischen Grenzwerte willkürlich erfolgt und daß es deshalb auch willkürlich ist, wer mit dem Etikett "Legastheniker" bedacht wird.

- daß eine Korrelation zwischen Intelligenzquotient und Rechtschreibleistung besteht und deshalb die operationale Definition von Legasthenie als Diskrepanzkriterium zwischen beiden Merkmalen nicht aufrechtzuerhalten ist.
- daß die Legasthenieforschung selbst kaum theoriegeleitet ist, sondern durch eine naiv empiristische Vorgehensweise gekennzeichnet ist, bei der die abhängigen Variablen eher willkürlich ausgewählt werden und durch die Parallelisierung von Gruppen die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt wird.
- daß die Legastheniedefinition die Testintelligenz als Maßstab für den Schulerfolg zum wesentlichen Kriterium erhebt.
- daß aus der Forschung wahllos und unsystematisch Vorstellungen und Materialien zur Legasthenietherapie entwickelt wurden, deren Effizienz sich experimentell nicht nachweisen läßt.

Die massive Kritik von SCHLEE hat in den darauffolgenden Jahren zu weitreichenden Konsequenzen insbesondere für den schulischen Alltag lese-recht schreibschwacher Kinder geführt (z. B. Aufhebung des LRS- Erlasses durch die Kultusbehörden). Auch das wissenschaftliche Interesse an der Erforschung von Störungen der Schriftsprachentwicklung wurde durch SCHLEE´S Kritik erheblich beeinflußt und führte zu einem deutlichen Forschungsknick.

3. Neue Entwicklungen in der Forschung

3.1. Entwicklungsmodelle des Schriftspracherwerbs

Seit Anfang der 80er Jahre hat sich, vor allem im anglo- amerikanischen Raum, die Erforschung des normalen Lese-Lernprozesses etabliert, welche Anregungen aus der Psycholinguistik, aus der Entwicklungspsychologie und aus Theorien menschlicher Informationsverarbeitung integrierten. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch einen bemerkenswerten Paradigmenwechsel, der als Abkehr von statischen Komponentenmodellen zu Prozeßanalysen des Schriftspracherwerbs beschrieben werden kann (Schneider, 1989). Dieser Forschungsansatz ist dadurch gekennzeichnet, daß Lesen- und Schreibenlernen in Form von Prozeßanalysen untersucht werden. Auf der Basis kognitiver Informationsverarbeitungsmodelle wird versucht, die Lese- und Schreibentwicklung von Kindern aufgabenanalytisch möglichst genau zu beschreiben und in Funktionsmodellen darzustellen (vergl. SCHNEIDER ET AL., 1990; BRÜGELMANN, 1990; KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995; RÖBER - SIEKMEYER, 1993).

Vor dem Hintergrund kognitiver Informationsverarbeitungsmodelle wird der Schriftspracherwerb in jüngerer Zeit in Prozeßmodellen mit qualitativen Entwicklungsstufen beschrieben, die die einzelnen Stufen vom ersten spielerischen Umgang mit Schrift bis zu deren kompetenter Nutzung beschreiben. Wesentliche Grundannahme aller Entwicklungsmodelle ist dabei, daß der Schuleintritt nicht die "Stunde Null" im Hinblick auf den Beginn des Lesen- und Schreibenlernens darstellt, sondern die Kinder bereits lange vor Schuleintritt eigenaktiv wichtige Vorformen der Schriftsprache entwickeln, wobei insbesondere auditiven Wahrnehmungsprozessen d. h. sprachlich - akustischen Verarbeitungsprozessen eine entscheidende Bedeutung zukommt (BREITENBACH, 1989; GÜNTHER, 1994; SCHNEIDER ET AL., 1990).

Die Vorstellung von Entwicklungsstadien des Lesens und Schreibens ist hilfreich. Sie fördert die Erkenntnis, daß in verschiedenen Phasen des Lese- und

Schreiblernprozesses jeweils andere kognitive Anforderungen an die Kinder gestellt werden, die sie bewältigen müssen. Es wird angenommen, daß Fortschritte i Schriftspracherwerb nicht als additiver Zuwachs einzelner Fähigkeiten und Kenntnisse aufzufassen sind, sondern als Ausdifferenzierung anfänglich grober, aber umfassender Vorformen des U gangs mit Schrift. Dies schließt auch die Entwicklung übergreifender Einsichten und Strategien ein (vergl. BALHORN 1989).

Kognitive Informationsverarbeitungsmodelle gehen davon aus, daß alphabetisch orientierte Lese- und Rechtschreibstrategien im wesentlichen für den Schriftspracherwerb unseres Kulturkreises eine besondere Rolle spielen und Sprache in eine begrenzte Anzahl kleinster Lautsegmente (Phoneme) zerlegbar ist, die durch Schriftzeichen repräsentiert werden können. Das Kind muß das Wesen des alphabetischen Prinzips begreifen, um unbekannte Wörter lesen und schreiben zu können. Erst wenn sich das Kind dessen bewußt ist, daß Buchstaben zur Fixierung von Lauten stehen und damit Bedeutung tragen, scheint das Lese-Rechtschreibproblem lösbar. Das Kind muß deshalb seine eigene Sprache analysieren können, um das Phonem- Graphem- Prinzip und damit das alphabetische Prinzip erkennen zu können. Dabei muß aber auch berücksichtigt werden, daß Lesen- und Schreibenlernen Handlungen sind, die nicht nur in einem kognitiven, sondern auch in eine emotional und sozial bedeutsamen Feld stattfinden.

Die Bedeutung solcher Entwicklungsmodelle liegt darin, daß Kinder in zeitlich variablen Phasen verschiedene Wege bis zur schriftsprachlichen Ko petenz beschreiten.

Aus neuropsychologischer Sicht gehen diese Entwicklungsprozesse des Schriftspracherwerbs einher mit Veränderungen der kortikalen Organisation kognitiver Strukturen, wie in LURIAS (1992) Konzept der dynamischen Lokalisation deutlich wird. LURIA geht davon aus, daß sich im Laufe von Entwicklungsprozessen für bestimmte Tätigkeiten (z. B. das Lesen- und Schreibenlernen) auch die kortikale Organisation verändert. Die funktionelle Organisation des Gehirns ist bei eine Lese- und Schreibanfänger gänzlich anders als bei einem geübten, fortgeschrittenen Leser/Rechtschreiber.

3.1.1. Das Leselernprozeßmodell von Marsh et al. (1981)

MARSH ET AL. haben den Leselernprozeß in einem vierstufigen Modell als allmähliche Entwicklung von differenzierten Lesestrategien beschrieben. Sie unterscheiden dabei folgende Stadien:

- Stadium des linguistischen Erratens (linguistic guessing).
Die Kinder stützen sich beim Lesen auf den Kontext, auf Bilder ebenso wie auf den Satzrahmen, in denen die Wörter eingebettet sind.
- Stadium des Diskriminierens statt Ratens (discrimination net guessing).
Es werden wesentlich mehr Merkmale der Wörter (z. B. Anfangs- und Endbuchstaben, Wortlänge sowie einzelne hervorstechende Buchstaben) i Leseprozeß verwendet. Die Buchstabenfolge wird aber noch nicht sequentiell decodiert.
- Stadium des sequentiellen Decodierens (sequential decoding).
In diesem Stadium nehmen die Kinder eine unbedingte Gültigkeit der Phonem- Graphem Zuordnung an. Der Kontext, in dem die Grapheme vorkommen und der die Zuordnung von Phonemen modifizieren kann, wird von den Kindern noch nicht beachtet.

- Stadium des hierarchischen Decodierens (hierarchical decoding).
Erst in dieser Phase können die Kinder ihr Wissen um die Regelmäßigkeit der Sprache voll in den Lese-prozeß einbringen.

In Stufe 1 und 2 herrscht eine visuell orientierte Lesestrategie vor, die in Stufe 3 durch ein Buchstabe für Buchstabe - Lesen abgelöst wird. In Stufe 4 finden hochautomatisierte Lese-prozesse statt.

3.1.2. Das Modell der Entwicklung des Lesens und Schreibens von Frith (1985, 1986)

FRITH hat unter Weiterentwicklung des Modells von MARSH ET AL.(1981) ein drei-stufiges Entwicklungsmodell des Lesens konzipiert, das sowohl im deutschsprachigen Raum als auch international Beachtung fand. Die sogenannten "dual- route" Modelle des Lesens (COLTHEART,1978; HUMPHREYS U. EVETT, 1985) dienen dabei als allgemeinspsychologische Prozeßbeschreibung, in denen die unterschiedlichen Prozeßabläufe abgebildet werden können. Zentral für das Stufenmodell von FRITH ist die Hervorhebung der kindlichen Strategien des Schriftsprachzugangs. Diese Strategien bauen aufeinander auf. Der Eintritt in eine neue Phase geht mit der Verschmelzen der alten und der neu erworbenen Strategie einher. Das Modell von FRITH versucht zu zeigen, wie sich in verschieden langen individuellen Entwicklungsverläufen Annäherungen an die Lesekompetenz ergeben. Sie unterscheidet folgende Entwicklungsphasen:

- die logographemische Strategie:

Das Lesen beruht überwiegend auf der Vertrautheit und dem Wiedererkennen mit den Merkmalen einiger Wörter. Die Kinder identifizieren diese Wörter aufgrund hervorstechender, oft globaler visueller Merkmale. Die Zuordnung einer phonologischen Repräsentation geschieht hierbei als Folge des Erkennes bestimmter visuell hervorstechender Details (Worterkennung an Gestaltmerkmalen, ohne Buchstabenbezug z.B. Anfangsbuchstaben, Wortlänge, Doppelungen). Da nur für bereits bekannte Wörter spezifische visuelle Merkmale für die Worterkennung zur Verfügung stehen, führt diese Lesestrategie zu fehlerhaften Lesungen, wenn ein unbekanntes Wort die gleichen visuellen Merkmale aufweist wie das bekannte Wort. Da die Kinder sehr uneinheitliche Merkmale verwenden, um Wörter zu behalten, bauen sie kein einheitliches Repräsentationssystem im Gedächtnis auf und haben deshalb Schwierigkeiten, eine größere Anzahl von Wörtern wiederzuerkennen. Viele Kinder können bereits vor Schuleintritt einige Wörter "lesen" wie z. B. den eigenen Namen, Aufschriften oder Reklamelogos. Wie eine Untersuchung von MASONHEIMER ET AL. (zitiert in KLICPERA, GASTEIGER - KLICPERA,1995) zeigt, konnten die Kinder diese Wörter aber nicht mehr lesen, wenn die charakteristischen Merkmale der Logos fehlten d. h. wenn die Zeichen lediglich in Buchstabenformat vorgegeben wurden. Sie bemerkten auch nicht, wenn einzelne Buchstaben ausgetauscht oder die Reihenfolge umgestellt wurde.

- die alphabetische Strategie:

In dieser Phase entwickeln die Kinder zunehmend Einsicht in die Isomorphie zwischen Laut- und Schriftsprache. Sie begreifen, daß die Schrift aus Buchstaben und ihren lautlichen Entsprechungen besteht. Die Kinder entdecken das

alphabetische Prinzip und setzen ihre Kenntnis der Identität von Buchstaben und Phonemen sowie das Wissen um deren Zuordnung systematisch zum Erlesen der Wörter ein (Phase des buchstabenweise Erlesens). Die Identifikation des Wortes erfolgt durch das phonologische Recodieren der Buchstabenfolge, wobei ein hörbares Lautieren meist nur in den ersten zwei bis drei Monaten der ersten Klasse zu beobachten ist. Jedoch läßt sich sowohl bei myographischer Registrierung der Muskelaktivität wie auch der langsamen Art des Lesens feststellen, daß die Kinder innerlich an der Aussprache der Wörter arbeiten und diese oft noch nicht automatisiert abrufen können. Auf dieser Stufe beherrschen die Kinder in zunehmendem Maße die Fertigkeiten zur Lautsynthese und -analyse. Dadurch ist es ihnen möglich, auch unbekannte Wörter in ihrer Lautierung zu erschließen. EHR (1992) sieht diese Phase als notwendige Durchgangphase hin zu einem reiferen Lernen.

- die orthographische Strategie:

In diesem Stadium werden die Wörter direkt, also ohne phonologische Recodierung erkannt. Beim Lesen können bereits Wörter in orthographische Einheiten wie Morpheme, Silben oder häufig vorkommende Buchstabensequenzen erfaßt werden. Aufgrund dieser Informationen können entsprechende Eintragungen in orthographischen Lexikon (mentale Speicherung der Buchstabenfolge vertrauter Wörter) aktiviert und die Wörter unter Ausnutzung der Redundanz der Schriftsprache ökonomisch erfaßt werden. Das Decodieren gelingt schneller und die Wortaussprachen nähern sich der normalen Aussprache. In dieser Phase geht es insbesondere darum, den Prozeß des phonologischen Recodierens soweit zu automatisieren, daß er keine Aufmerksamkeit mehr erfordert (EHRI U. WILCE, 1983).

3.1.3. Das Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien von Günther (1986)

GÜNTHER hat das Modell von FRITH weiterentwickelt und spezifiziert. Er beschreibt den Schriftspracherwerb als fünfstufigen Prozeß, in dem die Verwendung unterschiedlicher Strategien zu beobachten ist. Die beiden Modalitäten Lesen (Rezeption) und Schreiben (Produktion) sind dabei die Träger der jeweiligen Erwerbsstrategien. In jeder der fünf Phasen wird abwechselnd zwischen beiden Modalitäten eine neue Strategie verwendet, die den gesamten Prozeß des Schriftspracherwerbs auf ein höheres Niveau stellt. Nach GÜNTHER lassen sich folgende Stufen unterscheiden:

- Präliterale- symbolische Strategie:

Auf der Rezeptionsseite erkennt das Kind Gegenstände aus seiner Umgebung in Form bildlicher Darstellungen wieder. Über die bildliche Darstellung kommt es zu einem ersten Loslösen vom konkreten Gegenstand. Dieses erfordert vom Kind ein höheres Maß an Abstraktionsfähigkeit und damit ein einfaches Symbolverständnis. Auf der Produktionsebene werden nun ebenfalls erste Abstraktionen vorgenommen: eine Person wird gemalt, Handeln wird durch Gestik und Mimik ersetzt. Gegen Ende dieser Phase beginnt das Kind, Schriftzeichen nachzuahmen, ohne sich aber der kommunikativen Funktionen der Schrift bewußt zu sein.

- **logographemische Strategie**

Das Kind kann nun bereits Schriftzeichen von anderen graphischen Darstellungen unterscheiden. Es erkennt auf dieser Stufe einzelne Schriftzeichen, wobei es sich dabei einer rein visuellen Strategie bedient: hervorstechende charakteristische Details der Buchstaben oder Wörter helfen beim visuellen Wiedererkennen. Die logographemische Strategie wird auch zum Schreiben benutzt. Das Kind prägt sich mit der Zeit die visuellen Wortbilder ein und versucht sie schreibend selbst wieder zu reproduzieren. Mit Hilfe dieser Strategien ist das Kind in der Lage, eine Anzahl von Wörtern zu lesen und zu schreiben. Um die Unzulänglichkeiten der visuellen Strategie zu vermeiden und um möglichst viele Wörter schreiben zu können, auch solche, die es vorher noch nicht gesehen hat, muß die Strategie gewechselt werden. Strategiewechsel bedeutet für GÜNTHER aber nicht, daß die zunächst dominante Strategie gänzlich aufgegeben wird, sondern sie wird i Entwicklungsverlauf in eine neue Strategie integriert.

- **alphabetische Strategie:**

Sie besteht im Kern aus der Lautanalyse des Gehörten und dem Erlernen der Graphem- Phonem Korrespondenz, d. h. aus der Entdeckung des alphabetischen Prinzips. Kleine lautliche Einheiten und ihre Position in komplexen Lautgebilden müssen zunächst wahrgenommen und mit Graphemen verbunden werden. Mit Hilfe der alphabetischen Strategie wird jedes Wort nach der sequentiellen Folge seiner Bestandteile analysiert und lautsprachlich zugeordnet. Kinder sind unter Verwendung der alphabetischen Strategie nun in der Lage, Wörter, die sie hören, lautgetreu zu schreiben. Die stark phonetische Schreibweise führt in dieser Phase aber vielfach noch zu Fehlern bei orthographisch unregelmäßigen Schreibungen. Nach einiger Übung ist die alphabetische Strategie auch für das Lesen nutzbar. Hierbei unterstützen sich visuelle und phonologische Analyse gegenseitig. Die Unzulänglichkeit der alphabetischen Strategie beim Lesen liegt jedoch darin, daß sich der Leser beim sequentiellen Recodieren von Graphemen in Phoneme auch auf nicht bedeutungstragende Grapheme konzentriert, so daß die Wörter oft klanglich verfremdet werden und die inhaltliche Erfassung des Gelesenen erschwert bzw. die Wortbedeutung nicht erkannt wird.

- **die orthographische Strategie**

Die Ineffektivität der alphabetischen Strategie zeigt sich vor allem beim Lesen und erzwingt auch an dieser Stelle einen erneuten Strategiewechsel. Mit der orthographischen Strategie ist das Kind nicht mehr auf die Analyse und Synthese einzelner Buchstaben angewiesen, sondern es beginnt sich beim Lesen auf die Erfassung größerer Einheiten (z. B. Silbenstrukturen, Morpheme, häufig vorkommende Buchstabensequenzen) zu konzentrieren. Beim Schreiben werden mehr und mehr die Konventionen der Rechtschreibung beachtet und Rechtschreibregeln angewandt. Mit dem Erwerb der orthographischen Strategie findet nach GÜNTHER der Schriftspracherwerb im engen Sinn seinen Abschluß.

- **die integrativ - automatisierte Stufe:**

Sie stellt eigentlich keine neue Strategie mehr dar, sondern beschreibt den schriftlichen Sprachgebrauch des kompetenten Lesers und Schreibers nach Durchlaufen aller vorangegangenen Phasen.

3.1.4. Das Entwicklungsmodell von Scheerer - Neumann zur Analyse der Rechtschreibschwäche (1987)

Sie lehnt sich in der Konzeption ihres Modells an das Modell von FRITH an und beschreibt sechs Entwicklungsstufen auf dem Weg zum kompetenten Rechtschreiber:

- **Logographisches Schreiben:**

Diese Phase ist im Vorschulalter anzusiedeln. Es werden nur wenige Wörter "geschrieben". Die Rechtschreibung basiert auf Erinnerungen der Buchstaben und deren Reihenfolge. Die Buchstaben werden noch ohne Erfassung der Graphem - Phonem Korrespondenzregeln verwendet.

- **Rudimentäre alphabetische Strategie:**

das Kind hat erste Vorstellungen davon entwickelt, daß Buchstaben die Laute eines Wortes abbilden. Allerdings können innerhalb eines Wortes nur wenige - und zwar diejenigen, die akustisch am bedeutsamsten herausragen - analysiert und in Buchstaben übersetzt werden. Die Abbildung des Wortes erfolgt über Lautgruppen, die für das Kind prägnant sind, was zu "Skelettschreibung" (z.B. "NS" für "Nase") führt. Wortfragmente (z. B. zwei, drei oder vier Buchstaben) stehen für ein Wort.

- **Entfaltete alphabetische Strategie:**

Das Kind verfeinert seine Fähigkeit, die Lautstruktur von Wörtern abzubilden. Auf dieser Stufe werden die zu schreibenden Wörter viel genauer, aber noch immer unvollständig phonologisch analysiert. Die Lautanalyse erfolgt nach der Lautung der Umgangssprache. Es kommt darüber hinaus zu einer ersten Nutzung orthographischer Regelmäßigkeiten.

- **Entfaltete alphabetische Strategie, korrigiert durch strukturelle Regelmäßigkeiten:**

Zu der Laut- Buchstabenzuordnung entwickelt das Kind das Gespür für weitere orthographische Regelmäßigkeiten: z.B. auslautende "en" und "er" enthalten einen Vokal, nasale Konsonanten (z. B. ng) werden berücksichtigt. Die Kinder werden zunehmend sicherer im Schreiben von geübten Wörtern des Grundwortschatzes. Neue Schreibweisen werden dabei übergeneralisiert (z.B. einfügen von Dehnungs- /h/ in ein Wort)

- **Weiteres Erkennen von orthographischen und morphematischen Strukturen:**

Diese Stufe unterscheidet sich nur graduell von der vorhergehenden. Die Kinder entwickeln zunehmend Kenntnisse über unsere Rechtschreibsysteme z.B. Großschreiben von Nomen, Endschreibungen bei Wörtern mit Auslautverhärtungen (z. B. Pferd), Schreibung von Vor- und Nachsilben, Gebrauch von Dehnungs- und Dopplungslauten.

- **Allmähliches Überwiegen des Abrufs von Lernwörtern im Vergleich zur Konstruktion:**

Diese Phase erreichen die Kinder durch häufiges Üben. Die Schreibungen von immer mehr Wörtern ist ganzheitlich abrufbar, die Schreibweise wird visuell beurteilt und ggfs. korrigiert. Die Kinder erwerben eine zunehmende Sicherheit in der Schreibweise von Wörtern des Grundwortschatzes.

3.1.5. Das Wortlesemodell von Scheerer-Neumann (1989, 1990)

SCHEERER-NEUMANN stellt auch ein Wortlesemodell vor, das an das Zwei-Wege-Modell von COLTHEART (1978) angelehnt ist und in dem zwei verschiedene Zugangsweisen (Wege) des Worterkennes beschrieben werden (vergl. WALTER 1996, S. 65). Der "Direktweg" beinhaltet die ganzheitliche Worterfassung mit der visuellen Erfassung globaler Merkmale, die zur semantischen Codierung (inhaltliche Bedeutungszuordnung) und zur artikulatorischen Programmierung und damit zum lauten Lesen des Wortes führen. Der als "indirekt" bezeichnete Weg geht über die visuelle Durcharbeitung der Wortgestalt mit Segmentierung in verschiedene Buchstabengruppen, die unterhalb der Wortebene liegen. Diese Buchstabengruppensegmentation ist verknüpft mit einer Codierung der Buchstabengruppen in Lautchunks, die beim Lesen synthetisiert werden. SCHEERER-NEUMANN verweist in diesem Modell auf die Bedeutung von Langzeitspeicherkomponenten im Lese-prozeß hin, auf das sog. "innere Lexikon", in dem die orthographischen, phonologischen und semantischen Merkmale der Wörter gespeichert sind. Dieser Langzeitspeicher ermöglicht dem Kind sowohl die ganzheitliche Erfassung als auch die visuelle Segmentation mit der Zuordnung des phonologischen und semantischen Codes. GRISSEMANN (1996) kritisiert, daß in diesem Modell die Einordnung des Arbeitsgedächtnisses mit den Funktionen der phonemischen Speicherung bei der Lautsynthese von Phonemen und Lautgruppen und der semantischen Speicherung für die Kontextausnutzung beim Wortlesen fehlt.

3.1.6. Das Entwicklungsmodell von Spitta (1994)

Ein ähnliches Phasenmodell wie SCHEERER-NEUMANN beschreibt SPITTA. Sie unterscheidet dabei

- vorkommunikative Aktivitäten (Kritzeln) ab ca. 2 Jahre
- vorphonetisches Stadium im Alter von ca. 3 bis 5 Jahren: Kritzeln als Mitteilungen erster Buchstabenformen.
- halbphonetisches Stadium im Alter von ca. 4 bis 6 Jahren: Abbildungen von Lauten, die für das Kind prägnant sind.
- phonetische Phase im Alter von ca. 5 bis 7 Jahren: Lautanalyse von Wörtern erfolgt nach rein phonetischen Regeln
- phonetische Umschrift im Alter von ca. 6/7 Jahren. Ab 1 / 2 Klasse zunehmende Entwicklung für orthographische Regelmäßigkeiten
- Übergang zur entwickelten Rechtschreibfähigkeit im Alter von ca. 8/9 Jahren, die bis in die weiterführende Schule hinein dauert. Erwerb grundlegender Kenntnisse über das Rechtsschreibsystem.

3.1.7. Das Entwicklungsmodell von Ehri (1987, 1995)

Von EHRI wurden getrennte Stufenmodelle für den Erwerb des Lesens und Rechtsschreibens entwickelt, in denen Parallelen zum Modell von FRITH zu erkennen sind. EHRI beschreibt vier Phasen in der Entwicklung des Sichtwortlesens d. h. in der automatisierten und schnellen Worterkennung:

- **Die prä- alphabetische Phase des Sichtwortlernens:**
in dieser Phase benutzen die Kinder visuelle Hinweise, um die Bedeutung oder Aussprache des geschriebenen Wortes zu decodieren ("visuell cue reading")

- **Die partiell alphabetische Phase des Sichtwortlernens:**
der Übergang zu dieser Phase erfolgt dann, wenn die Kinder das Prinzip entdeckt haben, daß Buchstaben nicht nur visuelle, sondern auch phonetische Hinweisreize sind. Durch erweiterte Buchstabenkenntnis und die Fähigkeit, die markantesten Laute im Wort (z. B. Anfangs- oder Endlaut) zu erkennen, gelingt es, systematische Verbindungen zwischen einzelnen Buchstaben des Wortes und den entsprechenden Lauten aufzubauen und beim Lesen abzurufen.
- **Die vollentwickelte alphabetische Phase des Sichtwortlernens:**
in dieser Phase ist das Kind in der Lage, das Prinzip der Graphem- Phonem Korrespondenz zu durchschauen und eine vollständige Verbindung zwischen allen Buchstaben im Wort und den entsprechenden Lauten herzustellen. Nun können auch unbekannte Wörter syntetisierend erlesen werden.
- **Die gefestigte alphabetische Phase des Sichtwortlernens:**
in dieser Phase, die nach EHRI in der zweiten Klasse beginnt, werden häufig vorkommende Buchstabensequenzen direkt mit der entsprechend gespeicherten Phonemsequenz verbunden (cipher reading). Dadurch können neue, mehrsilbige Wörter schneller decodiert werden und in den Sichtwortschatz übernommen werden.

Den Erwerb des Rechtschreibens beschreibt EHRI (1986) in folgenden drei Stufen:

- **Semiphonetische Stufe:**
im vorschulischen Alter und zu Beginn der ersten Klasse benutzen Kinder ihre Buchstabenkenntnis, um Wörter zu schreiben. Die Schreibung der Wörter ist noch unvollständig, da die Kinder noch nicht über die Fähigkeit verfügen, Wörter in alle Einzellaute akustisch zu zerlegen und ihnen auch noch nicht alle Buchstaben - Lautverbindungen bekannt sind.
- **Phonetische Stufe:**
auf dieser Stufe haben sich die Fähigkeiten der Kinder im Segmentieren der Sprache in Einzellaute weiter verbessert und sie versuchen, jedem herausgehörten Laut einen Buchstaben zu zuordnen. Ihre Schreibungen sind aber noch von Buchstabenauslassungen oder - hinzufügungen gekennzeichnet.
- **Morphemische Stufe:**
diese Stufe beginnt nach EHRI etwa Mitte des zweiten Schuljahres. In ihren Schreibungen gehen die Kinder auch von Morphemen aus. Sie sind zunehmend besser in der Lage, die Schreibweise von Wörtern im Gedächtnis zu speichern und orthographische Regeln zu beachten.

EHRI hebt die Bedeutung des Schreibenlernens für den Leseerwerb und vice versa besonders hervor. Schreibübungen unterstützen das Lesenlernen, da eine Reihe von Wörtern im Gedächtnis gespeichert werden. Der Aufbau des Sichtwortschatzes beim Lesenlernen wiederum fördert das konkrete Schreiben der Wörter.

3.1.8. Das Hypothesentestmodell und Redundanzausnützungsmodell von Grissemann(1996)

Aufbauend auf das Modell von SCHEERER-NEUMANN entwirft GRISSEMANN zwei Lesemodelle. Lesen wird von ihm als Problemlösungsprozeß bzw. analytisch-synthetisches Suchverhalten verstanden, bei welchem die Gestalterfassung und die Bedeutungszuordnung im Zusammenhang mit dem gedruckten Text und mit der

Spracherfahrung erfolgt. Lesen ist nach GRISSEMANN ein selektiver Prozeß, in dem je nach Hinweisen der speziellen Leseerwartung und der allgemeinen sprachlichen Erwartung (Wortschatz, erfahrbare Lautkombinationen der deutschen Sprache) aus dem gesamten graphemischen Reizangebot die jeweils notwendigen Teilinformationen ausgewählt werden. Diese werden dann verarbeitet und das Verarbeitungsprodukt einer Hypothesentestung unterzogen.

Im **Hypothesentestmodell** wird die Kontextausnutzung bzw. die Koordination sprachlicher Informationshinweise und Grundkenntnisse mit dem visuellen Durchdringen der Wortgestalt betont. Lesen setzt nach GRISSEMANN ein vielfältiges "in-Beziehung - setzen" voraus, bei dem die verschiedenen Tätigkeiten und Strategien nicht deutlich zeitlich von einander abgesetzt sind: Angleichung einzelner Wörter an bekannte Sprechmuster, Aufgliederung und gleichzeitige Kombination von Wortsegmenten, Verwertung von Vorinformationen zur raschen Wortidentifikation, vorauseilendes Decodieren, Konstruktion von Sinnesschritten, Kombination des Bedeutungsgehaltes der Sinnesschritte zu einer Beziehungsstruktur des Satzes. Hypothesentestung umfaßt nach GRISSEMANN folgende Bereiche:

- Überprüfung der artikulatorischen Stimmigkeit (Aussprechbarkeit und Angemessenheit der Silbenbetonung) des durch Segmentation und Konstruktion erfaßten Wortbildes
- Überprüfung des semantischen Gehaltes des konstruierten Gebildes.
- Überprüfung der Einführungsmöglichkeiten in den Textzusammenhang.
- Überprüfungen der semantischen Stimmigkeit von erlesenen Wörtern, die in einer Wortgruppe zu einem Sinnesschritt zusammengefaßt werden können.

Lesen ist nach GRISSEMANN demnach kein sukzessives von links nach rechts fortschreitendes, rein mechanisches Umsetzen von Buchstaben oder Buchstabengruppen zu Lauten oder Lautgruppen und anschließender Bedeutungszuordnung, sondern Such- und Erkundungsverhalten, ein "in-Beziehung setzen -", oft ein Verwerfen und Neuansetzen. Er beschreibt in seinem Modell verschiedene Teilprozesse b.z.w. Teilfunktionen, die für das Lesen bedeutsam sind.

Das Redundanzausnutzungsmodell:

Es ist eng verknüpft mit dem Hypothesenprüfmodell. GRISSEMANN unterscheidet verschiedene Redundanzebenen, die sich der Leser beim Lesen zunutze macht:

- wortinterne Redundanz (Ausnutzung von Informationen auf der Graphemebene, Silbenrhythmisierung, Erfassung von Konsonantengruppen)
- textbedingte Redundanz:
hier nützt der Leser die Informationen durch semantische Zusammenhänge oder durch grammatikalische und syntaktische Strukturen aus.

Aus seinen Leseprozeßmodellen leitet GRISSEMANN Bedingungsvariablen des Lesens ab, die er als Repertoirebedingung 1 und 2 beschreibt und die das Erkennen von Ursachen bei gestörtem Schriftspracherwerb erleichtern sollen. Zu den Repertoirebedingen 1, die für die Lesefähigkeit von Bedeutung sind, zählt er:

- die konditionierte Zuordnung von Graphemen/Graphemgruppen zu Phonemen/Phonemgruppen
- Sprechmotorische Koordination
- Lautdiskriminationsfähigkeit
- Ausspracheerfahrung
- phonemische Bewußtheit

- visuelle Diskriminationsfähigkeit
- Wortschatz

Die Repertoirebedingung 2 umfassen:

- semantische und syntaktische Decodierfähigkeit
- konditioniertes syntaktisches Strukturierungsverhalten
- konditionierte morphematisch- wortgrammatische Regelanwendung
- konditionierte satzgrammatische Regelanwendung
- oral sprachliche Speicherungsfähigkeit

KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA(1995) fassen die wesentlichen Forschungsergebnisse zu den Entwicklungsmodellen des Lese-Lernprozesses zusammen und beschreiben die Ausbildung mehrerer Teilfertigkeiten, die das Lesenlernen erfordert. Sie weisen insbesondere auf die Bedeutung des phonologischen Recodierens, die zunehmende Ausnutzung orthographischer Redundanz für die Ausbildung effizienter Buchstabenschemata und die Berücksichtigung des Morphemaufbaus der Wörter für den Lesevorgang hin. Als wesentlich wird die Automatisierung des Worterkennungsprozesses durch Fortschreiten der Übung und der Einfluß des Kontextes auf das Erkennen von Wörtern für den Leseprozeß betont.

Für die Verarbeitungsprozesse beim Rechtschreiben betonen sie insbesondere die Relevanz der phonologischen Analyse und die Bedeutung wortspezifischer Rechtschreibkenntnisse. Alle Modelle zur Rechtschreibentwicklung nehmen an, daß geübte Rechtschreiber spezifische Schreibweisen eines Wortes erinnern und diese direkt aus dem mentalen Lexikon abgerufen werden können. Der Rechtschreibvorgang wird somit auch durch das lexikalische Wissen gesteuert. Ferner verweisen sie auf die Rolle von Gedächtnisanforderung und das Wissen um Wortbildungsregeln.

3.2. Unterschiede des Lese- und Rechtschreibprozesses

Die dargestellten Modelle des Schriftspracherwerbs erlauben, grundlegende Unterschiede des Lese- und Rechtschreiblernprozesses deutlich zu machen. Lesen und Rechtschreiben scheinen oberflächlich betrachtet als inverse Prozesse: beim Lesen müssen Buchstaben in Laute umgesetzt und beim Schreiben Laute in Buchstaben transformiert werden. Auch die verbreitete Bezeichnung "Lese- Rechtschreibschwäche" suggeriert einen strengen Zusammenhang zwischen den Entwicklungen der beiden schriftsprachlichen Fähigkeiten. Von einer derartig engen Verschränkung des Lese- und Schreibprozesses ist jedoch nicht auszugehen, denn es lassen sich verschiedene strukturelle Unterschiede finden:

- beim Rechtschreiben ist die Bedeutung des Wortes bereits vorgegeben. Es erfolgt eine phonematische Analyse des Wortes, die zu einer graphischen Umcodierung des Lautes und zu einem schreibmotorischen Handlungsablauf führt. Beim Lesen dagegen muß die Bedeutung des Wortes durch die Lautsynthese erst erschlossen werden.
- die Graphem -Phonem Korrespondenz beim Lesen und die Phonem- Graphem Korrespondenz beim Schreiben sind nicht symmetrisch aufgebaut. Die meisten Phoneme können bei der Rechtschreibung mit mehr als einem Graphem wiedergeben werden. Zum Beispiel kann das /i/ als /ie/, /ih/, /ieh/ verschriftlicht werden. Etwa 2/3 der Phoneme können durch mehr als ein Graphem

wiedergegeben werden. Aber nur $\frac{1}{4}$ der Grapheme kann mehr als einem Phonem zugeordnet werden (GRISSEMANN 1996)

- beim Erlesen eines Wortes ermöglichen oft einfache Wiedererkennungsmerkmale wie z.B. die Identifikation markanter Buchstabensequenzen unter Ausnützung von Redundanzen das Erkennen des ganzen Wortes, ohne daß das Wort vollständig erlesen werden muß. Beim Rechtschreiben ist dagegen die genaue Reproduktion der gesamten Buchstabensequenz nötig.
- beim Lesen ist die visuelle Information über die gesamte Buchstabenabfolge gleichzeitig verfügbar, während die Buchstabenbildung beim Schreiben ein sequentieller Prozeß ist, der eine analytische sequentielle Recodierstrategie erfordert.
- beim Lesen spielen vor allem visuelle Verarbeitungsprozesse eine sehr viel größere Rolle als beim Rechtschreiben. Die Leseentwicklung ist deshalb durch visuelle Verarbeitungsstörungen wesentlich anfälliger als die Rechtschreibentwicklung.
- Rechtschreiben erfordert auch eine gut entwickelte Graphomotorik und Bewegungsplanung. Entwicklungsauffälligkeiten in diesem Bereich erschweren die lautliche Analyse der Lautfolge eines Wortes (vergl. BARTH, 1997). Es ist anzunehmen, daß aufgrund der Komplexität des Schreibaktes dieser bei kognitiv impulsiven und emotional beeinträchtigten Kindern störanfälliger ist als der Leseakt.

Letztlich zeigen die langfristigen Entwicklungsverläufe von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (LRS) eine bessere Prognose der Leseproblematik als der Rechtschreibproblematik (WARNKE 1990). Die Leseleistungen der Kinder verbessern sich in der Regel bis zum Ende des vierten Grundschuljahres deutlich. Meist bleiben die Rechtschreibprobleme aber weiter bestehen. KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA (1995) konnten in ihrer Wiener Längsschnittstudie fünf Untergruppen von Kindern identifizieren, die zeigen, daß der Zusammenhang zwischen Lese- und Rechtschreibleistungen nicht so eng ist, wie oft angenommen wird: 14% der Kinder hatten Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten zugleich. 9% der Kinder hatten isolierte Rechtschreibschwierigkeiten und 2% der Kinder isolierte Leseschwierigkeiten. 53% der Kinder wiesen durchschnittliche und überdurchschnittliche Rechtschreibleistungen auf und etwa 22% der Kinder wiesen Leistungen zwar unterhalb des Durchschnittsbereichs auf, waren aber nicht als lese-rechtschreibschwach zu klassifizieren.

Eine isolierte Lesestörung ohne Rechtschreibschwäche ist im deutschen Sprachraum bei Schulanfängern offensichtlich selten (WARNKE 1990). Die Zusammenhänge zwischen Lese- und Rechtschreibschwäche treten altersabhängig zu Tage und sind in höheren Altersstufen geringer. Ein enger Zusammenhang von Lese- und Rechtschreibschwäche ist dagegen in den unteren Klassenstufen beobachtbar.

3.3. Zusammenfassung: Bewertung der Schriftsprachmodelle

Die meisten Modelle des Schriftspracherwerbs weisen - abgesehen von Unterschieden der Terminologie - große Ähnlichkeiten auf. Die Umorientierung der Forschung hin zu qualitativen Entwicklungsmodellen auf der Basis kognitiver Informationsverarbeitungsmodelle stellt einen bedeutsamen Fortschritt in der Beschreibung des Erwerbs der Schriftsprache dar. Durch die Darstellung der Lese - Rechtschreibentwicklung in qualitativ unterschiedliche Stufen ist es möglich, verschiedene Lese - und Schreibstrategien einer Entwicklungsstufe zuzuordnen. Spezielle Störungen des Erwerbsprozesses können als

Übergangsprobleme von einer Stufe zur anderen aufgefaßt werden. Alle Modelle bleiben aber deskriptiv. Sie geben keine Hinweise darauf, wie diese für den Erwerb der Schriftsprache bedeutsame Fähigkeiten erworben werden können. Hinterfragen läßt sich ferner die Modellvorstellung der Schriftsprachentwicklung als unabänderliche Abfolge qualitativ unterschiedlicher Entwicklungsverläufe und die Übertragbarkeit der zumeist im englischen Sprachraum konzipierten Modelle auf den deutschen Sprachraum, da zwischen der englischen und deutschen Schriftsprache einige wesentliche Unterschiede bestehen.

Ein wesentliches Merkmal, in dem sich die verschiedenen alphabetischen Schriftsprachen unterscheiden, ist die Regelmäßigkeit der Korrespondenz zwischen den Graphemen und den Phonemen der jeweiligen Sprache. In einigen Schriftsprachen ist die Korrespondenz klar erkennbar (z. B. im finnischen oder spanischen), in anderen (z. B. im englischen oder französischen) läßt sich die Aussprache vieler Wörter aufgrund ihrer Schreibweise nicht eindeutig vorhersagen. Die deutsche Schriftsprache zeichnet sich durch eine überwiegend regelmäßige Graphem - Phonem Korrespondenz aus. Im Englischen sind die Graphem- Phonem Korrespondenzen wesentlich inkonsistenter. Deshalb muß im Englischen der Graphemkontext wesentlich stärker berücksichtigt werden, da sich z. B. die Vokalqualität durch nachfolgende Grapheme verändert (z. B. bit - bite). Das im englischen Sprachraum entwickelte Schriftsprachmodell von FRITH ist deshalb nicht unwidersprochen geblieben. Ihre Annahme, daß zu Beginn des Lesenlernens notwendigerweise eine logographische Strategie des Lesenlernens besteht, läßt sich nach Ansicht von EHRI (1987,1989), KLICPERA, GASTEIGER-KLICPERA (1995) nicht vorbehaltlos auf den deutschen Sprachraum übertragen, da im Vergleich zum Englischen die deutsche Sprache wesentlich lautgetreuer ist. Die Autoren verweisen auf empirische Untersuchungen, die darauf schließen lassen, daß Kenntnisse über Buchstaben-Laut-Zuordnungen und ein rudimentäres Verständnis der Kinder für die Gliederung der Sprache in Phoneme das Leseverhalten der Kinder bereits frühzeitig verändert. Die Leseentwicklung von Kindern hängt somit im hohen Maße auch von der Verfügbarkeit über Phonem-Graphem Korrespondenzen ab. Im anglo-amerikanischen Sprachraum ist das Erlernen der Graphem -Phonem Korrespondenzen für die Kinder aufgrund der recht unregelmäßigen Schriftsprache erschwert. Sie haben deshalb größere Mühe, ihre Kenntnisse über Buchstaben - Lautzuordnung auf völlig neue Buchstabenfolgen zu übertragen. Während beim Lernen der englischen Schriftsprache wortspezifische Kenntnisse den LeseEinstieg ermöglichen und für längere Zeit nur das Lesen von bereits bekannten Wörtern möglich ist, ist die Leseentwicklung der Schulanfänger im deutschsprachigen Raum dadurch gekennzeichnet, daß bereits zu Beginn der ersten Klasse mit analytisch - synthetisch ausgerichteten Lese- Lehrgängen gearbeitet wird, in denen die Buchstaben-Lautbeziehung systematisch eingeführt und diese an einer Anzahl von Wörtern geübt werden. Alphabetisch orientierte Lernstrategien bilden gewissermaßen den Ausgangspunkt des Schriftsprachunterrichts. Ob sich in den Anfangsklassen ein länger anhaltendes Stadium des logographischen Lesens feststellen läßt, ist deshalb auch im entscheidenden Maße von der praktizierten Lehrmethode (z.B. Ganzwortmethode oder analytisch- synthetische Methode) abhängig.

Die Annahme von FRITH, daß zu Beginn des Lesen- lernens notwendigerweise eine logographische Strategie oder voralphabetische Phase (EHRI 1995) des Lesenlernens besteht, läßt sich deshalb bei deutschsprachigen Kindern zumindest für die Leselernmethode nicht oder nur für sehr kurze Zeit nachweisen (JANSEN, 1992; WIMMER ET AL.,1990; JANSEN ET AL.,1993). Vielmehr bilden sich bei nahezu allen Kindern bald nach Unterrichtsbeginn alphabetische Lese- und

Rechtschreibstrategien und entsprechende Phonemanalyse und -synthesefähigkeiten aus (PERFETTI ET AL., 1997; MARX, 1997). JANSEN ET AL. (1993) konnten nachweisen, daß bereits 14 Wochen nach Beginn des schulischen Schriftspracherwerbs bei 94 % der Kinder alphabetische Lesestrategien nachweisbar waren. Ihrer Ansicht nach läßt sich bei deutschen Kindern keine logographische Stufe beobachten.

Auch die Annahme eines eindeutigen Strategiewechsels (zuerst werden die Wörter phonologisch recodiert, später nicht mehr) läßt sich empirisch nicht bestätigen. Kinder sind in ihre Leseentwicklung so lange auf die phonologische Recodierung angewiesen, bis der direkte Zugriff zum lexikalischen Gedächtnis so gelingt, daß die phonologischen Informationen unerheblich werden.

Die Annahme einer invarianten Reihenabfolge der Stufenmodelle wird von CATALDO UND ELLIS (1989) in Frage gestellt. Sie führen an, daß Kinder in Abhängigkeit von Material verschiedene Strategien einsetzen, die unterschiedlichen Stufen zuordenbar sind.

Es bedarf weiterer Klärung und Forschungsbemühungen, wie sich die Übergänge der einzelnen Strategien und Entwicklungsstufen gestalten und weshalb eine Reihe von Kindern länger in einer Strategie verharret bzw. ihnen der Übergang zur nächst höheren Strategie schlechter gelingt.

4. Vorausläuferfähigkeiten des Schriftspracherwerbs

4.1. Der Ansatz von Breuer und Weuffen (1986, 1994)

Im deutschsprachigem Raum haben die Arbeiten von BREUER und WEUFFEN zu Vorläuferfunktionen des Schriftspracherwerbs große Bedeutung gefunden. Als wesentliche Basisfunktionen für den Schriftspracherwerb sehen BREUER und WEUFFEN verschiedene Sprachwahrnehmungsleistungen (*verbo - sensomotorische Fähigkeiten*) an, die sie durch die "Differenzierungsprobe" diagnostisch erfassen und zu denen sie auch entsprechende Fördermöglichkeiten entwickelt haben. Als wesentliche Vorläuferfunktionen des Schriftspracherwerbs, die im Vorschulalter von Bedeutung sind, nennen sie die:

- optisch- graphomotorische Differenzierungsfähigkeit
- phonematisch- akustische Differenzierungsfähigkeit
- kinästhetisch- artikulatorische Differenzierungsfähigkeit
- melodisch- intonatorische Differenzierungsfähigkeit
- rhythmische Differenzierungsfähigkeit

Nach BREUER (1993, 1998) weisen etwa 10 bis 15% aller Schulanfänger Mängel in diesen basalen Sprachwahrnehmungsfunktionen auf. BREUER und WEUFFEN haben auf der Basis dieser Sprachwahrnehmungsleistungen ein Förderkonzept entwickelt, das Möglichkeiten der Prävention von Lese - Schreibversagen eröffnet. MANNHAUPT (1994) kritisiert, daß die Effekte dieses Trainingsprogramms auf die spätere Lese- und Rechtschreibfähigkeiten bisher kaum untersucht wurden.

4.2. Phonologische Informationsverarbeitung und Schriftspracherwerb

4.2.1. Begriffbestimmung:

Auf der Basis der Informationsverarbeitungsmodelle sind in den letzten 10 bis 15 Jahren zahlreiche Studien durchgeführt worden mit dem Ziel, lese- und schreibrelevante Vorkenntnisse und Fertigkeiten zu bestimmen, die schon vor Schuleintritt erfaßt werden können. Diese Studien, die zunächst im anglo-amerikanischen und skandinavischen Sprachraum ihren Ursprung hatten, gehen davon aus, daß es für beginnende Leser/Schreiber wichtig ist, Einsichten in den Aufbau der Schriftsprache zu gewinnen und dabei die Zuordnungsregeln für Buchstaben/Laute zu entdecken. Der Erfolg eines Kindes beim Lese- und Schreiberwerb hängt demzufolge nicht zuletzt davon ab, inwieweit es das alphabetische Prinzip der Schriftsprache begreift. Als besonders bedeutsam für die Prognose späterer Lese- und Rechtschreibkompetenzen erweisen sich dabei metalinguistische Fähigkeiten. Metalinguistische Bewußtheit wird in dem Modell von TUMER und BOWEY (1984) in vier Bereiche gegliedert:

- phonologische Bewußtheit
- Wortbewußtheit
- Formbewußtheit
- pragmatische Bewußtheit

WAGNER und TORGESEN (1987) prägten den Begriff "phonological processing" (phonologische Informationsverarbeitung), der als Sammelbegriff für die Nutzung von Informationen über die Lautstruktur mit gesprochener bzw. geschriebener Sprache verwendet werden soll. Nach WAGNER und TORGESEN umfassen die Forschungsansätze zur phonologischen Informationsverarbeitung drei Bereiche, die sich bis dahin unabhängig voneinander entwickelt haben und die nun erstmals in Studien miteinander in Beziehung gesetzt wurden:

- **phonologische Bewußtheit (phonological awareness)**
- **phonologisches Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon (phonological recoding in lexical access)**
- **phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis (phonetic recoding to maintain information in working memory)**

4.2.2. Die phonologische Bewußtheit:

Sie kann verstanden werden als die Fähigkeit des Kindes zum Einblick in und den Umgang mit der Lautstruktur der gesprochenen Sprache. WAGNER und TORGESEN definieren phonologische Bewußtheit allgemein als Bewußtheit um den Zugang zur phonologischen Struktur der Sprache. Damit wird insbesondere die Fähigkeit des Kindes betont, Sprache als aus bestimmten lautlichen Einheiten bestehend wahrzunehmen und mit diesen lautlichen Einheiten analytisch und/oder synthetisch umzugehen (vergl. BALHORN 1989). TREIMANN (1991) unterscheidet zwischen phonologischer Bewußtheit und phonemischer Bewußtheit je nach Größe der zu behandelnden sprachlichen Einheiten. Den Terminus phonemische Bewußtheit verwendet er dann, wenn ausschließlich Phoneme als kleinste sprachliche Einheiten verarbeitet werden. MORAIS ET. AL. (1987, vergl. JANSEN UND MARX, 1999) unterscheiden:

- eine Bewußtheit für Lautfolgen: das Kind kann die Verschiedenartigkeit oder Gleichheit lautsprachlicher Äußerungen (Wörter, Sätze) wahrnehmen wie beispielsweise die Unterscheidung von Kuh - Schuh.
- Phonetische Bewußtheit: das Kind kann seine Aufmerksamkeit auf phonetische Besonderheiten des gesprochenen Wortes lenken. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Kinder Reimwörter erkennen oder bilden.
- Phonologische Bewußtheit: den Kindern ist es möglich, lautliche Einheiten zu erkennen und zu benutzen z. B. Silben, Phonemgruppen, Phoneme. Werden Leistungen betrachtet, die sich auf das Phonem als kleinste bedeutungsunterscheidende Einheit beziehen, sprechen Morais et al. von Phonembewußtsein.

SKOWRONEK und MARX (1989 a, b) unterscheiden zwischen:

- *phonologischer Bewußtheit im weiteren Sinne* und
- *phonologischer Bewußtheit im engeren Sinne*.

Entsprechend der im Vorschulalter zu beobachtenden Leistungen knüpft die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne an Sprachleistung an, die in konkreten, dem Kind vertrauten Spielhandlungen enthalten sind. Diese finden sich in einer Vielzahl von Kinderversen, Abzählreimen und Rhythmusspielen (vergl. PETERMANN, 1994) wieder. Phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne bezieht sich auf die Fähigkeit, größere sprachliche Einheiten wie Reime oder Silben (Silbensegmentierung) zu erkennen und unterscheiden zu können.

Phonologische Bewußtheit im engeren Sinne verlangt dagegen explizit die Beachtung und Analyse der Lautstruktur, die weder semantische noch sprachrhythmische Bezüge aufweist und als sprachliche Bewußtheit um Phoneme beschrieben werden kann. Phonembewußtheit kann angenommen werden, wenn ein Kind die kleinste bedeutungsunterscheidende Einheit erkennen und benennen kann: das Wort "Kamel" beispielweise beginnt mit einem /k/. Das Kind muß erkennen, daß das artikulierte /k/ im Wort und das separat gesprochenen /k/ phonetische und artikulatorische Gemeinsamkeiten aufweisen, wobei es gleichzeitig die vorhandenen wahrnehmungsmäßigen Unterschiede als irrelevant ignorieren muß. Kann ein Kind nicht nur bei "Kamel", sondern auch bei anderen Wörtern, in denen sich das /k/ in unterschiedlichen Phonemkontexten befindet, segmentieren, ist davon auszugehen, daß das Phonem /k/ als Phonem und damit als abstrakte Analyseeinheit dem Kind zur Verfügung steht. Phonembewußtheit bedeutet, daß das Kind phonematisch - kategoriale Einheiten ausgebildet hat, die die Segmentierung von Wörtern in Phoneme bzw. die Synthese angebotener Einzellaute zu Wörtern ermöglicht.

Die Phonologische Bewußtheit im engeren Sinne weist nach SKOWRONEK und MARX eine größere Nähe zu den im Schriftspracherwerb notwendigen Analyseleistungen auf und umfaßt Sprachverarbeitungsprozesse der Lautanalyse und -synthese.

LUNDBERG ET AL. (1988) unterscheiden eine phonologische Bewußtheit um Silben und Wörter (Wortsegmentation, Silbensynthese, Silbensegmentation) von einer phonologischen Bewußtheit um Phoneme (Phonemanalyse, Anlautdehnung bzw. Phonemsynthese). Die Unterscheidung von phonologischer Bewußtheit im weiteren und engeren Sinn weist zum einen auf die unterschiedliche Komplexität und die Schwierigkeitsgrade sprachlicher Informationsverarbeitungsprozesse hin und beschreibt andererseits entwicklungspsychologisch relevante Stufen in der Entwicklung dieser Sprachverarbeitungsprozesse. Die Bedeutung der phonologischen Informationsverarbeitung für den Schriftspracherwerb wird

insbesondere auch daran sichtbar, daß das Kind in der Lage sein muß, akustisch wahrgenommene Sprachsignale in Einzellaute zu zerlegen, denen es wiederu korrespondierende Buchstaben zuordnen muß. Die Entdeckung des alphabetischen Prinzips stellt einen wesentlichen Meilenstein in der Schriftsprachentwicklung des Kindes dar.

4.2.2.1. Operationalisierung der phonologischen Bewußtheit

Die Operationalisierung des Konstrukts "Phonologische Bewußtheit" spiegelt in den verschiedenen Studien und Erhebungsinstrumenten einen breiten Rahmen unterschiedlichster Aufgabenstellungen wieder (vergl. KÜSPERT, 1998; KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995; ALTER, 1996):

- Aufgaben zur Manipulation von Silben oder subsyllabischen Einheiten

- Reime erkennen oder produzieren bzw. nicht reimende Wörter streichen. (z.B. bei BRADLEY U. BRYANT, 1985; SCHNEIDER ET AL., 1989; MANNHAUPT UND JANSEN, 1989; KÜSPERT, 1998)
- Segmentierung von Silben, Weglassen von Silben (z.B. bei LUNDBERG ET AL., 1988; JANSEN ET AL., 1998)

- Aufgaben zur Manipulation einzelner Phoneme

- Phonemanalyse- und Phonemsyntheseaufgaben (z.B. bei LUNDBERG ET AL., 1988; JANSEN ET AL., 1998; IMMER ET AL., 1991; KÜSPERT, 1998);
- Laut-zu-Wort-Vergleichsaufgaben (JANSEN ET AL., 1998)
- Benennen bzw. Entfernen des Anlautes oder Endlautes eines Wortes (z. B. bei BRYANT U. BRADLEY, 1987)
- Vertauschen von Phonemen im Wort (z.B. bei NÄSLUND, 1990)
- Vokalersetzung (z.B. bei WIMMER ET AL., 1991)
- Wortlängenvergleichsaufgaben (z.B. bei KÜSPERT, 1998; LUNDBERG ET AL., 1988)

Die verschiedenen Operationalisierungen stellen jeweils auch sehr unterschiedliche kognitive Anforderungen an die Kinder, da die Größe der zu analysierenden sprachlichen Einheiten und das Ausmaß über die bewußte Verfügbarkeit dieser unterschiedlichen Sprachverarbeitungsprozesse auch altersabhängig variieren. Die Kompetenzen des Kindes in diesen Bereichen können als Indikator für den Stand seiner Schriftsprachentwicklung betrachtet werden. Unter Bezugnahme auf Stahl und MURRAY weist SCHNEIDER (1994) darauf hin, daß trotz der Verwendung unterschiedlich komplexer Meßmethoden zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit sich statistisch nur ein einziger Faktor finden läßt. Dies bedeutet, daß die Interkorrelationen der verschiedenen phonologischen Subtests recht hoch sind und die unterschiedlichen Aufgaben zur Messung des Konstruktes "Phonologische Bewußtheit" geeignet sind. Phonologisches Recodieren im lexikalischen Zugriff stellt einen zweiten Faktor dar. Beide Faktoren korrelieren prägnant miteinander (WALTER 1996).

4.2.2.2. Die Entwicklung der phonologischen Bewußtheit

Die Arbeiten von FODOR ET AL. (vergl. SPRENG, 1984) und von PAPOUSEK (1994), die sich insbesondere mit der kommunikativen Vokalisationsentwicklung des Säuglings bis zum Ein-Wort-Satz befassen, zeigen erstaunlich frühe sprachrelevante Fähigkeiten auf Seiten des Säuglings. Schon in den ersten Lebensmonaten, wahrscheinlich bereits im pränatalen Stadium, können frühe Formen der Sprachwahrnehmung nachgewiesen werden. PAPOUSEK beschreibt, daß bereits Säuglinge ihre Aufmerksamkeit auf besonders auffällige strukturelle Eigenschaften der gehörten Sprache lenken, wobei sie durch die besonderen prosodischen Schlüsselinformationen der elterlichen Sprechweise gelenkt werden. Mit vier bis fünf Monaten zeigen Säuglinge bei der Wahrnehmung von gesprochenen Vokalen /i/ und /a/ ihre Präferenz für die Synchronisation zwischen der Mundbewegung und der gehörten vokalen Resonanzstruktur. Daraus schließt PAPOUSEK, daß sich bereits in diesem Alter Sprachdiskriminationsleistungen nachweisen lassen. Etwa im Alter von 10 Monaten spezialisiert sich die Wahrnehmungsfähigkeit des Kindes auf die der Muttersprache eigenen kontrastiven Funktionen feiner Lautvarianten. In diesem Alter sind nach PAPOUSEK Säuglinge fähig, feine Äquivalente und Unterschiede zwischen selbstproduzierten und gehörten Sprachlauten zu differenzieren. Dies betrifft jedoch nur ein Kernrepertoire von relativ einfachen Konsonant- Vokalverbindungen (z. B. /Ma/-/Pa/), das allen Sprachen gemeinsam ist und den biologischen Beschränkungen des menschlichen Stimmcharakters entspricht. Seltener, für individuelle Sprachen spezifische phonologische Differenzierungen von Vokalen, Konsonanten und Konsonantenclustern werden erst viel später in das kindliche Lautrepertoire integriert. BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER (1992) weisen auf die Bedeutung vorsprachlicher Kommunikation für den Aufbau elementarer neuronaler Repräsentanzen hin, die das Kind zum Zweck der Sprachdecodierung entwickeln muß.

Erst ab dem dritten bis sechsten Lebensjahr an aber entwickelt sich die Fähigkeit, sprachliche Vorgänge bewußt kognitiv zu reflektieren und metalinguistische Fähigkeiten zu entwickeln. Für diese Entwicklung spielen sprachliche Anregungen der Familie eine große Rolle. Die unterschiedlichen Fähigkeiten zur phonologischen Sprachverarbeitung entwickeln die Kinder aber nicht gleichzeitig. Es gibt eine Reihe von empirischen Belegen dafür, daß Kinder zu einem früheren Zeitpunkt eine Bewußtheit für Silben (Silbensegmentierungsfähigkeit) als für Phoneme entwickeln (vergl. WALTER 1996, FOX & ROUTH, 1975). Nach GATHERCOLE UND BADDELEY (1993) entwickelt sich die Bewußtheit für Silben zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr. MAC LEAN ET AL. (1987) konnten erste Anzeichen phonologischer Fertigkeiten (Reime erkennen) bei dreijährigen Kindern nachweisen. Die Silbensegmentierung gelingt dem Kind deshalb früher als die Erfassung der phonetischen Struktur des Wortes, da Silben durch relativ einfache Analysen der Sprachwellenform kognitiv verarbeitet werden können. Explizite Bewußtheit für Phoneme tritt in der Regel nicht vor dem 5. oder 6. Lebensjahr auf (GATHERCOLE UND BADDELEY, 1993). Dafür nennen sie zwei Gründe:

- die phonologischen Systeme sind davor noch in Reifung begriffen.
- der rapide Anstieg in der Analysefähigkeit von Phonemstrukturen nach dem 6. Lebensjahr ist wahrscheinlich auch eine Konsequenz des beginnenden Schriftsprachunterrichts in der Schule. Lese- und Schreibaktivitäten unterstützen die Fähigkeit zur Phonemanalyse wie auch umgekehrt die Fähigkeit zur Phonemanalyse Lese- und Schreibprozesse in den Anfängen des Schriftsprachunterrichts begünstigen.

SCHNEIDER ET AL.(1985) konnten nachweisen, daß Vorschulkinder bereits recht gut in der Lage sind, Reimaufgaben zu bearbeiten. JANSEN (1992), MANNHAUPT UND JANSEN (1989) fanden, daß die Art der von Vorschulkindern analysierbaren sprachlichen Einheiten noch auf Silben, Reime, betonte Vokale oder besonders hervorstechende phonetische Merkmale eines Wortes beschränkt sind. Auch sprachsynthetische Leistungen beschränken sich auf Silben. Deutsche Vorschulkinder sind - bis auf wenige Ausnahmen - nach den Befunden von MANNHAUPT UND JANSEN kaum in der Lage, Wörter in Phoneme zu segmentieren. Andere Aufgaben, die eine Phonemvertauschung erfordern (z. B. entsteht aus dem Wort "Löwe" durch vertauschen der beiden ersten Phoneme das Wort "Ölwe") oder Lautersetzungsaufgaben (ersetzt man beispielsweise im Wort "Maus" das "M" durch ein "L", entsteht das Wort "Laus") sind für viele Kinder erst Ende des ersten oder im zweiten Schuljahr möglich. Weiterhin gibt es Belege dafür, daß innerhalb der Gesamtheit der Phoneme Vokale und Konsonanten unterschiedlich gut von den Kindern analysiert werden können (JANSSEN 1992, MANNHAUPT UND JANSSEN 1992). Vokale sind in der Regel von den Kindern leichter akustisch zu analysieren als Konsonanten, weil sie meist im Sprachfluß länger zu hören bzw. akustisch dehnbar sind. JANSEN UND MARX (1999) beschreiben verschiedene Entwicklungsstufen der Sprachverarbeitungsfähigkeiten von Kindern. Sie berichten, daß der Übergang zu kategorialen Leistungen bei langen Anfangsvokalen von vielen Kindern bereits im Vorschulalter vollzogen ist. Die Spracherkennungsleistung variiert aber in Abhängigkeit von der Position des abgefragten Vokals im Wort. Kinder haben mehr Schwierigkeiten, wenn sich der Vokal im Wort (z. B. bei "Nase") oder am Ende des Wortes (z. B. bei "Sofa") befindet. Bei den Konsonanten bereitet vor allem die Analyse derjenigen Konsonanten den Kindern größere Schwierigkeiten, die im Sprachfluß nur sehr kurz oder gar nicht zu hören sind. Ähnlich wie bei den Vokalen findet sich auch hier eine Positionsabhängigkeit für die Erkennungsleistung. KÜSPERT (1998) berichtet, daß Vorschulkindern Trainingseinheiten, die Wörter, Silben und Reime enthielten, leichter fielen als Aufgaben mit Phonemmanipulationen.

Man kann davon ausgehen, daß die Bewußtheit für und die Manipulationsfähigkeit mit Phonemen in hohem Ausmaß auch von der Reifung des Sprachsystems abhängt. SCHULTE- KÖRNE ET AL. (1998) verweisen auf Zwillingstudien, die darauf schließen lassen, daß der phonologischen Bewußtheit eine genetische Disposition zugrunde liegt und ein großer Teil der Varianz genetisch erklärt werden kann.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß umso höhere kognitive Anforderungen an das Kind gestellt werden, je kleiner die zu identifizierenden sprachlichen Einheiten sind. Die verschiedenen Aufgaben der phonologischen Bewußtheit entsprechen unterschiedlich abstrakten linguistischen Niveaus, die unterschiedlich schwere Anforderungen an die kognitiven Fähigkeiten der Kinder stellen. Phonologische Bewußtheit im weiteren Sinn entwickelt sich bereits vor dem Schriftspracherwerb und begünstigt das Lesen - und Schreibenlernen, welches wiederum die Entwicklung der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne fördert. Die Bewußtheit für Reime und Silben kann als Vorläufer der Phonem- Segmentationsfähigkeit betrachtet werden. Die Bewußtheit um Phoneme als kleinste sprachliche Einheit und die entsprechende Fähigkeit, gesprochene Sprache in einzelne Phoneme zu segmentieren, nimmt dann einen steilen Verlauf, wenn die Kinder durch entsprechende (schulische) Instruktionen mit dem alphabetischen Prinzip der Sprache vertraut werden. Es gibt aber auch eine Anzahl von Kindern, die eigenaktiv das alphabetische Prinzip bereits vor Eintritt in die Grundschule durch Anregungen, die

sie in ihrer Familie bekommen haben, entwickelt haben. Diese Kinder zeigen bereits bei Schulbeginn erstaunliche Kompetenzen im Hinblick auf den Entwicklungsstand ihrer phonologischen Bewußtheit und ihren Lese-Schreibfertigkeiten. Diese Kinder sind bereits vor Schulbeginn, ohne daß sie zuvor systematisch unterrichtet wurden, in der Lage, ihnen unbekannte Wörter zu erlesen und /oder zu verschriftlichen (Frühleser).

Die vorliegenden empirischen Befunden erlauben die Annahme einer wechselseitigen Beziehung zwischen phonologischer Bewußtheit im engeren Sinne und der Lese-Schreibentwicklung. Die Entwicklung der phonologischen Bewußtheit kann beschrieben werden als zunehmende Differenzierung und Verfeinerung in der Analyse lautsprachlicher Einheiten.

4.2.2.3. Beeinträchtigung in der Entwicklung der phonologischen Bewußtheit

Im folgenden sollen in Anlehnung an KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA (1995) einige Ursachen angeführt werden, die zu Beeinträchtigungen in der Entwicklung der phonologischen Bewußtheit führen können. Dazu zählen:

- organische Ursachen (z. B. periphere Hörschädigungen, häufige Entzündungen des Hals-Nasen-Rachenraumes, Tubeninfekte)
- mangelnde sprachliche Anregung bzw. Kommunikation im Elternhaus
- Beeinträchtigungen im Aufbau innerer Sprachrepräsentationssysteme. Diese sind abhängig von feingesteuerten Bewegungsplanungen der Artikulationsorgane (Regelkreis sprechmotorischer Aktivitäten und Lautbildung). Zum Aufbau der inneren Sprachrepräsentationssysteme ist eine genaue zeitliche Steuerung in der Wahrnehmung des akustischen Signals mit der Stellung der Artikulationsorgane erforderlich.
- Dysfunktionen im Bereich der Sprachverarbeitungszentren.

4.2.3. Phonologisches Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon

Diese Komponente phonologischer Informationsverarbeitung beschreibt die Fähigkeit des Kindes, schriftliche Symbole (Grapheme) in ihre lautsprachlichen Entsprechungen zu recodieren. Dadurch wird der Zugang zum lexikalischen Gedächtnis möglich. Beim Lesen- und Schreibenlernen nehmen die Kenntnisse über Buchstaben bzw. Buchstabenverbindungen ständig zu. Diese Schriftsymbole werden mit lautsprachlichen Einheiten assoziativ verknüpft. Eine wesentliche Voraussetzung für das Lesen und Rechtschreiben ist, daß die Buchstaben - Lautverbindungen bei entsprechender Reizdarbietung möglichst schnell (automatisiert) abgerufen werden können. Phonologisches Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon ist vor allem bei Leseanfängern von großer Bedeutung. Aber auch bei geübten Lesern ist vor allem beim Erlesen von nicht vertrauten Wörtern phonologische Recodierfähigkeit wichtig. Die Bedeutung des lexikalischen Zugriffs für das Lesen zeigt sich darin, daß möglichst automatisiert phonologische Codes für Buchstaben oder Buchstabengruppen abzurufen sind. Kinder mit Leseschwierigkeiten haben häufig schwach ausgeprägte Repräsentanzen solcher Verbindungen und können sie nicht so schnell abrufen wie gute Leser (BOWERS,1995; OLFF ,1984, 1986). Die Schwierigkeiten leseschwacher Kinder zeigen sich aber nicht nur beim schnellen Benennen von Buchstaben, sondern auch beim Benennen von Bildobjekten (schnelles Benennen unifarbig dargestellter Objekte bzw. farblich inkongruent dargestellter Objekte) und Zahlen. Längsschnittstudien zeigen signifikante Beziehungen zwischen der im Vorschulalter

erhobenen Abrufgeschwindigkeit und den später erhobenen Leseleistungen der Kinder (CATTS, 1993; SCHNEIDER UND NÄSLUND, 1992, 1993; SWAN UND GOSWAMI, 1997). Der empirischen Untersuchung dieses Bereichs phonologischer Informationsverarbeitung ist bisher - im Vergleich zur phonologischen Bewußtheit - eher wenig Beachtung geschenkt worden, obwohl auch hier die Frage von größter Interesse ist, weshalb manchen Kindern der rasche Zugriff auf die Phonem-Graphem Korrespondenzen trotz hinreichender Lernangebote schlechter gelingt als anderen. Es finden sich Hinweise, daß der mangelnde Zugriff auf das semantische Lexikon auch mit Wortfindungsstörungen (SWAN UND GOSWAMI, 1997) verbunden ist.

4.2.4. Phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis

Lesen und Schreiben erfordert auch das kurzfristige Präsenthalten von Lauten und Lauteinheiten. Die Bedeutung dieser Komponente phonologischer Informationsverarbeitung für den Leseprozeß wird deutlich, wenn man berücksichtigt, daß Leseanfänger beim Erlesen eines Wortes jeden Buchstaben in das entsprechende Phonem decodieren müssen. Die einzelnen Lautrepräsentationen der Buchstabenfolge müssen nun so lange im Arbeitsgedächtnis behalten werden, bis alle Laute eines Wortes abgerufen werden, um zu einem Wort synthetisiert werden zu können. Ein effizientes Funktionieren des Arbeitsgedächtnisses ist eine wesentliche Voraussetzung, daß Lautfolgen in eine sinnvolle Sequenz zu einem Wort zusammengeschliffen werden können. Das Kind muß deshalb in der Lage sein, eine sequentielle lautliche Repräsentation in seinem Kurzzeitgedächtnis zu halten.

Beim Schreiben eines Wortes dagegen muß der Schreibanfänger das vollständige Klangbild eines Wortes in seinem Arbeitsgedächtnis halten, um es dann lautlich zu analysieren. Das Auflösen des gesamten Wortklangbildes in Einzellaute gelingt nur dann, wenn das Kind bei der Lautanalyse immer wieder von neuem einen Vergleich zwischen dem Gesamtklangbild und der bereits analysierten Lautreihe anstellt. Das Kind muß immer wieder prüfen, wo es gerade bei der Lautanalyse angelangt ist und dabei ständig zwischen Wortklangbild und Einzellaute und zwischen Einzelbuchstaben und Wortbild hin und her wechseln.

Eine Minderung der Speicherkapazität des Arbeitsgedächtnisses geht mit Problemen bei der serialen Wahrnehmung zeitlich aufeinanderfolgender Stimuli einher und erschwert die Informationseinlagerung in das Langzeitgedächtnis (FRITZ, 1985). Das Bereithalten der beim Lese- und Schreibvorgang notwendigen Informationen gelingt nur dann angemessen, wenn die Informationen nach Aufnahme in das Kurzzeitgedächtnis hinreichend aktiviert bleiben und die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses nicht überschritten wird.

Das Modell des Arbeitsgedächtnisses wurde von BADDELEY UND HITCH (1974) entworfen (vergl. BADDELEY, 1990; GATHERCOLE UND BADDELEY, 1993; SCHNEIDER UND BÜTTNER, 1995). Die zentrale Funktion des Arbeitsgedächtnisses besteht darin, Informationen für die aktuelle Verarbeitung zur Verfügung zu stellen. BADDELEY und Mitarbeiter gehen davon aus, daß das Arbeitsgedächtnis aus modalitätsspezifischen Subsystemen besteht, die partiell unabhängig voneinander arbeiten können. Ihre Annahme sehen sie durch eine Reihe von Experimenten bestätigt, in denen Probanden verschiedene Doppelaufgaben bewältigen mußten. Das Modell des Arbeitsgedächtnisses setzt sich aus drei wesentlichen Komponenten zusammen:

- die zentrale Exekutive (central executive)
- die phonologische Schleife (phonological loop)
- das visuell-räumliche Verarbeitungssystem (visual- spatial sketch pad).

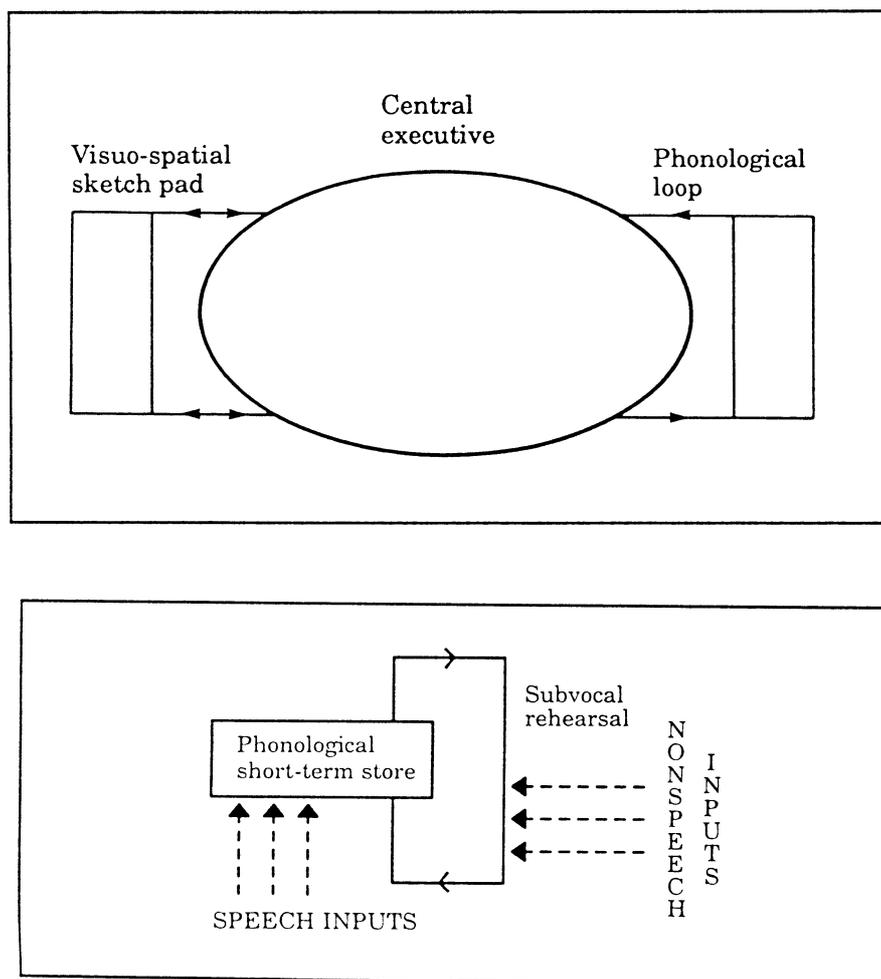


Abb.1: Das vereinfachte Modell des working memory von Baddeley & Hitch. In: GATHERCOLE UND BADDELEY, 1993, S.4.

Der **zentralen Exekutive** kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Sie reguliert den Informationsaustausch innerhalb des Arbeitsgedächtnisses, überwacht den Informationsabruf aus dem Langzeitspeicher und die Verarbeitung und Speicherung von Informationen aus verschiedenen Sinneskanälen. Die zentrale Exekutive kontrolliert und koordiniert zwei untergeordnete Subsysteme (slave systems) die für die Verarbeitung und kurzfristige Verfügbarkeit von Informationen aus unterschiedlichen Sinneskanälen verantwortlich sind.

Die phonologische Schleife und das visuell - räumliche Verarbeitungssystem:

Die phonologische Schleife ist für die Verarbeitung sprachlicher Informationen zuständig und deshalb für den Leseprozess von besonderer Bedeutung. Die phonologische Schleife wiederum setzt sich ihrerseits aus zwei Komponenten zusammen:

dem phonologischen Speicher (phonological short- term store) und der subvokalen Rehearsal Komponente.

Der phonologische Speicher "represents material in a phonological code which decays with time" (GATHERCOLE UND BADDELEY ,1993, S. 8).

Um dem Zerfall phonologischer Codes entgegen zu wirken, finden artikulatorische Wiederholungsprozesse (subvocal rehearsal) statt. Diese Annahme sehen GATHERCOLE UND BADDELEY durch Experimente gestützt, die zeigen, daß sich das unmittelbare Behalten verbalen Materials deutlich verschlechtert, wenn die Probanden durch das ständige Aussprechen einer Silbe an diesen subvokalen Wiederholen gehindert werden. GUPTA UND MAC WHINNEY (1995) äußern aber Zweifel an der Notwendigkeit von Rehearsal- Prozessen für das Behalten sprachlicher Informationen. Sie stützen sich dabei auf empirische Befunde, die zeigen, daß artikulatorische Unterdrückung auf den seriellen recall bei Kindern sich nicht oder nur unwesentlich auswirkt. Rehearsal Prozesse werden auch benutzt, u nicht-phonologische Inputs wie z.B. gedruckte Wörter oder Bilder in ihre phonologischen Codes zu übersetzen. Werden beim Lesen schriftliche Informationen subvokal artikuliert, gelangen sie über die Artikulationsschleife in den phonologischen Speicher. Die phonologische Kodierung spricht dafür, daß die artikulatorische Schleife ein Gedächtnissystem ist, das für die Verarbeitung sprachlicher Reize zuständig ist. Es stellt sich aber die Frage, inwieweit dieses Subsystem ausschließlich sprachgebunden oder ob es nicht vielmehr ein allgemeines akustisches System ist. Von großer Relevanz ist auch die Frage, weshalb das phonologisch recodierte Material bei manchen Kindern sehr rasch wieder zerfällt bzw. nicht mehr abrufbar ist. Möglicherweise spielen emotionale Faktoren (z.B. emotionaler Stress, Ängste) hier eine wichtige Rolle.

Das zweite Subsystem, **das visuell - räumliche Verarbeitungssystem** dient der Verarbeitung und Speicherung optischer Informationen. Infomationen aus beiden Kanälen können parallel und relativ unabhängig voneinander verarbeitet werden.

GATHERCOLE UND BADDELEY weisen darauf hin, daß sich die Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses im Laufe der kindlichen Entwicklung bedeutsa verändert. So steigt die Gedächtnisspanne für Wörter zwischen dem 4. und 11. Lebensjahr um nahezu das dreifache an. Zur Überprüfung der phonetischen Recodierungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses werden Aufgaben verwendet, in denen die Gedächtnisspanne für verbales Material wie Buchstaben-, Zahlen- oder Unsinnswörternachsprechen erfaßt wird.

Man kann davon ausgehen, daß effiziente Arbeitsgedächtnisprozesse das Lesen- und Schreibenlernen fördern und vice versa Lesenlernen die Gedächtnisentwicklung fördert. GATHERCOLE UND BADDELEY (1993) gehen von einer interaktiven Beziehung zwischen der Gedächtnisleistung und der Schriftsprachentwicklung aus.

Die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses für den Lese- Schreiblernprozeß wurde in einer Reihe von empirischen Studien nachgewiesen (vergleiche dazu KÜSPERT,1998; BEE- GÖTTSCHE, 1993). GATHERCOLE UND BADDELEY (1993) berichten, daß schlechte Leser keine altersentsprechenden Leistungen in Kurzzeitgedächtnisaufgaben wie Zahlen nachsprechen, serielle Wiedergabe von Reihenwörtern oder Wiederholungen von Unsinnswörtern zeigten. Ferner verweisen sie auf empirische Untersuchungen zur prädiktiven Valenz des Arbeitsgedächtnisses. Die zu Beginn des ersten Schuljahres erhobenen Maße des Arbeitsgedächtnisses (Nachsprechen von Pseudowörtern) leisteten einen signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung bei Leseverständnisaufgaben im fünften Schuljahr. GUTEZEIT (1988) betont ebenfalls die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses für das Lesenlernen. Schwache Leser können verbale Informationen nur kurz speichern, selten deren serielle Ordnung behalten und lassen

oft verbales Memorieren aus. SHARE ET AL.(1984) berichtet von einer Korrelation von $r = .40$ zwischen der im Kindergarten erhobenen Satzgedächtnisspanne und der Leseleistung am Ende des ersten Schuljahres. In den Arbeiten von SCHNEIDER UND NÄSLUND (1992, 1993) zeigt sich eine signifikante Beziehung zwischen der im Vorschulalter erhobenen Gedächtnisspanne und den schulischen Lese-Rechtschreibleistungen.

An dieser Stelle soll die Frage der Beziehung zwischen phonologischer Bewußtheit und phonetischem Recodieren im Arbeitsgedächtnis aufgeworfen werden. Handelt es sich bei diesen beiden phonologischen Informationsverarbeitungsprozessen um zwei getrennte Fähigkeiten, die eine unterschiedliche Rolle im Erwerb des Lesens und Rechtschreibens einnehmen oder sind sie Ausdruck eines allgemeinen phonologischen Substrats? Die vorliegenden empirischen Befunde erlauben meines Erachtens die vorsichtige Interpretation, daß phonologisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis und phonologische Bewußtheit eher einem allgemeinen phonologischen Fähigkeitsbereich zuzuordnen sind, d. h. eine gemeinsame Basis haben und nicht zwei qualitativ getrennte Fähigkeitsbereiche darstellen. Diese Annahme könnte auch erklären, daß häufig Kinder mit Lese-Rechtschreibproblemen sowohl bei phonologischen Gedächtnisaufgaben als auch bei Aufgaben zur phonologischen Bewußtheit Defizite aufweisen.

4.3. Empirische Befunde zur Bedeutung phonologischer Informationsverarbeitung

Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Belegen und empirische Studien darüber, daß phonologische Informationsverarbeitungsprozesse, also das Wissen junger Kinder um die Lautstruktur der gesprochenen Sprache, für den Erwerb des Lesens und Rechtschreibens von großer Bedeutung sind. Dies bedeutet natürlich nicht, daß andere Informationsverarbeitungsprozesse, insbesondere visuelle und auditiv-visuelle Integrationsprozesse keine oder nur eine untergeordnete Rolle im Schriftspracherwerb spielen. Insbesondere in korrelativen Längsschnittstudien, die in der Regel die Zeitspanne zwischen dem letzten Kindergartenjahr und der fortgeschrittenen Grundschulphase umfassen, wurden enge Zusammenhänge zwischen frühen Kompetenzen phonologischer Informationsverarbeitung und den späteren Kompetenzen im Lesen und Rechtschreiben dokumentiert. Diese Forschungsergebnisse sind deshalb umso beeindruckender, weil über verschiedene Sprachen und Orthographien hinweg sehr konsistente Ergebnisse über die Relevanz früher phonologischer Fähigkeiten zu Lese- Rechtschreibleistungen gefunden wurden (SCHNEIDER ET AL., 1998).

Durch korrelative Längsschnittstudien kann die Frage der Kausalität der Beziehung zwischen phonologischer Bewußtheit und späterer Lese-Rechtschreibkompetenz aber nicht geklärt werden. STANOVICH (1986) schlug deshalb vor, die Frage der Kausalität über eine Kombination unterschiedlicher methodischer Ansätze zu dokumentieren, wobei über korrelative Längsschnittstudien die prädiktive Validität gesichert sein muß und über Trainingsstudien der Nachweis erbracht werden soll, daß eine Förderung der phonologischen Informationsverarbeitung bei Kindergartenkindern zu einer signifikanten Verbesserung der Lese-Rechtschreibleistung in der Schule führt. Der Forschungsstand ist nach SCHNEIDER (1989) inzwischen soweit gediehen, daß die ursprüngliche Frage nach lediglich korrelativen oder kausalen Zusammenhängen so nicht mehr gestellt wird. Kausalität wird inzwischen als gegeben angenommen. Die empirischen Befunde belegen, daß phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne die Entwicklung der Lese-Schreibfertigkeit begünstigt und daß zwischen dem Beginn der Lese-

Schreibentwicklung und der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne eine wechselseitige Beziehung angenommen werden kann.

4.3.1. Korrelative Längsschnittstudien

Ein vielbeachtete Studie von BRADLEY UND BRYANT (1985), an der etwa 400 vier- und fünfjährige Kinder teilnahmen, wies die prädiktive Valenz früher Reimerkennung auf die spätere Leseleistung nach. Die Kinder mußten aus drei bzw. vier vorgegebenen Wörtern das Wort herausuchen, das sich nicht mit den anderen reimte. Ferner wurde die Gedächtnisspanne und verbale Intelligenz erfaßt. Die Nachtests bestanden im wesentlichen aus Lese- und Rechtschreibtests sowie einem Mathematiktest und erfolgten vier Jahre später. Obwohl die verbale Intelligenz den weitest aus höchsten Varianzanteil der Leseleistung erklärte, konnte BRADLEY UND BRYANT zeigen, daß die Reimaufgaben noch signifikant zur Varianzaufklärung der Leseleistungen beitrugen.

Eine von VELLUTINO UND SCANLON (1987) durchgeführte Längsschnittstudie mit 295 Kindergartenkindern konnte die prognostische Valenz unterschiedlicher Maße phonologischer Informationsverarbeitung auf die Leseleistung im ersten und zweiten Schuljahr belegen. Die verwendete Testbatterie zur Vorhersage der Leseleistung bestand aus sieben Subtests, wovon fünf davon Aspekte phonologischer Segmentierung betrafen (Reimaufgabe, Laut-Buchstaben-Zuordnung, Buchstaben-Laut-Zuordnung, Substitution des Anfangskonsonanten). Die meisten phonologischen Maße wiesen signifikante Beziehungen zur späteren Leseleistung auch dann nach, wenn die Intelligenz auspartialisiert wurde. WIMMER ET AL. (1994) berichten, daß die Fähigkeit zur Reimerkennung im Vorschulalter zwar nicht die Lesefähigkeit am Ende der ersten Klasse, wohl aber der Lesegeschwindigkeit und Rechtschreibfertigkeit in den darauffolgenden Schulstufen vorhersagte. Dieser erstaunliche Befund läßt sich dahingehend interpretieren, daß erst ab dem zweiten oder dritten Schuljahr, wenn die Lese- und Schreibstrategien der Kinder zu größeren Einheiten als Buchstaben sich in Richtung auf größere Sprech- oder Schreibmuster (z. B. Silben, Morpheme oder Anlaut-Auslautstrukturen) ändern, auch die Fähigkeit, mit größeren phonologischen Einheiten (Silben, Reime) zu operieren, prädiktiv wird. Die Untersuchung von LUNDBERG ET AL. (1980), an der 143 Vorschulkinder teilnahmen, zeigte, daß die Korrelationen zwischen Maßen der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne (Reimaufgaben, Silbensegmentierung, Silbensynthese) wie auch im engeren Sinne (Phonemsegmentation, Phonemsynthese, Phonemvertauschung, Lokalisation eines Phonems im Wort) mit der späteren Leseleistung uneinheitlich ausfielen. Die Maße der phonologischen Bewußtheit in engerem Sinne korrelierten stärker mit der spezifischen Leseleistung Ende des ersten Schuljahres als die Maße der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne. BRYANT ET AL. (1989) untersuchten, inwieweit die frühe Fähigkeit, Reime zu erkennen, im Alter von drei Jahren spätere metalinguistische Fähigkeiten und den Erfolg beim Lesenlernen vorherzusagen vermag. Dabei zeigten sich signifikante Korrelationen zwischen früher Kenntnis von Reimen und späteren metalinguistischen Maßen bzw. Leseleistungen. Die frühe Kenntnis von Kinderreimen konnte die Lese-Rechtschreibleistung drei Jahre später vorhersagen. In einer weiteren Längsschnittstudie konnte MAC LEAN ET AL. (1987) erste phonologische Fähigkeiten bei dreijährigen Kindern belegen. Die Beherrschung von Kinderreimen im Alter von drei Jahren sagte das Ausmaß phonologischer Fähigkeiten (Erkennen von Reimen und Alliterationen) im fünften Lebensjahr signifikant voraus. Diese phonologischen Fähigkeiten waren wiederum signifikant mit späteren Leseleistungen verknüpft.

Für den deutschen Sprachraum liegen die Ergebnisse von zwei bedeutenden Längsschnittstudien vor, in denen die verschiedenen Komponenten phonologischer Informationsverarbeitungen in ihrem Zusammenhang zum Schriftspracherwerb untersucht wurden.

4.3.1.1. Die Bielefelder Längsschnittstudie.

Sie wurde von Mitarbeitern der Forschungsgruppe u SKOWRONEK, JANSEN, MANNHAUPT UND MARX durchgeführt (MARX ET AL., 1993). Diese Studie hatte die Entwicklung eines Screeningverfahrens zum Ziel. Dieses sollte ermöglichen, bereits im Vorschulalter (10 Monate und vier Monate vor der Einschulung) diejenigen Kinder zu erfassen, für die das Risiko einer späteren Lese-Rechtschreibschwäche besteht (SKOWRONEK UND MARX, 1989 B; JANSEN UND MANNHAUPT, 1994; JANSEN ET AL., 1998). Die Autoren weisen darauf hin, daß bei deutschsprachigen Vorschulkindern, die über keine Schriftsprachkenntnisse verfügen, Phonemanalyse und Syntheseleistungen nicht oder nur in rudimentären Ansätzen nachweisbar sind. Die Art der von Vorschulkindern analysierbaren sprachlichen Einheiten beschränkt sich auf Silben, Reime und betonte Vokale. Die Phonemsynthese liegt außerhalb des Leistungsbereichs von vielen Vorschulkindern.

Die Auswahl der Prädiktoren für das Screeningverfahren erfolgte theoriegeleitet und umfaßte folgende Bereiche:

- Aufgaben zur phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne (Reimen, Silbensegmentieren).
- Aufgaben zur phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne (Laut- zu- Wort-Vergleich, Laute assoziieren)
- phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis (Pseudo-Wörter nachsprechen)
- Recodiergeschwindigkeit im Lexikon (schnelles Benennen der Farbe unfarbig dargestellter Objekte bzw. farbig inkongruenter Objekte)
- Aufmerksamkeit für visuelle Symbolfolgen (Wort-Vergleich-Suchaufgaben). Dieser Subtest wurde ergänzend zu den phonologischen Untertests eingeführt, da visuelle Aufmerksamkeitsprozesse beim Lesen eine große Rolle spielen. Die Beachtung, Verarbeitung und Integration visueller Schriftinformationen sind wesentliche Bestandteile jeden Leseprozesses (WARNKE, 1990).

Als Kriterium wurden die Lese-Rechtschreibleistungen der Kinder Ende der ersten Klasse, zu Beginn der zweiten und Ende der zweiten Klasse erhoben. Aus der Gesamtstichprobe von 1120 Vorschulkindern wurden zwei Teilstichproben gezogen:

- eine repräsentative Stichprobe von 171 zufällig ausgewählten Kindern
- die untersten 15% der Verteilung aus dem ersten Testzeitpunkt als "Risikostichprobe" mit phonologischen Verarbeitungsdefiziten.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, daß die Korrelationen zwischen Prädiktor und Kriteriumsleistung alle signifikant waren, unabhängig vom Zeitpunkt der Messung der Prädiktorvariablen. Die Güte der klassifikatorischen Vorhersage hängt aber von vorschulischen Meßzeitpunkt ab. Das von den Autoren konzipierte Screeningverfahren erlaubt eine gute Vorhersage von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten bereits im letzten Kindergartenjahr. Zehn Monate vor der Einschulung können etwa 80% der Kinder korrekt klassifiziert werden. Die Gesamttrefferquote des Screenings liegt deutlich über dem Zufallsniveau und erreicht Ende der zweiten Klasse eine Gesamttrefferquote von ca. 85 - 90%. Bezüglich der klassifikatorischen

Güte ist das Screening anderen Methoden (Erzieherinnenrating, Beobachtungsbogen "BBK" oder Intelligenz) überlegen. Das Bielefelder Screeningverfahren eignet sich aber nicht mehr zur Früherkennung von Kindern, die bereits die Grundschule besuchen, da die Aufgaben für diese Kinder zu leicht sind und Deckeneffekte entstehen.

Die Bielefelder Studie macht aber auch die Problematik von Fehlklassifikationen deutlich. Nicht alle Kinder, die im Kindergarten als "Risikokinder" identifiziert wurden, haben am Ende der ersten oder zweiten Klasse Lese-Rechtschreibschwierigkeiten entwickelt und nicht alle Kinder, die als "Nicht-Risikokinder" klassifiziert wurden, haben tatsächlich auch keine Schwierigkeiten bekommen. Die Sensitivität des Screeningverfahrens schwankt je nach Erhebungszeitpunkt und den Kriterien (Rechtschreib- oder Lesefähigkeit) zwischen 50 und ca. 75%. Diese Ergebnisse verweisen darauf, daß phonologische Bewußtheit zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für den Schriftspracherwerb darstellt. Im Hinblick auf den individuellen Entwicklungsverlauf des Kindes und die Prognose seiner Schriftsprachentwicklung sind auch visuelle Informationsverarbeitungsprozesse, familiäre und schulische Unterstützung und Förderung, spezifische Unterrichtsbedingungen wie Instruktions- und Lehrmethoden und emotionale Faktoren des Kindes mit zu berücksichtigen. Dennoch belegt diese Studie, daß phonologischer Informationsverarbeitung und die visuelle Aufmerksamkeitsspanne signifikante Prädiktoren für Lese- und Rechtschreibleistungen darstellen und damit Möglichkeiten zur frühen Identifikation von Risikokindern bieten. Diese Kinder könnten gezielt gefördert werden, damit sie nicht erst in den "Teufelskreis Lernstörung" (BETZ UND BREUNINGER, 1993) geraten.

4.3.1.2. Die Münchener Längsschnittstudie zur Genese individueller Kompetenzen LOGIC

Diese Studie wurde von 1984 bis 1993 am Max-Planck-Institut für psychologische Forschung in München durchgeführt und hatte das Ziel, den Einfluß der drei Komponenten phonologischer Informationsverarbeitung auf den Schriftspracherwerb zu untersuchen (vergl. WEINERT UND SCHNEIDER, 1989; SCHNEIDER UND NÄSLUND, 1992, 1993). Des weiteren sollte die prädiktive Valenz früher Schriftkenntnisse und verbaler Intelligenz auf die Lese- Rechtschreibleistungen der Kinder ermittelt werden. Als Prädiktoren wurden die Aufgaben des Bielefelder Screenings verwendet. Die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne wurde anhand der Lautkategorisierungsaufgaben von BRADLEY UND BRYANT (1985) erhoben, die Gedächtniskapazität durch Wort- und Satzspannaufgaben. Frühe Schriftkenntnis wurde anhand von Aufgaben wie Buchstabenkenntnis, Wörter schreiben oder geläufige Embleme erkennen erfaßt. Darüber hinaus wurde die verbale und nonverbale Intelligenz ermittelt.

Kriteriumsleistungen zu Beginn und Ende der zweiten Klassen waren die Decodiergeschwindigkeit beim Wortlesen, Leseverständnis und Rechtschreibleistungen. Diese wurden auch noch im dritten und vierten Schuljahr erhoben. Zur Klärung der Prädiktionskraft der phonologischen Bewußtheit, Gedächtniskapazität, Recodieren im lexikalischen Zugriff, Intelligenz und früher Schriftsprachkenntnis führten SCHNEIDER UND NÄSLUND (1993) multiple schrittweise Regressionsanalysen durch.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß der nonverbalen Intelligenz generell mehr Prädiktionskraft im Hinblick auf die spätere Schriftspracheleistung zukommt als der

verbalen Intelligenz. Alle phonologischen Variablen sowie frühe Schriftkenntnis wiesen eine signifikante Beziehung zu den Lese- Rechtschreibleistungen auf, wobei die Stärke des Einflusses von der entsprechenden Kriteriumsvariablen und vom Erhebungszeitpunkt des Kriteriums abhing.

Für die *Lesegeschwindigkeit* zu Beginn des zweiten Schuljahres waren der nonverbale Intelligenzquotient sowie die frühe Schriftkenntnis die besten Prädiktoren. Gedächtniskapazität, visuelle Aufmerksamkeitsspanne und Recodieren im lexikalischen Zugriff hatten einen eher geringen, aber dennoch signifikanten Einfluß. Diese Prädiktorenmuster veränderten sich aber zum Ende der zweiten Klasse. Nun erwiesen sich die phonologische Bewußtheit in weiterem Sinne und die Recodierung im lexikalischen Zugriff als bedeutsamste Prädiktoren. Der Anteil aufgeklärter Kriteriumsvarianz war aber mit 28% recht gering.

Nonverbale Intelligenz, Buchstabenkenntnis und Recodieren im lexikalischen Zugriff waren die stärksten Prädiktoren für die *Rechtschreibleistungen*, gefolgt von Aufgaben zur phonologischen Bewußtheit in engerem Sinn.

Für das *Leseverständnis* trug die nonverbale Intelligenz ca. 15 bis 17% zur Varianzaufklärung bei. Die Maße der phonologischen Bewußtheit konnten zu Beginn des zweiten Schuljahres ca. 20% der Varianz an der Leseleistung erklären. Insgesamt konnten durch die Prädiktoren lediglich 35% der Kriteriumsvarianz zu Beginn der zweiten Klasse und 27% zum Ende der zweiten Klasse aufgeklärt werden.

Da jedoch die Prädiktoren untereinander korrelieren, führt dies bei korrelationsstatistischen Berechnungen zur Überschätzung der aufgeklärten Kriteriumsvarianz. Deshalb evaluierten Schneider und Näslund die Vorhersagekraft der Prädiktoren anhand eines linearen Strukturgleichungsmodells (LISREL- Modell)

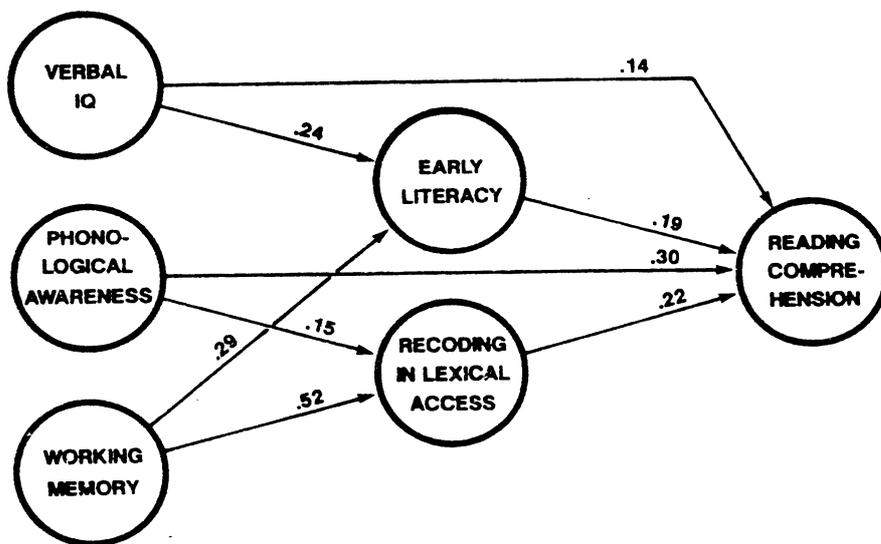
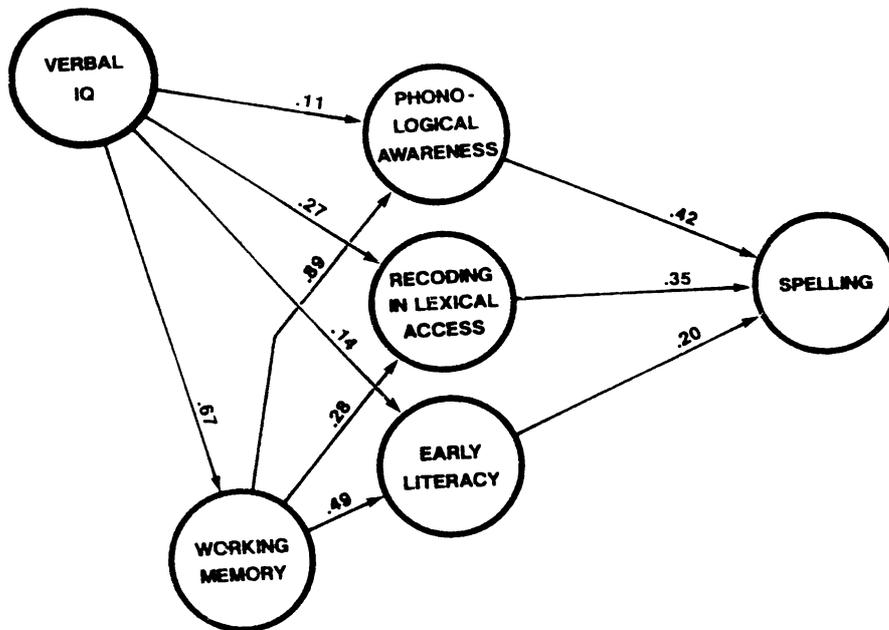


Abb.2: Strukturgleichungsmodelle zur Vorhersage der Lese- und Rechtschreibleistungen. In: SCHNEIDER UND NÄSLUND (1992,S.268 u.270).

Die Ergebnisse dieser statistischen Analyse fassen SCHNEIDER UND NÄSLUND (1992, S. 271) wie folgt zusammen:

- "significant effects of three phonological processing skills.... on both reading comprehension and spelling could be demonstrated"
- " both verbal intelligence and early literacy significantly contributed to the prediction of both outcome variables"
- " the causal models showing the best data fit differed for the reading comprehension and spelling criterion measures"

In dem Strukturmodell zur Vorhersage der Rechtschreibleistungen fällt insbesondere der hohe Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und phonologischer Bewußtheit auf. Möglicherweise kann dieser Zusammenhang auch etwas mehr Licht in die klinische Beobachtung bringen, daß bei etwa 47% der lese-rechtschreibschwachen Kinder auch zusätzlich grobmotorische Störungen festgestellt wurden (SCHYDLO, 1993). Grobmotorische Störungen basieren oft auf Beeinträchtigung der vestibulären Wahrnehmung (vergl. AYRES, 1984). Diese wiederum weist eine neuronale Verbindung zum auditiven Gedächtnis auf, das wiederum in einer engen Beziehung zur phonologischen Bewußtheit steht. Kinder mit vestibulären Störungen haben also häufig nicht nur eine beeinträchtigte Körperwahrnehmung und - motorik, sondern häufig auch ein nicht altersentsprechend ausgebildetes Arbeitsgedächtnis, das wiederum für die Lese- und Rechtschreibfertigkeit von Bedeutung ist.

4.3.2. Trainingsstudien

Angesichts der beeindruckenden Ergebnisse über die Zusammenhänge phonologischer Informationsverarbeitungsprozesse und der Entwicklung von Lese- und Rechtschreibkompetenz überrascht es nicht, daß in den letzten 10 Jahren Trainingsstudien durchgeführt wurden, in denen beispielsweise das Erkennen von Reimen oder die Differenzierung von Lauten in Worten bereits im Kindergarten systematisch gefördert wurde (BRADLEY UND BRYANT, 1985; VELLUTINO UND SCANLON, 1987; vergl. BALL UND BLACHMANN, 1991; KOZMINSKI UND KOZMINSKI, 1995).

Ziel dieser Studien war es zu belegen, daß eine Förderung der phonologischen Bewußtheit im Vorschulalter sich signifikant auf die Lese- und Rechtschreibleistungen auswirkt (vergl. WALTER 1996). Damit würden sich auch Möglichkeiten der Prävention für in ihrer Lese-Rechtschreibentwicklung gefährdete Kinder ergeben. MANNHAUPT (1994) setzt sich mit deutschsprachigen Studien zur Intervention und Prävention von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten auseinander.

Ein sehr umfangreiches und viel beachtetes Trainingsprogramm wurde von LUNDBERG ET AL. (1988) an 235 dänischen Kindergartenkindern durchgeführt, in der über 8 Monate täglich 15 bis 20 Minuten Sprachspiele stattfanden. Das Förderprogramm erforderte zunehmend komplexere kognitive Sprachverarbeitungsprozesse und beinhaltete zunächst die Analyse und Identifikation basaler lautlicher Einheiten wie Geräusche erkennen, Sätze, Wörter und Silben erkennen bis schließlich die Abgrenzung von Lauten in Wörtern (z. B. Anlaute erkennen, Laute zusammenschleifen) trainiert wurde. LUNDBERG und Mitarbeiter gingen in dieser Studie folgenden Fragen nach:

- kann phonologisches Wissen im Vorschulalter und vor Beginn des Lesen- und Schreibenlernens trainiert werden?
- sind die Trainingseffekte überdauernd und existiert ein Transfer auf andere metalinguistische Aufgaben?
- erleichtert das vorschulische Training den Schriftspracherwerb?
- wie spezifisch ist der Trainingseffekt?

LUNDBERG ET AL. berichten von folgenden Ergebnissen ihrer Trainingsstudie: Im Vergleich zu einer untrainierten Kontrollgruppe, die aus 155 Kindern bestand und die lediglich das normale Kindergartenprogramm absolvierten, erzielten die Kinder der Trainingsgruppe signifikant bessere Werte sowohl in einem Nachtest zur phonologischen Bewußtheit, der im Anschluß an das Training durchgeführt wurde als auch in einem metaphonologischen Transfertest einige Monate später zu Beginn des ersten Schuljahres. Das aber wohl interessanteste Ergebnis der Studie ist darin

zu sehen, daß die trainierten Kindergartenkinder auch bessere Leserechtschreibleistungen in der zweiten Klasse erzielten als die Kontrollgruppe. Die Kinder der Trainingsgruppe wiesen auch im vierten Schuljahr noch bessere Rechtschreibleistungen auf als die Kontrollgruppe (LUNDBERG UND HOIEN, 1991). Damit konnten LUNDBERG und Mitarbeiter den Nachweis führen, daß phonologisches Wissen im Vorschulalter unabhängig von einem Leselehrgang entwickelt werden kann und phonologisches Wissen kausal den Schriftspracherwerb bedeutsam erleichtert. In einer Reihe von Folgestudien konnten diese Ergebnisse auch für unterschiedliche Orthographien repliziert werden (vergl. SCHNEIDER ET AL. 1998).

In Anlehnung an die skandinavische Studie von LUNDBERG ET AL. (1988) wurden in zwei deutschen Trainingsstudien, die im Rahmen des Forschungsprojekts "Phonemische Bewußtheit" an der Universität Würzburg konzipiert wurden, eine Evaluierung des modifizierten Trainingsprogramms von Lundberg durchgeführt. Die Replikation der skandinavischen Studie von LUNDBERG und Mitarbeiter sollte zeigen, inwieweit die Ergebnisse auf deutsche Verhältnisse übertragbar sind. In einer ersten Studie (SCHNEIDER ET AL., 1994 b) an der insgesamt 371 Kinder teilnahmen, wurden 205 Kindergartenkinder mit einem modifizierten und auf deutsche Sprachverhältnisse adaptierten Trainingsprogramm zur phonologischen Bewußtheit über eine Dauer von 6 Monaten in täglichen Sitzungen von ca. 20 Minuten Dauer von ihren Erzieherinnen trainiert. Die 166 Kinder der Kontrollgruppe erhielten über das normale Vorschulprogramm hinaus keine spezifische Förderung in Bereichen der phonologischen Bewußtheit. Vor der Trainingsdurchführung wurde in der Trainings- und in der Kontrollgruppe ein Vortest durchgeführt. Dieser enthielt Aufgaben zur Überprüfung der phonologischen Bewußtheit, des phonetischen Recodierens im Arbeitsgedächtnis, des phonologischen Recodierens im lexikalischen Zugriff, der nonverbalen Intelligenz und früher Schriftkenntnis. Die gleichen Aufgaben wurden im Anschluß an das Trainingsende als Nachtest durchgeführt. Zu Beginn des ersten Schuljahres wurde durch einen metaphonologischen Transfertest die Übertragbarkeit der Trainingseffekte überprüft. Die Leserechtschreibleistungen wurden Ende des ersten und zweiten Schuljahres erhoben.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß sich durch das Trainingsprogramm signifikante Effekte in phonologischen Verarbeitungsprozessen belegen ließen. Die Trainingsgruppe war der Kontrollgruppe im Nachtest überlegen. Ebenso konnten differentielle Trainingseffekte gefunden werden: die Förderung der phonologischen Bewußtheit wirkte sich spezifisch nur auf diesen Bereich aus. Die beiden anderen Komponenten phonologischer Informationsverarbeitung wie Arbeitsgedächtnis und Recodiergeschwindigkeit im lexikalischen Gedächtnis sowie nonverbale Intelligenz wurden durch das Trainingsprogramm nicht spezifisch gefördert.

Langfristige Trainingseffekte konnten aber lediglich nur für eine Subgruppe konsistent und sorgfältig trainierter Kinder nachgewiesen werden. Das gleiche Ergebnis zeigte sich auch bei den Leserechtschreibleistungen am Ende der ersten Klasse. Nur die sorgfältig trainierten Kinder waren im Lesen und Rechtschreiben signifikant besser als die Kontrollgruppe. Inkonsistent geförderte Kinder und die Kinder der Kontrollgruppe unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Zum Ende des zweiten Schuljahres ließen sich keine Trainingseffekte mehr nachweisen. Die Studie macht deutlich, daß die langfristigen Effekte von Trainingsprogrammen vor allem auch von der Qualität und der Regelmäßigkeit des durchgeführten Trainings abhängen. Außerdem wird deutlich, daß bei der Interpretation von Interventionsstudien die Annahme, daß jedes Training von jedem Trainer in gleich guter Qualität durchgeführt wird, kritisch hinterfragt werden muß.

KÜSPERT (1998) hat deshalb in einer Folgestudie die zeitliche Struktur des Trainingsprogramms und den Zeitpunkt der Durchführung der Untersuchung verändert. Aufgrund der Erfahrungen aus der ersten Studie wurden insbesondere die Anleitung und die Supervision der Erzieherinnen bei der Trainingsdurchführung verbessert. Das Trainingsprogramm bestand aus sechs Übungseinheiten, die inhaltlich aufeinander aufbauten und das Training immer kleinerer Einheiten der Lautsprache zum Inhalt hatte. Die Trainingseinheiten bestanden aus:

- Laut- und Geräuschspielen
- Reim- Spielen
- Sätze und Wörter identifizieren
- Silben- Segmentierungsspielen
- Identifikation von Anlauten
- Phonemmanipulationsaufgaben

Das Trainingsprogramm, an dem 191 Kinder teilnahmen, wurde in kleinen Gruppen von 4 bis 8 Kindern über einen Zeitraum von 6 Monaten durchgeführt, wobei die tägliche Übungszeit ca. 10 - 15 Minuten betrug, d. h. die gesamte Trainingsphase einen Zeitraum von etwa 15 Stunden in Anspruch nahm. Anfang der ersten Klasse wurde ein metaphonologischer Transfertest durchgeführt. Ende der ersten und zweiten Klasse wurden die Lese-Rechtschreibleistungen erhoben. Eine nicht trainierte Kontrollgruppe bestand aus 155 Kindern.

Die Ergebnisse dieser Trainingsstudie belegen, daß phonologische Bewußtheit erfolgreich im Kindergarten trainiert werden kann. Längerfristige signifikante Trainingseffekte ließen sich sowohl hinsichtlich metaphonologischer Fähigkeiten zu Beginn des ersten Schuljahres als auch für die Lese-Rechtschreibleistung zum Ende des ersten bzw. zu Beginn des zweiten Schuljahres nachweisen. Stärkere Trainingseffekte zeigten sich zudem für die phonologische Bewußtheit im engeren Sinn. Die Studie wies eine signifikante Überlegenheit der Trainingsgruppe gegenüber der nicht trainierten Kontrollgruppe in ihren Lese-Rechtschreibfertigkeiten auch noch bis Ende des zweiten Grundschuljahres nach. Sie belegt, daß phonologische Bewußtheit vor formalen Lese- und Schreibinstruktionen erfolgreich trainiert werden kann und das nachfolgende Lesen - und Schreibenlernen erleichtert. Interessanterweise erwiesen sich in einer schrittweisen multiplen Regressionsanalyse nonverbale Intelligenz und frühe Schriftsprachfertigkeiten als stärkster Prädiktor für die Leseleistung.

Die Trainingseffekte sind spezifisch und lassen sich nur in Bezug auf die phonologische Bewußtheit, nicht jedoch auf das Arbeitsgedächtnis und die Recodiergeschwindigkeit im lexikalischen Gedächtnis oder bei der Intelligenz nachweisen.

SCHNEIDER ET AL. (1998) gingen in einer Sekundäranalyse der Daten dieser Studie der Frage nach, ob das Training der phonologischen Bewußtheit auch bei sogenannten "Risikokindern", also Kindern mit anfangs niedriger phonologischer Kompetenz, positive Wirkung zeigt. Der Wert solcher Trainingsprogramme hängt sicherlich auch von dem Ausmaß ab, in dem es gelingt, auch Kindern mit anfangs sehr niedrigen metaphonologischen Kompetenzen effektiv zu fördern. Die Kinder der Trainings- und Kontrollgruppe wurden nach ihren Vortestwerten in drei Leistungsgruppen eingeteilt:

als "Risikokinder" galten die Kinder des untersten Quartals, als leistungsstark die Kinder des obersten Quartals und als "normal" diejenigen Kinder, die an Hand der Vortestwerte dem 2. und 3. Quartal zugeordnet werden konnten. Die Reanalyse wurde in drei Schritten vollzogen:

1. Vergleich der "Risikokinder" mit den beiden anderen Leistungsgruppen innerhalb der Trainingsstichprobe
2. Vergleich der "Risikokinder" aus der Trainingsgruppe mit der gesamten Kontrollgruppe
3. Vergleich der "Risikokinder" der Trainings- und Kontrollgruppen in ihre schulischen Werdegang.

Die Ergebnisse der Reanalyse lassen sich zusammengefaßt so darstellen:

1. Der Vergleich der trainierten Risikokinder mit den anderen trainierten Kindern der beiden anderen Gruppen ergab, daß die durch das Training bewirkten Fortschritte in der phonologischen Informationsverarbeitung bei allen Gruppen in etwa gleich waren und sich die Risikokinder später in ihren Lese- und Schreibleistungen den ursprünglich besseren Kindern sogar näherten. Die trainierten "Risikokinder" unterschieden sich in ihren Lese- Rechtschreibleistungen kaum noch von der normalen Gruppe.
2. Im Vergleich der trainierten Risikokinder mit der gesamten (untrainierten)Kontrollgruppe stellte sich heraus, daß der anfängliche Rückstand der Risikokinder durch das Training mehr als kompensiert werden konnte. Sie hatten Vorteile im Hinblick auf die Entwicklung metalinguistischer Fähigkeiten. Die trainierten Risikokinder waren der Kontrollgruppe später in ihrer Lese- und Rechtschreibkompetenz sogar tendenziell überlegen.
3. Eine Gegenüberstellung der trainierten Risikogruppe und der nicht trainierten Risikogruppe (aus der Kontrollgruppe) belegte den positiven Effekt des Trainingsprogramms im Hinblick auf den metaphonologischen Transfertest als auch auf die Rechtschreibleistungen. Die trainierten Risikokinder des letzten Kindergartenjahres wurden in der Regel nicht zu Problemkindern in der Schule. Aber 79% der ungeförderten und lediglich 23% der trainierten Risikokinder gehörten am Ende der Studie auch zu der Gruppe der schwächsten Lese- und Rechtschreiber (Prozentrang <15).

Die Reanalyse der Daten machte jedoch auch deutlich, daß wiederum nicht alle "Risikokinder" der Kontrollgruppe Lese- Rechtschreibstörungen entwickelten.

4.3.3. Risikokind Junge? Geschlechtsunterschiede der Schriftsprachentwicklung

Epidemiologische Studien zeigen, daß die Art und Häufigkeit von Entwicklungsauffälligkeiten sowohl vom Alter als auch vom Geschlecht der Kinder abhängen. Die Studien weisen auf eine größere Vulnerabilität von Jungen in verschiedenen Entwicklungsbereichen hin. Im Hinblick auf die Geschlechterrelation ist ein deutliches Überwiegen von Jungen bei folgenden Störungen beschrieben worden (vergl. PETERMANN, 1995): bei verschiedenen Formen der geistigen Behinderung, beim hyperkinetischen Syndrom (die Jungen - Mädchen Relation liegt im Verhältnis 3:1 bis 9:1 zu ungunsten der Jungen) und bei dissozialem Verhalten (Verhältnis 6:1 bis 9:1). Zahlreiche Studien zeigen einen deutlich höheren Anteil von Jungen, die durch aggressives Verhalten auffallen. Ungefähr 9% der Jungen leiden im Vergleich zu 2% der Mädchen unter 18 Jahren an einer Störung des Sozialverhaltens. Jungen sind unter den Kindern mit Artikulationsstörungen (mit 87%) weit überrepräsentiert. Sie entwickeln auch in weitaus größerem Maße rezeptive und expressive Sprachstörungen (Relation ca. 70% zu 30%) als Mädchen. Zwei Drittel der motorisch gestörten Kinder sind Jungen. Umgekehrt konnte festgestellt werden, daß nach der Pubertät emotionale Störungen (z.B.

Eßstörungen, Angstzustände, Suicidversuche und Depressionen) bei Mädchen deutlich häufiger auftreten als bei Jungen.

Der derzeitige Forschungsstand belegt inzwischen nachdrücklich, daß Jungen auch ein wesentlich höheres Risiko haben, Lese-Rechtschreibschwierigkeiten zu entwickeln als Mädchen. SCHYDLO(1993) berichtet, daß in einer Stichprobe von 100 Kindern der Altersstufe 7 bis 12 Jahre, bei denen eine Lese-Rechtschreibschwäche festgestellt wurde, 83% Jungen und 17% Mädchen waren. Das Verhältnis von 3:1 bzw. 4:1 zu Ungunsten der Jungen findet sich auch in anderen Untersuchungen (RICHTER UND BRÜGELMANN, 1994). Der höhere Anteil von Jungen mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten führte zu der Annahme, daß Mädchen den Jungen im schriftsprachlichen Bereich generell überlegen sind. In Studien an unselektierten Stichproben ließen sich aber häufig keine Geschlechtsunterschiede nachweisen. Die Uneinheitlichkeit der Befunde erfordert eine differenzierte Betrachtungsweise. Zum einen soll dargestellt werden, ob es in den Vorläufermerkmalen des Schriftspracherwerbs Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen gibt und zu anderen, ob sich Geschlechtsunterschiede auch in den Lese- und Schreibleistungen der Kinder zeigen.

4.3.4. Geschlechtsunterschiede in den Vorläufermerkmalen der Schriftsprache

Der Entwicklungsunterschied der Kinder zum Zeitpunkt der Einschulung ist beträchtlich. BRÜGELMANN (1989) berichtet von Entwicklungsunterschieden in schriftsprachlichen Vorläufermerkmalen von bis zu zwei Jahren. Auch RICHTER UND BRÜGELMANN (1994), MANNHAUPT (1994 b) finden eine große Streubreite diverser Lernvoraussetzung bei Schuleintritt. Es gibt Kinder, die bei Schuleintritt bereits lesen können (Frühleser) und solche, die in ihren Entdeckungen auf dem Weg zur Schrift noch wenig vorangeschritten sind. Frühleser sind von der Möglichkeit, etwas schriftlich mitteilen zu können oder lesen zu können so fasziniert, daß sie sich das Lesen- und Schreibenlernen noch vor Eintritt in die Schule selbst beibringen, wobei Eltern und ältere Geschwister eine wichtige Unterstützung sind. Frühleser können kleine unbekannte und altersgemäße Texte oder Wörter selbstständig in Sprache umsetzen und den Inhalt erfassen. Sie sind in der Entwicklung der alphabetischen Strategie ihren Alterskameraden oft weit voraus. Diejenigen Kinder, die ausschließlich Wortbilder erfassen (logographisches Lesen) gelten nicht als Frühleser. RICHTER UND BRÜGELMANN (1994) berichten von einer Frühleserquoten zwischen 2 und 5 Prozent. Es finden sich prozentual mehr Mädchen unter den Frühlesern als Jungen, wobei über eine Relation von 5:4 berichtet wird. SCHNEIDER (1994 c) dokumentiert, daß in der Münchener Längsschnittstudie ca. 1/3 mehr Mädchen als Jungen schon zu Schulbeginn lesen konnten. Frühlesende Kinder gehören nach der Einschätzung von Lehrern auch im ersten und zweiten Schuljahr in Sprache und Rechtschreiben zum oberen Leistungsdrittel.

Differentielle Geschlechtsunterschiede bei schriftnahen und schriftsprachlichen Vorläufermerkmalen aus der Münchner LOGIC - Studie berichten SCHNEIDER (1994 c): die Datenauswertung ergaben für die meisten Subtests des Screeningsverfahren (Nachsprechen von Wörtern, Reimfähigkeit, Verbinden von Lauten, Silbensegmentation, Laut -zu- Wort- Vergleich) keine bedeutsamen Geschlechtsunterschiede. Dagegen zeigte sich eine Überlegenheit der Mädchen beim phonologischen Recodieren im lexikalischen Gedächtnis. Im Hinblick auf Buchstabenkenntnisse ließen sich keine Geschlechtsunterschiede feststellen, ebenso wenig auf Intelligenz.

MANNHAUPT (1994 b) berichtet dagegen von Unterschieden in den Vorläuferfertigkeiten zwischen Jungen und Mädchen vor der Einschulung.

Mehr Jungen beginnen nach seiner Datenanalyse mit Rückständen in den für den Schriftspracherwerb relevanten Vorläufermerkmalen. Leichte Vorteile der Mädchen zeigten sich beim Recodieren im lexikalischen Gedächtnis, im Arbeitsgedächtnis und Buchstabenbenennen. Beim Umgang mit Einzelphonemen bei Laut-zu-Wort-Vergleichsaufgaben fand sich ein signifikanter Vorteil der Mädchen. Der Schwerpunkt der Unterschiede liegt somit in Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen zugunsten der Mädchen. In einer wesentlichen Variablen läßt sich nach MANNHAUPT (1994 b) ein beständiger Unterschied zwischen Jungen und Mädchen feststellen: sowohl im Vorschulalter als auch am Ende der 2. Klasse sind die Mädchen schneller in der Lage, überlernte Gedächtnisinhalte (z. B. schnelles Benennen von Farben unfarbig dargestellter Objekte) abzurufen. Dagegen zeigten sich in der Trainingsstudie bei KÜSPERT (1998) keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Vortest, weder in Bezug auf die phonologische Bewußtheit, noch im Hinblick auf Arbeitsgedächtnis, dem Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon, frühe Schriftsprachfertigkeiten oder Intelligenz. Es ließen sich auch keine größeren Zugewinne in den metaphonologischen Fertigkeiten nach dem Training bei Mädchen feststellen. Jungen und Mädchen der Experimentalgruppe profitierten gleichermaßen vom Training.

4.3.5. Geschlechtsunterschiede bei Lese- und Rechtschreibleistungen

Angaben über Geschlechtsunterschiede im Rechtschreiben finden sich in den Eichstichproben nahezu aller deutscher Rechtschreibtests, wobei sich eine leichte Überlegenheit der Mädchen zeigt. Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in ihren Lese- und Schreibfähigkeiten sind nach den bereits zitierten Untersuchungen bei RICHTER UND BRÜGELMANN (1994) deutlich, doch überlappen sich die Lese-Rechtschreibleistungen von Jungen und Mädchen beträchtlich. Nicht alle Jungen haben größere Schwierigkeiten als Mädchen, sondern nur mehr Jungen als Mädchen. In den Lese-Rechtschreibleistungen finden sich mehr Mädchen in der leistungsstärksten Gruppe und mehr Jungen in der leistungsschwächeren Gruppe und zwar über die Schuljahre 1 bis 9 (MANNHAUPT, 1994 b; SCHNEIDER 1994 c; RICHTER 1994). Die Mittelwertsunterschiede in den Lese- und Rechtschreibleistungen zwischen Jungen und Mädchen sind deshalb vor allem auf unterschiedliche Häufigkeiten in den unteren Leistungsgruppen zurückzuführen, wo Jungen deutlich überrepräsentiert sind.

Die leistungsstarken Rechtschreiber sind den anderen Kindern im Durchschnitt bei allen Folgemessungen (vom 1. bis zum 4. Schuljahr) überlegen. Dies gilt sowohl für Jungen als auch für Mädchen. Dagegen kann die Gruppe der leistungsschwächsten ihren Leistungsrückstand kaum aufholen. SCHNEIDER (1994 c) berichtet, daß mit fortdauerndem Schulbesuch ab der 2. Klasse die Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen eher zu- als abnehmen. Er fand eine hohe Retestkorrelation zwischen den Rechtschreibleistungen der 2. bis 4. Klasse unabhängig vom Geschlecht. Dies bedeutet, daß bereits Ende der 2. Grundschulklasse eine stabile Leistungsreihe der Kinder sich im Hinblick auf ihre Rechtschreibleistungen gebildet hat, die sich im Laufe der weiteren Grundschulzeit nur wenig verändert. Daraus folgt, daß die Mehrzahl der Kinder, die Ende des 2. Grundschuljahres zu der Gruppe der schlechten Leser und Rechtschreiber gehören, auch im weiteren Verlauf ihres Grundschulbesuchs sich kaum vom Leistungsende wegbewegen. Diese Kinder erleben sich im Vergleich zu ihrer Bezugsgruppe meist als diejenigen, die die erforderlichen Leistungen viel schlechter erbringen als ihre Alterskameraden. Was dies für die Entwicklung ihres Selbstwertgefühls und ihrer Einstellung zu Schule und Unterricht bedeutet, ist naheliegend. Die Zusammenhänge zwischen früher schriftsprachlicher Kompetenz und späteren Lese-Rechtschreibleistungen

sind - aus pädagogischer Sicht - schon beängstigend hoch. MAY (1994) berichtet, daß Jungen und Mädchen während des ersten Schuljahres sich nicht signifikant in den Rechtschreibleistungen unterscheiden. Ab der 2. Klasse zeigen Mädchen i Durchschnitt durchgängig bessere schriftsprachliche Leistungen. Am Ende der 9.Klasse sind die Unterschiede am größten. In der Trainingsstudie von KÜSPERT (1998) ließen sich dagegen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Lese-Rechtschreibleistungen Ende der 2. Klasse belegen.

4.3.6. Zusammenfassung:

Die vorgestellten Längsschnittstudien stellen in beeindruckender Weise dar, daß die im Vorschulalter erhobenen Variablen der phonologischen Bewußtheit bedeutsame Prädiktoren und Vorläufermerkmale für die Lese- und Rechtschreibleistungen von Grundschulern sind und als kausale Faktoren für den Erwerb des Lesens und Rechtschreibens betrachtet werden können. Die Forschungsergebnisse belegen, daß die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinn sich vor der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinn entwickelt. Die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinn begünstigt die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, die für die Erfassung des alphabetischen Prinzips erforderlich sind. Die phonologische Bewußtheit im engeren Sinn stellt eine spätere Stufe in der kontinuierlichen Entwicklung metalinguistischer Fähigkeiten dar und entfaltet sich in Wechselwirkung zum Schriftspracherwerb. Eine Bewußtheit für Phoneme haben eine Reihe von Kindern bereits vor Schuleintritt entwickelt, wobei insbesondere die lautliche Analyse von Vokalen den Kindern besser gelingt, weil diese in der Regel in der Lautsprache deutlicher wahrgenommen werden können. Die Phonologische Bewußtheit weist einen höheren Zusammenhang zu Rechtschreibleistungen auf als zu Leseleistungen. Dies ist aber nicht weiter verwunderlich, da die Aufgaben der phonologischen Bewußtheit (insbesondere der im engeren Sinne) die Fähigkeiten erfassen, die auch bei Schuleintritt für das Rechtschreiben von erheblicher Relevanz sind (Phonemerkennung, Phonemsegmentationsfähigkeit). Für den Leseprozeß spielen sicherlich auch visuelle Verarbeitungsprozesse bzw. visuell - phonologische Integrationsprozesse, auf die später noch genauer eingegangen wird, eine wichtigere Rolle als beim Rechtschreiben.

Beeindruckend ist auch der Nachweis über die Bedeutung früher Schriftkenntnis i Vorschulalter bzw. zu Schulanfang auf die spätere Lese-Rechtschreibleistungen. Buchstabenkenntnis zu Schulanfang korreliert substanziell mit späteren Schriftsprachleistungen. In der Bielefelder Studie (JANSEN ET AL., 1998) korreliert Buchstabenkenntnis (erhoben vier Wochen vor der Einschulung) mit späterer Rechtschreibkompetenz ($r = .49$) und mit der Lesefertigkeit ($r = .38$). Dies weist auf die Bedeutung der Lernausgangslage zu Schulbeginn hin. Kenntnisunterschiede, die Kinder zu Schulbeginn aufweisen, können im Laufe des Anfangsunterrichts offensichtlich nicht einfach nivelliert werden. Frühzeitig erworbene Schriftkenntnisse scheinen den Kindern einen besseren Start zum Lesenlernen zu ermöglichen, da diese Kinder offensichtlich schon wesentliche Komponenten des alphabetischen Prinzips internalisiert haben. Auch Intelligenz erweist sich als bedeutsamer Prädiktor (LANDERL UND WIMMER, 1994). Neben der phonologischen Bewußtheit sind noch zwei weitere metalinguistische Bereiche für den Schriftspracherwerb bedeutsam:

- das phonologische Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon
- das phonetische Recodieren im Arbeitsgedächtnis.

Die vorliegenden empirischen Befunde sprechen ferner dafür, daß im wesentlichen von einer Übertragbarkeit der Entwicklungsmodelle zum Schriftspracherwerb auf deutsche Verhältnisse ausgegangen werden kann. Innerhalb des Lese- und Schreiblernprozesses in der Grundschule vollzieht sich eine Veränderung der prädiktiven Qualität der phonologischen Variablen (vergl. LANDERL UND WIMMER, 1994) im Zusammenhang mit Strategieänderungen beim Lesen- und Schreibenlernen.

Es soll hier nochmals ausdrücklich betont werden, daß phonologische Verarbeitungsprozesse zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für den Schriftspracherwerb darstellen. Die vorgestellten Befunde dürfen nicht zu der Schlußfolgerung führen, daß Lese-Rechtschreibstörungen ausschließlich als phonologische Störungen aufzufassen wären. Darauf verweist auch die lediglich moderate Varianzaufklärung der phonologischen Bewußtheit an der Lese-Rechtschreibleistung (vergl. SCHNEIDER UND NÄSLUND, 1993; KÜSPERT, 1998). Beeinträchtigungen des Schriftspracherwerbs sind vielmehr auf multifaktorielle Ursachen zurückzuführen. Die Lese- Rechtschreibentwicklung von Kindern ist auch im Hinblick auf Wechselwirkungen zu Unterrichtsmethoden und Instruktionmethoden zu sehen. Die Vorhersage von Schulleistungen kann nur dann zuverlässig werden, wenn der Einfluß der Unterrichtsqualität und das Ausmaß elterlicher Unterstützung mit berücksichtigt wird.

Im Hinblick auf die Prognose späterer Schulleistungen im Lesen und Schreiben durch phonologische Informationsverarbeitungsprozesse und der "Risikoeinschätzung" von Kindern ergibt sich das Dilemma, daß einerseits eine hohe Korrelation zum Zwecke einer guten Prognose zwar wünschenswert wäre, dies aber gleichzeitig auch bedeuten würde, daß schulischer Unterricht die Leistungsreihen der Kinder nicht zu nivellieren vermag.

Die Trainingsprogramme und die Analyse ihrer Effektivität lassen erkennen, daß Trainingsprogramme zur phonologischen Bewußtheit auch für "gefährdete" Vorschulkinder langfristig von Nutzen sein können und Möglichkeiten der Prävention von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten bereits im Kindergarten bieten, ohne dabei schulische Lerninhalte vorweg zu nehmen. Die spielerische Auseinandersetzung der Kinder mit Inhalten des Trainingsprogramms zur phonologischen Bewußtheit in Verbindung mit motorischen, rhythmischen und musikalischen Elementen kann meines Erachtens eine sinnvolle Prävention von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten darstellen. Damit könnte dem Problem der sich entwickelnden Leistungsschere zwischen voraussetzungsschwachen und -starken Kindern in der Grundschule entgegengewirkt werden. Ob und in welchem Umfang dies zu realisieren ist, bleibt angesichts der gegenwärtigen Situation an deutschen Kindergärten und ihren pädagogischen Konzepten zumindest offen.

Andererseits lassen sich diese Konzepte durchaus auch auf den Schulanfang übertragen, so daß sich auch hier Möglichkeiten der Früherkennung von "Problemkindern" und deren rechtzeitige Förderung ergeben könnten. MARX (1992) diskutiert die grundsätzlichen Probleme der Früherkennung und Frühförderung, wobei er insbesondere auf die Problematik von Fehlklassifikationen und das "Austausch-Erhaltungsprinzip der Grundrate" hinweist. Kritisch bleibt anzumerken, daß die bisherigen Trainingstudien alle auf die Aneignung basaler phonologischer Fertigkeiten abzielen. Auf die Bedeutung psycho - emotionaler Aspekte von Lernprozessen wird zwar immer wieder verwiesen (BETZ UND BREUNINGER, 1993) allerdings kaum in den Trainingsstudien darauf Bezug genommen. An dieser Stelle soll auch die Problematik korrelativer Längsschnitt- oder Trainingsstudien

thematisiert werden. Die prädiktiven Längsschnittstudien sind dadurch charakterisiert, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Vortest und nach einer gewissen Zeit ein Nachtest erhoben wird. Was zwischen diesen beiden Erhebungszeitpunkten passiert, interessiert in der Regel die Forscher eigentlich nur am Rande. Die oben beschriebenen Befunde über die Entwicklung der im Vorschulalter identifizierten "Risikokinder" (mit geringen phonologischen Kenntnissen) als "Problemkinder" (in ihren Lese- und Rechtschreibleistungen) weisen meines Erachtens auf die Notwendigkeit hin, in viel stärkerem Maße Entwicklungsverläufe genauer zu untersuchen: Welche Faktoren wirken sich protektiv auf den Entwicklungsverlauf der "Risikokinder" aus, welche negativ?

Es ist davon auszugehen, daß eine Reihe anderer Variablen wie emotionale und motivationale Persönlichkeitsmerkmale, Aufmerksamkeitsverhalten, familiäre Unterstützung, Lehr- und Instruktionmethoden einen wesentlichen Einfluß auf Prozeßverläufe der Lese-Schreibentwicklung haben. Darauf weist auch die Untersuchung von LANDERL UND WIMMER (1994) hin, bei denen nur ein Teil der Kinder mit Defiziten in Lautersetzungsaufgaben sich zu schwachen Lesern und Rechtschreibern entwickelten. Da verschiedene andere Variablen die Lese- und Schreibentwicklung beeinflussen, ist deshalb auch keine perfekte Korrelation zwischen phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen anzunehmen. Manche Kinder entwickeln die phonologische Bewußtheit im engeren Sinne erst relativ spät im Zusammenhang mit dem systematischen Schriftsprachunterricht, bei anderen geschieht dies bereits vor dem Einsetzen des formalen Unterrichts. Diese Kinder dürften weniger Probleme mit dem Lesen- und Schreibenlernen bekommen. Bei manchen Kindern ist aber trotz intensiver schulischer Bemühungen im Lese- und Schreibunterricht phonologische Bewußtheit im engeren Sinne nur schwer vermittelbar. Die Unterschiede zwischen den Kindern, die trotz anfangs mangelnder phonologischer Bewußtheit sich zu normalen Lesern/Schreibern entwickeln zu den Kindern, denen die Einsicht in phonologische Bewußtheit nur sehr schwer gelingt, sind bei Schuleintritt nur schwer erkennbar.

Die Befunde zu geschlechtsspezifischen Unterschieden sowohl bei den Vorläuferfunktionen als auch zu den Lese-Rechtschreibleistungen sind nicht einheitlich. Insgesamt zeigen sich Tendenzen einer leichten Überlegenheit der Mädchen bei den Vorläuferfunktionen, die damit eine bessere Ausgangsbedingung für den Schriftspracherwerb aufweisen. Im Laufe der Schulzeit scheinen sich die Differenzen zwischen Jungen und Mädchen im Hinblick auf ihre Lese-Rechtschreibkompetenz eher zu verstärken. Als Ursache für geschlechtsspezifische Unterschiede in der Schriftsprachentwicklung werden soziale Einflußfaktoren, konstitutionelle, biologisch bedingte Ursachen und genetische Faktoren sowie Unterrichtsfaktoren diskutiert (vergl. RICHTER UND BRÜGELMANN 1994).

5. Sprachwahrnehmung, Sprachverarbeitung und Schriftsprache

5.1 Auditive Wahrnehmungsprozesse als Basis der Sprachwahrnehmung

Die Entwicklungsmodelle zum Schriftspracherwerb und die empirischen Befunde zur Bedeutung der phonologischen Bewußtheit für die Lese- und Rechtschreibentwicklung gehen davon aus, daß es für die Kinder wichtig ist, Einsichten in den lautlichen Aufbau der Schriftsprache zu gewinnen und dabei die Zuordnungsregeln für die Graphem - Phonem Korrespondenzen zu entdecken. Grundlegend ist dabei vor allem die Einsicht, daß Wörter unserer Sprache aus

kleinsten Einheiten, den Phonemen aufgebaut sind, denen Schriftzeichen zugeordnet werden können. Die Zuordnung von Buchstaben zu Lauten erfolgt auf der Basis von Korrespondenzregeln, die je nach Lauttreue der Sprache unterschiedlich stringent sind. Phoneme können als kleinste bedeutungsunterscheidende Merkmale unserer Sprache verstanden werden, die für die Unterschiede in der lautlichen Realisierung von Wörtern zuständig sind.

Man kann Phoneme unter zwei Aspekten betrachten: einerseits als Klanggestalt, die sich als zeitabhängiges Frequenz- und Intensitätsmuster beschreiben läßt, andererseits auch als kinästhetisches Bewegungsmuster im Artikulationsapparat, der solche Klanggestalten erzeugt. Die Phonemanalyse eines Wortes ist für Kinder vor allem dann ein Zugangsweg in der Rechtschreibung, wenn sie nicht in der Lage sind, die Schreibweise eines Wortes aus ihrem visuellen Gedächtnisspeicher abzurufen.

Phonemanalyse und -synthesestrategien haben vor allem zu Beginn des Lese-Schreiblernprozesses eine große Bedeutung, verlieren aber zunehmend an Relevanz, je besser es dem Kind gelingt, Wörter im Zugriff auf das mentale Lexikon zu lesen oder zu schreiben. Eine Untersuchung von LANDERL UND WIMMER (1994) zeigt, daß Kinder etwa ab der 2. Klasse von einer eher lautorientierten, mehr oder minder auf Einzelbuchstaben basierenden Lese- und Schreibstrategie übergehen zu einer schnelleren, direkten Worterkennung, die auf größeren Einheiten (z. B. Silben, Morpheme) basiert und somit einen direkten Zugang zum mentalen Lexikon ermöglicht. Das mentale Lexikon wird dabei als ein System visueller Gedächtnisrepräsentationen verstanden (WALTER, 1996). Die schnelle direkte Worterkennung führt beim Lesen zur Erhöhung des Lesetempos und bei der Rechtschreibung zu einem Wechsel von eher lautgetreuen Schreibungen zur orthographischen Rechtschreibung. Nach dem "zwei-Routen-Modell" von FRITH bzw. SCHEERER - NEUMANN ist anzunehmen, daß die beiden Strategien Phonemanalyse bzw. -synthese und ganzheitliches Worterkennen weiter nebeneinander bestehen und bei der Wahl bestimmter Schreibweisen Informationen aus beiden Quellen miteinander kombiniert werden. Schulanfänger stützen sich zu Beginn ihrer Lese-Schreibentwicklung in Ermangelung wortspezifischer Kenntnisse beim Lesen und Rechtschreiben auf die Synthese bzw. Analyse von Graphem - bzw. Lautstrukturen. Bei der Rechtschreibung orientieren sie sich über längere Zeit in erster Linie an der Phonemfolge des Lautstromes eines Wortes, das sie entsprechend ihrem Wissen um die Buchstaben-Laut-Verknüpfungen verschriftlichen. Die Fähigkeit, einen Lautstrom akustisch auf seine Phonemstrukturen hin analysieren zu können, stellt eine fundamentale Voraussetzung des Schriftspracherwerbs dar. Begleitet wird dieser Prozeß oft durch Subvokalisation der zu schreibenden Wörter, die den Kindern die lautliche Analyse erleichtert. Die Kinder müssen also beim Lesen- und Schreibenlernen die schwierige Aufgabe bewältigen, den Lautstrom unserer Sprache als eine Sequenz von minimalen kombinierbaren phonetischen Einheiten zu analysieren und zu synthetisieren. Dies erfordert hochkomplexe Sprachwahrnehmungs- und -verarbeitungsprozesse bzw. eine gut funktionierende auditive Wahrnehmungsverarbeitung. Auditive Wahrnehmungsstörungen führen zu Beeinträchtigungen und Störungen perzeptiver Sprachwahrnehmung und -verarbeitung. BREITENBACH (1989), KATZ (1992), URST (1986) UND LAUER (1999) haben eine Reihe auditiver Wahrnehmungsstörungen beschrieben. Dazu gehören: gestörte Schallokalisation, nicht altersgemäße Lautdiskriminationsfähigkeit, Beeinträchtigung der Figur-Grund-Wahrnehmung, verkürzte Hörgedächtnisspanne, Störung der auditiven-visuellen Integration, gestörte Lautanalyse und -synthese,

Störung der Wahrnehmungskonstanz, Störung des Lautheitsempfindens, Störung der auditiven Aufmerksamkeit, Störung bei der Wahrnehmung emotionaler Inhalte. Auditive Wahrnehmungsprozesse sind aufs engste mit der Sprachentwicklung und der Lese-Schreibentwicklung verknüpft.

Es wäre aber falsch, schriftliche Mitteilungen allein als die Darstellung von Sprache in einem anderen Medium aufzufassen. Prinzipiell lassen sich einige wesentliche Unterschiede zwischen Schrift und gesprochener Sprache herausheben (KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995). Bei der Schrift sind - zumindest bei der Druckschrift - einzelne Wörter und Buchstaben klar visuell - räumlich voneinander getrennt. Dagegen müssen Phoneme, Silben oder andere charakteristische Merkmale der Sprache (z. B. Prosodie, Rhythmus) in einem komplexen Sprachwahrnehmungsprozeß von Personen erst identifiziert werden. Dabei muß der Hörer bei der Wahrnehmung von Sprache nicht nur diskriminieren sondern auch identifizieren.

Lautsprache ist dadurch gekennzeichnet, daß sie als Strom von rasch wechselnden akustischen Reizen wahrgenommen wird, die in bestimmten Abständen von kurzen Pausen unterbrochen wird. Diese Pausen sind aber nicht unbedingt mit den Wortgrenzen identisch. Auch Phoneme gehen oft fließend ineinander über, was deren Diskrimination erschwert, während bei der Schrift visuell - räumliche Strukturen oft klar erkennbar sind. SENDLMEIER(1985), SPRENG (1994), ALTER (1996) stellen einen weiteren Unterschied zwischen Sprachwahrnehmung und Schrift heraus: Sprachwahrnehmung findet **nicht** nur auf der Einzellautebene statt, sondern an der Sprachwahrnehmung sind sowohl ganzheitlich integrierende als auch analytische, den Lautstrom zergliedernde Perzeptionsweisen beteiligt. Sendlmeier betont aber auch die Relevanz einzellautlicher Analysen bei Schriftspracherwerb.

Sprachliche Verarbeitungsprozesse sind in einem ganzheitlichen Entwicklungsplan perceptiver, motorischer, kognitiver, emotionaler und sozial-kommunikativer Funktionsbereiche einzuordnen. Der Schwerpunkt der folgenden Ausführungen befaßt sich mit dem perceptiven Funktionsbereich. Dabei lassen sich verschiedene Verarbeitungsschritte spezifizieren, die von der akustischen Wahrnehmung einer Äußerung bis zu deren Interpretation durchlaufen werden müssen. Ankommende Sprachinformationen müssen vom Hörsystem aufgenommen und soweit verarbeitet werden, daß phonetische Ketten entstehen. Diese müssen zur weiteren Verarbeitung in Teileinheiten aufgegliedert werden. Als Ergebnis dieses Aufgliederungsprozesses werden einzelne Wörter identifiziert, die vornehmlich semantische bzw. syntaktische Informationen tragen, die im inneren Lexikon abgespeichert sind. FRIEDERICI (1997) beschreibt dabei neuropsychologische Aspekte der Sprachverarbeitung.

5.2. Phonetische Klassifikation von Sprachlauten

Da Sprache aus lautlich unterscheidbaren Einheiten (den Phonemen) besteht, stellten Mitte der 50er Jahre JAKOBSEN und Mitarbeiter (vergl. SENDLMEIER 1985) die Theorie der distinktiven Merkmale (*distinctive features*) auf, in dem Phoneme als Bündel distinktiver Schallmerkmale aufgefaßt werden. Angenommen wurde, daß lautliche Einheiten als kategoriale Eigenschaften kognitiv präsent sind. Da es für jedes Phonem eine relativ genau angebbare Kombination von Hals- Zungen- und Lippenstellung gibt, wurde versucht, die Merkmale von Lauten in phonetische Klassen einzuteilen, die die Grundlage der Systematik des Internationalen Phonetischen Alphabets (IPA) (vergl. POMPI - MARSHALL, 1995; MILLER 1993)

darstellt. Das IPA beruht auf der Theorie der *distinctive features* und ist als Symbolsystem angelegt, mit dem alle Laute der Sprachen der Welt dargestellt werden können. Sie bestimmen die Segmente, in die man den Sprachfluß aufteilt, als ob Sprachlaute so unabhängig und eigenständig wären wie die Buchstaben eines niedergeschriebenen Alphabets. Die erste Unterscheidung im IPA wird zwischen Konsonanten und Vokalen getroffen. Die Vokale werden durch die Zungenstellungen (hoch/tief und vorn/hinten) und durch die Rundung der Lippen (ungerundet/gerundet) gekennzeichnet. Bei der Produktion von Vokalen schwingen die Stimmlippen, der Luftstrom kann ungehindert ausströmen. Vokale entstehen, wenn der Stimmtrakt relativ weit geöffnet ist. Konsonanten dagegen bilden sich durch ein Zusammenziehen oder Schließen des Stimmtraktes. Sie werden vor allem durch ihre Stimmhaftigkeit (stimmhaft - stimmlos) sowie den Ort ihrer Bildung d. h. von bilabial (ganz vorn in den Lippen) bis glottal (ganz hinten in der Kehle), und die Art ihrer Artikulation (plosiv, nasal, frikativ) gekennzeichnet. Stimmlose Konsonanten (f, s, p, t, k) entstehen bei nichtschwingenden Stimmlippen durch Verengung im Ansatzrohr. Bei stimmhaften Konsonanten (l, m, n, r) addieren sich diese Mechanismen zu der Stimmlippenschwingung. Plosive werden mit vollem Verschuß von Mund- und Nasenraum gebildet. In ihrer Artikulation lassen sich 3 Phasen unterscheiden: die Verschußbildung (Implosion), die Verschußhaltung (Okklusion) und die plötzliche Verschußsprengung (Explosion/Burst) (vergl. BIESALSKI UND FRANK, 1994).

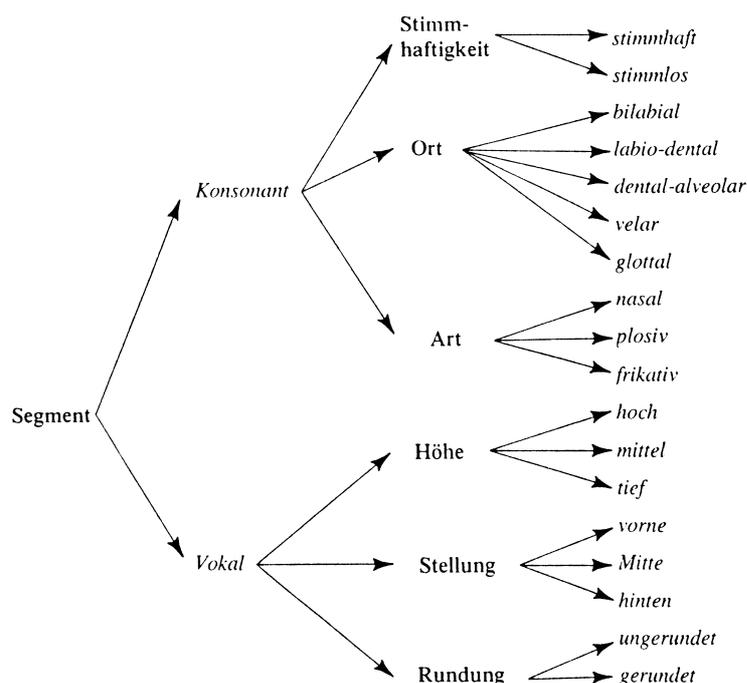


Abb.3: Merkmale, die im IPA zur Klassifikation von Sprachlauten herangezogen werden (aus: Miller, 1993, S. 77)

So kann das Phonem /b/ in "Bäume" charakterisiert werden durch die distinktiven Merkmale: labial (an den Lippen gebildet), stimmhaft und plosiv (durch plötzliche Öffnung erzeugt). Jedes Phonem ist so durch eine einzigartige Kombination phonetischer Merkmale gekennzeichnet. Das IPA kann aber noch nicht als zufriedenstellendes Klassifikationssystem bewertet werden, da es nicht vorsieht, wie Laute zu klassifizieren sind, die an mehreren Stellen gleichzeitig gebildet werden.

Im deutschen Sprachraum unterscheidet man etwa 120 bis 150 Sprachlaute (Phone) die in rund 40 Lautklassen (Phoneme) eingeteilt sind (GRISSEMANN 1996). Die Beziehung zwischen Phonemen und Graphemen sind aber nicht symmetrisch. So wie es mehrdeutige Grapheme gibt, gibt es umgekehrt auch mehrdeutige Phoneme, also Phoneme mit verschiedener Graphemzuordnung zum gleichen Lautwert. Die deutsche Rechtschreibung folgt dem Prinzip, den Phonembestand der Sprache wenigstens annähernd wiederzugeben. Durch das morphematische Prinzip ist aber die lautgetreue Schreibung kein durchgängiges Prinzip der deutschen Schriftsprache.

Die Annahme der distinctive feature Theorie, daß Phoneme reale, zeitlich abgesetzte Artikulationseinheiten sind, läßt sich nicht ohne Einschränkungen aufrecht erhalten (SPRENG, 1994). Beim Sprechen entsteht ein artikulatorisches Kontinuum, bei dem Sprachlaute so ineinander verzahnt sind, daß man nicht genau sagen kann, wo ein Laut beginnt und ein anderer aufhört. Beim fortlaufenden Sprechen wie auch beim inneren Sprechen (Subvokalisation) greifen immer vorbereitende und ausklingende sprechmotorische Bewegung ineinander. Die für die Bildung eines bestimmten Lautes typische Stellung der Sprechorgane entwickelt sich kontinuierlich aus der Stellung, die für die Erzeugung des vorangegangenen Lautes notwendig war und geht schließlich im Ausklingen über in die Vorbereitungsphase des folgenden Lautes. Dadurch kommt es bei der Realisierung eines Phonems zu einer artikulatorischen Beeinflussung durch die Realisierung eines vorangehenden oder nachfolgenden Phonems (Koartikulation). Ein Phone wird deshalb je nach lautlicher Nachbarschaft durch unterschiedliche Laute realisiert (WENDLER ET AL., 1996). Beim Übergang von einem Phonem zum anderen läßt sich deshalb in Sonogrammen oft keine Grenze nachweisen (BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER, 1993; KEGEL, 1996). Nach SPRENG (1985), KEGEL (1991, 1996) und BIESALSKI UND FRANK (1994) sind Segmente, die der Dauer eines Phonems entsprechen, als zeitlich deutlich abgesetzte Segmente im Sprachfluß nicht durchgängig zu finden. Phoneme haben oft keine klaren zeitlichen Grenzen, um als eindeutig unterscheidbare Basiselemente für die Perzeption herangezogen werden zu können. "Die Unmöglichkeit, akzeptable kleine Segmente im Sprachfluß zu finden als auch fehlende Invarianz sind Gründe dafür, das akustische Eingangssignal als kontinuierlich zu betrachten" (SPRENG 1984, S. 2). Implizites Wissen über Regeln und Prinzipien der Lautsprache (phonologische Bewußtheit) befähigen den Hörer/Sprecher aber dennoch, den Lautstrom als eine Folge von diskreten Einheiten (Phoneme) zu verarbeiten.

Auch Wörter werden im Sprachfluß selten durch deutliche Pausen voneinander abgegrenzt, sondern oft miteinander verschliffen. Die Tatsache, daß Sprachwahrnehmung nicht ausschließlich auf Einheiten wie z.B. den Phonemen beruht, wir aber gleichzeitig feststellen, daß Kinder in einem bestimmten Alter Phoneme benennen können, wirft die Frage nach den Umständen, Voraussetzungen und Bedingungen auf, die erforderlich sind, um über die lautlichen Einheiten bewußt verfügen zu können.

5.3. Zentrale Hörverarbeitungsmechanismen

Trotz der Schwierigkeit, Phoneme als zeitlich deutlich abgrenzbare Einheiten zu beschreiben, zeigen die Entwicklungsmodelle zum Schriftspracherwerb und die empirischen Befunde zur Relevanz der Phonologischen Bewußtheit, daß die Rechtschreibentwicklung von Kindern entscheidend von deren Fähigkeiten abhängt, den Lautstrom eines Wortes zu analysieren und Phoneme als kleinste linguistische Einheiten in ihrer zeitlich sequentiellen Abfolge wahrzunehmen. Eine der

Kardinalfragen ist nun, welche akustischen Eigenschaften von Sprachlauten die Kinder bei der Perzeption von Lautsprache verarbeiten und wovon die Spracherkennungsleistung für Sprachsignale abhängt. Welche Schwierigkeiten haben Kinder, denen die Lautanalyse nicht gelingt und weswegen können sie relevante phonetische Merkmale, die für die Lautanalyse von Bedeutung sind, nicht oder nur verzögert entwickeln?

Nach SPRENG (1997) sind die Mechanismen der Wahrnehmung und sprachlicher Segmentierung noch nicht bis ins letzte geklärt. Sprachwahrnehmung wird nach GÜNTHER (1994, S. 353) "als Prozeß der Informationsgewinnung aus akustischen und/oder visuell gegebenen sprachlichen Informationen gedeutet, wobei dieser Vorgang vom Auffassen sprachlicher Signale bis zu seiner Diskriminierung und Identifikation führt und somit das Sprachverstehen einleitet". Der Prozeß der Sprachwahrnehmung beginnt mit dem Hörempfinden und schließt mit dem Hörverstehen ab. Er beinhaltet die Analyse phonologischer, semantischer und syntaktischer Strukturen sprachlicher Äußerungen (vergl. FRIEDERICI, 1987). Im folgenden soll auf die Analyse phonologischer Strukturen näher eingegangen werden.

5.3.1. Das auditive System als komplexes Zeitanalysesystem

Der Hörvorgang beginnt mit der Aufnahme eines Schallereignisses. Der Schall wird durch die Ohrmuschel gesammelt, passiert den äußeren Gehörgang und versetzt das Trommelfell und die Gehörknöchelchen in Schwingungen. In der Ohrschnecke (cochlea) erfolgt die Umwandlung des Schallereignisses in zentralnervöse elektrische Impulse. Dabei werden beispielsweise Lautstärke und spektrale Eigenschaften des Schalls kodiert. Über den Hörnerv werden die neuronalen Erregungsmuster über die zentrale Hörbahn durch das Stammhirn und über das geniculatum mediale des Thalamus bis zur primären und sekundären kortikalen Projektionsrinde in das Wernicke'sche Sprachzentrum und letztlich in die Assoziationsrinde geleitet (vergl. SENDLMEIER 1985, ESSER UND WURM-DINSE, 1997; LAUER, 1999). Die zentrale Hörbahn besteht aus Nervenfasern, die die Verbindung zu den Kernen herstellen und eine Fortleitung der Erregung zur Hirnrinde ermöglichen. In den Kernen wird bereits der Hörreiz aufgearbeitet, der dann kortikal in der Hörrinde weiterverarbeitet wird.

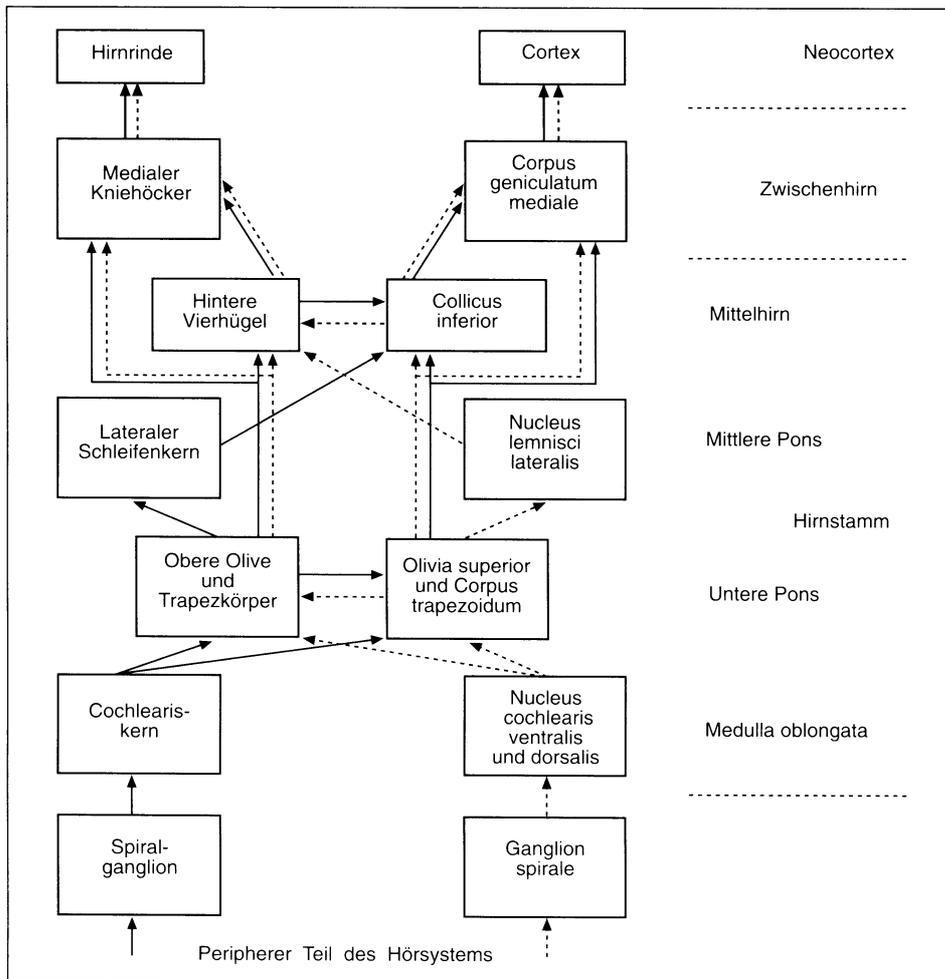


Abb.4: Vereinfachtes Schema der zentralen Hörbahn (In: LAUER, 1999, S.5)

Eine gute zeitliche Verarbeitungskapazität des Gehirns ist für die Spracherkennung eine wesentliche Grundvoraussetzung. Es muß in der Lage sein, kleine Tonhöhenunterschiede bzw. Frequenzunterschiede aufzulösen. Gehörte oder gesprochene Sprache besteht aus akustischer Energie, die einen Frequenzbereich von ca. 50 bis 8000 Hz umfaßt. Für die Raumorientierung ist das Richtungshören entscheidend. Die Richtung einer Schallwelle wird durch eine Vergleichsmessung der zeitlichen Differenz zwischen der Ankunft des Schalls am näher zur Schallquelle gelegenen Ohr und im weiter gelegenen Ohr bestimmt. Dabei können noch extrem kleine Zeitdifferenzen - bis zu 0,03 ms - vom Gehör aufgelöst werden.

Auch Sprachverarbeitung verlangt die Analyse schneller zeitlicher Vorgänge. Akustische Reize und Sprechpausen von 30 bis 80 ms Dauer müssen relativ genau erfaßt werden. Bei einem Vokal-Konsonant-Vokal-Stimulus (z. B. der Silbe /aka/) ist die Länge des Konsonanten /k/ mit Pause und Burst ca. 170 ms lang. Dabei ist die dem Konsonantenburst vorausgehende Pause besonders wichtig zur Erkennung des Phonems /k/ (KEGEL UND TRAMITZ, 1991).

Betrachten wir aber den Prozeß der Sprachproduktion und -verarbeitung noch etwas detaillierter. Bei der sprachlichen Produktion gebrauchen wir hauptsächlich vokale Klänge und Mundgeräusche für sprachbildende akustische Kennzeichen, die verschiedene segmentale (Phoneme) und suprasegmentale Sprachsignale (z. B. melodische und rhythmische Akzente) erkennen lassen (WENDLER et al., 1996).

Suprasegmentale Signale sind leichter zu decodieren. Sie liegen in tieferem Hörbereich (etwa zwischen 50 und 1000 Hz). Die segmentalen Signale (insbesondere die Vokale) liegen vorwiegend im mittleren und höheren Hörbereich (von 500 bis 2000 Hz und von 2000 bis ca. 8000 Hz).

In der deutschen Sprache enthält jede Silbe einen Vokal, so daß sich Vokale und Konsonanten im Sprachfluß regelmäßig abwechseln. Die akustische Energie einer Silbe (z. B. /da/) liegt in ihrem Vokal. Silben haben eine ziemlich konstante Dauer von etwa 0,2 bis 0,25 Sekunden (BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER, 1992). Bei der Artikulation von Silben liegt die bedeutendste Lautquelle im Kehlkopf, wo die Stimmlippen (Stimmbänder) zum Schwingen gebracht werden und als schnelle Serie von Luftstößen (Kehlkopftöne) in den Vokaltrakt gelangen. Der Kehlkopftöne setzt sich aus einer Schwingungs-Grundfrequenz und einer Reihe von Obertönen zusammen, deren Frequenzen Vielfache der Grundfrequenz sind. Mundhöhle, Nasen- und Rachenraum wirken dabei als Formanten, die Schwingungsfrequenzen verstärken oder andere abschwächen, je nach Position und Stellung der Zunge, des Kiefers und der Lippen. So entstehen durch resonatorische Überformungen der verschiedenen akustischen Kennzeichen die Vokale. Weil die Resonanzfrequenzen des Vokaltraktes für das Erkennen von Vokalen so bedeutsam sind, bezeichnet man sie als **Formanten**. Formanten enthalten alle klangtypischen Energieverteilungen im Lautspektrum, wobei auch Einschwingvorgänge und Übergangserscheinungen (Transitions) von großer Bedeutung für die Identifikation von Sprachlauten sind. Die charakteristische Qualität eines bestimmten Vokals wird durch die Frequenzen und Intensität seiner spezifischen Formanten bestimmt, wobei den beiden untersten Formanten (F₁ und F₂) und ihrer Beziehung zueinander für die Lautidentifikation entscheidende Bedeutung zukommt (vergl. BIESALSKI UND FRANK, 1994).

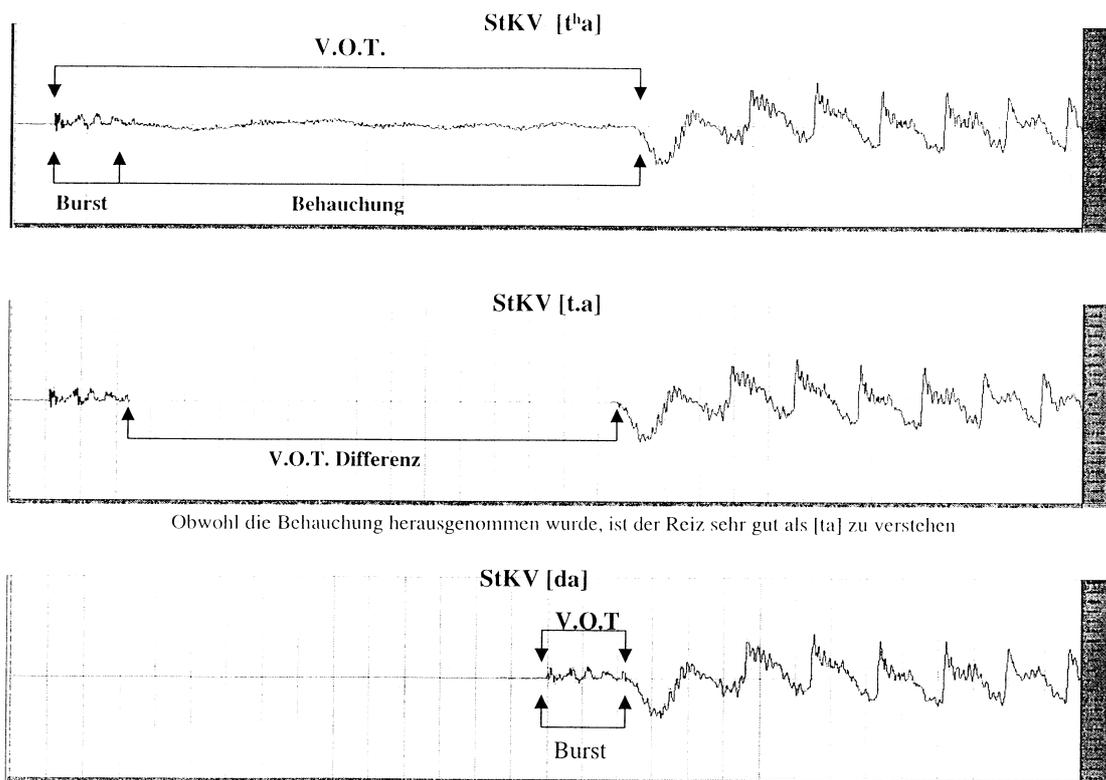
Die Sprechbewegungen eines Sprechers produzieren sehr schnelle Frequenzveränderungen innerhalb der flüssig gesprochenen Sprache, die als **"formant transition"** (TALLAL ET AL. 1993, 1997) beschrieben werden. Auch Konsonanten sind durch typische Formanten und Formantenübergänge charakterisiert. Stimmhafte Konsonanten ergeben sich aus einer Mischung von periodischen und aperiodischen Schwingungen, während stimmlose Konsonanten keine Grundfrequenz mit Obertönen enthalten, sondern ein aperiodisches und unregelmäßiges Wellenbild ergeben (BIESALSKI UND FRANK, 1994).

Frequenzen zwischen 250 und 4000 Hz sind als spektrale Eigenschaften eines Phonems besonders relevant, denn in diesem Frequenzband treten die charakteristischen Formanten der Vokale und stimmhaften Konsonanten auf, die eine Differenzierung der Sprachlaute erst ermöglichen. Stimmlose Konsonanten bzw. Plosive haben ihre charakteristischen Frequenzanteile zum Teil weit über 6000 Hz (WENDLER ET AL., 1996). Hochtongestörte Kinder haben deshalb bei der Erkennung unterschiedlicher Plosivlaute oft besondere Schwierigkeiten (vergl. HESS, 1992). Die Diskrimination wesentlicher Konsonant-Vokal- und Vokal-Konsonantübergänge ist somit von einer zeitlichen Analyse hoher Frequenzbereiche und Rauschspektren abhängig.

5.3.2. Die Voice Onset Time (VOT) als bedeutungsunterscheidendes Merkmal

Viele Silben, die im Deutschen einen minimalen Lautunterschied aufweisen, lassen sich nur anhand eines stimmhaften (z. B. /b/, /d/, /g/) oder stimmlosen (z. B. /p/, /t/, /k/) Lautes unterscheiden. Für die Erkennung des konsonantischen Merkmals

stimmhaft/stimmlos werden Eigenschaften der Formanttransition von den Hörern benutzt (SENDLMEIER, 1989). Ein wichtiges Charakteristikum bei der stimmhaft/stimmlos Unterscheidung ist die **Voice Onset Time (VOT)**. Nach EIMAS UND CORBI (1973) ist die "Voice Onset Time"(VOT) die Zeit, die zwischen dem Plosivgeräusch und dem Beginn der Stimmlippenschwingung vergeht d.h. die Dauer des Intervalls zwischen dem Beginn der Verschlußlösung und dem Einsatz der periodischen Schwingungen des folgenden Vokals (vergl. SENDLMEIER,1985; HESS UND SENDLMEIER,1992; SENDLMEIER,1989; V. STEINBÜCHEL ET AL.,1996). Bei der Silbe /pa/ beispielsweise ist die VOT gegenüber der Silbe /ba/ um einige zehntel - Millisekunden größer. Wenn der Voice Onset dem Auslösen des Verschlusses eines Verschlußkonsonanten vorangeht oder mit diesem zeitgleich erfolgt, hören deutsche Kinder ein stimmhaftes /b/. Ist der Voice Onset der Auslösung um mehr als 20 ms verlängert, wird der Konsonant stimmlos gehört, d. h. es tritt ein Wechsel in der Wahrnehmung des Lautes von /b/ zu /p/ ein (MILLER, 1993). Wesentlich für die Unterscheidung der Silben /ba/ und /pa / beispielsweise ist die VOT zwischen 20 und 30 ms, für die Unterscheidung der Silben /da/ und /ta/ die Zeitdauer zwischen 30 und 40 ms (HESS UND SENDLMEIER, 1992; GOLDSTEIN, 1997). Das stimmhafte /d/ bewirkt bei der Silbe /da/ eine kurze VOT, das stimmlose /t/ bei /ta/ eine lange Vokaleinsatzzeit. Gesunde Personen können das stimmhafte /d/ bei einer VOT von bis zu 30 ms, das stimmlose /t/ bei einer VOT ab etwa 50 ms zu 100 % erkennen (VON STEINBÜCHEL ET AL.1996).



Obwohl die Behauchung herausgenommen wurde, ist der Reiz sehr gut als [ta] zu verstehen

Institut für Medizinische Psychologie München (3/99)

Abb.5: VOT bei /da/ - /ta/ Stopkonsonant-Vokal Silben

Die VOT am Übergang der Wahrnehmung von /da/ zu /ta/ bezeichnet man als phonetische Grenze. In Experimenten zur kategorialen Wahrnehmung wiesen EIMAS

UND CORBI (1973) nach, daß alle Sprachsignale auf einer Seite der phonetischen Grenze als zur selben Lautkategorie gehörig wahrgenommen werden, auch wenn ihre VOT variiert. Als kategoriale Wahrnehmung versteht man das Phänomen, daß für die Wahrnehmung akustischer Sprachsignale nur eine begrenzte Anzahl von Wahrnehmungskategorien verfügbar ist (vergl. GOLDSTEIN, 1997).

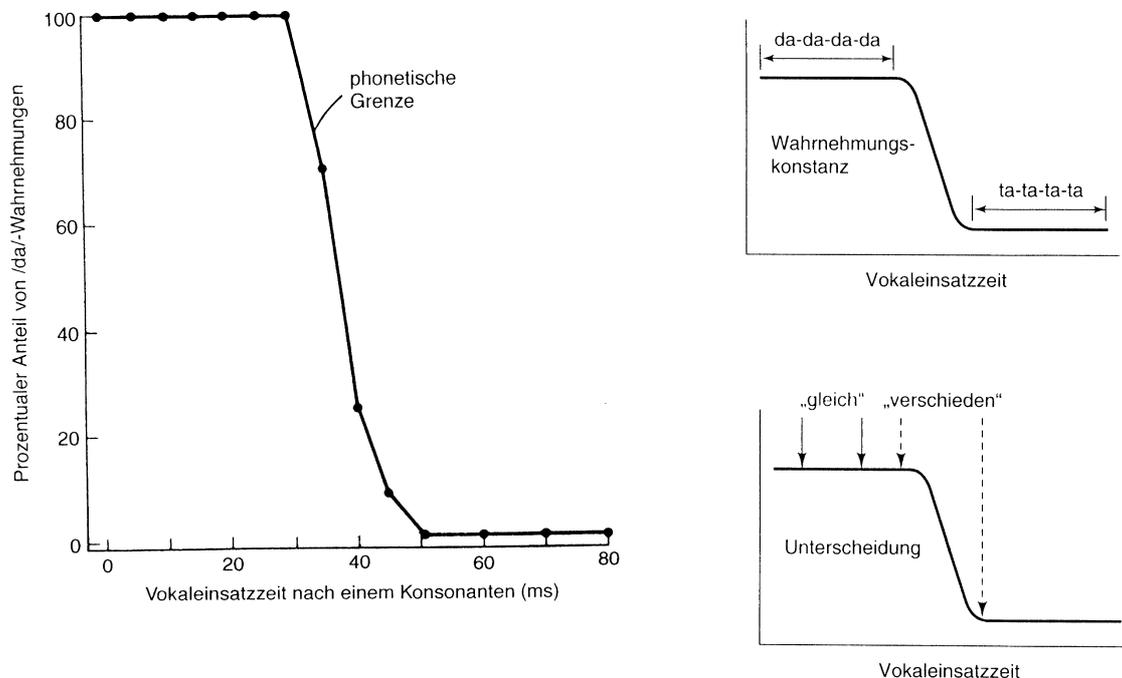


Abb.6: Phonetische Grenze und Wahrnehmungskonstanz (aus: GOLDSTEIN, 1997, S. 402 u. 403)

Die VOT stellt deshalb ein wesentliches Kriterium für die Identifikation des Konsonantenmerkmals "stimmhaft" - "stimmlos" dar. Für Sprachdiskriminationsuntersuchungen läßt sich die Dauer der VOT technisch durch eine synthetische Spracherzeugung in kleinen Zeitabständen variieren.

SENDLMEIER (1989) allerdings relativiert die Bedeutung der VOT für die Wahrnehmungsurteile des Konsonantenmerkmals "stimmhaft" - "stimmlos". In eine Experiment ging er der Frage nach, inwieweit Hörgestörte das Merkmal Stimmhaftigkeit anders verarbeiten als Normalhörer. Ausgehend von Wörtern wie "Deich", "Teich" und "Eich" wurden 12 verschiedene Stimuli mit Hilfe eines Speech Editors erzeugt, bei denen verschiedene Komponenten, die für Sprachdiskrimination von Bedeutung sind (Burst, Aspiration, VOT und Vokaleinsatz), ausgetauscht, weggelassen oder hinzugefügt wurde. Dabei zeigte sich, daß die VOT für beide Hörergruppen nur eine untergeordnete Rolle in der Erkennung des Stimmhaftigkeitsunterschiedes spielte. SENDLMEIER schlußfolgert aus seiner Untersuchung, daß in den Wahrnehmungsurteilen beider Hörergruppen das rein zeitliche Merkmal der Voice-Onset-Time nur eine untergeordnete Rolle spielt. MC GURK ET AL. (1976) berichten von Untersuchungen, wie die Sprachwahrnehmung durch das Beobachten von Lippenbewegungen beeinflusst werden konnte. In Experimenten zur audiovisuellen Sprachwahrnehmung konnten sie zeigen, daß das visuelle Beobachten der Lippenbewegungen eines Sprechers beeinflussen kann, was ein Hörer hört. Sie nahmen dazu eine Person auf Videoband auf, die wiederholt die

Laute "ga-ga" aussprach. Ihren Probanden zeigten sie dieses Band, ersetzten jedoch auf der Tonspur das "ga-ga" durch "ba-ba". Der Bildschirm zeigte also visuell das Bild einer Person, die Lippenbewegungen für "ga-ga" machte, aus den Lautsprechern kam aber akustisch die Laute "ba-ba". Die Probanden gaben an, daß sie die Laute "da-da" gehört hätten.

SPRENG (1984;1997,S. 37) stellt die komplexe phonetische Verarbeitung, die sich durch mehrere Parameter charakterisieren läßt, an einem Beispiel dar. Um z. B. die Artikulationsfolge der Silbe /ba/ zu analysieren, "muß das Gehör in der Lage sein, zunächst den Geräuschblock des Konsonanten innerhalb von 20 bis 400 ms zu erkennen und grob zu decodieren. Dabei ist dieser Geräuschblock für jeden Konsonanten unterschiedlich. Er besteht z. B. aus einem Zischgeräusch bei eine /s/, einem Plosivgeräusch bei einen /p/ oder /b/ usw. Von bestimmten, grob zu analysierenden Maximalwerten der Energie dieses kurzen Geräuschblocks gehen Frequenzmodulationen (sogenannte Transitionen bzw. Transienten) in die beiden Hauptfrequenzen, die sogenannten Formanten, der nachfolgenden Vokale über. Letztere, also die den Vokal charakterisierenden Formantfrequenzen, sind während einer mittleren Dauer von ungefähr 300 ms hinsichtlich ihrer Frequenz i Frequenzbereich 700 bis 3000 Hz zu analysieren, wobei Unterschiede zwischen 1 - 4 Oktaven vorliegen können. Vor allem nach Plosivlauten liegt noch ein geräuschfreies Intervall vor, welches eine Dauer von 30 bis 80 ms besitzt und ebenfalls durch unser Gehör relativ genau ausgemessen werden muß, um eine richtige Perzeption zu gewährleisten". Für die Diskrimination von Konsonant - Vokal Silben, die sich anhand der Stimmeinsatzzeiten unterscheiden, ist eine hochfrequente zeitliche Auflösungs-fähigkeit des Gehirns erforderlich.

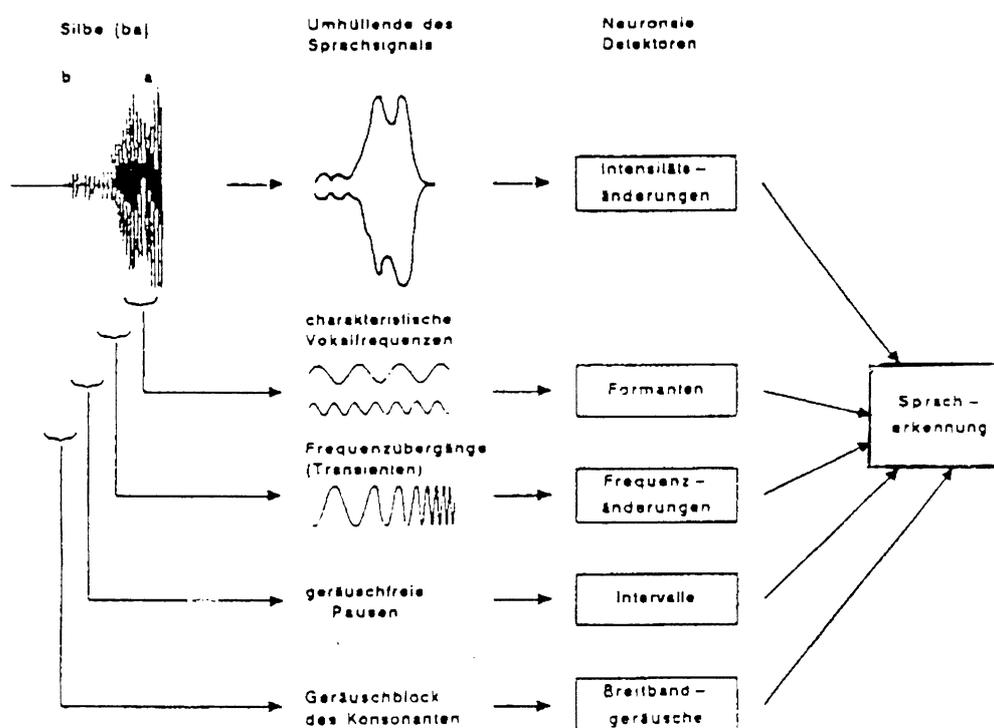


Abb.7: Bestandteile einer Konsonant- Vokal- Folge (In: SPRENG, 1997, S. 37)

Die Hörverarbeitung benutzt verschiedene Kodierungsstrategien wie Frequenz-, Periodizitäts- und Intensitätsanalysen zur Spracherkennung und -verarbeitung. Diese werden ergänzt durch größere Segmenterkenntnisprozesse, so daß Silben und Wörter in Einheiten zusammen gefaßt werden. Eine Reihe von Untersuchungen (GODFREY ET AL., 1981; ERKER UND TEES, 1987; MANIS ET AL., 1997) konnte zeigen, daß lese-rechtschreibschwache Probanden Schwierigkeiten in der Unterscheidung von Lauten hatten, die sich im wesentlichen durch die VOT unterschieden. Ferner hatten lese-rechtschreibschwache Probanden Schwierigkeiten in der Diskrimination von Lauten, die sich durch die Transition des 2. und 3. Formanten (z. B. bei den Silben /ga/ und /da/) voneinander unterschieden.

Die Befunde verweisen darauf, daß die Differenzierung und Analyse von Konsonant-Vokal-Silben und von Konsonantenhäufungen ein einwandfreies Funktionieren von zeitlichen Verarbeitungsprozessen im Zehntel-Millisekundenbereich voraussetzen.

Konsonanten und Vokale sind von Kindern unterschiedlich gut sprachlich zu analysieren. Vokale sind meist zeitlich länger akustisch perzipierbar und können gedehnt gesprochen werden. Dagegen bereitet den Kindern die Wahrnehmung von Plosiven (b-d-g-k-p-t) oft besondere Schwierigkeiten, da diese nur ca 30-70 ms akustisch hörbar sind. Die am häufigsten beeinträchtigten Laute sind die Wahrnehmungstrennschärfen /b-p/, /d-t/, /g-k/, da sie akustisch sehr ähnlich klingen und sich nur durch die Art der Artikulation voneinander unterscheiden. Auch die akustische Analyse von Konsonantenclustern zu Wortbeginn (z. B. /tr/ /gr/, /kr/) bereitet Kindern häufig besondere Probleme. Lautauslassungen betreffen alle Arten von Konsonantenverbindung zu Silbenbeginn in gleicher Weise (KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995)

Durch Koartikulation werden Einzellaute durch die Lautumgebung, in der sie stehen, modifiziert. Die unterschiedliche Artikulation beispielsweise der /k/ Plosive bei Wörtern wie "Kunde" oder "Kinder" (bedingt durch verschiedene Eigenschaften der folgenden Vokale) haben unterschiedliche Formantentransitionen zu Folge. Das Ergebnis der Koartikulation ist, daß identische Phoneme in unterschiedlichen Kontexten selten dieselbe temporale und spektrale Struktur aufweisen (GROENEN ET AL., 1994). So etwas wie phonemische Invarianz gibt es nicht. Deshalb spielt auch die Fähigkeit, taktil- kinästhetisch die Bildung der Laute eines Wortes innerlich nachzuvollziehen, eine wichtige Rolle für die Sprachperzeption. Die meist unbewußt bleibenden Muster kinästhetischer Empfindungen können als weiterer Kontrollmechanismus der Sprachwahrnehmung verstanden werden. Sie ermöglichen, daß beispielsweise Konsonantanhäufungen überhaupt als Koartikulation zweier differenter Laute wahrgenommen werden. "Die unterschiedlichen lautlichen Realisierungen eines Phonems ergeben sich so aus der Wechselwirkung und Überlagerung zwischen Artikulationsbedingungen, während gehirntern das Repertoire der Phoneme doch konstant, für jedes Phonem spezifischen motorischen Programmen entsprechen könnte"(GROENEN ET AL. , 1994, S. 108). Die Annahme eines Zusammenhangs zwischen auditiver Sprachverarbeitung und motorischen Prozessen beschreiben LIBERMAN ET AL.(1967) in ihrer "motor theory of speech perception". LIBERMAN und Mitarbeiter gehen von einer engen Verbindung zwischen den Bewegungen des Stimmtraktes und der Sprachwahrnehmung aus. Ihrer Theorie zufolge wird eine assoziative Verbindung zwischen den Stimmtraktbewegungen und der Sprachwahrnehmung von einer hypothetisch angenommenen neuronalen Struktur (Verarbeitungseinheit) für Phoneme hergestellt. Diese Verarbeitungseinheit für Phoneme dekodiert die eintreffenden akustischen Signale und ermittelt, welche phonetischen Merkmale (z.B. Artikulationsstelle und -art, stimmhaft-stimmlos) die akustischen Sprachsignale

erzeugt haben. Da jedes Phonem seine eigenen charakteristischen phonetischen Merkmale besitzt, kann die Verarbeitungseinheit, wenn sie diese Merkmale erkannt hat, das Phonem identifizieren.

5.3.3. Sprachanalyse durch Detektorsysteme?

BRAITENBERG & PULVERMÜLLER (1992) und SPRENG (1985) diskutieren das Vorhandensein von spezifischen Detektorsystemen bzw. Decodiersystemen, die für die Analyse von Zeitdifferenzen sensitiv sind. BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER nehmen an, daß beim Perzipieren phonemunterscheidender Merkmale beim Hören von Sprache kleinere Zellgruppen aktiv werden, die auf spezifisch aufsteigende oder fallende Frequenzverläufe reagieren. Den hochspezialisierten Nervenzellen wird die Detektion von Transitionen zugeschrieben, wie sie für Übergänge von Konsonanten zu Vokalen charakteristisch sind. Nach Ansicht der Autoren sind es vermutlich Zellgruppen von wenigen Neuronen (cell assemblies), die bei der Wahrnehmung eines Phonems erregt werden. Diese Zellgruppen enthalten einen sensorischen und motorischen Teil. In der frühkindlichen Sprachentwicklung (während der Lallphase) verknüpft das Kind bei der Produktion eines Phonems im Sprechapparat über Artikulationsbewegungen nahezu gleichzeitig die entsprechende Klanggestalt. So entwickelt sich ein Phonemrepertoire, das durch Assoziation von motorischen und akustischen neuronalen Erregungsmustern entsteht. Aus der Annahme von cell assemblies als funktionelle Einheit der Sprachproduktion und -verarbeitung schließen BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER, daß durch eine Schädigung der cell assemblies sowohl im motorischen als auch sensorischen Bereich Sprachproduktion wie auch Sprachverständnis beeinträchtigt wird. SPRENG (1984) diskutiert die Existenz von Dekodiersystemen für Transitionen sowie vokal- und konsonantendekodierender neuronaler Systeme. Er nimmt an, daß ein bestimmtes Element des Dekodiersystems nur dann erregt wird, wenn beispielsweise der Abstand von zwei akustischen Reizen größer als 50 ms wird. Ein anderes Element des Dekodiersystemes wird nur dann erregt, wenn beide Reize einem größeren zeitlichen Abstand von beispielsweise 120 ms aufweisen. WHITFIELD UND EVANS (1965) konnten im Cortex von Katzen nachweisen, daß Neuronengruppen nur dann feuerten, wenn sich Frequenzen kontinuierlich von oben nach unten verändern, wie es bei Formantenverläufen der Fall ist. Außerdem hat man bei verschiedenen Tierarten Neuronen gefunden, die auf Tonkombinationen und bestimmte zeitliche Abstimmungen und Frequenzen ansprechen (vergl. GOLDSTEIN, 1997). Auch MASSARO (vergl. SENDLMEIER, 1985) nimmt eine Merkmalsdecodierung (bottom up modell) für die Identifikation von Sprachlauten an. Er geht davon aus, daß die Merkmalsdetektoren auf neuronalen Verarbeitungsprozessen beruhen, die erforderlich sind, um festzustellen, ob ein bestimmtes akustisches Merkmal vorhanden ist oder nicht. Die Informationen über die akustischen Merkmale eines Sprachsignals werden nach MASSARO in einem vorperzeptionellen Speicher (preperceptual auditory storage) ca. 250 ms lang festgehalten. Wenn nun ein akustischer Reiz auftritt, bevor ein vorangegangener identifiziert worden ist, ist eine Überlagerung (Maskierung) der Erkennung des ersten Musters wahrscheinlich. MASSARO sieht seine Theorie durch Maskierungsexperimente bestätigt: die Verarbeitung eines akustischen Stimulus wird durch den Beginn eines nachfolgenden Reizes begrenzt, d. h. vorausgehende sprachliche Einheiten können durch nachfolgende in ihrer Verarbeitung gestört werden. SENDLMEIER (1985) geht von einer prototypischen Repräsentation lautsprachlicher Einheiten aus. Er beschreibt, daß im Laufe seiner Sprachentwicklung ein Hörer aus all den jeweils gehörten Vertretern einer Laut-Kategorie einen Prototypen im Sinne eines statistischen Mittels generiert. In Tierexperimenten an Katzen und Affen

konnte nachgewiesen werden, daß es schon im geniculatum mediale (eine Thalamuskern) Neuronen gibt, die eine Formantenanalyse durchführen, so daß einzelne Neuronenmodule jeweils auf einen ganz bestimmten Vokal ansprechen. Ebenso wurden Neuronen gefunden, die nur auf bestimmte Konsonanten oder solche, die nur auf Frequenzänderungen von niedrigeren zu hohen und vice versa reagieren (SENDLMEIER, 1985). Für das Decodieren von Phonemen spielen die sekundären Zonen des temporalen akustischen Kortex der linken Hemisphäre eine große Rolle (LURIA, 1995). Läsionen dieser Zonen verhindern nach LURIA die Identifizierung phonematischer Eigenschaften. Auch für die visuellen Verarbeitung konnten bereits die Existenz von neuronalen Detektorzellen nachgewiesen werden (SINGER ET AL., 1997).

SPRENG (1994, 1998) nimmt an, daß das Gehör bei der Spracherkennung als hochparalleles System arbeitet. Schon zu Beginn eines Wortes wird im Sinne einer Parallelverarbeitung eine große Liste möglicher Bedeutungskandidaten eröffnet, die alle mit einer ähnlichen akustischen Folge beginnen. Dabei werden nach SPRENG die Strukturen der Vokale schneller analysiert. Die Vokalidentifikation ist für Maskierungseffekte auch weniger anfällig als Konsonantenidentifikation. Durch weiter einlaufende akustische Informationen fallen mit zunehmender Dauer des akustischen Signals mehr und mehr Wortkandidaten aus der eigentlichen Verarbeitung heraus, bis schließlich ein einziger Kandidat übrig bleibt.

Das auditorische System ist ein komplexes Zeitanalysesystem. Störungen zeitlicher Verarbeitungsmechanismen können dazu führen, daß in einem gesprochenen Wort die sequentielle Lautfolge, die sich als rasch aufeinanderfolgende Änderung im Sprachschall realisiert, schlechter wahrgenommen und analysiert werden kann.

Durch die verzögerte Perzeption sind diese Kinder auch anfälliger für die Maskierung von kurzen Sprachlauten, besonders durch unmittelbar nachfolgende akustische Reize. Es ist anzunehmen, daß zeitliche Verarbeitungsdefizite letztlich bei Kindern auch zu Beeinträchtigungen in der Entwicklung der phonologischen Bewußtheit führen kann, wobei insbesondere die phonologische Bewußtheit i engeren Sinne davon betroffen ist, da Zeitverarbeitungsprozesse im Zehntel-Millisekundenbereich für die Phonemsegmentationsfähigkeit von erheblicher Relevanz sind. Ferner ist anzunehmen, daß eine Beeinträchtigung dieser zeitlichen Verarbeitungsmechanismen auch zu Störungen im Aufbau internalisierter lautlicher Sprachrepräsentanzen führt. SPRENG (1984) weist darauf hin, daß es aber nach wie vor eine offene Frage ist, ob das Gehör kürzer segmentiert als es der Silbendauer entspricht.

5.4. Rhythmische Differenzierungsfähigkeit und Sprachwahrnehmung

Beim Sprachverstehen bzw. der Worterkennung handelt es sich um komplexe und in sich strukturierte Reize, die durch konfigurative Eigenschaften gekennzeichnet sind. Sprachwahrnehmung erfordert neben der Phonemdiskriminationsfähigkeit auch die Wahrnehmung von rhythmischen Strukturen, um prosodische Elemente der Sprachäußerung identifizieren zu können. Rhythmische Strukturen unterstützen die Sinnentnahme von gesprochener Sprache. Es ist anzunehmen, daß bei der Sprachwahrnehmung Gestaltprinzipien wirksam werden und daß auch größere sprachliche Einheiten als Phoneme bei der Sprachverarbeitung eine zentrale Rolle spielen. Aus

einem Schwall von Sprachklängen müssen Satz - oder Wortgrenzen perzipiert werden. Der sprachliche Rhythmus beruht weitgehend auf unterschiedlichen Amplituden von Vokalen und Konsonanten, den stärker und schwächer betonten Sprechsilben, außerdem auf Pausen und Betonungen innerhalb der intentionalen Sprachhandlung, dem Sprechtempo und der Satzmelodie.

BREUER UND WEUFFEN (1994) heben die besondere Bedeutung der rhythmischen Differenzierungsfähigkeit für den Schriftspracherwerb heraus. Rhythmische Differenzierungsfähigkeit stellt ihrer Meinung nach besondere Anforderungen an Analyse - und Syntheseprozesse. Hierbei handelt es sich nach BREUER um eine zentrale intellektuelle Basisleistung. "Die Fähigkeit, den Rhythmus in der Sprache als Code - Träger zu erkennen und beim Sprechen selbst wiederzugeben, ist als Indikator dafür anzusehen, ob das Kind die innere Struktur, die sprachlichen Wort- und Satzchemata und die feinen Unterschiede und Subtilitäten der Bedeutung erfassen kann" (BREUER 1998, S.37).

Rhythmische Differenzierungsfähigkeit und sprachliche Kompetenz bedingen einander. Ohne die Fähigkeit, rhythmische Modalitäten zu decodieren, ist es nach BREUER nicht möglich, den Sinn einer Aussage und semantische Aspekte zu erfassen. Rhythmische Merkmale sind für das Verständnis eines Kommunikationsinhaltes von erheblicher Bedeutung. Die Fähigkeit zur Erfassung und Realisierung rhythmischer Gliederung kann nach BREUER UND WEUFFEN als Ausdruck für das Niveau der Sprachentwicklung eines Kindes angesehen werden. Einen Klatschrhythmus nicht erfassen zu können ist unter Umständen Ausdruck dafür, daß die Identifizierung einer "Gestalt" bzw. sinnvollen Lautgestalt nicht oder nur schlecht gelingt. Nach SPRENG (1994) erfordert Sprachwahrnehmung auch die Erfassung von Gestaltmerkmalen. Rhythmische Differenzierungsfähigkeit ist für die Speicherung von Wort - und Schriftinhalten sowie von Satzchemata von Bedeutung. Die Fähigkeit, einen Rhythmus zu erfassen und wiederzugeben, wird von BREUER UND WEUFFEN als Indikator dafür angesehen, wie das Kind die formalen Muster der Sprache und die feinen Unterschiede und Subtilitäten der Bedeutungserfassung beherrscht. Darüber hinaus berührt es die Qualität im Erfassen von Raumlagemodalitäten und serialen Abfolgen. Das Nachklatschen eines Rhythmus erfordert dabei drei wichtige Strukturierungsanforderungen:

- Modalität: Sequenzerfassung
- Menge: Anzahl der Klatscher
- Ordnung: Pausen

BREUER UND WEUFFEN weisen auf Zusammenhänge zwischen rhythmischer Differenzierungsfähigkeit, Sprachgedächtnisleistung, Lese- Rechtschreibleistungen sowie auf Mathematikleistung im Anfangsunterricht hin. Ihrer Meinung nach weisen ca. 15% der Schulanfänger Schwierigkeiten in der rhythmischen Differenzierungsfähigkeit auf. Nachzuklatschende Rhythmen sind nach BREUER UND WEUFFEN (1994) ein brauchbares Screening zur Früherkennung von Sprachwahrnehmungsdefiziten. Schulanfänger können ca. 5 Klatscher in unterschiedlicher Abfolge erfassen und reproduzieren. Nach WEINERT (1996) sind Defizite in der Nutzung von rhythmisch- intonatorischen Strukturen vor allen bei sprachbehinderten Kindern zu finden.

5.5. Sprache und Lateralität

5.5.1. Das Konzept der Lateralisierung

Die Diskussion zur Bedeutung der Hemisphärenspezialisierung für die Sprachentwicklung wurde lange Zeit durch die Hypothesen von LENNEBERG (1967) bestimmt. Die Annahmen LENNEBERGS waren, daß bei Geburt des menschlichen Säuglings beide Hemisphären eine gleichwertige Bedeutung für den Spracherwerb besitzen (Equipotentialität der Hemisphären) und daß die Lateralisierung der Sprachfunktionen genetisch determiniert ist. Im Laufe der kindlichen Entwicklung findet nach LENNEBERG schrittweise eine zunehmende Sprachlateralisation statt, die bis zur Pubertät abgeschlossen ist. Er nahm an, daß bei den meisten Kindern die linke Hemisphäre eine zunehmende Bedeutung für die Sprachverarbeitung gewinnt und ein schrittweiser Abbau der Rolle der rechten Hemisphäre erfolgt. Diese Annahmen von LENNEBERG werden heute durch eine Reihe empirischer Befunde in Frage gestellt, die schon bei Neugeborenen und Föten anatomische und funktionelle Spezialisierungen für Sprache nachweisen (KINSBOURNE, 1975). KINSBOURNE fordert, das Konzept der fortschreitenden Lateralisation von Lenneberg aufzugeben. PAPOUSEK (1994) berichtet, daß bereits ab der 27. Schwangerschaftswoche eine neuroanatomische Vergrößerung des linken planum temporale nachweisbar ist. Auch nach der Geburt ist das der Sprachwahrnehmung zugeschriebene linke planum temporale (im Schläfenlappen) bei 88% der Säuglinge größer als das rechte (vergl. GADDES, 1991). Die Befunde legen nahe, daß bereits vor der Entwicklung der Sprache und des Sprechens eine Schläfenlappenasymmetrie existiert. Ob möglicherweise ein Zusammenhang zwischen linksseitiger Asymmetrie des planum temporale und linkshemisphärischer Sprachdominanz besteht, ist aber noch nicht völlig geklärt. Eine funktionelle Spezialisierung der linken Hemisphäre für die Wahrnehmung und Verarbeitung von Sprachlauten und der rechten Hemisphäre für nichtsprachliche akustische Reize bzw. Musik wurde bei Säuglingen dokumentiert. Diese Befunde werden als Beleg angesehen, daß LENNEBERGS Thesen so nicht haltbar sind. Lange bevor Säuglinge zur Produktion von Sprache fähig sind, finden sich bereits Anzeichen einer anatomischen und funktionellen Spezialisierung der beiden Hemisphären. LOCKE (vergl. GRIMM, 1999) beschreibt vier Phasen der Sprachentwicklung. Er nimmt an, daß die beiden ersten Phasen (primär affektiv-soziale Phasen) des Spracherwerbsprozesses in der rechten Hemisphäre lokalisiert sind und erst ab der dritten analytischen und regelgeleiteten Phase die linke Hemisphäre aktiv wird.

Wesentliche Anregungen zur Theorie der Sprachlateralisation kamen aus den Arbeiten von BROCA (1861) und WERNICKE (1873).

BROCA vertrat die Auffassung, daß die Sprachmotorik in den Arealen der hinteren Zonen der dritten linken Stirnwindung lokalisiert ist. Läsionen dieses Hirnabschnitts führen zu Aphasien (die Broca-Aphasie), die gekennzeichnet ist durch eine nicht flüssige Spontansprache. Patienten mit Broca-Aphasie sprechen langsam, mit vielen Pausen und großer Sprachanstrengung. Oft werden Sachverhalte nur in unverbundenen Hauptwörtern ausgedrückt, während Funktionswörter oft fehlen. Diese Form von syntaktischer Störung wird als Agrammatismus bezeichnet (vergl. BIESALSKI UND FRANK, 1994; SPRINGER UND DEUTSCH, 1987). Das Sprachverständnis dieser Patienten bleibt dabei erhalten.

WERNICKE beschrieb eine Aphasieform, die auf Läsionen in den Arealen des hinteren Drittels des gyrus temporalis beruht. Die Wernicke-Aphasie ist gekennzeichnet durch eine flüssige Spontansprache. Das Sprachverständnis dieser Patienten ist jedoch sehr gestört. Sie legen lange und komplexe Sätze an, die jedoch

häufig abgebrochen und mit anderen grammatikalischen Konstruktionen verschränkt sind (Paragrammatismus).

Nach BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER (1992) zeigen aber klinische Erfahrungen, daß Aphasien immer Störungen aller sprachlichen Modalitäten betreffen, also sowohl Beeinträchtigungen des Sprechens als auch des Verstehens von gesprochener Sprache. Die Split-brain Forschungen unterstützen die Annahme, daß bei den meisten Menschen die Kontrolle über Sprache in der linken Gehirnhälfte lokalisiert ist (vergl. SPRINGER UND DEUTSCH, 1987).

Die Forschungen der letzten Jahrzehnte verweisen jedoch auf kompliziertere Beziehungen zwischen Hemisphärendominanz und Sprachverarbeitung (vergl. GADDES, 1991; LURIA, 1992; SENDLMEIER, 1985). GADDES gibt einen guten Überblick über den Stand der Forschung. Ein zentrales Ergebnis empirischer Untersuchungen der Hemisphärenlateralisation von Sprache ist, daß die einseitige Annahme einer ausschließlichen Dominanz der linken Hemisphäre für jegliche Art sprachlicher Informationsverarbeitung als widerlegt betrachtet werden kann. Neuere Forschungsergebnisse weisen darauf hin, daß auch die rechte Hemisphäre, die vor allem an der Verarbeitung von räumlichen Beziehungen und visuellen Informationen, Gerüchen und Farbwahrnehmung beteiligt ist, an der Verarbeitung von Sprache beteiligt ist. Untersuchungen an Kindern nach sehr frühen Schädigungen der linken Hemisphäre haben gezeigt, daß Sprachfunktionen höchst wahrscheinlich von der linken in die rechte Hemisphäre verlagert werden können (vergl. SPRINGER UND DEUTSCH, 1987; GADDES, 1991).

Die Vielfalt moderner Analysemethoden der Großhirnfunktionen weist auf eine modulartige Organisation sprachrelevanter Areale hin, die im einzelnen wesentlich kleiner als die klassischen Sprachzentren sind, aber eine große interindividuelle Lagevariabilität zeigen. WITTMANN UND PÖPPEL (1999) beschreiben neue Ergebnisse und Befunde über zentrale Verarbeitungsmechanismen des Gehirns bei Lese- und Schreibprozessen, die mittels computerunterstützter bildgebender Verfahren (MEG, MRI, PET) gewonnen wurden. Demnach findet lautsprachliches Prozessieren bei Lesen in temporo- frontalen Bereichen (Schläfen- und Stirnlappen) statt. Der Temporallappen gilt als Multifunktionszentrum, der nicht nur an lautsprachlicher und semantischer, sondern auch an orthographischer Informationsverarbeitung beteiligt ist. Die unteren Windungen des linken Frontallappens zeigen sich insbesondere bei Lautanalyseprozessen besonders aktiviert. Anteile der oberen und mittleren Windungen des linken Temporallappens zeigen sich beim semantischen Verarbeiten von geschriebenen Wörtern als am meisten spezialisiert. Das Gebiet des gyrus angularis (Teil des Scheitellappens) wird als das Schriftsprachzentrum bezeichnet. Eine Läsion dieses Gebietes kann zu schweren Lese- und Schreibstörungen führen. GALABURDA UND LIVINGSTONE (1993) fanden morphologische Veränderungen in der magnozellularen Schicht sowohl der visuellen (lateral geniculate nucleus) als auch der auditiven Gebiete (medial geniculate nucleus) des Thalamus, der ein wichtiges Gebiet für die Verarbeitung schnell wechselnder sensorischer Informationen darstellt (vergl. WITTMANN, 1999).

HISCOCK (1979) führte bei Untersuchungen an Vorschul- und Schulkindern sowie bei Erwachsenen mit dem dichotischen Hörtest den Nachweis, daß bei Sprachdiskriminationsleistungen eine Überlegenheit des rechten Ohres (right ear advantage) und damit der linken Hemisphäre besteht und schließt aus seinen Untersuchungen, daß die Sprachlateralisation bereits im Alter von 3 Jahren festgelegt ist.

KIMURA (1967) zeigte in Untersuchungen mit dem dichotischen Hörtest an Normalpersonen, daß diese zu ungefähr 70 - 75% bessere Hörleistungen auf dem rechten Ohr zeigten, was als Hinweis für die Bedeutung der linken Hemisphäre für

Sprachdiskriminationsleistungen interpretiert wurde. ANNETT (1991) untersuchte den Zusammenhang zwischen Sprachlateralisation und phonologischen Fähigkeiten (Substitutionen von Anfangslauten). Aus ihren Untersuchungsergebnissen zieht sie den Schluß, daß ein Mangel an Hemisphärenspezialisierung das Risiko von Beeinträchtigungen von Sprachfunktionen beinhaltet. Auch ANNETT konnte einen Vorteil des rechten Ohres für die Entschlüsselung schneller akustischer Übergänge belegen.

Zur Bestimmung sprachdominanter Hirnregionen wird auch der Wada -Test herangezogen, bei dem durch Injektion von Amytal bestimmte Hirnzentren kurzfristig betäubt werden (vergl. GADDES 1991). Durch die lokale Betäubung der entsprechenden Hirnhälfte kann man kontrollieren, welche Hemisphäre die Sprachfähigkeit garantiert.

In neueren Untersuchungen (SHAYWITZ, 1995, 1997), in denen bildgebende Verfahren verwendet wurden, zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Personen bei der Lösung sprachlicher Aufgaben. Anhand von Kernspintomographie- Untersuchungen konnte sie zeigen, daß bei der phonologischen Entschlüsselung gelesener Wörter bei männlichen Probanden nur linksseitige Hirnregionen im Stirnlappen aktiviert waren, bei weiblichen Probanden jedoch auch der rechtsseitige gyrus frontalis. Die Ergebnisse von SHAYWITZ zeigen, daß Frauen zur Lösung sprachlicher Aufgaben (Unsinnswörter lernen) Sprachzentren aktivieren, die sich über beide Hirnhälften erstrecken, während bei männlichen Probanden nur die linke Hemisphäre aktiviert wurde. Das Fazit dieser Untersuchungen ist, daß Frauen und Männer bestimmte Aufgaben ähnlich lösen, jedoch auf verschiedenen Wegen und in unterschiedlichen Hirnregionen. GADDES (1991) referiert eine Reihe neurowissenschaftlicher Untersuchungen im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede der hemisphärischen Spezialisierung. Meist zeigte sich in empirischen Studien dabei eine Überlegenheit weiblicher Personen hinsichtlich sprachlicher Fertigkeiten (z. B. Wortflüssigkeit, verbales Denken, Lese- und Rechtschreibleistungen). Jungen dagegen schnitten oft besser in Tests ab, die Raumgedächtnis und motorische Fertigkeiten erforderten.

5.5.2. Sprachlateralisation und Händigkeit

Lateralität (Seitigkeit oder Dominanz) bedeutet den bevorzugten Gebrauch einer Körperseite bzw. eine bessere Leistung eines paarig angelegten Aufnahmeorgans (z. B. Augen, Ohren) oder eines Ausführungsorgans (z. B. Hände, Füße). FISCHER (1992) beschreibt verschiedene Aspekte der Lateralitätsentwicklung. Unterschieden wird dabei zwischen Präferenzdominanz und Leistungsdominanz. Bei der Handpräferenz beispielsweise wird eine Hand bevorzugt für die Ausführung von Tätigkeiten (z. B. sich kämmen, hämmern, Lichtschalter anknipsen, Kreisel andrehen, Schreiben etc.) benutzt. Bei der Feststellung der Leistungsdominanz werden Fertigkeiten erfaßt, bei denen Genauigkeit bzw. Schnelligkeit eine Rolle spielen (z. B. schnelles Auffädeln von Perlen jeweils mit der rechten und linken Hand). Präferenzdominanz und Leistungsdominanz stimmen bei den meisten Menschen überein. Lateralität kann als Ausdruck der unterschiedlichen Spezialisierungen beider Gehirnhälften gesehen werden und als Ausdruck einer vollzogenen Hemisphären- dominanz und damit eines abgeschlossenen Reifeprozesses.

Bis zum Alter von etwa 2 Jahren ist die Bevorzugung einer Hand beim Kleinkind nicht eindeutig erkennbar. Ab dem 3. bis 4. Lebensjahr kann man bei vielen Kindern die Bevorzugung einer Hand beobachten. ANNETT'S (1964) Befunde zeigen, daß etwa ab 3 ½ Jahren die Bevorzugung einer Hand bei vielen Kindern bereits festliegt.

Die Entwicklung der Lateralität ist insbesondere für die Entwicklung des Körperschemas, für die Raumwahrnehmung und das Erkennen räumlicher Beziehung von großer Bedeutung. ANNETT (1964) diskutiert, daß die Entwicklung der Lateralität genetisch bedingt sei. Sie geht, gestützt durch entsprechende Studien, von der Annahme aus, daß die Händigkeit von einem dominanten (D) und einen rezessiven Genfaktor (r) bestimmt sei (right shift theory). Kinder, die von beiden Eltern dominante Händigkeitsgene geerbt haben, sind nach ANNETT durchweg Rechtshänder und besitzen eine Sprachdominanz in der linken Hemisphäre. Rezessiv homozygote Kinder (r r) sind dagegen linkshändig mit einer Sprachdominanz der rechten Hemisphäre. Heterozygote Kinder (D r) sind gewöhnlich rechts händig und für Sprache linkshemisphärisch. Hirnfunktionsstörung und soziales Lernen können aber nach ANNETT die Auswirkung des genetischen Programms beeinflussen. Nach GADDES (1991) und BISHOP (1990) besteht zwischen Händigkeit und Sprachlateralisation eine Beziehung, die aber noch nicht völlig geklärt ist. Ungefähr 95% der Rechtshänder haben eine linkshemisphärische Dominanz für Sprache und etwa 5% eine rechtshemisphärische. Die Verhältnisse bei den Linkshändern sind unterschiedlicher. Ungefähr 61% der Linkshänder haben eine Dominanz der linken Hemisphäre für Sprache, bei etwa 20% wird sie von beiden Hemisphären gesteuert und etwa 19% der Linkshänder haben eine Dominanz der rechten Hemisphäre für Sprache. Diese Zahlen beruhen auf Schätzungen, wobei die Prozentangaben in einzelnen Untersuchungen erheblich variieren. GADDES führt eine Reihe von empirischen Untersuchungen an, die die Beziehung von Händigkeit und Sprachlateralisation belegen. Nach GADDES weisen etwa 95% aller Menschen eine linkshemisphärische Dominanz für das Sprechen und die Sprachfunktion auf, unabhängig davon, ob sie Rechts- oder Linkshänder sind. Bestätigung für diese Annahme zeigten sich auch in neueren Studien mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (vergl. NEUHÄUSER 1994). Vergleichende Messungen zeigen, daß die linke Hälfte des gyrus temporalis superior, der für die Verarbeitung sprachlicher Reize zuständig ist, größer ist, wobei der Unterschied bei Rechtshändern signifikant ist. STADLMANN ET AL.(1994) gingen in einer empirischen Untersuchung dem Zusammenhang zwischen Sprachentwicklungsstörungen und Händigkeit nach. Die Stichprobe bestand aus 150 Mädchen und 275 Jungen im Alter von 3 bis 6 Jahren. In der Altersgruppe der 3 bis 4 jährigen Kinder hatten von 125 Jungen mit Sprachentwicklungsverzögerung 79% eine fehlende oder inkonstante Lateralität, von den 5 bis 6 jährigen Jungen immerhin noch 52%. Bei den 3 bis 4 jährigen Mädchen (N=65) mit Sprachentwicklungsstörungen hatten 57% eine fehlende Händigkeit, bei den 5 bis 6 jährigen (N=31) noch 29%. Auffällig war ferner die Korrelation zwischen verzögerter Sprachentwicklung, inkonstanter Händigkeit und den Angaben der Eltern über eine fehlende Krabbelzeit. Auch bei NIEBERGALL (1989) finden sich Belege für einen Zusammenhang zwischen Sprachentwicklungsstörungen und Händigkeit. Unter den sprachentwicklungsgestörten Kindern fanden sich deutlich mehr Beid- und Linkshänder. Die Relation zwischen sprachauffälligen Jungen und Mädchen liegt dabei etwa bei 3:1.

5.5.3. Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibschwierigkeiten

Sprachentwicklungsstörungen werden nach der internationalen Klassifikation psychischer Störungen ICD10 (vergl. DILLING ET AL.,1991) als umschriebene Entwicklungsstörungen des Sprechens und der Sprache verstanden, die einerseits nicht direkt auf neurologische oder organische Beeinträchtigung, auf Intelligenzminderun-

gen oder Umweltfaktoren zurückzuführen sind. Sie heben sich aber andererseits erheblich von der altersentsprechenden sprachlichen Entwicklung ab.

GRIMM (1999) unterscheidet verschiedene Komponenten der Sprache:

- die suprasegmentale Komponente
- Phonologie
- Lexikon
- Morphologie
- Syntax
- Pragmatik

Störungen der Sprachentwicklung sind sehr heterogen, da sie alle Komponenten der Sprache bzw. alle Ebenen der expressiven (Artikulation, Wortschatz, Grammatik etc.) und rezeptiven (Wort-Satzverständnis, Lautdifferenzierung etc.)

Sprachbereiche in unterschiedlichem Ausmaß betreffen können. Zu den *expressiven Sprachstörungen* gehören: eingeschränkter Wortschatz, dysgrammatische Sprache, Wortfindungsstörungen.

Rezeptive Sprachstörungen sind Entwicklungsstörungen des Sprachverständnisses: Begriffe werden nicht verstanden oder mit anderen Begriffen verwechselt, das Befolgen einfacher Anweisungen gelingt nicht.

Expressive Sprachstörungen ohne Sprachverständnisschwierigkeiten sind aber eher selten.

Die zentrale und in der Literatur kontrovers diskutierte Frage ist, ob Störungen der Sprachentwicklung lediglich als Verzögerung einer normalen Sprachentwicklung oder ob sie auch als abweichend vom normalen Sprachverlauf zu begreifen ist.

Leonard (1979) geht davon aus, daß bei den Kindern ausschließlich der Beginn des Spracherwerbs zeitlich verzögert ist und die Entwicklung langsamer verläuft, aber die Entwicklungssequenz die normale Entwicklungssequenz widerspiegelt, während Grimm (1999) von einer qualitativen Abweichung vom normalen Entwicklungsprozeß ausgeht.

WENDLER ET AL.(1989), HOLTZ (1989) und BIESALSKI UND FRANK (1994) unterscheiden ebenfalls zwischen *verzögerter Sprachentwicklung* (SEV) und *Sprachentwicklungsstörungen* (SES).

Unter dem Begriff verzögerte

Sprachentwicklung faßt WENDLER folgende Symptome zusammen:

zeitliche Verlangsamung, Lückenhaftigkeit und Fehlerhaftigkeit des kindlichen Spracherwerbs über den 18. Lebensmonat hinaus als Ausdruck einer leichten Verzögerung der Sprachentwicklung. Dagegen wird unter einer

Sprachentwicklungsstörung eine erhebliche Verzögerung der Sprachentwicklung

verstanden. KEGEL (1990) versteht unter einer gestörten Sprachentwicklung einen

Prozeß, der zu einer abweichend organisierten und vergleichsweise wenig

leistungsfähigen Sprachverarbeitung führt. Verzögerte Sprachentwicklung ist

demgegenüber ein verlangsamter Prozeß, der im Altersvergleich zu Defiziten, nicht

aber zu einer partiell abweichenden Sprachverarbeitung führt. Nach BIESALSKI UND

FRANK (1994) sind Sprachentwicklungsstörungen zeitliche und gegebenenfalls auch

inhaltliche (strukturelle) Abweichungen vom normalen Spracherwerb. Als

Sprachentwicklungsverzögerung sollen nur leichte Verzögerungen der

Sprachentwicklung ohne erkennbare Ursache verstanden werden.

Nach einer Untersuchung von GRIMM (1999) weisen 10,6% der Grundschüler

Sprechstörungen und 6% Sprachentwicklungsverzögerungen auf.

KAUSCHKE (1998) setzt sich mit der Terminologie und Klassifikation bei

Sprachentwicklungsstörungen auseinander und argumentiert, daß bei der Unter-

scheidung zwischen Sprachentwicklungsverzögerung und Sprachentwicklungsstö-

rung es sich aber weniger um voneinander abgrenzbare Konzepte handelt, sondern eher Entscheidungen von Berufsgruppen und Institutionen ausschlaggebend dafür

sind, welche Diagnose verwendet wird. Sie resümiert, daß derzeit kein diagnostisches Kriterium zur Verfügung steht, um Sprachentwicklungsstörungen und Sprachentwicklungsverzögerungen als unterschiedliche, aber eindeutige Störungsbilder differenzieren zu können. Statt dessen beschreibt sie - einer psycholinguistischen Betrachtungsweise folgend - eine Klassifikation spezifischer Sprachentwicklungsstörungen, die den Schwerpunkt auf die Beschreibung der Auswirkungsebenen und das Profil der Störung legt.

Im folgenden sollen kurz die wesentlichen Störungen des Sprechens und der Sprache dargestellt werden (vergl. BIESALSKI UND FRANK (1994):

- Dyslalie (Stammeln): Entwicklungsstörung der Lautbildung. Laute bzw. Lautverbindungen werden weggelassen, durch andere ersetzt, falsch gebildet. Wendler (1996) beschreibt verschiedene quantitative (z. B. isolierte, multiple, partielle) und qualitative Einteilung der Dyslalie.
- Sigmatismus (Lispeln): Artikulationsstörung, bei der S-Laute fehlerhaft gebildet werden.
- Dysgrammatismus: ist eine Störung beim Erwerb und Gebrauch der Grammatik, die insbesondere die Morphologie (Wortveränderung) und Syntax (Wortstellung i Satz) betreffen.
- eingeschränkter Wortschatz: viele Dinge können nicht altersgemäß benannt werden.
- eingeschränktes Sprachverständnis: die Bedeutung von Wörtern, Sätzen werden nicht altersentsprechend verstanden.
- Alalie: eine ausbleibende Sprachentwicklung
- Stottern: Störung des Redeprozesses durch mehr oder weniger krampfhaftes Wiederholen von Silben und Lauten, dehnen von Lauten und/oder Vokalen
- Poltern: Störung des Sprechablaufs, der durch überhastetes unregelmäßiges Sprachtempo, eine verwaschene Aussprache bis zum Verschlucken ganzer Wörter gekennzeichnet ist.
- Näseln (Rhinophonie): sprechen mit näselndem Stimmklang
- kindliche Dysphonie (Stimmstörung): Der Stimmklang und/oder Lautstärke und/oder Tonhöhe sind verändert (die Stimme klingt piepsig oder heiser).

Zu den umschriebenen Entwicklungsstörungen des Sprechens und der Sprache zählen nicht Formen des Mutismus oder aphasische Störung, die ebenfalls als Störung der Sprache definiert werden. HÄRING ET AL. (1997) setzen sich kritisch mit Diagnose- und Klassifikationsproblemen von Sprachstörungen auseinander und verweisen auf die in der Praxis große Variabilität und Unsicherheit in der Bezeichnung der verschiedenen und unterschiedlichen Sprachentwicklungsstörungen. "Es gibt nicht die spezifische Sprachentwicklungsstörung, sondern hinter diesem Etikett und den beobachtbaren Phänomenen verbergen sich unterscheidbare Subgruppen, die auf unterschiedliche Ätiologien hinweisen "(S. 223). Ihrer Erhebung zufolge gehören vor allem Dyslalien und Dysgrammatismus zu den am häufigsten diagnostizierten Sprachstörungen.

Das enge Verhältnis von Sprache und auditiver Wahrnehmung wird durch eine Reihe von Untersuchungen an sprachbehinderten Kindern deutlich, die das gleichzeitige Vorhandensein von Sprachauffälligkeiten und Störungen der auditiven Wahrnehmung belegen. GÜNTHER (1994) weist auf die Relevanz zentraler Funktionen der auditiven Perzeption hinsichtlich der Sprachwahrnehmung hin. Nach GÜNTHER sind insbesondere folgende zentral-auditive Funktionen relevant: Selektion, Diskrimination, Figur- Hintergrund, Strukturierung, Sequenz und Integration. Zahlreiche Untersuchungen haben übereinstimmend erbracht, daß

sprachbehinderte Kinder signifikant schlechtere verbale Gedächtnisaufgaben erbringen als altersentsprechende sprachunauffällige Kinder (vergl. GRIMM, 1999) Die gleichen Auffälligkeiten im Bereich der auditiven Wahrnehmungsverarbeitung, die eine Störung der Sprachentwicklung begleiten, tauchen auch im Zusammenhang mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten wieder auf (AMOROSA ET AL., 1986; BISHOP UND ADAMS, 1990, GRIMM, 1999). Nach BECKER (1985) weisen etwa 25 bis 50% der Kinder mit gravierenden Sprachentwicklungsstörungen deutliche Schwierigkeiten beim Erwerb der Schriftsprache auf. In einer epidemiologischen Studie von ESSER (1995) waren 60% der rezeptiv sprachgestörten Kinder auch lese-rechtschreibschwach. Dies läßt die Schlußfolgerung zu, daß möglicherweise für Störungen der Sprachentwicklung als auch für Lese- Rechtschreibstörungen gleich Ursachen infrage kommen. Diese Annahme wird auch von TALLAL ET AL. (1997) vertreten, die in einer Reihe von empirischen Untersuchungen einen hohen Zusammenhang zwischen Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibschwierigkeiten dokumentieren. Dies gilt besonders für jene Kinder, die sowohl rezeptive als auch expressive Sprachdefizite aufweisen.

GIESECKE UND HARBRUCKER (1991) belegten in einer Untersuchung zur Struktur der Schülerschaft in West-Berliner Sprachheilschulen den Zusammenhang von Sprachstörungen, Wahrnehmungsstörungen und Lese-Rechtschreibschwäche. SILVA ET AL. (1987) berichten, daß von Kindern, bei denen im Alter von drei Jahren Sprachentwicklungsstörungen diagnostiziert wurden, nach Schuleintritt bis zu 64% schwere Leseprobleme hatten. Diese waren bis zum Alter von 11 Jahren nachzuweisen. SHAPIRO ET AL. (1990) fanden Zusammenhänge zwischen verzögertem Lesenlernen und Daten aus Vorsorgeuntersuchungen zur Sprachentwicklung in den ersten beiden Lebensjahren. Bei KOWARIK (1993) finden sich weitere Hinweise auf die Beziehung zwischen Sprachbehinderungen und Lese-Rechtschreibschwäche, wobei deutlich wird, daß nicht alle sprachbehinderten Kinder eine Lese- Rechtschreibschwäche entwickeln und umgekehrt nicht alle lese-rechtschreibschwachen Kinder Sprachentwicklungsstörungen aufwiesen. ARAND (1998) fand in einer vergleichenden Untersuchung der Rechtschreibleistung von Grundschulern und sprachbehinderten Kindern einen Leistungsvorsprung der Grundschüler. Die Daten zeigten aber darüber hinaus, daß auch sprachauffällige Kinder durchschnittliche bis überdurchschnittlich gute Rechtschreibleistungen aufweisen können und umgekehrt Grundschüler ohne diagnostizierte Sprachauffälligkeiten unterdurchschnittliche Rechtschreibleistungen haben. BARTHLEN-WEIS UND BREUER- SCHAUMANN (1994) fanden in ihrer Untersuchung an 30 legasthenen Schulkindern, daß der Anteil der Kinder mit expressiven Sprachstörungen mit 50 % am größten war. Es zeigte sich auch ein hoher Prozentsatz rezeptiver Sprachstörungen (30 %). Lese- rechtschreibschwache Kinder wiesen auch signifikant schwächere Kurzzeitgedächtnisleistungen auf als unauffällige Kinder. "Besonders die Verbindung einer expressiven Sprachentwicklungsstörung, einhergehend mit einer verminderten akustischen Merkfähigkeit und einem grob- oder feinmotorischen Entwicklungsrückstand erhöht das Risiko erheblich, eine Lese-Rechtschreibschwäche zu entwickeln" (S. 71).

WITRUK (1993) fand signifikante Unterschiede zwischen leseschwachen Kindern und normalen Kindern bei phonologischen Gedächtnisaufgaben (behalten von Lautsequenzen). KLICPERA ET AL. (1993) berichten von ihrer Untersuchung an einer Wiener Sprachheilschule, daß der Leistungsstand im Lesen und Schreiben von Kindern der Sprachheilschule in beiden Fächern deutlich unter dem durchschnittlicher Kinder der Grundschule lag. Wählt man als Kriterium für einen deutlichen Rückstand im Lesen und Rechtschreiben Leistungen, die mehr als eine Standardabweichung unter den durchschnittlichen Leistungen von

altersentsprechenden Grundschulern liegen (Prozentrang < 15), wiesen 40 bis 50% der Kinder in der Sprachheilschule markante Schwächen im Lesen auf, etwa 75% im Rechtschreiben und fast 90% im sprachlichen Ausdruck. Die sprachbehinderten Kinder hatten beträchtliche Schwierigkeiten im phonologischen Recodieren von Wörtern. Beim Rechtschreiben zeigten sich besondere Probleme bei der Analyse komplexer Phonemfolgen.

Auch im Hinblick auf die Analyse der Lernvoraussetzung zeigten sich in der Untersuchung von KLICPERA ET AL. ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und Rechtschreibens und der phonematischen Bewußtheit. Ein Mangel an phonematischer Bewußtheit stellt auch bei sprachbehinderten Kindern ein Hemmnis für das Erlernen des Lesens und Schreibens dar. Dagegen zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Artikulationsschwierigkeiten und Lese-Rechtschreibschwierigkeiten.

Einen breiten Raum nehmen auch Untersuchungen zur phonematischen Differenzierungsfähigkeit sprachbehinderter Kinder ein. Dabei zeigt sich eine deutlich beeinträchtigte Fähigkeit dieser Kinder in der Phonemdiskriminationsfähigkeit (TALLAL, 1980). Darüber hinaus findet sich eine hohe Korrelation zwischen Störungen der Sprachentwicklung und einer nicht altersentsprechenden Hörgedächtnisspanne. Über Gedächtnisprobleme im Zusammenhang mit Sprachbehinderung wird in einer Untersuchung von WERNER, AMOROSA UND ARTNER (1988) berichtet. Die Autoren verweisen darauf, daß visuelle und auditive Kurzzeitgedächtnisstörungen gehäuft bei sprachentwicklungsgestörten Kindern auftreten. KEGEL (1990) referiert, daß sprachbehinderte Kinder auch mehr Schwierigkeiten im Rhythmus erfassen haben als sprachunauffällige Kinder. Die Kinder sollten auf Tonband vorgegebene Rhythmusgruppen von drei bis sieben Schlägen mit Klöppelschlägen auf ein Tonelement reproduzieren. Bei Rhythmusgruppierungen mit mehr als drei Schlägen hatten die sprachauffälligen Kinder erhebliche Schwierigkeiten. KEGEL fand deutlich längere Reproduktionszeiten und starke Verschiebungen der zeitlichen Verhältnisse zwischen den Schlägen, was seiner Ansicht nach Hinweise auf Störungen der Integrations- und Strukturierungsebene sind. VON SUCHODOLETZ (1997) publizierte neurobiologische Befunde bei sprachentwicklungsgestörten Kindern. Neben morphologischen Auffälligkeiten ließ sich auch eine atypische Asymmetrie im parieto-temporo-okzipitalen Hirnabschnitt feststellen sowie Minderdurchblutungen im Bereich der Wernicke Region nachweisen. Zusammengefaßt belegen diese Befunde, daß Sprachentwicklungsstörungen im Vorschulalter häufig Präsymptome für Lese-Rechtschreibschwierigkeiten bei einer großen Anzahl - aber nicht bei allen - Kindern sind.

5.6. Zusammenfassung

Die Fähigkeit, gesprochene Sprache sequentiell auf seine Phonemstruktur hin analysieren zu können, stellt eine grundlegende Bedingung des Lese- und Rechtschreiblernprozesses dar. Phoneme können aber nicht ohne weiteres als zeitlich deutlich abgrenzbare Segmente im Sprachfluß wahrgenommen werden, da durch Koartikulation Sprechlaute miteinander verschliffen werden. Nach SPRENG (1994) ist das Hörverarbeitungssystem ein komplexes Zeitanalysesystem. Es benutzt verschiedene Kodierungsstrategien wie Frequenz-, Periodizitäts- und Intensitätsmerkmale zur Sprachverarbeitung, die durch größere Segmenterkennungprozesse ergänzt werden. Die referierten empirischen Befunde belegen, daß zeitliche Verarbeitungsmechanismen im Zehntel- Millisekundenbereich für die Diskrimination von gewissen Stopkonsonant- Vokal- Silben erforderlich sind

(MILLER,1993; HESS UND SENDLMEIER, 1992; VON STEINBÜCHEL ET AL. ,1996). Diese lassen sich voneinander nur unterscheiden, wenn die zeitlichen Charakteristika spektraler Komponenten im Sprachsignal korrekt identifiziert werden. Die Voice Onset Time stellt dabei einen wichtigen Parameter zur Differenzierung des Konsonantenmerkmals stimmhaft/stimmlos dar.

Verschiedene Studien liefern Hinweise auf die Existenz von spezifischen neuronalen Dedektor- bzw. Dekodiersystemen, die für die Analyse zeitlicher Verarbeitungsprozesse und spektraler Eigenschaften von akustischen Informationen zuständig sind (WHITFIELD UND EVANS, 1965; SPRENG,1985; BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER, 1992).

Sprachwahrnehmung und -verarbeitung erfordern neben Phonemdiskriminationsfähigkeit auch Rhythmuserfassung, der für das Verständnis eines Kommunikationsinhaltes von Bedeutung ist.

Forschungsergebnisse der letzten Jahrzehnte über die Beziehung zwischen Hemisphärendominanz und Sprachverarbeitung widerlegen die Annahme einer ausschließlichen Dominanz der linken Hemisphäre für jegliche Art sprachlicher Informationsverarbeitung. Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren ergeben Hinweise auf geschlechtsspezifische Unterschiede.

Traditionellerweise sind Entwicklungsauffälligkeiten der Lautsprache und der Schriftsprache als getrennte klinische Erscheinungsbilder angesehen worden. Längsschnittstudien zeigen aber, daß Kinder mit lautsprachlichen Risiken auch ein hohes Risiko tragen, schriftsprachliche Defizite zu entwickeln. Kinder mit Sprachentwicklungsauffälligkeiten und lese- rechtschreibschwache Kinder haben oftmals spezifische Problem in der phonologischen Wahrnehmung und Verarbeitung.

6. Zeitwahrnehmung und zeitliche Verarbeitungsmechanismen des Gehirns

In der Physik wird Zeit definiert als ein Parameter, die stets gleichmäßig dahin läuft. In der Wahrnehmungspsychologie dagegen geht man von einer anderen Definition von Zeit aus: Zeit ist danach nicht ein physikalisch festgelegtes Maß, sondern entsteht vielmehr als Folge des Erlebens der Gleichzeitigkeit oder Aufeinanderfolge von Ereignissen. Durch Verknüpfung von Ereignissen und Ereignisketten entsteht das Zeiterleben in unserem Bewußtsein. Zeitliches Erleben hängt von der Wahrnehmung von Ereignisfolgen ab, die mit unserem subjektiven Zeiturteil in eine Ordnung gebracht werden.

6.1. Das Zeitverarbeitungsmodell von Pöppel

PÖPPEL (1978) entwickelte ein komplexes Modell des menschlichen Zeiterlebens, das er aber ursprünglich nicht speziell für die Sprachverarbeitung entworfen hatte, sondern für in der Zeit strukturiertes Verhalten. Dabei unterscheidet er mehrere Ebenen, in denen sich verschiedene Zeiterlebnisse manifestieren. Zeitliche Wahrnehmung beinhaltet nach PÖPPEL Phänomene wie das Erlebnis von Gleichzeitigkeit/Ungleichzeitigkeit, das Erlebnis von Folge, das Erlebnis subjektiver Gegenwart und das Erlebnis subjektiver Dauer. Diese zeitlichen Erfahrungen sind nach PÖPPEL hierarchisch aufeinander bezogen.

6.1.1. Das Erleben von Gleichzeitigkeit bzw. Ungleichzeitigkeit

Zwei Stimuli (z. B. zwei kurze taktile Berührungen oder zwei akustische Stimuli in Form von "Klicks") müssen in einem gewissen zeitlichen Abstand voneinander präsentiert werden, damit das Gehirn sie als "nicht gleichzeitig" wahrnehmen kann. Wird der zeitliche Abstand zwischen den beiden Reizpräsentationen sehr kurz, so wird subjektiv lediglich ein Reiz wahrgenommen (Erleben von Gleichzeitigkeit), obwohl objektiv zwischen beiden Reizen ein Zeitintervall vorhanden war. Akustische Reize, beispielsweise 2 Klicks, die binaural über Kopfhörer präsentiert werden, verschmelzen zu einem Klick, wenn das Interstimulus- Intervall (ISI) zwischen beiden Klicks geringer als 2 - 3 ms ist (PÖPPEL, 1985). Diese Schwelle wird als **Fusionsschwelle** bezeichnet. Nur über dieser zeitlichen Schwelle können zwei Reize als zeitlich verschieden wahrgenommen werden (HIRSH, 1959) und das Erlebnis von Ungleichzeitigkeit stellt sich ein. PÖPPEL beschreibt, daß die Höhe der Fusionsschwelle in Abhängigkeit von den sensorischen Modalitäten variiert. Die auditive Fusionsschwelle ist am niedrigsten, die visuelle Fusionsschwelle am höchsten.

Im auditiven System wird ein Reizabstand von ca. 6 ms als ungleich erlebt. Im taktilen Bereich dagegen würde dieses ISI noch als gleichzeitig wahrgenommen. Im visuellen Bereich muß ein Interstimulus- Intervall von wenigstens 20 - 30 ms vergehen, damit zwei Seheindrücke als ungleichzeitig wahrgenommen werden. Dies bedeutet, daß das Sehsystem, verglichen mit Hören oder Tasten, ein eher langsam arbeitendes Zeitanalysesystem ist. PÖPPEL (1986) führt die unterschiedlichen Zeitdifferenzen der einzelnen Sinnesmodalitäten auf unterschiedliche Transduktionszeiten (Umwandlung des physikalischen Reizes in neurophysiologische bzw. biochemische Prozesse) der Rezeptororgane zurück. Der Transduktionsprozeß im auditiven System liegt bei etwa 0,1 ms, im visuellen System werden mindestens 20 ms benötigt, bevor optische Reize in den Photorezeptoren der Retina in neuronale Impulse umgewandelt werden (PÖPPEL 1997 b). Sehen, Hören und Tasten haben eigenständige Toleranzzonen, innerhalb derer zeitlich versetzte Reize zu einem Wahrnehmungsereignis verschmolzen werden. Trotz der plausiblen Annahme einer Abhängigkeit der Fusionsschwelle von peripheren Mechanismen scheinen aber auch subkortikale Strukturen, besonders die Basalganglien, an der Zeitverarbeitung auf diesem Level involviert zu sein (vergl. WITTMANN, 1999). Ein dramatisches Ansteigen der Fusionsschwelle wurde nämlich bei Patienten mit Läsionen des Thalamus und der Basalganglien gefunden.

6.1.2. Das Erlebnis von Folge bzw. zeitlicher Ordnung

Wenn ein Mensch beispielsweise zwei aufeinanderfolgende akustische Stimuli (z. B. Klicks) mit einem Interstimulusintervall von 10 ms hört, so kann er zwar erkennen, daß es sich um zwei Einzelreize handelt, aber er kann sie deshalb noch nicht in ihrer zeitlichen Reihenfolge bzw. zeitlichen Ordnung wahrnehmen. Die Tatsache, daß zwei Reize als getrennt wahrgenommen werden können, bedeutet noch nicht, daß sie auch in ihrer zeitlichen Reihenfolge wahrgenommen werden können. Die subjektive Wahrnehmung der Ungleichzeitigkeit von Gehörtem/Gesehenen oder gefühlten Reizen ist zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für das Wahrnehmen von Zeitfolgen. Die Perzeption von zeitlicher Ordnung, beispielsweise ob der Klick im linken Ohr oder im rechten Ohr zuerst zu hören ist, kann erst dann reliabel angegeben werden, wenn das Interstimulus- Intervall zwischen zwei Reizen bei 20 - 40 ms liegt (PÖPPEL 1997a, WITTMANN, 1999). Unterhalb dieser Zeitschwelle existiert quasi für das Gehirn kein Erleben zeitlicher Ordnung. Diejenige Zeitspanne, die zwischen zwei Sinnesreizen mindestens

verstreichen muß, damit wir sie getrennt wahrnehmen und in eine zeitliche Reihenfolge bringen können, wird als **Ordnungsschwelle** (order threshold) bezeichnet (PÖPPEL, 1985). Zwei Stimuli müssen also einen Abstand von mindestens 20 - 40 ms haben, damit sie zeitlich diskriminierbar und in einer Reihenfolge wahrgenommen werden können. Dies bedeutet aber nicht, daß das zentrale Nervensystem nicht auch Informationen mit kürzeren Intervallen als 20 ms verarbeiten kann. Neuronen im Bereich der auditiven Erkennung sind in der Lage, zeitliche Verzögerungen von Signalen beider Ohren von weniger als 1 ms festzustellen, um Geräuschquellen zu lokalisieren (SINGER, 1997). Im Gegensatz zur Fusionschwelle liegen alle Ordnungsschwellen der drei Sinnesmodalitäten (visuell, auditiv, taktil) bei 20 bis 40 ms (HIRSH UND SHERRICK, 1961). Die Übereinstimmung der Ordnungsschwellenwerte zwischen den sensorischen Modalitäten führt zu der Annahme, daß die Wahrnehmung zeitlicher Ereignisse an einen allgemeinen zentralen Mechanismus gekoppelt ist (HIRSH UND SHERRICK, 1961; PÖPPEL, 1994, 1996). Der Nachweis modalitätsunabhängiger Ordnungsschwellen wird als Indikator für eine diskontinuierliche Art von hochfrequenter Informationsverarbeitung interpretiert. Die zugrundeliegenden kortikalen Prozesse könnten ein Organisationsprinzip des Gehirns reflektieren, um elementare Wahrnehmungseinheiten in Schritten um 30 ms zu generieren. Die Annahme eines zentralen Informationsverarbeitungsmechanismus wird durch die Messung von Latenzzeiten, die mit der Ausführung von Augensakkadenbewegungen (FISCHER ET AL. 1993, BISCALDI-SCHÄFER, 1996) gemacht wurden, gestützt. Die okulomotorischen Reaktionen erfolgen nicht zu jeder beliebigen Zeit, sondern unterliegen auch denselben Randbedingungen. Nur alle 30 bis 40 ms besteht die Möglichkeit zur Augenbewegung. TALLAL ET AL. (1997) verweist auf Studien, die belegen, daß sprachbehinderte Kinder oft nicht nur Defizite in der Verarbeitung schnell wechselnder akustischer Reize aufweisen, sondern auch signifikant größere Zeitintervalle benötigen, um zwei visuelle Stimuli in eine korrekte Reihenfolge zu bringen. Die Verarbeitung rasch wechselnder akustischer Stimuli beruht auf neuronalen Mechanismen, auf die später noch genauer eingegangen wird. Neuronale Mechanismen stellen eine wichtige Basis für die Fähigkeit dar, die Abfolge von akustischen Ereignissen zu erkennen. RAMMSAYER (1992) diskutiert allgemeinspsychologische und psychobiologischen Erkenntnisse zur Zeitdiskrimination im Millisekundenbereich.

6.1.3. Das Erlebnis von Gegenwart bzw. Zeitdauer und Antizipation

Das Erleben von Zeitdauer und Antizipation betrifft die Verbindung einzelner wahrgenommener Ereignisse und Ereignisfolgen zu einer zusammengehörigen Gestalt (PÖPPEL, 1994) und ist vermutlich assoziiert mit der subjektiven Gegenwart, dem Erleben von "jetzt".

Neben der Bestimmung der Abfolgen von Reizen müssen auf einer höheren Ebene, die erstmals auch Gedächtnisleistungen erfordert, einzelne Elemente von Ereignisketten gebündelt und gespeichert werden, um ein zeitliches Erleben zu ermöglichen. Nach PÖPPEL (1997 a) liegt dieser Zeitverarbeitungsmechanismus im Bereich von 2 bis 3 Sekunden. Dieser niederfrequente Mechanismus verbindet sukzessive Ereignisse zu Wahrnehmungseinheiten bzw. Gestalten von 2-3 Sekunden Dauer. Ohne einen solchen Bindungsmechanismus könnte man z. B. in der Musik keine Melodie erkennen, sondern nur sequentiell präsentierte Einzeltöne hören. Als Beleg für die Annahme einer zeitlichen Integration auf dieser Ebene weist PÖPPEL (1997 b) auf Verhaltensbeobachtungen und experimentelle Befunde hin. Auch Sprechen ist nach PÖPPEL zeitlich gegliedert. Aussageeinheiten von ca. 3 Sekunden Dauer folgen aufeinander, unterbrochen von kurzen Pausen, in denen die

folgende syntaktische Einheit vorbereitet wird. Die Segmentation der Spontansprache zeigt sich in der zeitlichen Realisierung beispielsweise von Gedichtstrophen. Auch "Tapping" Experimente zur sensuo - motorischen Synchronisation sind nach PÖPPEL Hinweise auf diesen allgemeinen Zeitverarbeitungsmechanismus, ebenso wie Untersuchungen von spontanen Wechselraten optischer Kippbilder. Im Kippbild des Necker- Würfels läßt sich beispielsweise dieser Zeitmechanismus beobachten. Nach einer Periode von ca. 2 - 3 Sek. findet ein spontanes Wechseln (kippen) der beiden möglichen Interpretationen der doppeldeutigen Figuren statt. PÖPPEL weist ferner auf Untersuchungen hin, die zeigen, daß Inhalte im Arbeitsgedächtnis nur ca. 3 Sek. verfügbar sind, wenn keine rehearsal Prozesse möglich sind. Die zeitliche Integration von 3 Sekunden wird auch im sensuo- motorischen Verhalten beobachtet. Wenn ein Proband angewiesen wird, eine normale Sequenz auditiver Stimuli mit den Fingern synchron zu klopfen, gelingt die Stimulusantizipation mit hoher zeitlicher Präzision in Intervallen von ca. 3 Sek. Ist das Intervall größer als 3 Sek., gelingt dem Probanden es nicht mehr, eine antizipatorische Bewegung genau zu programmieren. Mit Hilfe der Magnetenzephalographie ließ sich das "Zeitfenster" von 3 Sek. nach PÖPPEL ebenfalls nachweisen. Der niederfrequente Zeitverarbeitungsprozeß im Bereich von 2 bis 3 Sekunden ist nach PÖPPEL diejenige Zeitspanne, nach der eine maximale Bereitschaft des sensorischen Kanals für neue Informationen vorliegt. Dies bedeutet, daß nach ca. 2 -3 Sek. ein Integrationsintervall abgeschlossen ist und der sensorische Kanal für neue Gestaltwahrnehmung wieder offen wird. Es ist nach PÖPPEL aber noch nicht geklärt, ob einzelne Teilbereiche des Gehirns, in denen visuelle oder auditive Reize verarbeitet werden, jeweils über einen eigenen Integrationsmechanismus verfügen, der die aufeinanderfolgenden Ereignisse zusammenfaßt, oder ob es eine zentrale Instanz gibt, die übergreifend alle Integrationsprozesse steuert.

6.2. Zeitverarbeitungsmechanismen zur Steuerung der Motorik

Neben der kortikal gesteuerten zeitlichen Verarbeitung auf der hochfrequenten Ebene im Bereich von 20 bis 40 ms (Ordnungsschwellenparadigma) und einer niederfrequenten Ebene im Bereich von 2 bis 3 Sekunden wird bei WITTMANN (1997,1999) ein kortikaler Zeitverarbeitungsmechanismus diskutiert, der zwischen beiden liegt. Diesem Prozeß obliegt die zeitlichen Kontrolle und Steuerung der Motorik, die einen Bereich von 150 bis 500 ms umfaßt. WITTMANN führt eine Reihe von Untersuchungen an, die den Nachweis der Existenz dieses Zeitverarbeitungsfensters belegen. Durch Experimente zu einfachen Reaktionszeiten (bei der die kürzest mögliche Dauer, die zwischen dem Erscheinen eines Stimulus und dem Tastendruck gemessen wird) und Experimenten zu maximalen Finger- Tapping Tempo (das kürzeste Intervall, das zwischen zwei Tastenberührungen besteht) wird ein sensuo- motorischer Mechanismus erfaßt. Er kann als die minimale Zeit definiert werden, die das Nervensystem benötigt, um auf einen äußeren Reiz motorisch zu reagieren oder nach einer Bewegung eine nächste zu initiieren. Nach den referierten experimentellen Befunden bei WITTMANN liegt die unterste Schwelle, die für die zeitliche Steuerung der Willkürmotorik relevant ist, i Bereich von etwa 150 ms.

Nach WITTMANN(1997) gibt es auch Hinweise für einen allgemeinen integrativen Zeitmechanismus im Bereich von 250 bis 300 ms, der die motorischen Aktivitäten organisiert. Er untersuchte die Auswirkungen von lokalen Hirnschädigungen bei 5 Patientengruppen auf zeitliche Aspekte von Wahrnehmung und Motorik. Dabei konnte er einen Zusammenhang zwischen zeitlicher Verarbeitung und Motorik

belegen. Aphasische Patienten mit Verletzungen der linkshemisphärischen Areale wiesen häufig eine beeinträchtigte zeitliche Auflösungsfähigkeit auf und waren auch im persönlich gewählten Tapping-Tempo signifikant verlangsamt. MERZENICH ET AL. (1993) diskutieren ebenfalls den Zusammenhang zwischen motorischen Defiziten und der Zeitverarbeitungs-fähigkeit des zentralen Nervensystems. ILMBERGER (1986) berichtet von Zusammenhängen zwischen der Ordnungsschwelle und der Reaktionszeit von Probanden. Die Ordnungsschwellen wurden im Bereich von 20 bis 80 ms ermittelt. Beim Reaktionstest mit einer Wahlmöglichkeit wurden die Probanden angewiesen, so schnell wie möglich eine von zwei Tasten in Abhängigkeit davon zu drücken, ob sie einen hohen oder einen tiefen Ton wahrnehmen. Die Reaktionszeiten lagen etwa in der Größenordnung von 200 ms. ILMBERGER stellte bei der Untersuchung zu den Reaktionszeiten fest, daß bei häufiger Durchführung der Reaktionszeitmessung keine Normalverteilung festzustellen war, sondern Gipfel, die sich in bestimmten Zeitintervallen wiederholten.

Diese Intervalle korrelierten mit den Ordnungsschwellen der Probanden, so daß er annahm, daß sowohl Reaktionszeiten als auch Ordnungsschwellen eine gemeinsamen Zeitverarbeitungsmechanismus unterliegen.

6.3. Das Binding- Problem neuronaler Zeitverarbeitung

Komplexe Funktionen wie Sprache, Gedächtnis, Wahrnehmung und Motorik sind nicht an einem Ort des Gehirns lokalisierbar. Eine wesentliche Erkenntnis der modernen Hirnforschung ist, daß jeder menschliche Akt, jede Wahrnehmung, jede willentliche Handlung, Gedächtnisprozesse und emotionale Bewertungen durch gleichzeitig ablaufende neuronale Prozesse in räumlich getrennten Modulen im Gehirn stattfindet (PÖPPEL 1997 c). Erst durch die Integration dieser Komponenten gelingt das komplexe Funktionieren kognitiver Prozesse. Im visuellen System beispielsweise rufen einfache sensorische Stimuli fragmentierte und weit verstreute Aktivitätsmuster auf dem Kortex hervor (SINGER 1993). Bestimmte Zell- bzw. Neuronengruppen (cell assemblies) sind dabei für unterschiedliche Aspekte der visuellen Wahrnehmungsverarbeitung zuständig. Verschiedene Aspekte wie Kontur, Farbe, Tiefe und Bewegung werden oft in separaten, nicht aneinander grenzenden kortikalen Strukturen verarbeitet. Deshalb löst beispielsweise ein visuelles Objekt eine größere Anzahl räumlich verteilter neuronaler Erregungsmuster (Oszillationen) aus, die jeweils nur einen partiellen Aspekt des Objekts betreffen. Ähnliche Mechanismen sind auch im Bereich der Sprachverarbeitung denkbar.

Dies wirft die Frage auf, wie diese unterschiedlich verteilten neuronalen Mechanismen reintegriert werden, um eine unzweideutige Repräsentation des Objekts bzw. der perzipierten Gestalt im Gehirn zu bewirken (*Binding Problem*). SINGER ET AL. (1997) und PULVERMÜLLER ET AL. (1997) haben das Binding Problem ausführlich beschrieben und verschiedene Modellvorstellungen dargestellt. Eine sinnvolle Annahme, wie das Gehirn das Bindungsproblem löst, besteht nach SINGER darin, daß räumlich verteilte Nervenzellen ihre Antworten synchronisieren müssen, wenn sie an der Codierung einer kohärenten Figur (z. B. im visuellen Bereich oder einer Klanggestalt) beteiligt sind. Die Repräsentationen von "Gestalten" im Gehirn erfordern eine große Anzahl von simultan tätigen Neuronengruppen, die über viele kortikale Gebiete verteilt sind (Hebb'sche cell assemblies). Durch Synchronisation, d. h. phasengleiche Oszillation der so verbundenen neuronalen Komponenten wird zeitliche Bindung hergestellt, die das Erleben einer Wahrnehmungsgestalt erst ermöglicht (BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER, 1992).

Experimentelle Untersuchungen haben die Existenz solcher oszillatorischen Aktivitäten inzwischen hinreichend belegt (vergl. PÖPPEL 1997 c). PULVERMÜLLER ET AL. (1997) verweisen auf neuropsychologische Befunde, die zeigen, daß lokale, hochfrequente rhythmische Aktivitätsmuster im Gammabereich (oberhalb von 20 Hz) für die Verarbeitung von Reizinformationen von großer Bedeutung sind. Gamma Aktivitäten werden als Indikator für höhere kognitive Verarbeitungsprozesse angesehen, d. h. neuronale Oszillationen im 30 - 60 Hz Bereich gelten als neuronale Basis kognitiver Prozesse. PULVERMÜLLER ET AL. führen Experimente an, die zeigen, daß die Wahrnehmung bedeutungsvoller Reize (z. B. Wörter) zu stärkerer Gamma-Band Aktivität über den Sprachzentren der linken Hemisphäre führt als bedeutungslose Stimuli (z. B. Unsinnswörter).

Forschungsergebnisse, die vor allem am visuellen Wahrnehmungssystem von Tieren durchgeführt wurden, scheinen die Annahme synchroner oszillatorischer Aktivitäten weiter zu bestätigen. Eine zusammenfassende Darstellung der experimentellen Ergebnisse findet man bei SINGER (1995); SINGER UND GRAY (1995); WITTMANN (1999). Die Synchronisation oszillierender Aktivitäten kann als Basis kognitiver Informationsverarbeitung betrachtet werden (vergl. SINGER 1991)

6.4. Neuronale Grundlagen der Wahrnehmung zeitlicher Ordnung: Neuronale Oszillation als zeitlicher Ordnungsparameter.

Die zeitlichen Aspekte zentralnervöser Aktivitäten sind in den letzten zwei Jahrzehnten stärker ins Blickfeld wissenschaftlichen Interesses gerückt. Die Messung elektrischer Aktivitäten des Gehirns (EEG Untersuchungen) begannen vor ca. 60 Jahren. Seit dieser Zeit gibt es eine Vielzahl von Befunden, die zeigen, daß das menschliche Gehirn bei Entscheidungsprozessen nicht kontinuierlich, sondern in einem zeitlichen Takt arbeitet (vergl. PÖPPEL 1997 b, WITTMANN, 1999). Diese Forschungen haben oszillatorische Aktivitäten des Gehirns im Beta- und Gammabereich, d. h. Frequenzen zwischen 15 und 30 Hz und 30 bis 60 Hz insbesondere nachgewiesen. Oszillationen im Beta- und Gammabereich finden sich ausgeprägt im Wachheitszustand des Gehirns. Diese neuronalen Aktivitäten sind eng mit der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns verknüpft. JOLIOT ET AL. (1994) konnten nachweisen, daß die Wahrnehmung von zwei zeitlich getrennten Klicks mit einem Interstimulusintervall von 12-15 ms mit dem Auftreten von zwei 40 Hz Wellen korrespondierte. Lediglich eine 40 Hz Aktivität wurde gefunden, wenn eine bestimmte Schwelle des Interstimulusintervalls unterschritten wurde und die Probanden die zwei Klicks nicht mehr zeitlich separieren konnten.

Es wird angenommen, daß Oszillationen im Beta- und Gammabereich eine enge Beziehung mit sensorischen und motorischen Prozessen haben (SINGER 1993). Die zeitliche Verarbeitung von Informationen erfolgt demnach nicht kontinuierlich, sondern "gequantelt". PÖPPEL konstatiert, daß zur Reizverarbeitung im Gehirn ein oszillatorischer Schwingungsprozeß in Gang gesetzt wird, der aus periodischen Entladungen in den reizverarbeitenden Nervenzellen besteht. Diese neuronalen Entladungsmuster stellen quasi eine Art "innere Uhr" dar, die den Takt liefert, um Ereignisse zu identifizieren und ihre zeitliche Ordnung herzustellen. Oszillatorische Aktivitäten resultieren aus einer reziproken Interaktion zwischen erregenden und hemmenden Mechanismen des Nervensystems (SINGER 1993). Ein optischer oder akustischer Reiz führt dazu, daß zahlreiche Nervenzellen ihre elektrischen Entladungen miteinander synchronisieren. Diese Zeitquanten sind aber inhaltsleer. Sie bilden nur die formalen Bedingungen für die mögliche Bestimmung von Ereignissen. Aus einer Vielzahl unterschiedlicher Experimente (vergl. PÖPPEL ET AL. 1990; SINGER 1991, 1993; TREISMAN ET AL., 1990) läßt sich folgern, daß diese

neuronalen Entladungen mit Zeitquanten verbunden sind, die eine Periode von etwa 20 bis 40 ms besitzen. Diese Zeitquanten stellen die elementaren Bausteine für Bewußtseinstätigkeit bereit. Systemzustände um 30 ms Dauer könnten verantwortlich sein für die Bindung intra- und intermodaler Informationen.

Nach PÖPPEL (1997 b) schafft sich das Gehirn durch oszillierende neuronale Entladungsmuster Systemzustände, innerhalb derer alle eintreffenden Informationen als gleichwertig behandelt werden. Die neuronalen Systemzustände dienen dabei als logistische Voraussetzung für die Definition von Ereignisfolgen. Eine durch einen äußeren ersten Reiz angestoßene neuronale Oszillation schwingt mit einer Periodendauer von ca. 20 bis 30 ms. Diese Periode definiert dabei eine Art Gleichzeitigkeits - Systemzustand, in dem sich neuronale Muster entladen und in dem keine weiteren Informationen verarbeitet werden können. Würde nun ein zweiter Reiz noch innerhalb derselben Periode (also mit einem zeitlichen Intervall unter 20 ms) auf das zentrale Nervensystem auftreffen, so wäre das Gehirn nicht in der Lage, die zeitliche Ordnung der beiden Ereignisse anzugeben, d. h. beide Reize könnten nicht in ihrer Reihenfolge identifiziert werden. Eine Periode dieser Oszillation entspricht einem Systemzustand, in dem alle in diesem Zeitintervall eintreffenden neuronalen Impulse als "koterporär" gelten. Folgt der zweite Reiz jedoch in einem zeitlichen Abstand, der größer als 20 ms ist und damit in einer nachfolgenden Oszillationsperiode verarbeitet werden kann, dann lassen sich diese beiden Reize als zeitlich distinkte Reize in ihrer Ordnung identifizieren (PÖPPEL ET AL., 1990; PÖPPEL, 1994).

Es gibt nach PÖPPEL noch einen weiteren theoretischen Gesichtspunkt, der auf die Notwendigkeit solcher Systemzustände hinweist. Visuelle und akustische Reize, die z. B. ein Objekt kennzeichnen, sind aufgrund unterschiedlicher Transduktionsprozesse der beiden Sinnessysteme in den seltensten Fällen gleichzeitig im Gehirn vorhanden. Akustische Informationen liegen nach einer Transduktionszeit von ca. 1 ms vor; visuelle Informationen sind erst nach 20 ms verfügbar. Aus diesem Grund ist es nach PÖPPEL ökonomisch, zeitliche Toleranzzonen einzuführen, innerhalb derer eine "Vorher-Nachher- Beziehung" der Reize unterschiedlicher Sinnesmodalitäten nicht bestimmt ist. Solche Toleranzzonen könnten durch neuronale Oszillationen mit stabiler Frequenz bereitgestellt werden. "In dem das Gehirn solche zeitlose Zonen benutzt, kann es überhaupt erst mit den Reizen der Welt, die ihre eigene Zeitlichkeit haben, umgehen. Wenn alles so aufgenommen würde, wie es über unsere Sinnesorgane in unser Gehirn einströmt, und wenn keine Pufferzonen eingeführt würden, dann würden wir in einem Chaos von ungestalteter Information versinken" (PÖPPEL 1997 b, S. 84). PÖPPEL nimmt an, daß pathologische Verlängerung der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit möglicherweise auf fehlende hemmende Mechanismen zentralnervöser Prozesse zurückzuführen ist.

6.5. Geschlechtsspezifische Unterschiede der Zeitverarbeitung

Untersuchungen zu verbalen Fähigkeiten weisen oft auf eine Überlegenheit weiblicher Personen gegenüber männlichen hin. Dies könnte zu der Schlußfolgerung führen, daß den besseren sprachliche Leistungen weiblicher Personen auch bessere zeitliche Verarbeitungsprozessen zugrunde liegen. Entgegen dieser Annahme berichtet LOTZE (1996) von etwa 20 ms höheren Ordnungsschwellenwerten bei weiblichen Probanden. RAMMSAYER UND LUSTENAUER (1989) fanden in ihrer Untersuchung Geschlechtsunterschiede in der Diskriminationsfähigkeit der Dauer kurzer Zeitintervalle (im ms Bereich). Die

Probanden mußten angeben, welches Zeitintervall länger war. Sie fanden eine Überlegenheit der männlichen Versuchspersonen in diesen Diskriminationsaufgaben. RAMMSAYER UND LUSTENAUER beschreiben Befunde zur Rolle von Dopamin als Neurotransmitter für die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit. Auch in der Untersuchung von WITTMANN (1997) haben Frauen über alle Patientengruppen hinweg leicht höhere Ordnungsschwellenwerte als Männer. Bei TREMMEL (1996) finden sich ebenfalls geschlechtsspezifische Unterschiede bei fünfjährigen Vorschulkindern. Die signifikanten Unterschiede zwischen den auditiven Ordnungsschwellenwerten, die sie bei fünfjährigen Jungen und Mädchen fanden, ließen sich bei Schulkindern aber nicht mehr nachweisen.

Als Grund für die höheren Ordnungsschwellenwerte weiblicher Probanden diskutiert LOTZE (1996) geschlechtsspezifische Differenzen in der Hemisphärenverbindung. Frauen zeigen in neuroanatomischen Untersuchungen eine stärkere kommissurale Verbindung als Männer. Aufgrund einer geringeren funktionalen Asymmetrie bei der Lateralisation von Sprachfunktionen bei Frauen könnte die Auftrennung zwischen links - und rechtshemisphärisch zeitlich präsentierten akustischen Reizen (Klicks) gegenüber männlichen Personen erschwert sein. WITTMANN (1997) diskutiert Ordnungsschwellenwerte zwischen männlichen und weiblichen Probanden noch unter dem Aspekt geschlechtsspezifischer Wahl- bzw. Verhaltensstrategien. Unterschiedliche Verhaltensstrategien bei der Auswahl der Antworten ("links zuerst", "rechts zuerst" oder "gleichzeitig") können die Höhe der Ordnungsschwelle beeinflussen. Aufgrund des Algorithmus der Meßmethode wird eine "gleichzeitig" Antwort als Fehler gewertet, was zu einer höheren Ordnungsschwelle führt. Wenn nun das Interstimulus- Intervall nahe an die persönliche Ordnungsschwelle gelangt, könnte nach WITTMANN dies zu größeren Unsicherheiten in der Entscheidungsfindung bei weiblichen Personen führen. Möglicherweise reagieren Frauen bei Unsicherheit öfter mit einem "gleichzeitig" und verlieren dabei die positiv in die Berechnung eingehenden Zufallstreffer, während Männer noch von einer gewissen Ratewahrscheinlichkeit profitieren, wenn sie trotz Unsicherheit entweder mit "links" oder "rechts" reagieren.

6.6. Zur Lateralität der hochfrequenten Zeitverarbeitung

Die empirischen Befunde über Zusammenhänge zwischen Händigkeit und Lateralisation belegen, daß bei den meisten Rechtshändern Sprache im Bereich der linken Hemisphäre verarbeitet wird. Von daher ist auch anzunehmen, daß linkshemisphärisch lokalisierte kortikale Prozesse bei hochfrequenten Zeitverarbeitungsprozessen eine tragende Rolle spielen. Empirische Untersuchungen an unterschiedlichen Patientengruppen mit verschiedenen Hirnläsionen unterstützen diese Annahme. VON STEINBÜCHEL ET AL.(1996) fand bei Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen phonologische Dekodierungsprobleme, die mit hohen zeitlichen Ordnungsschwellen verbunden sind. Die vorliegenden Befunde legen die Vermutung nahe, daß die hochfrequenten zeitlichen Verarbeitungsmechanismen auf der Basis der lateralisierten sprachlichen Verarbeitung linkshemisphärisch gesteuert werden (MILLS UND ROLLMANN 1980; MILLER UND FITCH,1993).

LOTZE (1996) stellt Untersuchungsergebnisse vor, die einen linkshemi sphärischen Vorteil in der Diskrimination von kurzen akustischen Reizen nachweisen. Die Studie von MILLS UND ROLLMANN (1980) zeigt, daß die Ordnungsschwellenwerte bei binauraler Präsentation kleiner waren, wenn die Präsentationsfolge "rechts zuerst" war als wenn die umgekehrte Reihenfolge dargeboten wurde. Die mittlere Ordnungs-

schwelle bei Erwachsenen wies bei der Präsentationsfolge "rechts zuerst" einen durchschnittlichen Wert von 54,9 ms auf, bei der Präsentationsfolge "links zuerst" 60,6 ms. MILLS UND ROLLMANN führen die höheren Ordnungsschwellenwerte des Darbietungsmodus "links zuerst" auf die erhöhte Transmissionszeit zurück, die bei der Reizverarbeitung vom linken Ohr zur rechten Hemisphäre und von dort wieder zurück über das corpus callosum (Balken) in die Verarbeitungszentren der linken Hemisphäre entstehen. Ihre Ergebnisse sehen sie im Zusammenhang damit, daß rasche zeitliche Verarbeitungsprozesse linkshemisphärisch lokalisiert sind. NICHOLLS (1996) faßt eine Reihe von empirischen Untersuchungen zusammen, die die Annahme eines linkshemisphärisch hochfrequenten zeitlichen Verarbeitungsprozesses untermauert, der nicht nur auf Sprachverarbeitung beschränkt ist, sondern auch visuelle und motorische Verarbeitungskomponenten beinhaltet. TALLAL ET AL. (1993, S. 44) diskutieren die Einflüsse hormonaler Manipulation und Streß auf auditive Zeitverarbeitungsprozesse. MERZENICH ET AL. (1993) führen Untersuchungen mit bildgebenen Verfahren (PET - Studien) an, die zeigen, daß links frontale Hemisphärengebiete aktiviert werden, wenn die Probanden schnell wechselnde akustische Stimuli verarbeiten müssen.

6.7. Entwicklungsprozesse zeitlicher Informationsverarbeitung

Es stellt sich die Frage, ob zeitliche Informationsverarbeitungsprozesse eine Entwicklungsprozeß unterliegen, d.h. die Fähigkeit zum Erkennen zeitlicher Ordnung altersabhängig ist. Erste Hinweise auf diese Annahme ergaben Untersuchungen von IRVIN ET AL. (1985) und DAVIS UND MC CROSKY (1980). KEGEL (1990) fand in seiner Untersuchung, daß die auditiven Ordnungsschwellen bei älteren Kindern niedriger lagen als bei jüngeren Vorschulkindern. Bei sprachunauffälligen Grundschulkindern (Alter 8 bis 9 Jahre) fand KEGEL durchschnittliche Ordnungsschwellenwerte von 60 ms, bei sprachunauffälligen Vorschulkindern zeigten sich Ordnungsschwellenwerte, die bei 140 ms lagen. Bei Schuleintritt lagen die Ordnungsschwellenwerte dieser Kinder bei ca. 60 bis 80 ms (KEGEL 1991). Die Ergebnisse KEGELS sprechen für einen Entwicklungsaspekt der zeitlichen Informationsverarbeitung. Er schließt aus seiner Untersuchung, daß die Entwicklung der zeitlichen Informationsverarbeitung etwa im Alter von 10 Jahren zum Abschluß gelangt. Die Untersuchungen von VEITH (1992) und ROSENKÖTTER (1997) scheinen die Annahme eines Entwicklungsprozesses zeitlicher Informationsverarbeitung weiter zu untermauern. VEITH erhob die auditiven Ordnungsschwellenwerte an einer allerdings recht kleinen Stichprobe (N=12) sprachunauffälliger und sprachauffälliger Kinder. Die Ordnungsschwellenwerte lagen bei 6jährigen Kindern durchschnittlich bei ca. 144 ms und sanken bei 9jährigen Kindern auf 38 ms. Dies ist ein Bereich, der auch für Erwachsene erhoben werden konnte. Bei den sprachauffälligen 6jährigen Kindern fand VEITH Ordnungsschwellenwerte von durchschnittlich 190 ms, die sich bis zu Alter von 9 Jahren auf 68 ms reduzierten. ROSENKÖTTER (1997) berichtet von auditiven Ordnungsschwellenwerten bei 5jährigen Kindern von durchschnittlich 160 ms, bei 6jährigen von 155 ms. Siebenjährige weisen noch eine durchschnittliche Ordnungsschwelle von 145 ms auf. Die Ordnungsschwellenwerte sinken mit zunehmenden Alter und liegen bei 11jährigen Kindern bei 75 ms. Die Untersuchung von MERGEN (1997) und TREMMEL (1996) an Vorschul- und Grundschulkindern zeigen ebenfalls eine Abnahme der Ordnungsschwellenwerte mit zunehmenden Lebensalter.

Diese Befunde legen nahe, daß im Bereich hochfrequenter Zeitverarbeitungsprozesse im Vorschul- bzw. Grundschulalter ein Entwicklungsprozeß stattfindet. Die Zeitverarbeitungsfähigkeit der Kinder nähert sich Ende ihrer Grundschulzeit dem der Erwachsenen an.

Die Befunde können die Annahme stützen, daß im Grundschulalter eine Reifung und Ausdifferenzierung zeitverarbeitender Mechanismen stattfindet, die sich wiederum auf die Sprachverarbeitungs- und diskriminationsleistungen der Kinder auswirken.

6.8. Der Zusammenhang zwischen zeitlicher Informationsverarbeitung und Sprachverarbeitung

Sprachwahrnehmung und -verarbeitung erfordern hochkomplexe zeitliche Verarbeitungsmechanismen. Es wird angenommen, daß ein generelles Zeitverarbeitungsdefizit sich auch auf die sequentielle Analyse des gehörten Sprachsignals auswirkt. Insbesondere die Analyse von Phonemsequenzen kann nur durch die schnelle, feinzeitliche Analyse bestimmter Komponenten (Schwingungen, Amplitude und Pausen) des Lautspektrums identifiziert werden. Es wird angenommen, daß die zeitliche Steuerung dieser Prozesse einer internen Zeitverarbeitungs-komponente unterliegt (PÖPPEL, 1985) und ein enger Zusammenhang zwischen Laut - bzw. Sprachwahrnehmung und zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns besteht.

Hinsichtlich der Differenzierung von Sprachfunktionen schlagen von STEINBÜCHEL UND PÖPPEL (1991) eine Unterscheidung von inhaltstragenden und logistischen Funktionen vor. Inhaltstragende Funktionen werden in die Bereiche Reizaufnahme (Wahrnehmung), Verarbeitung, Bewertung und Reaktion (Planung und Ausführung von Handlungen) eingeteilt. Die logistischen Funktionen dagegen stellen die formalen Randbedingungen bereit wie die Aktivierung und zeitliche Organisation neuronaler Prozesse. Die logistischen Funktionen der zeitlichen Organisation stellen die Basis dar, sodaß Inhaltsfunktionen zeitlich in Bezug gesetzt werden können. Eine wesentliche Grundannahme ist nun, daß falls die logistischen Funktionen d.h. die Aktivierung, Integration und zeitliche Organisation neuronaler Prozesse gestört sind, auch die psychisch- inhaltsbezogenen Fähigkeiten (z. B. Sprachverarbeitung) gestört sind.

Als zentrale Hypothese über die Zusammenhänge zwischen zeitlicher Informationsverarbeitung und Sprachverarbeitung wird angenommen, daß durch Oszillationen mit Periodenlängen von ca. 20 bis 40 ms modalitätsunabhängige Gleichzeitigkeitszustände festgelegt werden, die die logistischen Randbedingungen für Sprachwahrnehmung und -verarbeitung darstellen (vergl. von STEINBÜCHEL UND WITTMANN, 1997).

Die auditive Analyse von Sprache auf der Phonemebene entspricht bei Erwachsenen in etwa diesem Zeitbereich. Bei hohen Ordnungsschwellenwerten ist das Gehirn nicht mehr in der Lage, die zeitlich rasch aufeinander folgenden akustischen Sprachlaute adäquat zu verarbeiten. Wenn nun zwei aufeinanderfolgende Phoneme als neuronale Codes in derselben, durch eine Störungen oder Schädigung verlängerten Oszillationsperiode eintreffen, entstehen Lautdiskriminationsstörungen. Der Hörer kann nicht mehr unterscheiden, ob der Sprecher beispielsweise die Silbe /da/ oder /ta/ gesagt hat. BISHOP (1997) fand bei einer Spektrogrammanalyse, daß die Silben /pa/, /ta/, /ka/ sich nur durch verschiedene Formantentransitionen mit einer Länge von 40 ms unterscheiden. Die Verarbeitungsschwierigkeiten für Lautsequenzen sind dabei aber um so größer, je kürzer die Phoneme im Sprachfluß akustisch hörbar sind. Es ist anzunehmen, daß

möglicherweise einzelne, länger im Sprachfluß hörbare Phoneme (z.B. Vokale) unter Umständen noch korrekt perzipiert werden können, während nur kurz hörbare Konsonanten nicht mehr sicher identifiziert werden können. Eine gut funktionierende Phonemsegmentierungsfähigkeit bildet eine wichtige Voraussetzung für Sprachverständnis. Um gesprochene Sprache präzise zu verstehen, muß diese aber nicht kleiner als 20 ms segmentiert werden, da alle Sprachlaute oberhalb dieser Zeitgrenze liegen (KEGEL, 1990).

KEGEL (1990) schlägt ein Modell vor, das ebenfalls von einem Zusammenhang zwischen Sprach- und Zeitverarbeitung ausgeht. Darin werden drei Ebenen unterschieden:

- die der zeitspezifischen Sprachverarbeitung (die Ordnungsebene),
- die Integrationsebene
- eine spezifische Sprachverarbeitungsebene (Strukturierungsebene).

Auf der Ordnungsebene findet die Auflösung der Sprachsignale im Zehntel-Millisekundenbereich statt. Die Ordnungsebene segmentiert nach KEGEL ein Sprachsignal im Abstand von 20 bis 50 ms.

Auf der Integrationsebene findet nach KEGEL die Perzeption prosodischer Gestalten im Zeitbereich von 2 bis 5 Sekunden statt. Diese Integrationsebene wird anhand von Rhythmusreproduktionen erfaßt. Er nimmt an, daß eine gute Rhythmusfassung mit guter Sprachverarbeitung korrespondiert und Rhythmusleistungen Indikatoren für die Zeitverarbeitung auf der Integrationsebene darstellen.

Auf der Strukturierungsebene werden die Elemente, die durch die zeitspezifischen Ebenen bestimmt werden (z. B. Silben), verarbeitet. Diese Ebene umfaßt den Zeitbereich von einigen hundert Millisekunden.

KEGEL nimmt eine Wechselbeziehung der verschiedenen Ebenen an. Es wäre seiner Meinung nach zu prüfen, ob eine weitere Zeitverarbeitungsebene zwischen Integrations- und Ordnungsebene existiert, die sich am Silbenverlauf orientiert.

Die Theorie neuronaler Zeitverarbeitung geht davon aus, daß zeitspezifische Informationen von Sprachreizen innerhalb eines begrenzten Zeitintervalls verarbeitet werden müssen, um Sprache korrekt wahrnehmen zu können. Es ist deshalb anzunehmen, daß Kindern oder Erwachsenen mit Störungen der Zeitverarbeitung, d. h. mit hohen auditiven Ordnungsschwellenwerten, die zeitliche Auflösung der im Sprachfluß enthaltenen, rasch wechselnden Lautstrukturen nicht oder nur unzureichend gelingt, da die rasch aufeinanderfolgenden Sprachlaute quasi gleichsam in eine einzige Zeiteinheit fallen, so daß deren sequentielle Dekodierung nicht gelingt. Vor allem zu Beginn der alphabetischen Phase, wenn die Kinder zum Rechtschreiben auf die lautliche Analyse des Wortklanges zurückgreifen, können temporale Verarbeitungsdefizite sich auf die Verarbeitungsleistung bei den zeitkritischen Lauten auswirken. Es liegt nahe, anzunehmen, daß Kinder bzw. Erwachsene mit hohen Ordnungsschwellenwerten Sprachverarbeitungsdefizite aufweisen, die wiederum ihre Lese-Rechtschreibleistungen beeinträchtigen.

BRAITENBERG UND PULVERMÜLLER (1992) diskutieren die Existenz einer neuronalen Periodizität im Zeitbereich von 200 bis 300 ms, die für die Verarbeitung auf Silbenebene (die eine zeitliche Dauer von 200 bis 250 ms aufweist) zuständig ist und auch an der Steuerung präziser Bewegungen beteiligt ist.

VON STEINBÜCHEL UND WITTMANN (1997) vermuten, daß zeitliche Integrationsprozesse auch eine wichtige Funktion bei der Kontrolle von differentiellen Aufmerksamkeitsprozessen spielen. TALLAL ET AL.(1997) nehmen an, daß basale zeitliche Integrationsdefizite zu Störungen der rezeptiven und expressiven Sprachentwicklung führen, die wiederum häufig mit Lese-Schreibstörungen korrespondieren. VON STEINBÜCHEL UND WITTMANN (1997) diskutieren den Zusammenhang zwischen motorischen und zeitlichen Defiziten. Dies ist im Hinblick auf die Beobachtung, daß viele lese- rechtschreibschwache Kinder und sprachauffällige Kinder auch motorische Entwicklungsauffälligkeiten aufweisen, von Bedeutung. Sie nehmen an, daß mit Störungen der hochfrequenten Prozesse auch Störungen zeitlicher Prozesse, die für die Ausführung und Kontrolle motorischer Bewegungen notwendig sind, einhergehen. Da hochfrequente Sprachverarbeitungsprozesse linkshemisphärisch lokalisiert sind und auch die Organisation und Programmierung von Motorik zu einem Teil linkshemi sphärisch lokalisiert zu sein scheint, könnten Funktionsstörungen der "Zeitgeber" sowohl zu Sprachstörungen und Lese-Rechtschreibstörungen als auch zu motorischen Auffälligkeiten führen. Empirische Belege für dieser Annahme finden sich bei TALLAL ET AL.(1997). Sie berichten, daß sprachgestörte Kinder sowohl in der Verarbeitung schnell wechselnder akustische Reize besondere Schwierigkeiten haben als auch in der Kontrolle der zeitlich- motorischen Produktion für Sprachlaute. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang zwischen hochfrequenter und mittlerer zeitlicher Verarbeitungsebene: mehrere hochfrequente Oszillationen können sich aufsummieren und zu einer Gestalt integriert werden, die die motorischen Prozesse auf dieser mittleren zeitlichen Ebene steuern. Störungen der hochfrequenten Ebene können so auch korrespondieren mit Störungen auf der mittleren zeitlichen Verarbeitungsebene (VON STEINBÜCHEL UND WITTMANN,1997). ITTMANN (1997) konnte in seiner Untersuchung einen solchen Zusammenhang bei Aphasiepatienten empirisch belegen.

6.9. Empirische Evidenz für den Zusammenhang zwischen temporaler Verarbeitung und Sprachverarbeitung

Es gibt inzwischen eine Vielzahl von empirischen Befunden im deutschsprachigen und anglo- amerikanischen Sprachraum, die einen Zusammenhang zwischen Zeitverarbeitung und Sprachverarbeitung dokumentieren (VON STEINBÜCHEL UND PÖPPEL 1991, TALLAL 1980, TALLAL ET AL.1993). KEGEL (1990) untersuchte 240 sprachauffällige und sprachunauffällige Kinder im Alter von 6 bis 10 Jahren in einer Querschnittuntersuchung. Die sprachauffälligen Kinder wiesen im Durchschnitt höhere Ordnungsschwellenwerte auf. VEITH (1994) fand in ihrer Längsschnittuntersuchung mit 7 sprachauffälligen und 5 sprachunauffälligen Kindern ebenfalls signifikante Unterschiede im Bereich der auditiven Ordnungsschwelle. Sie benutzte Nachsprechsätze unterschiedlicher Komplexität, um die Sprachwahrnehmungsleistung der Kinder zu vergleichen. VEITH zieht aus ihrer Untersuchung die Schlußfolgerung, daß, wenn der Ordnungsschwellenwert hoch ist bzw. im Laufe der Entwicklungen des Kindes hoch bleibt, dies wahrscheinlich mit Sprachentwicklungsstörungen verknüpft ist. Wenn der Ordnungsschwellenwert aber niedrig ist, ist kein Umkehrschluß auf eine unauffällige Sprachentwicklung möglich. In einer Studie von MAY, WILLIAMS UND DUNLOP (vergl.VON STEINBÜCHEL ET AL.,1996) wurde ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Ordnungsschwelle und der Leseleistung von Kindern im Alter zwischen 8 und 10 Jahren gefunden. Die Ordnungsschwellen lagen um so niedriger, je besser die Leseleistung der Kinder war.

Von einer neuen Untersuchung berichten VON STEINBÜCHEL, WITTMANN UND LANDAUER (1997 b). Sie testeten 110 Kinder aus den zweiten Grundschulklassen und erhoben dabei die Ordnungsschwellenwerte und die /da/-/ta/ Phonemdiskriminationsleistungen. Die sieben bis acht Jahre alten Kinder wiesen dabei mittlere Ordnungsschwellenwerte von 109 ms (SD 69 ms) auf, ein Wert also, der im Vergleich zu Erwachsenen etwa um das drei bis vierfache verlängert ist und der darauf hindeutet, daß bei Kindern diesen Alters die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit noch nicht vollständig entwickelt ist. Die Untersuchung zeigte, daß Kinder mit niedrigen Ordnungsschwellenwerten sich von Kindern mit hohen Ordnungsschwellenwerten signifikant in der Phonemdiskriminationsleistung unterschieden. Die Kinder mit besserer Zeitauflösung konnten die Silben /da/-/ta/ bei verschiedenen Stimmeinsatzzeiten (VOT) deutlich besser diskriminieren. In einer weiteren Untersuchung (VON STEINBÜCHEL, WITTMANN UND LANDAUER 1997 b) wurden ebenfalls Kinder der zweiten Klasse mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten untersucht. Die Annahme war, daß ein Teil der Kinder mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten eine erhöhte Ordnungsschwelle aufweist. Die 23 untersuchten Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten wiesen im Durchschnitt eine Ordnungsschwelle von 172 ms (SD=89) auf. Aber nicht alle LRS- Kinder hatten hohe Ordnungsschwellenwerte. Als "auffällig" wurde ein Ordnungsschwellenwert definiert, der zwei Standardabweichungen über den Mittelwert (109 ms) lag. Lediglich sieben von 23 Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten hatten auffällige Ordnungsschwellenwerte, die im Mittel bei 283 ms lagen. Die sieben lese-rechtschreibschwachen Kinder mit hohen Ordnungsschwellenwerten hatten auch deutlich mehr Probleme in der Unterscheidung der Silben /da/-/ta/ mit unterschiedlicher VOT. VON STEINBÜCHEL und Mitarbeiter schätzen, daß etwa ein Viertel aller Kinder mit diagnostizierter Lese-Rechtschreibschwäche eine Beeinträchtigung in der auditiven zeitlichen Auflösungsfähigkeit aufweist. MERGEN (1997) fand in seiner Untersuchung, daß sprachauffällige Kinder im Vergleich zu ihren Altersgenossen der Regelschule erhöhte Ordnungsschwellenwerte hatten. Sie erzielten auch im Mottiertest zur Erfassung der akustischen Differenzierungs- und Merkfähigkeit deutlich schlechtere Ergebnisse. SCHULTE- KÖRNE (1998) untersuchte, ob lese- rechtschreibschwache Kinder (N=15) im Alter von 11 bis 13 Jahren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (N=14) Schwächen in der Verarbeitung rasch aufeinander folgender akustischer Reize aufweisen. Den Kindern wurde über Kopfhörer ein Rauschen aus zufällig verteilten Frequenzen präsentiert. In dem Rauschen war ein Gap (Lücke) enthalten, der, abhängig vom Antwortverhalten des Kindes, verkleinert oder vergrößert wurde. Die Aufgabenstellung war ein Tastendruck links, wenn zwei getrennte Ereignisse wahrgenommen wurden und ein Tastendruck rechts, wenn die Kinder glaubten, nur ein Rauschen zu hören. Der Gruppenvergleich ergab keine signifikanten Unterschiede, was die Autoren zu der Schlußfolgerung veranlaßte, daß die Ergebnisse nicht die Hypothese unterstützen, daß lese-rechtschreibschwache Kinder Schwächen in der Wahrnehmung schnell aufeinanderfolgender Reize aufweisen. Bei der Bewertung dieser Schlußfolgerung muß man allerdings kritisch berücksichtigen, daß die Kinder in dieser Studie schon recht alt waren und viele Rechtschreibfehler in diesem Alter durch Nichtbeachten orthographischer Regeln (Dehnungs- oder Dopplungsfehler, Fehler in der Groß- und Kleinschreibung) entstehen und nicht unbedingt durch Schwierigkeiten in der sequentiellen Analyse von Phonemfolgen, wie dies vor allem im Anfangsunterricht von Bedeutung ist. Darüber hinaus ist Gap-Detektion nicht gleichzusetzen mit der Ordnungsschwelle, die andere Verarbeitungsmechanismen erfordert.

Im anglo-amerikanischen Bereich haben sich vor allem TALLAL, MERZENICH und Mitarbeiter mit der Ätiologie von Sprachstörungen und der Beziehung zu Zeitverarbeitungsmechanismen befaßt (TALLAL 1980, 1984, TALLAL ET AL. 1993, 1997). Die These von TALLAL und Mitarbeitern ist, daß sprachentwicklungsgestörte Kinder eine spezifische Zeitverarbeitungsstörung aufweisen, die kausal mit Sprachverarbeitungsdefiziten verbunden ist (MERZENICH ET AL., 1993). TALLAL und Mitarbeiter gehen davon aus, daß Silben mit Stop-Konso nanten (/ba/-/da/) spektrale Veränderungen im Zeitrahmen von Zehntel- Millisekunden aufweisen und jede Beeinträchtigung der Fähigkeit, die Reihenfolge dieser Veränderungen zu verarbeiten, zu einer beeinträchtigten Diskrimination dieser Laute führt. Zur Überprüfung ihrer Annahme verglichen sie die Leistungen leseschwacher und normaler Kinder mit Aufgaben, die die Diskrimination von Tönen mit langen und kurzen Interstimulus- Intervallen erforderten sowie mit Aufgaben, bei denen die Voice Onset Time der Silben /da/-/ta/ synthetisch variiert wurde. TALLAL und Mitarbeiter verweisen auf eine Reihe von Längsschnittstudien, die einen Zusammenhang zwischen frühen Sprachbeeinträchtigungen und Leserechtschreibstörungen gefunden haben. TALLAL (1980) verglich leseschwache Kinder mit einer Kontrollgruppe anhand einer Batterie von non-verbale Wahrnehmungstests, die die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit (temporal order perception) erfaßten. Sie konnte nachweisen, daß es keine signifikanten Differenzen zwischen beiden Gruppen gab, wenn die Stimuli in langsamer Reihenfolge (i Bereich von 300 bis 350 ms) präsentiert wurden. Wenn die Stimuli jedoch in rascher Folge (40 bis 60 ms) präsentiert wurden, machten die leseschwachen Kinder signifikant mehr Fehler als die Kontrollgruppe. Ferner zeigte sich in der Studie eine hohe Korrelation ($r=.81$) zwischen der Anzahl der Fehler, die bei einem phonetischen Lesetest (Unsinnswörter lesen) gemacht wurden und der Fähigkeit, schnell präsentierte akustische Stimuli zu diskriminieren. Die Korrelation zu anderen Parametern der Lesefertigkeit und Rechtschreibleistung war weniger hoch. Die zeitliche Ordnungsschwelle war nicht mit dem Verbal- Intelligenzquotienten korreliert. Die Studie zeigt aber auch, daß nicht alle leseschwachen Kinder Defizite in der Zeitverarbeitung aufwiesen. 12 der 20 leseschwachen Kinder zeigten normale Leistungen in ihrer auditiven Zeitverarbeitung. Die Studien lassen die Schlußfolgerung zu, daß offensichtlich nur eine Subgruppe leseschreibschwacher Kinder Schwierigkeiten in der zeitlichen Verarbeitung hat. TALLAL UND PIERCY (1975) konnten belegen, daß sprachentwicklungsgestörte Kinder speziell in ihren Fähigkeiten beeinträchtigt waren, zwischen Sprachlauten zu diskriminieren, die durch schnell wechselnde akustische Veränderungen (der VOT) charakterisiert waren, aber keine Unterschiede zu einer Kontrollgruppe aufwiesen, wenn die Sprachlaute länger andauerten.

Die Studien belegen, daß zeitliche Verarbeitungsstörungen mit Sprachwahrnehmungsdefiziten, Sprachproduktionsdefiziten, rezeptiven Sprachdefiziten und Leserechtschreibstörungen korrelieren. Anhand von Literaturstudien beschreiben FARMER UND KLEIN (1995), daß sprachauffällige Kinder und leseschreibschwache Kinder mehr Zeit zur Diskrimination und zum Erinnern nonverbaler auditiver, visueller und taktiler Informationen benötigen. In den wenigen Studien, in denen leseschwache Kinder ohne sprachliche Entwicklungsdefizite untersucht wurden, zeigte sich, daß diese Subgruppe auch keine zeitlichen Verarbeitungsstörungen aufwiesen.

TALLAL nimmt an, daß grundlegende Störungen in der zeitlichen Verarbeitung zu Defiziten führt, bestimmte phonologische Repräsentationen für die Laute der Muttersprache aufzubauen. Diese phonologischen Defizite wiederum verzögern den

Spracherwerb. Sie weist aber auch darauf hin, daß die Kinder verschiedene andere Aspekte von Sprachsignalen benutzen (z. B. Verarbeitung auf Silben- oder Wortebene, Ausnutzung von Redundanzen und grammatikalischen Regeln), um ihre grundlegenden Schwierigkeiten der Zeitverarbeitung zu kompensieren. TALLAL nimmt ferner an, daß Zeitverarbeitungsdefizite auch zu Schwierigkeiten im Aufbau der Regeln für Phonem- Graphem Korrespondenzen führen.

MERZENICH ET AL.(1996), TALLAL ET AL.(1996, 1997) gingen der Frage nach, ob sprachentwicklungsgestörte Kinder von einem Training der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit (Ordnungsschwellentraining) profitieren. Insbesondere gingen sie der Frage nach, ob eine Verbesserung der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit auf nichtsprachlicher Ebene möglich ist und ob sich dies auch auf allgemeine sprachliche Fähigkeiten wie beispielsweise die Sprachverständnisfähigkeit und die Lautdiskriminationsfähigkeit auswirkt. Die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit wurde mittels eines Computerspiels trainiert. Das Förderprogramm enthielt zusätzlich Sprachtrainingsübungen mit akustisch modifizierter Sprache, in der die Dauer eines Sprachsignals verlängert und Sprachsignale akustisch herausgehoben wurden. Die Kinder (N=7) waren zwischen fünf und neun Jahre alt, hatten einen nonverbalen IQ über 80 und keine neurologischen Auffälligkeiten. In ihrer Sprachentwicklung lagen die Kinder in standardisierten Sprachentwicklungstests wenigstens eine Standardabweichung unter dem Mittelwert. Das Training dauerte insgesamt 8 bis 16 Stunden. Die Ergebnisse der Trainingsstudie zeigten, daß durch das Training sowohl die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit signifikant verbessert werden konnte als auch ein Transfer auf verbale Fähigkeiten nachgewiesen werden konnte: die Ordnungsschwellenwerte der Kinder verbesserten sich von 400 auf 100 ms. Nach dem Ordnungsschwellentraining zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Sprachdiskriminationsfähigkeit (besseres Erkennen spezifischer Laute). In einer zweiten Studie konnte TALLAL die Ergebnisse an 22 Kindern mit einem durchschnittlichen Alter von 7,4 Jahren replizieren. Sie nimmt an, daß durch das Training sich kortikale Strukturen ausbildeten, die eine bessere zeitliche Auflösung der akustischen Reize ermöglichen.

Die Generalisierbarkeit dieser Trainingseffekte, insbesondere der Transfer auf die Komplexität der Alltagskommunikation, auf Lese-Rechtschreibleistungen sowie auf Langzeiteffekte muß in weiteren Studien untermauert werden. Offen ist nach wie vor der wissenschaftliche Nachweis, ob sich ein Ordnungsschwellentraining auch auf die Lese- Schreibkompetenz von Grundschulern auswirkt. Ähnlich wie die Trainingsstudien zur phonologischen Bewußtheit müßte ein Training der Ordnungsschwelle im Anfangsunterricht erfolgen, weil in dieser Zeit insbesondere Phonemdiskriminationsleistungen von den Kindern verlangt werden, während zu einem späteren Zeitpunkt die Lese- und Rechtschreibleistungen von Abrufprozessen aus dem visuellen Gedächtnis stärkeres Gewicht bekommen.

STUDDERT-KENNEDY UND MODY (1995) und MODY ET AL. (1997) stellen die von TALLAL und Mitarbeitern aufgestellte Theorie eines kausalen Zusammenhangs zwischen temporalen Verarbeitungsdefiziten und Sprachverarbeitungsdefiziten in Frage. Sie konstatieren, daß es sich lediglich um einen kovariaten Zusammenhang handelt. STUDDERT-KENNEDY UND MODY nehmen stattdessen an, daß Defizite der auditiven Sequenzerkennung von Silben (z. B. /da/-/ta/) aus der Schwierigkeit resultieren, phonetisch ähnliche Stimuli schnell zu identifizieren. Ihrer Meinung nach sind die Schwierigkeiten von leseschwachen Kindern darauf zurückzuführen, daß sie nicht so gut die phonetischen Kontraste der Sprache ausnutzen können wie normale Kinder

d. h. Defizite in der diskriminativen Kapazität aufweisen und weniger in der zeitlichen Verarbeitung. MODY ET AL. (1997) untersuchten 20 Kinder mit Leseschwierigkeiten und 20 Kinder mit guten Leseleistungen. Im ersten Experiment wurden die Kinder i Hinblick auf ihre Diskriminationsleistungen bei synthetisierten /ba/-/da/ Silben mit variierender Voice Onset Time untersucht. Die Fehler in der Identifizierung stiegen an, je mehr das Interstimulus- Intervall abnahm. In einem zweiten Experiment wurde das Silbenpaar /ba/-/da/ ersetzt durch /ba/-/sa/, wobei weniger Fehler in der Diskriminationsleistung bei Abnahme des Interstimulus -Intervalls auftraten. Aus diesen Ergebnissen schlossen die Autoren, daß die Schwierigkeiten von leseschwachen Kindern bei der Diskrimination von /ba/-/da/ Silben nicht in erster Linie auf Defizite in der Schnelligkeit der auditorischen Verarbeitung zurückzuführen waren, sondern auf die Schwierigkeit, phonetisch ähnliche Silben zu identifizieren, die in rascher Abfolge präsentiert werden.

Untersuchungen zu Störungen der Sprache und gestörter Zeitverarbeitung bei Erwachsenen

Die Bedeutung der Erkennung zeitlicher Ordnung für die Sprachwahrnehmung wird besonders durch Beobachtung an hirngeschädigten Patienten mit Sprachstörungen (Aphasien) erkennbar. Untersuchungen über den Einfluß von gestörter Zeitwahrnehmung auf Sprachverarbeitungsleistungen wurde mit erwachsenen Aphasikern durchgeführt. Bei einem Teil dieser Patienten ist die Diskriminationsleistung bei Stopkonsonant- Vokalsilben (z.B. /da/-/ta/) mit verschiedenen VOT gestört (TALLAL UND NEWCOMBE, 1978). VON STEINBÜCHEL, WITTMANN UND PÖPPEL (1996) untersuchten 5 Patientengruppen mit unterschiedlichen fokalen Hirnläsionen in der linken und rechten Hemisphäre nach Schlaganfällen. Ihre Untersuchung belegt, daß nur bei Patienten mit einer postzentralen Läsion der linken Hemisphäre eine signifikante Verlängerung der Ordnungsschwelle zu finden war. Die empirischen Befunde an diesen Patientengruppen mit unterschiedlicher Lokalisation der Hirnschädigung wird als Hinweis interpretiert, daß die kortikalen Regionen, die mit der Verarbeitung von sprachrelevanten Reizen assoziiert sind, auch für die Verarbeitung zeitlicher Aspekte bedeutsam sind. VON STEINBÜCHEL ET AL.(1996) schließen aus dieser Untersuchung, daß insbesondere die linkshemisphärischen posterioren Hirnareale, die mit der Sprachverarbeitung verknüpft sind, auch an der zeitlichen Auflösung akustischer Reize beteiligt sind.

VON STEINBÜCHEL ET AL. (1996,1997) berichten, daß durch ein rein zeitkritisches Training eine Verbesserung der Ordnungsschwellen und der sprachlichen Erkennungsleistung bei Aphasikern bewirkt werden konnte. Eine Gruppe Aphasiker mit erhöhten Ordnungsschwellenwerten und Lautdiskriminationsproblemen erhielt ein achtwöchiges Ordnungsschwellentraining. Zwei weitere Gruppen von Aphasikern (Kontrollgruppen), die ebenfalls erhöhte Ordnungsschwellen und Defizite in der Lautdiskriminationsfähigkeit (bei /da/ - /ta/ Silben) aufwiesen, wurden in einer visuellen Diskriminationsaufgabe oder einer Tonhöhenunterscheidungsaufgabe trainiert. Nach Ende des Trainings konnten zwei Effekte festgestellt werden: Nur die Patientengruppe, die das Ordnungsschwellentraining erhielt, verbesserte sich in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit. Vor dem Training hatten die Aphasiker eine durchschnittliche Ordnungsschwelle von 160 ms, nach Ende des Trainings eine Ordnungsschwelle von 37 ms. Dies entspricht einem Wert , der dem von gesunden Erwachsenen (32 ms) sehr nahe kommt. Die Aphasiker, die das Ordnungsschwellentraining absolvierten, verbesserten sich ferner in der Erkennung von Stopkonsonant- Vokalsilben. Sie unterschieden sich nach Trainingsende in ihrer Fähigkeit, die Silben /da/-/ta/ zu unterscheiden, nicht mehr von gesunden Erwachsenen. Die beiden Kontrollgruppen hingegen, die kein

Ordnungsschwellentraining erhielten, verbesserten sich auch in ihren Ordnungsschwellenwerten nicht und zeigten weiterhin große Probleme in der Phonemunterscheidung. Diese Untersuchung sowie die Trainingsstudie von Tallal und Merzenich erlauben die vorsichtige Schlußfolgerung, daß ein Transfer der zeitlich- logistischen Funktionen auf inhaltsbezogene Sprachdiskriminationsleistungen möglich ist und die Phonemdiskriminationsleistung durch ein Ordnungsschwellentraining verbessert werden kann.

6.10. Zusammenfassung

Zeitliche Mechanismen spielen eine zentrale Rolle in grundlegenden Aspekten der Informationsverarbeitung und -produktion und dürften besonders kritisch für die normale Entwicklung und Aufrechterhaltung sowohl der sensomotorischen Integrationssysteme als auch der phonologischen Systeme sein.

Gegenwärtig werden drei Ebenen kortikal gesteuerter zeitlicher Verarbeitung unterschieden:

- eine hochfrequente Ebene im Bereich von 20 - 40 ms
- eine niederfrequente Ebene im Bereich von 2 - 3 Sekunden
- ein Zeitverarbeitungsmechanismus im Bereich zwischen 150 und 500 ms

Hypothetisiert wird derzeit ein kortikaler Mechanismus, bei dem zeitlich synchron auftretende 40 Hz Oszillationen räumlich verteilte Funktionsareale des Gehirns binden könnte. Die Synchronisation neuronaler Aktivitäten wird als grundlegender Mechanismus für kognitive Verarbeitungsprozesse angesehen.

VON STEINBÜCHEL UND PÖPPEL (1991) unterscheiden zwischen inhaltstragenden und logistischen Funktionen. Inhaltstragende Funktionen sind Sprache, Gedächtnis oder Handlungsplanungen. Die logistischen Funktionen stellen die formalen Randbedingungen dar, die mentale Funktionsfähigkeit erst ermöglichen: ohne die zeitliche Organisation neuronaler Prozesse können geistige Vorgänge nicht gelingen. Es wird angenommen, daß bei Störungen der logistischen Funktionen auch die psychisch- inhaltstragenden Funktionen gestört sind. Defizite der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit sind demnach eine mögliche Ursache für Sprachentwicklungsstörungen.

Die empirische Befundlage verweist darauf, daß zeitliche Auflösungs-fähigkeit eine Entwicklungsprozeß unterliegt. Daraus läßt sich folgern, daß Entwicklungsprozesse der Zeitverarbeitung auch mit Entwicklungen von Sprachverarbeitungsleistungen korrespondieren. Verschiedene Studien geben darüber hinaus Hinweise darauf, daß der spezielle hochfrequente Zeitgeber linkshemisphärisch lokalisiert zu sein scheint. In einer Reihe von empirischen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß sprachbehinderte und lese- rechtschreibschwache Kinder sowie Patienten mit linkshemisphärisch lokalisierten Läsionen spezielle Zeitverarbeitungsdefizite aufweisen. Diese Befunde belegen, daß grundlegende Zeitverarbeitungsdefizite verknüpft sind mit Sprachwahrnehmungs- und Sprachproduktionsdefiziten sowie mit Lese- Rechtschreibstörungen. Die Zusammenhänge sind aber funktional noch nicht eindeutig geklärt. Die Studien zeigen, daß sprachbehinderte und lese- rechtschreibschwache Kinder durchaus auch eine altersentsprechende Zeitverarbeitungsfähigkeit besitzen können. Die empirische Befundlage spricht für die Existenz von Subgruppen und macht deutlich, daß man bei der Erklärung so komplexer Funktionen wie Sprachentwicklung und Sprachverarbeitung und deren Störungen nicht monokausal argumentieren kann. Die referierten Untersuchungsergebnisse lassen bei sprachentwicklungsauffälligen und lese- rechtschreibschwachen Kindern eine offenkundige Vielfalt von Auffälligkeiten

erkennen, die von auditiven und visuellen Verarbeitungsstörungen bis zu Merkfähigkeitsdefiziten und motorischen Auffälligkeiten reichen.

Es ist sinnvoll, die Zusammenhänge zwischen zeitlich hochfrequenten Verarbeitungsprozessen und Sprachverarbeitung sowie Lese- Rechtschreibleistungen weiter zu untersuchen. Als Konsequenz dieser Studien wäre denkbar, neue Ansätze in der Therapie von sprachauffälligen Kindern und Kindern mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten (bei gleichzeitig hohen Ordnungsschwellenwerten) zu entwickeln und zu erproben. Diese neurobiologisch orientierte Therapie in Form eines Ordnungsschwellentrainings, die das Ziel verfolgt, die neuronalen Leistungsbedingungen im Hinblick auf die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns zu verbessern, könnte linguistisch orientierten Therapien möglicherweise ergänzen und unterstützen.

7. Die Multikausalität von Lese- Rechtschreibstörungen

7.1. Definition, Prävalenz und Begleitsymptome

Eine Lese- Rechtschreibstörung (LRS) wird nach der Definition der WHO (vergl. DILLING ET AL. 1991) als eine umschriebene Schwäche im Erlernen des Lesens und Rechtschreibens definiert, die bei durchschnittlich intelligenten und normal unterrichteten Schülern beobachtet wird, ohne daß eine Sinnesstörung, neurologische Erkrankung oder soziale Deprivation besteht. Eine LRS ist nach dieser Definition eine klassische, an die Entwicklung der Hirnfunktionen gebundene zentralnervöse Störung.

Die Angaben über die Prävalenzrate schwanken zwischen 8 und 15% (KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995; GADDES, 1991; ARNKE, 1990; BREUER UND WEUFFEN, 1994; STRELOW, 1998), wobei ca. 4 - 7% der Kinder schwergradig davon betroffen sind. Als charakteristische Begleitsymptome einer Lese-Rechtschreibschwäche i Sinne einer Sekundärsymptomatik (WARNKE ET AL., 1998; BARTH 1997) werden oft genannt:

- schulische Versagensängste
- depressive Symptome und Versagensängste
- allgemeines Absinken schulischer Leistungen
- Konzentrationsstörungen
- psychosomatische Beschwerden
- Störung im Sozialverhalten
- Selbstwertproblematiken
- Verlust der Motivation zu schulischem Lernen
- Hausaufgabenkonflikte.

Eine Lese-Rechtschreibschwäche ist in der Regel keine isolierte Symptomatik, sondern oft begleitet von einer Reihe zusätzlicher Symptome wie beispielsweise grob - und feinmotorische Auffälligkeiten, visuo - motorische Störungen und Wahrnehmungsstörungen.

SCHYDLO (1993) berichtet von folgenden Beziehungen zwischen LRS und anderen Entwicklungsauffälligkeiten:

- bei 54 % der LRS Kinder bestand eine zentrale Fehlhörigkeit
- 13 % der Kinder wiesen andere Wahrnehmungsstörungen auf
- 14 % hatten auch visuelle Wahrnehmungsstörungen

- 47 % der Kinder hatten grobmotorische Störungen
- 16 % der Kinder hatten feinmotorische Störungen
- bei 20 % wurde ein hyperkinetisches Syndrom diagnostiziert.

Lange Zeit bestand in der wissenschaftlichen Diskussion eine starke Kontroverse darüber, ob eine Lese- Rechtschreibschwäche auf Mängel in der visuell - räumlichen Wahrnehmung oder auf phonologische Verarbeitungsstörungen zurückzuführen ist. Gegenwärtig besteht ein breiter wissenschaftlicher Konsens darüber, daß Lese- Rechtschreibschwierigkeiten multikausal bedingt sind. Kontrovers diskutiert wird dabei allerdings die Frage, ob es sich dabei um eine Störung d. h. einer qualitativen Abweichung oder lediglich um eine zeitlich verschobene "normale" Entwicklung handelt (vergl. KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995)

Im folgenden sollen Verlauf und Prognose sowie empirische Befunde zur Ätiologie von Lese-Rechtschreibstörungen beschrieben werden, um die Multikausalität der Genese dieser Entwicklungsstörung hervorzuheben.

7.2. Verlauf und Prognose

Die einschlägigen wissenschaftlichen Untersuchungen über den Verlauf einer Lese- Rechtschreibschwäche belegen übereinstimmend eine ungünstige Prognose (vergl. GADDES, 1991; ARNKE, 1990; KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995). Im Vergleich zu schriftsprachlich unbeeinträchtigten Personen gleicher Intelligenz bleibt ein großer Teil der Kinder in ihren Lesefertigkeiten, insbesondere aber in ihrer Rechtschreibleistung bis ins Erwachsenenalter benachteiligt. In einer prospektiv angelegten epidemiologischen Studie von ESSER UND SCHMIDT (1993), die die Entwicklung achtjähriger LRS- Kinder bis ins Erwachsenenalter verfolgen konnte, zeigte sich, daß der Schulerfolg von Kindern mit Lese- Rechtschreibschwächen deutlich schlechter war als der vergleichbarer Kinder (mit gleicher Intelligenz) ohne Lese- Rechtschreibschwäche. Darüber hinaus zeigten LRS- Kinder vermehrt psychische Symptome im Sinne von vermehrten Verhaltensauffälligkeiten, was sich über die gesamte Entwicklungszeit nachweisen ließ. 25% der als lese- rechtschreibschwach diagnostizierten Kinder waren bis zum Alter von 18 Jahren delinquent geworden gegenüber 5,3% ohne LRS. Lediglich 34% der Kinder mit LRS zeigten eine Besserungsrate ihrer Schriftsprachkompetenz. Soziale Faktoren übten einen deutlichen Einfluß auf die Lese- und Schreibentwicklung aus. Prognostisch gefährdet waren insbesondere Kinder aus sozio-ökonomisch schwachen Familien, die wenig Unterstützung für die Bewältigung ihrer Schwierigkeiten erhielten. Diese Ergebnisse verweisen auf die Ernsthaftigkeit der Symptomatik und die weitreichenden Auswirkungen auf die Lebensbiographie der Kinder. Die betroffenen Kinder bedürfen deshalb dringend der familiären und schulischen Unterstützung.

7.3. Zur Ätiologie der Lese-Rechtschreibschwäche

Die Tatsache, daß heute der Einfluß vielfältiger Einflußfaktoren auf das Erlernen des Lesens und Schreibens nachgewiesen ist, führt dazu, daß die Frage nach Ursachen gestörter Lese- Rechtschreibentwicklung sehr unterschiedlich beantwortet wird und verschiedene Fachrichtungen deren Bedeutung jeweils unterschiedlich gewichten: Mediziner betonen genetische oder konstitutionelle Faktoren, Psychologen präferieren kognitive und neuropsychologische Erklärungsmuster bzw. familiäre Faktoren, Pädagogen heben die Bedeutung unterrichtlicher Variablen hervor. Eine Lese- Rechtschreibschwäche läßt sich am besten durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren erklären. Der Einfluß zentral- nervöser, genetischer oder

konstitutioneller Faktoren wird in der Regel durch schulische, soziale und familiäre Faktoren mitbeeinflusst.

Zur Ätiologie der Lese-Rechtschreibschwäche liegen eine Vielzahl von Untersuchungsansätzen vor, die sich im wesentlichen durch die Untersuchungsebenen und -methoden voneinander unterscheiden. Die Versuche, aufgrund unterschiedlicher Genesen die LRS- Kinder in verschiedene Subgruppen (z. B. in "sprachgestörte" und "visuell- wahrnehmungsgestörte" oder "auditorisch- linguistische" und "visuell räumliche") zu klassifizieren, sind bisher aber noch unbefriedigend (vergl. WARNKE, 1990). Auch die Versuche der Einteilung von LRS-Kindern mittels Begabungsprofile sind eher ernüchternd, da die Kennzeichnung der Untergruppen eher willkürlich erfolgt. WEUFFEN (1997) schlägt im Hinblick auf ätiologische Faktoren drei Subgruppen von LRS Kindern vor:

Gruppe A: gut begabte Kinder **ohne** Vorgeschichte einer Sprachstörung im Vorschulalter mit legasthenen Verwandten. Die Kinder weisen einen altersentsprechenden Wortschatz auf und haben keine motorischen Auffälligkeiten. Als Genese der LRS nimmt Weuffen in dieser Gruppe genetische Faktoren an.

Gruppe B: Kinder mit durchschnittlicher Intelligenz **mit** Sprachentwicklungsstörungen im Vorschulalter und auffallendem Versagen in der rhythmischen Strukturierung.

Gruppe C: allgemein lernbehinderte Kinder mit Sprachbehinderungen noch i Schulalter und ausgeprägten Mängeln in allen Sprachwahrnehmungsleistungen.

7.3.1. Visuelle Verarbeitungsstörungen

Die überzeugendsten und beeindruckendsten Befunde zur Genese der LRS sprechen überwiegend für eine Störung der sprachlichen Informationsverarbeitung. Es wäre aber eine zu verkürzte Sichtweise, wenn man alle Lese- Schreibstörungen lediglich auf Mängel der phonologischen Informationsverarbeitung reduzieren würde.

Da der Leseprozeß auch in erheblichem Maße von visuellen Informationsverarbeitungsprozessen abhängt, sind Störungen in diesem Bereich von besonderer Bedeutung.

Zum Zeitpunkt des Lesenlernens, etwa zwischen dem sechsten bis achten Lebensjahr befinden sich wesentliche visuelle Voraussetzungen des Lesens wie beispielsweise die beidäugige Fixation und Fusion des Wortbildes (Binokularität) und die Buchstabenintegration bzw. Buchstabentrennschärfe (Auflösung der Buchstaben innerhalb eines Wortes) noch in physiologischer Ausreifung (WENZEL 1988), während das Auflösungsvermögens des Auges für Einzelelemente bereits Erwachsenenleistungen erreicht hat. Rücken Buchstabenelemente eines Wortes nahe zusammen, so sinkt - trotz normalem Visus für den Einzelbuchstaben - der Sehschärfewert für Buchstabenreihen ab, da durch Wechseleffekte benachbarter Buchstaben Irritationen innerhalb des Wortbildes auftreten können (crowding Phänomen) und so eine korrekte Wortbilderfassung im zentralen Nervensystem erschwert wird.

Eine intakte Binokularfunktion der punktgenauen Fixation und eine gute Augensakkadensteuerung (Blicksteuerung) sind deshalb wichtige Voraussetzungen des Lese- Lernprozesses. Bei Lesestörungen sind insbesondere minimale Abweichungen binokularer Funktionen und die Auflösungsfähigkeit benachbarter Buchstaben während des Leseaktes von Bedeutung (WAGNER, 1988). STEIN UND FOWLER (1982) berichten, daß bei neun von zehn untersuchten LRS Kindern eine abnorme

Binokularität vorlag und bei sechs von zehn Kindern eine eingeschränkte Trennschärfe bei engen Reihenoptotypen gefunden wurde. Sie diskutieren die Befunde in dem Zusammenhang, daß LRS- Kinder häufig Probleme in der Entwicklung eines Referenzauges (Augendominanz) haben, was zu einer instabilen Fixation führt.

WARNKE (1990) untersuchte eine Gruppe von Kindern mit umschriebener LRS und eine Gruppe schriftsprachlich normal entwickelter Kinder im Hinblick auf visuelle Verarbeitungsstörungen. Er zieht aus seiner Untersuchung die Schlußfolgerung, daß LRS- Kinder normal entwickelten Kindern in der Verarbeitung visueller Informationen nicht prinzipiell, sondern in einer spezifizierbaren Weise unterlegen sind, wobei insbesondere die visuelle Informationsverarbeitung verlangsamt erscheint. Die Unterlegenheit der LRS- Kinder manifestierte sich in einer verlangsamt visuo-motorischen Reaktionszeit auf einfache Lichtreize sowie in einer verlangsamt Identifikation eines definierten graphischen Elements aus einer räumlich - seriell angeordneten Information (z.B. im d 2 Test).

Nach WARNKE ist die visuelle Verarbeitungsschwäche der LRS Kinder abhängig von der Art der Informationen bzw. der Art der möglichen Verarbeitungsstrategie. Bei figürlich bildhaften Informationen (Bildvergleichstest) ist die LRS- Gruppe der Kontrollgruppe ebenbürtig. Die Unterlegenheit der LRS Kinder beginnt bei Aufgaben, die eine visuell- sequentielle Verarbeitung graphischer Informationselemente erfordern. Die Diskrimination von Buchstabenketten wird mit zunehmender Wortähnlichkeit des Reizmaterials für LRS Kinder schwieriger. Die Unterlegenheit der LRS- Kinder wird noch deutlicher, je mehr die visuell vorgegebenen Informationen (z. B. Buchstaben) ein verbales Umcodieren bzw. verbale Lösungsstrategien ermöglichen: Je mehr sich die visuellen Diskriminationsaufgaben von abstrakten Zeichenketten entfernen, Verbalisierung zulassen und schließlich Wortähnlichkeit bzw. Wortgleichheit gewinnen, desto größere Unterschiede ergeben sich zwischen LRS Kindern und schriftsprachlich altersentsprechend entwickelten Kindern.

WARNKE stellte fest, daß die Unterlegenheit der LRS Kinder nicht auf einen Mangel an Aufmerksamkeit zurückzuführen sei.

Er untersuchte ferner die hirnelektrische Aktivierung (erfaßt mittels EEG) in der Gruppe der LRS Kinder als auch in der Kontrollgruppe und belegte, daß die hirnelektrische Aktivierung mit zunehmender Verhaltensaktivierung zunahm. Die LRS Kinder zeigten jedoch im Vergleich zur Kontrollgruppe ein beschleunigtes Erreichen hirnelektrischer Aktivität. Die Gruppe der LRS- Kinder erreichte bereits auf niedrigerem Verarbeitungsniveau ein maximales Vigilanzniveau, so daß eine Steigerung trotz höherer Anforderungen nicht mehr stattfinden konnte.

Lesen ist ein Vorgang, der auch okulomotorische Aktivitäten beinhaltet. Beim Lesen vollführen die Augen Blicksprünge (Sakkaden) über Buchstabengruppen hinweg, die ganz kurz fixiert werden, bevor die Augen zur nächsten Buchstabengruppe weiterspringen. Die Größe der Blicksprünge ist abhängig von der Struktur der Buchstaben, aber auch vom Inhalt des Gelesenen. Lesen ist ein Wechselspiel von Fixationen und Sakkaden (FISCHER ET. AL., 1993, 1998; BISCALDI-SCHÄFER, 1994, 1996 und RADACH, 1990). Beim Lesen ist die visuelle Wahrnehmung eng mit der feinen Steuerung der Augenmotorik verbunden. Dies ist unerlässlich für die Integration visueller Eindrücke aus verschiedenen Fixationsperioden, da ja nur wenige Buchstaben gleichzeitig erfaßt werden können. Die Augenbewegungen kontrollieren direkt die Aufnahme visueller Reize, in dem sich die Fovea (die Stelle der Netzhaut mit dem schärfsten Sehen) gezielt durch das visuelle Feld bewegt.

Die Untersuchungen von FISCHER und BISCALDI-SCHÄFER belegen, daß viele Kontrollfunktionen, die zu einem zuverlässigen blickmotorischen Ablauf bei komplexen Aufgaben beitragen, bei Schulanfängern sich noch in der Entwicklung befinden.

Für die Blicksteuerung sind vor allem zwei Komponenten von besonderer Bedeutung:

- **die Fixationsdauer**, die erforderlich ist für die Wahrnehmung, Aufnahme und Speicherung visueller Informationen. Sie ist beim Lesen eines Textes typischerweise ziemlich breit und um einen zentralen Mittelwert von ca. 250 ms verteilt. Mit Hilfe des Fixationsprozesses bleibt der Blick auf einen bestimmten Reiz gerichtet und stabilisiert sich. Der Blick wird erst für eine nächste Augenbewegung freigegeben, wenn der Fixationsprozeß unterbrochen wird. Die Fixationsdauer beim Lesen wird dabei von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die aus okulomotorischen und linguistisch semantischen Strategien resultieren.

- **die schnellen, ruckartigen Augenbewegungen** (Sakkaden), die bei der Betrachtung des visuellen Raumes von Bedeutung sind. In einer Sekunde erfolgen durchschnittlich ca. 3 bis 5 Sakkaden, von denen jede etwa zwischen 2 bis 10 Grad groß ist. Das sakkadische System unterliegt auch einer willkürlichen Kontrolle und ist nicht nur reflexhaft bedingt. Die Treffsicherheit der Blicksprünge ist verschieden. Werden kleine Fehler gemacht, d.h. landet die Fovea nahe einem angestrebten Ziel, ist eine kleine Korrektursakkade notwendig.

Beim Lesen findet nun ein ständiger Wechsel zwischen Fixation und Blicksprüngen statt. Je mehr Leseerfahrung ein Mensch hat, desto größere Blicksprünge können ausgeführt werden. Fixationen haben eine Dauer von ca. 200 bis 300 ms. Sie sind durch die Sakkaden voneinander getrennt, die ca. 20 bis 50 ms dauern (BREITMEYER, 1995). Die durchschnittliche Sakkadenlänge beträgt ca. 6 bis 8 Buchstaben (LOVEGROVE 1993). Bei LRS Kindern ist nicht die Augenmotorik gestört, sondern die Kontrollmechanismen, die an der Steuerung der sakkadischen Augenbewegung beteiligt sind.

Die Forschungsergebnisse von FISCHER und Mitarbeiter zeigen, daß die Folge von Sakkaden und Fixationen bei LRS-Kindern im Vergleich zu Kontrollkindern auffällig ist. Sie unterscheiden dabei 2 Gruppen von Legasthenikern: die Gruppe D 1 sind Legastheniker mit zusätzlichen kognitiven Beeinträchtigungen (Schwierigkeiten mit dem Kurzzeitgedächtnis für akustische sequentielle Reize, in der akustischen Unterscheidung und Konzentrationsstörungen). Zur D 2 Gruppe zählen sie Personen mit ausschließlicher Beeinträchtigung des Lesens und Schreibens.

D 1 Legastheniker zeigen eine große Standardabweichung beim Mittelwert der sakkadischen Reaktionszeiten, viele verfrühte Reaktionen und Schwierigkeiten bei Treffen des Blickziels.

D 2 Legastheniker zeigen kürzere Reaktionszeiten, eine höhere Anzahl Express-Sakkaden und viele überschießende Sakkaden. Darüber hinaus weisen sie deutlich größere Schwierigkeiten bei "Anti-Aufgaben" auf, in denen die willkürlich gesteuerte Blickrichtung in die dem visuellen Reiz entgegengesetzte Richtung gelenkt werden muß. BISCALDI-SCHÄFER (1996) berichtet, daß es eine Gruppe von Legasthenikern gibt, denen es schwerfällt, die Fixation beizubehalten. Die Defizite dieser LRS Kinder zeigten sich vor allem in der Schwierigkeit, reflexive Blicksprünge zum Reiz zu unterdrücken. Die Fähigkeit, Sakkaden bei plötzlich auftauchenden Reizen unterdrücken zu können, ist offensichtlich beeinträchtigt. Als Ursache vermutet

Biscaldi - Schäfer ein Defizit des Fixationssystems. Ferner hatten die LRS - Kinder im Vergleich zur Kontrollgruppe zusätzlich zu den auffälligen Sakkadenreaktionszeiten auch mehr Probleme beim Treffen des Blickzieles, sodaß sie vermehrt Korrektursakkaden ausführen mußten. Diese Befunde weisen auf Beeinträchtigungen der LRS Kinder in der willentlichen Blicksteuerung hin. FISCHER geht davon aus, daß etwa 40% der LRS- Kinder Probleme in der Blicksteuerung aufweisen.

Trotz dieser Befundlage ist damit die Frage der Kausalität aber noch nicht hinreichend geklärt. Es bleibt unklar, ob diese Abweichungen Eigenschaften des optomotorischen Systems sind oder eine Folge der Schwierigkeiten der Sprachverarbeitung. So besteht die Möglichkeit, daß anfängliche Lese-schwierigkeiten oder ungenügende Leseübungen einen negativen Einfluß auf die Steuerung der Blickmotorik haben könnte und deshalb für die auffällige Blickmotorik der LRS Kinder verantwortlich ist.

Damit beim Lesen eine stabile Wahrnehmung erreicht wird, ist zweierlei notwendig:

- nach dem Ende jedes Blicksprunges muß die Augenstellung so lange stabilisiert bleiben, bis das Wortbild erkannt ist.

- zwischen den einzelnen Blicksprüngen muß die Wahrnehmung kurzzeitig unterbrochen werden, um eine Überlagerung der Seheindrücke zu vermeiden.

Damit diese Aufgabe bewältigt werden kann, ist das visuelle System in zwei Untersysteme organisiert (BREITMEYER ,1995; LOVEGROVE ,1993; GALABURDA UND LIVINGSTONE ,1993). Sie diskutieren die Existenz zweier visueller Systeme der optischen Informationsverarbeitung, die man bereits im visuellen System von Katzen nachgewiesen hat. Die sensorischen Informationen, die das Auge aufnimmt, werden dem Gehirn über eine Anzahl getrennter paralleler Kanäle zugeleitet. Angenommen wird dabei, daß jeder Kanal für die Verarbeitung von bestimmten Aspekten bzw. Merkmalen visueller Stimuli spezialisiert ist, d.h. unterschiedliche Kanäle für die Verarbeitung von Kontrasten, Größe, Konturen, Bewegungsrichtung etc. des Reizes zuständig sind.

Der tonische Kanal (das parvozelluläre System oder *sustained system*):

Die Neuronen dieses Systems haben kleine und langsam arbeitende Fasern und verarbeiten bevorzugt Reize von kleiner Größe und langsamer Bewegung, Farben und starke Kontraste. Die parvozelluläre Leitungsbahn verarbeitet Informationen aus den zentralen Anteilen der Retina, insbesondere aus den fovealen und parafovealen Bereichen. Der tonische Kanal ist auf die Verarbeitung von detaillierten Musterinformationen und von langsam sich bewegenden oder ruhenden Reizen spezialisiert. Dieses System ist insbesondere während der Fixation aktiviert und sorgt dafür, daß der Seheindruck stabilisiert wird.

Der phasische Kanal (das magnozellanuläre System oder *transient system*):

Diese Zellen sind durch größere und schnelleitende Fasern gekennzeichnet. Sie sind bevorzugt auf die Verarbeitung gröberer Musterinformationen und sich schnell bewegender Reize spezialisiert. Die magnozellanuläre Leitungsbahn verarbeitet die Aktivitäten der Photorezeptoren über die gesamte Retina. Der phasische Kanal wird bei ruckartiger Bildverschiebung auf der Netzhaut durch eine unmittelbar folgende Sakkade aktiviert.

BREITMEYER hat die Kenntnis einer gegenseitiger Hemmung des magno- und parvozellulären Systems zu einer Theorie der sakkadischen Hemmung (Suppression) entwickelt. Durch die aufeinanderfolgenden Fixationen und Sakkaden werden abwechselnd die Parvo- und die Magno- Zellen aktiviert.

Während eines Blicksprungs ist die schnelle Verschiebung des retinalen Bildes ein optimaler Reiz für die Magnozellen des phasischen Kanals, die aktiviert werden. Diese Zellaktivierung hemmt die tonische Aktivität der Parvozellen, die für die Verarbeitung von ruhenden Reizen spezialisiert sind. Dadurch wird vermieden, daß das retinale Bild der vorangegangenen Fixation den visuellen Input des nächsten Bildes maskiert bzw. überlagert. Zwischen den Fixationen, d.h. während der Sakkadenbewegung, wird also die Aktivität des musterverarbeitenden tonischen Kanals gelöscht, so daß sich auf diese Weise eine Reihe von zeitlich getrennten Einzelbildern ergeben. Das Resultat der exakten Zusammenarbeit dieser Systeme ist also eine genaue Trennung der Wahrnehmung von Sakkade zu Sakkade.

Die Aufnahme visueller Informationen beim Lesen hängt also nicht nur von einem guten tonischen Kanal ab, der die Musterinformationen verarbeitet, sondern auch von einem guten Funktionieren des phasischen Kanals, der die Aktivitäten des tonischen Kanals während einer Sakkade hemmt. Funktionsstörungen des einen oder anderen Kanals können die Grundlage rein visueller Störungen beim Lesen sein. Nach BREITMEYER und Lovegrove weisen Untersuchungen bei ca. 70 % aller Fälle von Lesestörungen auf ein Defizit des phasischen Systems hin, während der tonische Kanal unbeeinträchtigt funktioniert. BREITMEYER und LOVEGROVE nehmen an, daß LRS- Kinder ein zu langsam arbeitendes phasisches System aufweisen. Dies hat zur Folge, daß bei aufeinanderfolgenden Fixationen ein Überlappen statt einer klaren Trennung der aufeinanderfolgenden Einzelbilder in der tonischen Aktivierung stattfindet. Beim Lesen führt dies zu destabiler binokularer Fusion bzw. zu unklarer Bildwahrnehmung, zur Verschlechterung der visuellen Lokalisation und zur Instabilität der visuellen Umwelt. Nach BREITMEYER (1995) finden sich in elektropysiologischen und anatomischen Untersuchungen Bestätigungen für diese Theorie. Er berichtet, daß die Aktivität des phasischen Kanals von langwelligem roten Hintergrund vermindert und von kurzwelligem blauen Hintergrund verstärkt wird und diskutiert diese Befunde im Hinblick auf therapeutische Möglichkeiten bei Lesestörungen mit farbigen Gläsern oder Folien. Ein ähnlicher Therapieansatz findet sich auch bei IRLIN (1997), die als Ursache für Lesestörungen das "scotopic sensitivity syndrome" annimmt, eine Unfähigkeit des visuellen Systems, Licht aufzunehmen und auf angemessene Art zu verarbeiten. IRLIN schlägt vor, daß die Leseleistungen der davon betroffenen Kindern verbessert werden können, wenn man den Lesetext mit einer speziellen, auf das jeweilige Kind zugeschnittenen Farbfolie bedeckt.

EDEN ET AL.(1996) untersuchten die Theorie zweier visueller Systeme bzw. von Anomalien des magnozellularen visuellen Systems anhand von Magnetresonanztomographieuntersuchungen bei Dyslektikern und einer Kontrollgruppe. Sie konnten dabei zeigen, daß bei der Präsentation von sich bewegenden Reizen (Lichtpunkte) Teile des magnozellularen Systems bei Dyslektikern nicht aktiviert wurde, während dieses bei der Kontrollgruppe der Fall war. Die Präsentation von sich nicht bewegenden Mustern führte dagegen bei beiden Gruppen zu gleichen Aktivationsmustern des Parvozellulären Systems.

LOVEGROVE (1993) diskutiert die Beziehung zwischen phonologischen Verarbeitungsstörungen und visuellen Verarbeitungsdefiziten des phasischen Systems. Es wäre seiner Theorie nach denkbar, daß Beeinträchtigungen in der schnellen zeitlichen Verarbeitung von auditiven und visuellen Reizen auf ein gemeinsames, zentral gesteuertes Verarbeitungsdefizit zurückzuführen ist, das in mehr als einer sensorischen Modalität zum Tragen kommt und sich auch in zeitlich gesteuerten motorischen Prozessen niederschlägt. GALABURDA UND LIVINGSTONE (1993) fanden

morphologische Veränderungen des magnozellularen Systems bei Dyslektikern in Thalamusgebieten, die für die Verarbeitung schnell wechselnder visueller und auditiver Informationen zuständig sind. Diese Befunde legen die Vermutung nahe, daß bei einer Gruppe von LRS Kindern möglicherweise ein allgemeines sensorisches Zeitverarbeitungsdefizit besteht, das sich in verschiedenen Sinnesmodalitäten (auditiv, visuell, vestibulär, taktil- kinästhetisch) manifestiert. Diese Theorie könnte klinische Beobachtungen, daß bei einer Anzahl von LRS-Kindern sich zusätzlich noch andere Entwicklungsauffälligkeiten finden lassen (vergl. SCHYDLO, 1993), erklären.

7.3.2. Neuroanatomische und konstitutionelle Ursachen

In der Fachliteratur (vergl. TALLAL ET AL., 1993; KLICPERA, GASTEIGER- KLICPERA, 1995; ARNKE ET AL., 1998; GADDES, 1991; ARNKE UND WEWETZER, 1997; LURIA, 1992) wird eine Vielzahl von Befunden zu neuroanatomischen und konstitutionellen Genese von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten beschrieben, die im folgenden zusammengefaßt wird.

LURIA (1992, S. 127 - 146) beschreibt die neuronale Organisation der akustischen Wahrnehmung. Bei minimalen Läsionen der sekundären Zonen des linken Temporalappens sind Patienten nicht mehr in der Lage, zwischen ähnlichen, gegensätzlichen oder zusammengehörigen Phonemen zu unterscheiden. Schädigungen im Bereich des des gyrus angularis (dieser Bereich wird auch als Lese-Rechtschreibzentrum verstanden) und des gyrus supramarginalis führen zur Unfähigkeit, Phoneme zu sinnvollen Silben zusammenzusetzen und zu eine Versagen im Erkennen von Graphemen. WITTMANN UND PÖPPEL (1999) beschreiben eine Reihe von Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren, die zeigen, daß für Leseprozesse insbesondere temporo- frontale Bereiche (Schläfen- und Stirnlappenbereiche) und mehrere Stellen des Frontallappens eine tragende Rolle spielen.

Lese- Rechtschreibstörungen werden auch in Zusammenhang gebracht mit morphologischen Veränderungen des planum temporale, dem eine wichtige Funktion bei der Sprachverarbeitung zugeschrieben wird (vergl. STREHLOW, 1995). Bei ca. 60 bis 70% der Normalbevölkerung ist das Planum temporale asymmetrisch zugunsten der linken Hemisphäre angelegt. Postmortem Untersuchungen an Personen mit Dyslexie zeigten dagegen eine unerwartete Häufigkeit einer Symmetrie zwischen links- und rechtshemisphärischem planum temporale bzw. eine umgekehrte Asymmetrie zugunsten des rechtshemisphärischen Gebietes. Studien mit bildgebenden Verfahren konnten diese Befunde aber nur teilweise bestätigen. Ferner wird über morphologische Veränderungen im hinteren Drittel des corpus callosum (Balken) bei Dyslektikern im Vergleich zu Kontrollpersonen berichtet. Eine Zusammenfassung neuroanatomischer Befunde und neuropsychologischer Korrelate bei Lese- Rechtschreibstörungen findet sich bei WARNKE ET AL.(1998), VON SUCHODOLETZ (1997) und SHAYWITZ (1997).

In jüngerer Zeit werden auch zunehmend genetische Faktoren als wichtige Ursache von Lese-Rechtschreibstörungen diskutiert (GRIMM ET AL., 1998). Mit Hilfe von Segregationsanalysen, in denen eine Abschätzung des Wiederholungsrisikos für LRS bei Geschwistern vorgenommen wurde sowie bei Zwillingsuntersuchungen wurde festgestellt, daß für die Genese der LRS genetische Faktoren eine bedeutsame Rolle spielen. Die Untersuchungen legen nahe, daß es eine Form von Legasthenie gibt, die autosomal dominant vererbt wird. Mit Hilfe neuer molekulargenetischer Untersuchungsmethoden ergaben sich Hinweise für eine

Lokalisation der Lese-Rechtschreibschwäche auf Chromosom 15 q und Chromosom 6.

Eine Studie von PAULESU ET AL. (1996) liefert Hinweise für die Annahme von Binding-Problemen bei erwachsenen Dyslektikern. Die Autoren fanden unterschiedliche Muster von Gehirnaktivitäten bei Dyslektikern und Kontrollpersonen. Reim- und Kurzzeitgedächtnisaufgaben mit visuell dargebotenen Buchstaben, die phonologische Verarbeitung erforderten, wurden sowohl der Gruppe der Dyslektiker (N=5) und einer Kontrollgruppe (N=5) vorgegeben und die cerebrale Aktivierung mittels Positronen- Emissionstomographie (PET) erfaßt. PAULESU und Mitarbeiter berichten, daß bei Dyslektikern bei der Lösung von Aufgaben, die eine phonologische Verarbeitung erforderten, zwar die gleichen getrennten Gehirnareale aktiviert waren wie bei der Kontrollgruppe, aber sie waren nicht zum gleichen Zeitpunkt aktiviert. Die Broca-Region war aktiviert, als die Dyslektiker Reimaufgaben bearbeiteten. Sie war aber nur schwach bei den Gedächtnisaufgaben involviert. Das Wernicke-Gebiet war während der Gedächtnisaufgabe, aber nicht während der Reimaufgabe aktiviert. Bei den Kontrollpersonen dagegen waren diese Hirnregionen **gleichzeitig** bei beiden Aufgabengruppen involviert. Eine Aktivierung der linksseitigen Inselregionen wurde bei den Dyslektikern bei keiner Aufgabe beobachtet, während sie bei der Kontrollgruppe immer aktiviert waren. Diese Ergebnisse führten PAULESU und Mitarbeiter zu der Schlußfolgerung, daß bei Dyslektikern ein "disconnection syndrom" vorliegen könnte d.h. eine Dysfunktion der Verbindung zwischen Wernicke- und Brocaregionen. Auf neuropsychologischer Basis manifestiert sich diese "disconnection" bei Dyslektikern in isolierten, neuronalen Aktivitäten von Broca- und Wernicke Gebieten und des supra marginalen gyrus bei der Bearbeitung verschiedener phonologischen Aufgaben.

WARNKE ET AL. (1998) fassen die gegenwärtigen neuropsychologischen, hirnanatomischen und -funktionellen Befunde zur LRS in ein integrierendes, allerdings noch stark hypothetisches Erklärungsmodell zusammen: Schriftsprache beinhaltet die Fähigkeit, sprachlich akustische Informationen mit seriell- visuellen Informationen (Buchstaben) zu verschlüsseln und umgekehrt visuelle vorgegebene Buchstabenfolgen einer akustisch sprachlichen Informationsverarbeitung zuzuführen. Bei Personen mit Lese- Rechtschreistörungen findet diese "Übersetzung" visueller Informationen ins Sprachliche dann nicht statt, wenn alphabetische Schriftsprache verlangt wird. Hirnregionen mit solchen "Übersetzungsfunktionen" sind Bereiche des gyrus angularis und supramarginalis. WARNKE ET AL. diskutieren, daß es denkbar ist, daß diese Übersetzungen auch deshalb nicht gelingen, weil bereits Funktionsstörungen der visuellen und der sprachlichen Informationsverarbeitungssysteme vorliegen können. Weiter könnte auch eine Dysfunktion in einem dritten System vorliegen, das die Transformation visueller Buchstabeninformation in sprachliche Informationen und vice versa übernimmt.

8. Fragestellungen, Hypothesen und Auswertungsmethoden der Untersuchung

8.1. Fragestellungen zur Hypothesengenerierung

Die Entwicklungsmodelle zum Schriftspracherwerb beschreiben, daß zu Beginn des schulischen Anfangsunterrichts vor allem alphabetisch orientierte Strategien von erheblicher Bedeutung sind, in denen die Kinder zunehmend begreifen, daß Sprache aus distinkten lautlichen Einheiten, den Phonemen besteht, denen durch Korrespondenzregeln entsprechende Buchstaben zugeordnet werden können. Die Kinder müssen also die Fähigkeit entwickeln, aus dem Lautstrom gesprochener Sprache einzelne lautliche Elemente zu diskriminieren und zu identifizieren. Die beschriebenen theoretischen Überlegungen und die vorliegenden empirischen Befunde belegen einen Zusammenhang zwischen zeitlichen Informationsverarbeitungsprozessen und Sprachdiskriminationsleistungen. Lautdiskrimination auf der Phonemebene erfordert Zeitverarbeitungsprozesse im Zehntel- Millisekunden Bereich. Kinder, die nur unzulänglich zeitlich schnell wechselnde akustische Reize verarbeiten können, scheinen auch in ihrer Fähigkeit, phonologische Bewußtheit zu entwickeln, beeinträchtigt zu sein.

Es wird deshalb angenommen, daß zeitliche Verarbeitungsprozesse in Zusammenhang stehen mit der Entwicklung phonologischer Bewußtheit, wobei insbesondere ein Zusammenhang zur phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne vermutet wird, da diese die Lautdiskrimination und -manipulation auf der Phonemebene erfordert. Hypothesiert wird, daß Störungen der zeitlichen Verarbeitung zu Defiziten der phonologischen Informationsverarbeitung führen, was sich wiederum nachteilig auf die Lese-Rechtschreibleistungen der Kinder auswirkt.

Eine weitere Unterstützung für die Annahme, daß zwischen phonologischer Bewußtheit und zeitlicher Verarbeitung ein Zusammenhang besteht, ergibt sich aus den vorliegenden Befunden, die auf einen Entwicklungsprozeß beider Funktionsbereiche hinweisen: unter Bezugnahme auf die dargestellten empirischen Befunde läßt sich annehmen, daß phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne sich zeitlich vor der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne entwickelt. Dieser Prozeß kann als zunehmende Differenzierung lautsprachlicher Verarbeitung beschrieben werden, indem zunächst relativ grobe sprachliche Einheiten wie beispielsweise Reime und Silben kognitiv verarbeitet werden und erst zu einem späteren Zeitpunkt die Kinder in der Lage sind, Phonemsegmentationsaufgaben zu bewältigen.

Die vorliegenden empirischen Befunde zur zeitlichen Verarbeitung lassen ebenfalls einen Entwicklungsprozeß vermuten, in dem die Kinder mit zunehmendem Alter besser in der Lage sind, die zeitliche Ordnung zweier kurz aufeinander folgender akustischer Reize zu identifizieren. Es ist deshalb anzunehmen, daß eine zunehmende Verbesserung der temporalen Verarbeitungsfähigkeit einhergeht mit der Entwicklung der phonologischen Bewußtheit: zunächst entwickelt sich die Bewußtheit für Silben und Reime. Auf dieser baut sich die Bewußtheit für Phoneme auf. Als Basis dieses Entwicklungsprozesses könnten Veränderungen der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns angenommen werden.

Während TALLAL und Mitarbeiter von einer einseitig kausal gerichteten Beziehung zwischen zeitlicher Verarbeitung und Phonemdiskriminationsfähigkeit ausgehen, ist es auch denkbar, daß auditive bzw. phonologische Lernerfahrungen die zeitliche Informationsverarbeitungsfähigkeit des Gehirns beeinflussen können. Die beschriebenen empirischen Befunde belegen nämlich, daß phonologische Bewußtheit im engeren Sinne sich auch in Abhängigkeit von schulischen Lern- und Unterrichtsangeboten gerade zu Schulbeginn rasch entwickelt, so daß vermutet werden kann, daß dadurch wiederum die temporale Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns verbessert wird.

Wie die Befunde zu den phonologischen Vorläuferfunktionen des Schriftspracherwerbs nahelegen, gibt es beträchtliche individuelle Entwicklungsunterschiede in diesen Vorläuferfunktionen bei Schulanfängern. Die empirische Befundlage verweist darauf, daß insbesondere Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen besondere Schwierigkeiten in der phonologischen Verarbeitung, im Arbeitsgedächtnis und in der Rhythmuserfassung aufweisen und häufig auch in ihren Lese- Rechtschreibleistungen gegenüber ihren Altersgenossen der Grundschule schlechtere Leistungen aufweisen. Die empirischen Befunde belegen ferner, daß eine Subgruppe sprachbehinderter Kinder auch im Bereich der zeitlichen Verarbeitung Defizite gegenüber sprachlich nicht beeinträchtigten Grundschulkindern aufweisen.

Des weiteren ist anzunehmen, daß diejenigen Kinder, die zu Schulbeginn in ihrer Lese- Rechtschreibkompetenz schon weit entwickelt und in der Lage sind, ihnen unbekannte Wörter synthetisierend zu erlesen, sowohl im Hinblick auf phonologische Verarbeitungsprozesse als auch im Hinblick auf ihre zeitliche Verarbeitungsfähigkeit sich von "normalen" Grundschulkindern (Regelkinder) und sprachbehinderten Kindern unterscheiden. Die Gruppe dieser Kinder wird im folgenden als "Frühleser" definiert.

Die vorliegende Untersuchung verfolgt insbesondere die Beantwortung folgender Fragestellungen:

Fragestellung 1:

Unterscheiden sich Frühleser von Regelkindern und sprachbehinderten Kindern zu Schulbeginn in ihrer zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, in ihrer phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis und in ihrer nonverbalen Intelligenz? Lassen sich am Ende des 1. Schuljahres auch Gruppenunterschiede in den Lese-Rechtschreibleistungen nachweisen?

Hypothesen :

H0: Zwischen den Gruppen der Frühleser, Regelkinder und sprachbehinderten Kinder lassen sich keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, phonologische Bewußtheit im weiteren und engerem Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und in ihren Lese- Rechtschreibleistungen nachweisen.

H1: Die Gruppen der Frühleser, Regelkinder und sprachbehinderten Kinder unterscheiden sich signifikant in ihrer zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, ihrer phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und der frühen

Leseferigkeit/Buchstabenkenntnis. Signifikante Gruppenunterschiede werden auch im Hinblick auf die Lese- Rechtschreibleistungen am Ende des 1. Schuljahres erwartet. Angenommen wird, daß die Frühleser sich in diesen Leistungsbereichen den Regelkindern als überlegen erweisen, die Regelkinder wiederum bessere Leistungen als die sprachbehinderten Kinder zeigen.

H0: Im Hinblick auf die nonverbale Intelligenz sowie das Alter der Kinder werden keine signifikanten Gruppenunterschiede erwartet.

H1: Die Gruppe der Frühleser unterscheidet sich in ihrer nonverbalen Intelligenz signifikant von der Gruppe der Regelkinder und der sprachbehinderten Kinder.

Fragestellung 2:

Die empirische Befundlage zu Geschlechtsunterschieden im Hinblick auf phonologische Verarbeitungsprozesse und Lese- Rechtschreibleistungen ist uneinheitlich und inkonsistent. Deshalb soll untersucht werden, ob sich Jungen und Mädchen in der zu Schulbeginn erhobenen zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, in der phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Leseferigkeit/Buchstabenkenntnis und in der nonverbalen Intelligenz unterscheiden? Lassen sich geschlechtsspezifische Unterschiede auch in den Lese- Rechtschreibleistungen Ende des 1. Schuljahres nachweisen?

Hypothesen :

H0: Jungen und Mädchen unterscheiden sich nicht in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, in der phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Leseferigkeit/Buchstabenkenntnis und der nonverbalen Intelligenz. Am Ende des 1. Schuljahres unterscheiden sich Jungen und Mädchen auch nicht im Hinblick auf ihre Lese- Rechtschreibleistungen.

H1: Es lassen sich geschlechtsspezifischen Unterschiede in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, der phonologischen Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Leseferigkeit/Buchstabenkenntnis, der nonverbalen Intelligenz und den Lese- Rechtschreibleistungen finden.

Fragestellung 3:

Welche korrelativen Zusammenhänge ergeben sich über die Gesamtstichprobe zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit ?
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen ?
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen ?

Hypothesen :

H0: Zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, phonologische Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen weisen keinen statistisch bedeutsamen Zusammenhang auf.

H1: Es besteht ein statistisch signifikanter korrelativer Zusammenhang zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen

Die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit weist dabei einen höheren statistischen Zusammenhang zur phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne als zur phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne auf.
Angenommen wird ferner, daß phonologische Bewußtheit und Lese-Rechtschreibleistungen aufgrund der größeren Konstruktivnähe enger miteinander korreliert sind als zeitliche Verarbeitungsfähigkeit mit Lese-Rechtschreibleistungen.

Von besonderem Interesse ist es, wenn man die Daten der Gruppe der Regelkinder (Grundschulkindern) nochmals separat analysiert. Die Grundschüler stellen mit fünf ersten Klassen zahlenmäßig die größte Stichprobe dar. Ihre Datenauswertung erlaubt Aussagen über statistische Zusammenhänge bei Schulanfängern des Primärbereiches. Insbesondere sollen folgende Fragestellungen überprüft werden:

Fragestellung 4:

Lassen sich in der Gruppe der Grundschüler Unterschiede in den Leistungen zwischen Jungen und Mädchen feststellen im Hinblick auf die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, die phonologische Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis und der nonverbalen Intelligenz ? Zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in den Lese-Rechtschreibleistungen am Ende des ersten Schuljahres ?

Hypothesen :

- H0: Bei Grundschulkindern unterscheiden sich Jungen und Mädchen nicht im Hinblick auf zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, phonologische Bewußtheit im weiteren und engerem Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis und der nonverbalen Intelligenz. Auch am Ende des 1. Schuljahres ergeben sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Lese- Rechtschreibleistungen.
- H1: Jungen und Mädchen unterscheiden sich im Hinblick auf zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, der phonologischen Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis, der nonverbalen Intelligenz und in den Lese- Rechtschreibleistungen.

Fragestellung 5:

Welche korrelativen Zusammenhänge ergeben sich in der Gruppe der Grundschulkindern zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und nonverbaler Intelligenz ?
- nonverbaler Intelligenz und Lese- Rechtschreibleistungen ?
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit ?
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen ?
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen ?

Hypothesen :

- H0: Zeitliche Verarbeitungsfähigkeit und nonverbale Intelligenz korrelieren statistisch nicht signifikant miteinander.

H1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und nonverbaler Intelligenz.

H0: Nonverbale Intelligenz und Lese- Rechtschreibleistungen korrelieren nicht signifikant miteinander.

H1: Zwischen nonverbaler Intelligenz und Lese- Rechtschreibleistungen besteht eine signifikante Korrelation.

H0: Es lassen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit, phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen finden.

H1: Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen.

Die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit ist dabei höher mit der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne als mit der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne korreliert. Erwartet wird ferner, daß phonologische Bewußtheit mit Lese- Rechtschreibleistungen enger korreliert ist als zeitliche Verarbeitungsfähigkeit mit Lese- Rechtschreibleistungen.

Fragestellung 6:

Zeitliche Verarbeitungsprozesse sind insbesondere bei Phonemdiskriminationsaufgaben von besonderer Relevanz. Deshalb soll in der vorliegenden Untersuchung folgenden Fragen nachgegangen werden: Unterscheiden sich Kinder mit Defiziten der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit (hohen Ordnungsschwellenwerten) von Kindern mit altersentsprechend entwickelter zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit im Hinblick auf die phonologische Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne sowie in den Lese- und Rechtschreibleistungen am Ende des ersten Schuljahres ?

Lassen sich darüber hinaus geschlechtsspezifische Effekte finden ?

Hypothesen :

H0: Kinder mit hohen zeitlichen Verarbeitungsdefiziten unterscheiden sich nicht von Kindern mit altersentsprechender zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit in ihrer phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne und auch nicht in ihren Lese- Rechtschreibleistungen.

H1: Kinder mit hohen zeitlichen Verarbeitungsdefiziten unterscheiden sich signifikant von Kindern mit altersentsprechender zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit in der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne sowie in ihren Lese- Rechtschreibleistungen am Ende des ersten Schuljahres.

H0: Es werden keine Unterschiede zwischen Kindern mit hohen zeitlichen Verarbeitungsdefiziten und Kindern mit altersentsprechender zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit für die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne erwartet.

H1: Kinder mit hohen zeitlichen Verarbeitungsdefiziten unterscheiden sich in der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne von Kindern mit altersentsprechender zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit.

H0: Es werden keine geschlechtsspezifischen Effekte erwartet.

H1: Es lassen sich geschlechtsspezifische Effekte nachweisen.

Fragestellung 7:

Läßt sich ein Set von Prädiktoren bestimmen, die signifikant zwischen rechtschreibschwachen Kindern und Kindern mit normalen Rechtschreibleistungen unterscheidet ?

Genauer gefragt: Worin unterscheiden sich Kinder, die am Ende des ersten Schuljahres Rechtschreibschwierigkeiten hatten von Kindern ohne Rechtschreibschwierigkeiten in den zu Schulbeginn erhobenen Leistungen ? Lassen sich Gruppenunterschiede finden im Hinblick auf zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, phonologische Bewußtheit im weiteren und engerem Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis und der nonverbalen Intelligenz ?

Welche Ordnungsschwellenwerte weisen rechtschreibschwache Kinder auf und wie hoch ist der Anteil von Kindern mit pathologisch hohen Ordnungsschwellen an der Gesamtzahl rechtschreibschwacher Kinder ?

Hypothesen :

H0: Rechtschreibschwache Kinder unterscheiden sich nicht signifikant von Kindern ohne Rechtschreibschwierigkeiten in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, der phonologischen Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen sowie in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis.

H1: Die Gruppe von Kindern, die Ende des ersten Schuljahres Rechtschreibschwierigkeiten haben, unterscheiden sich bereits zu Schulbeginn von der Gruppe der Kinder ohne Rechtschreibschwierigkeiten in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, der phonologischen Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen sowie in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis.

H0: Es besteht kein signifikanter Gruppenunterschied zwischen rechtschreibschwachen Kindern und Kindern ohne Rechtschreibschwierigkeiten im Hinblick auf ihre nonverbale Intelligenz.

H1: Rechtschreibschwache Kinder unterscheiden sich im Hinblick auf ihre nonverbale Intelligenz von Kindern ohne Rechtschreibschwierigkeiten.

In einem weiteren Schritt soll die Datenanalyse folgende Fragestellungen beantworten:

Frühe Vorhersage von Lese- Rechtschreibleistungen

Fragestellung 8:

Wie hoch ist die prädiktive Valenz der zu Schulbeginn erhobenen Leistungsparameter (zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, phonologische Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne, Arbeitsgedächtnis, Rhythmuserfassen, nonverbale Intelligenz und frühe Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis) auf die Lese-Rechtschreibleistungen am Ende des ersten Schuljahres ?

Hypothesen :

- H0: Die zu Schulbeginn erhobenen Leistungsparameter stellen keine statistisch bedeutsamen Prädiktoren für die Lese- Rechtschreibleistungen am Ende der 1. Klasse dar.
- H1: Phonologische Bewußtheit erweist sich als signifikanter Prädiktor für spätere Lese- Rechtschreibleistungen und ist in seiner prädiktiven Valenz von größerer Bedeutung als zeitliche Verarbeitungsprozesse, Arbeitsgedächtnis, Rhythmuserfassen, nonverbale Intelligenz und frühe Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis .

Klassifikatorische Vorhersage

Fragestellung 9 :

Des weiteren soll der Frage nachgegangen werden, ob diejenigen Kinder, die zu Schulbeginn aufgrund von Defiziten in der phonologischen Bewußtheit oder aufgrund pathologisch hoher Ordnungsschwellenwerte als "risikogefährdet" eingeschätzt wurden, auch am Ende des ersten Schuljahres Rechtschreibschwierigkeiten entwickelt hatten. Damit soll die klassifikatorische Güte bzw. die Sensitivität der phonologischen Testbatterie und der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit (Ordnungsschwelle) eruiert werden.

Hypothesen :

- H0: Kinder, die Ende des 1. Schuljahres Rechtschreibschwierigkeiten haben, können nicht schon bei Schulbeginn erkannt werden.
- H1: Kinder mit Rechtschreibschwierigkeiten können bereits zu Beginn des ersten Schuljahres aufgrund von Defiziten in der phonologischen Informationsverarbeitung sowie aufgrund von Defiziten der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit identifiziert werden.

8.2. Auswertungsmethoden

Die statistische Datenanalyse erfolgte somit in zwei Schritten:

Im ersten Schritt wurden Gruppenunterschiede der drei Stichproben:

- Frühleser,
- Regelkinder
- sprachbehinderte Kinder

im Hinblick auf zeitliche Verarbeitungsprozesse, phonologische Bewußtheit, phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis, Rhythmuserfassung, Intelligenz, frühe Schriftkenntnis/Lesefertigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen analysiert. Mit einem einfaktoriellen varianzanalytischem Design wurden die Gruppenunterschiede für jede abhängige Variable auf Signifikanz geprüft. Konnten signifikante Gruppeneffekte nachgewiesen werden, wurden mit dem "Bonferroni-Test" multiple Vergleichstests (post- hoc- Vergleiche) durchgeführt. Dieses statistische Verfahren führt einzelne t - Tests zwischen den Gruppenmittelwerten durch und überwacht die Gesamtfehlerrate, die bei multiplen Vergleichstests entstehen können (Hypothese 1).

Geschlechtsspezifische Unterschiede in den abhängigen Variablen wurden mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit den unabhängigen Variablen Gruppenzugehörigkeit und Geschlecht auf Signifikanz überprüft (Hypothese 2).

Varianzanalytische Auswertungen müssen zwei Voraussetzungen erfüllen: die Gruppen müssen durch eine Zufallsstichprobe aus einer normal verteilten Grundgesamtheit entnommen sein. Weiterhin müssen die Varianzen der Gruppen in der Grundgesamtheit homogen sein.

Die statistischen Zusammenhänge zwischen zeitlicher Verarbeitung, phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen wurden durch Pearson - Korrelationen bzw. Partialkorrelationen ermittelt, wobei eine Normalverteilung der Variablen vorausgesetzt wird (Hypothese 3 und 5).

Im zweiten Schritt der Auswertung wurden die Daten der Regelkinder nochmals gesondert analysiert . Dies ist zum einen deshalb sinnvoll, da korrelationsstatistische Zusammenhänge durch den Einschluß der beiden Extremgruppen "Frühleser" und "sprachbehinderte Kinder" in die Datenauswertung verzerrt werden können. Zum anderen ist die Frage von erheblichem Interesse, welche Zusammenhänge zwischen temporaler Informationsverarbeitung und phonologischer Bewußtheit sich in einer unausgelesenen Population von Grundschulkindern finden lassen.

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Gruppe der Regelkinder wurden durch eine einfaktorielle Varianzanalyse überprüft (Hypothese 4).

Durch eine 2 (hohe-niedere OS) X 2 (Geschlecht) faktorielle Varianzanalyse wurden geschlechtsspezifische Unterschiede in den abhängigen Variablen bei Kindern mit hohen vs. normalen Ordnungsschwellenwerten auf Signifikanz überprüft (Hypothese 6).

Die statistische Analyse der Daten für die Frage, ob sich gruppen- und geschlechtsspezifische Effekte bei rechtschreibschwachen im Vergleich zu schriftsprachlich normal entwickelten Kindern finden lassen, wurde durch eine 2 (rechtschreibschwach-normal) X 2 (Geschlecht) faktorielle Varianzanalyse untersucht (Hypothese 7).

Schließlich wurde die Prädiktionskraft der zu Schulbeginn erhobenen Variablen auf Lese- und Rechtschreibleistungen Ende des 1. Schuljahres durch multiple schrittweise Regressionsanalysen abgeschätzt.

Diese statistischen Auswertungen wurde ergänzt durch die Betrachtung individueller Entwicklungsverläufe. Diese hatten das Ziel, die klassifikatorische Güte der phonologischen Testbatterie im Hinblick auf eine "Risikoeinschätzung" der Schulanfänger zu evaluieren.

Alle statistischen Verfahren wurden mit dem Statistical Package for the Social Science (SPSS) Programm durchgeführt.

9. Methode

9.1. Untersuchungsplan: zeitlicher Ablauf der Untersuchung

Für die vorliegende Studie wurden drei Gruppen von Schulanfänger einbezogen:

- eine Gruppe von Frühlesern (FL),
- eine Gruppe von Regelkindern aus zwei Grundschulen und
- eine Gruppe sprachbehinderter Kinder.

In einem ersten Erhebungszeitpunkt (T0) 4 Wochen nach der Einschulung (August 1997) wurden bei den Kindern aller drei Gruppen ihre Fähigkeiten zur phonologischen Informationsverarbeitung, Rhythmuserfassen, nonverbale Intelligenz, frühe Schriftkenntnis (Buchstabenkenntnisse, Lesefertigkeit zu Schulbeginn), Alter, Geschlecht, Händigkeit und Muttersprache erfaßt. Die temporale Informationsverarbeitungsfähigkeit (Ordnungsschwellenwerte) der Kinder wurden im Zeitraum von Ende September bis Mitte November erhoben. Darüber hinaus wurden alle Kinder vor Beginn der Datenerhebung mit einem Audiometer auf eine normale Hörfähigkeit untersucht.

Mit der Datenerhebung konnte nicht sofort nach Schulbeginn begonnen werden, da zuvor das Einverständnis der Eltern zur Teilnahme ihrer Kinder an der Untersuchung eingeholt werden mußte. Bei dem relativ kurzen Zeitraum zwischen Schulanfang und Beginn der Datenerhebung (ca 4 Wochen nach der Einschulung) kann man annehmen, daß schulische Lern- und Instruktionsprozesse sich noch nicht bedeutsam auf die phonologischen Informationsverarbeitungsprozesse ausgewirkt haben.

Mitte des ersten Grundschuljahres (T1: März 1998) wurde mit den Regelkindern der Grundschulen ein erster Rechtschreibtest durchgeführt. Vier Wochen vor Ende des ersten Schuljahres (T2: Juni 1998) wurden die Lese- Rechtschreibleistungen aller Kinder anhand eines Lese- und zweier unterschiedlicher Rechtschreibtests erfaßt. Dabei zeigte sich, daß die sprachbehinderten Kinder zum größten Teil den kognitiven Anforderung, die die Lese- und Rechtschreibtests erforderten, nicht gewachsen waren. Dies ist in erster Linie auf die unterschiedliche Lehrpläne bzw. auf die unterschiedlich schnelle Einführung von Buchstabenkenntnissen in den Unterricht zwischen der Sprachbehindertenschule und den Grundschulen zurückzuführen. Während in der Grundschule bis Ende der ersten Klasse fast nahezu alle Phonem- Graphem Korrespondenzen des Alphabets den Kindern i Unterricht vermittelt wurde, waren den sprachbehinderten Kindern nur ca. 10 - 14 Buchstaben- Lautverbindungen am Ende der ersten Klasse geläufig.

Schon alleine aus diesem Grund ist eine Vergleichbarkeit der Lese- Rechtschreibleistungen zwischen den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern nicht möglich. Hinzu kam noch, daß auch die Rücklaufquote der Lese- Rechtschreibtests der sprachbehinderten Kinder nicht komplett war. Aus diesen Gründen wurden die Lese-Rechtschreibleistungen der sprachbehinderten Kinder nicht in die statistische Analyse mit einbezogen. Der Übersicht halber wird der Untersuchungsplan der Studie nochmals in einem Schaubild dargestellt.

Untersuchungsplan der Studie: Erhobene Variablen

	Frühleser (N=23)	Kinder der Regelklassen (N=107)	Sprachbehinderte Kinder (N=21)
T0: Schulbeginn August 1997	<ul style="list-style-type: none"> - Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes - Händigkeit - audiometrische Untersuchung - phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation) - auditive Ordnungsschwellenwerte - Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG) - Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung) - nonverbale Intelligenztestleistung CFT1 - frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes - Händigkeit - audiometrische Untersuchung - phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation) - auditive Ordnungsschwellenwerte - Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG) - Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung) - nonverbale Intelligenztestleistung CFT1 - frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes - Händigkeit - audiometrische Untersuchung - phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation) - auditive Ordnungsschwellenwerte - Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG) - Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung) - nonverbale Intelligenztestleistung CFT1 - frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren)
T1: Mitte des 1. Schuljahres März 1998		Diagnostische Bilderliste (Frühform) DBL-F	
T2: Ende des 1. Schuljahres Juni 1998	1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe 2) Rechtschreibtests: a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+) <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl b) Diagnostische Bilderliste DBL1 <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl 	1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe 2) Rechtschreibtests: a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+) <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl b) Diagnostische Bilderliste DBL1 <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl 	1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe 2) Rechtschreibtests: a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+) <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl b) Diagnostische Bilderliste DBL1 <ul style="list-style-type: none"> - orthographisch richtige Schreibweise - lautsprachlich richtige Schreibweise - gewichtete Fehlerzahl

Tabelle 1: Untersuchungsplan der Studie

9.2. Beschreibung der Stichproben und Ausschlußkriterien

Insgesamt nahmen 147 Schulanfänger aus den Grundschulen und der Schule für Sprachbehinderte im südlichen Kreis Kleve (Niederrhein) teil. Die Stichprobe bestand aus drei Gruppen:

1. Frühleser:

Bei der Stichprobengewinnung dieser Gruppe stellte sich das Problem, zu entscheiden, ab wann man schriftsprachliche Leistung eines Schulanfängers als "Frühleser" definieren kann. Wie RATHENOW UND VÖGE (1982), NEUHAUS- SIEMON (1994) belegen, verfügen Schulanfänger schon über Buchstabenkenntnisse d. h. erkennen die optische Form mancher Grapheme (meist Druckbuchstaben) und können den entsprechenden Lautwert zuordnen. Kinder ohne jegliche Buchstabenkenntnis zu Schulbeginn bilden eher die Ausnahme. Etwa 54% der Schulanfänger kennen nach der Erhebung von RATHENOW UND VÖGE bereits 1 - 10 Buchstaben, nur 6,6% der Kinder hatten noch keine Buchstabenkenntnisse. Buchstabenkenntnis allein kann deshalb noch kein Kriterium für die Klassifikation "Frühleser" sein. Als "Frühleser" werden deshalb all die Kinder definiert, die in der Lage sind, zu Schulbeginn mehrsilbige, unbekannte Wörter zu erlesen und die auch von ihren Klassenlehrern als "Frühleser" klassifiziert wurden. Die Lesefähigkeit bzw. frühe Schriftkenntnis der Frühleser wurde durch einen standardisierten Test objektiviert, bei dem sie eine Reihe von Wörtern relativ flüssig decodieren mußten (z. B. Wörter wie "ziemlich", "Garten", "Hepatitis" etc).

Die Gruppe der Frühleser setzte sich aus insgesamt 23 Kinder zusammen, davon waren 10 Mädchen und 13 Jungen. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug 80,7 Monate. Vier dieser Frühleser stammten aus den an der Untersuchung beteiligten fünf Grundschulklassen. Die übrigen 19 Frühleser besuchten verschiedene Grundschulen des südlichen Kreises Kleve. Dieser kann als eher ländlich strukturiertes Gebiet mit überwiegend Land- und Gartenwirtschaft beschrieben werden. Die 19 Frühleser wurde für diese Studie gewonnen, indem die Schulleiter der Grundschulen des Südkreises Kleve von dem geplanten Projekt unterrichtet wurden mit der Bitte, festzustellen, ob sich in den Anfangsklassen Kinder befinden, die bereits in der Lage sind, Wörter oder Texte zu erlesen. In diesem Falle setzten sich die Klassenlehrer/innen mit den jeweiligen Eltern in Verbindung und baten sie, mit dem Verfasser Kontakt aufzunehmen. Den Eltern der Frühleser wurde der Zweck der Untersuchung erklärt. Alle Eltern, die sich meldeten, waren ohne Ausnahme mit der Teilnahme ihrer Kinder an der Untersuchung einverstanden. Zwei der Frühleser übersprangen im Laufe des ersten Schuljahres die Klasse und wechselten in die zweite Klasse über, da sie durch die Lernangebote des ersten Grundschuljahres unterfordert waren.

2. Kinder der Regelklassen:

Die Kinder der Regelklassen stammen aus zwei Grundschulen aus Issum und Aldekerk, deren Schulleiter/in sich zur Teilnahme an dem Projekt entschlossen hatten. Beide Grundschulen erklärten sich bereit, mit ihren kompletten Einschulungsjahrgängen, d.h. mit allen Anfangsklassen, an der Untersuchung teilzunehmen. Da dieses jedoch bei weitem den zeitlichen Rahmen der Untersuchung gesprengt hätte, entschloß sich der Verfasser, alle vier Anfangsklassen der St. Nikolaus Grundschule Issum und eine Klasse der Grundschule Aldekerk als Stichprobe in die Studie aufzunehmen. Alle Eltern der Schulanfänger waren mit der Teilnahme ihrer Kinder

an dem Projekt einverstanden, so daß die Gruppe der Regelkinder eine nicht selektierte Stichprobe darstellt.

Insgesamt nahmen 107 Kindern aus fünf ersten Klassen teil. Davon waren 52 Jungen und 47 Mädchen mit einem durchschnittlichen Alter von 80,3 Monaten. In vier der fünf Klassen befand sich jeweils auch ein Frühleser. Lediglich drei Kinder dieser Stichprobe hatten Eltern mit nicht- deutscher Muttersprache (türkisch oder jugoslawisch). Diese Kinder wurden aus der Untersuchung nicht ausgeschlossen, da sie nach Angaben der Lehrer/innen in Deutschland geboren waren bzw. schon lange in Deutschland lebten und somit durch Kindergartenbesuch und Sozialisation mit anderen Kindern über gute deutsche Sprachkenntnisse verfügten.

Drei Kinder zogen im Verlaufe des ersten Grundschuljahres weg, so daß ihre Lese-Rechtschreibleistungen nicht mehr erfaßt werden konnten. Ein Mädchen der Stichprobe war körperbehindert. Die zu Schulbeginn erhobenen Variablen des Mädchens wurden in die Datenanalyse mit einbezogen, die Lese- Rechtschreibleistungen wurden aber aufgrund motorischer Beeinträchtigungen und der damit verbundenen Schwierigkeiten der Verschriftlichung von Wörtern nicht mit berücksichtigt.

3.Sprachbehinderte Kinder:

Die sprachbehinderten Kinder der Stichprobe stammen aus vier Eingangsklassen der Schule für Sprachbehinderte in Goch und der Außenstelle in Geldern. Es nahmen nicht alle Kinder dieser Klassen an der Studie teil, da einige Eltern mit der Teilnahme ihrer Kinder an der Untersuchung nicht einverstanden waren. Sie wollten ihren Kindern nach den zurückliegenden Untersuchungen im Rahmen der Ermittlung des Sonderpädagogischen Förderbedarfs keine weiteren testpsychologischen Untersuchungen zumuten. Insgesamt nahmen 21 sprachbehinderte Kinder an der Untersuchung teil, davon 14 Jungen und lediglich 2 Mädchen. Das Durchschnittsalter dieser Gruppe betrug 82,7 Monate. Die sprachbehinderten Kinder bildeten eine heterogene Gruppe unterschiedlicher Symptomatiken bzw. Diagnosen hinsichtlich ihrer Sprachstörung, die sowohl rezeptive als auch expressive Sprachstörungen umfaßten.

Der diagnostische Schwerpunkt der Sprachbehinderungen waren nach Angaben der Klassenlehrerinnen Dysgrammatismus und Dyslalien, häufig in Kombination mit sensorischen Integrationsstörungen (zentrale Fehlhörigkeit, taktile, kinästhetische und vestibuläre Wahrnehmungsstörungen) und Konzentrationsstörungen. Einige Kinder hatten die Diagnose "MCD".

Ausschlußkriterien:

Um eine Vergleichbarkeit bzw. Homogenität der Gruppen im Hinblick auf intellektuelle Fähigkeiten der Kinder zu gewährleisten, sollten nur Kinder mit einer im Durchschnittsbereich liegenden Intelligenz in die Datenanalyse aufgenommen werden. Kinder mit einer Lernbehinderung dagegen sollten ausgeschlossen werden. Die Kinder sollten also einen Intelligenzquotienten von mindestens 80 Punkten und darüber aufweisen. In empirischen Studien wird zwar gemäß den Klassifikationskriterien der ICD 10 als untere Grenze des Normalbereichs ein IQ - Wert von 85 festgelegt. Dabei wird aber offen gelassen, mit welche Intelligenztestverfahren der Intelligenzquotient ermittelt werden soll. Aufgrund der Benachteiligung lese- rechtschreibschwacher und sprachbehinderter Kinder in Intelligenztest mit stark verbalen Aufgabenstellungen eignete sich als Testinstrument deshalb kein verbal geladener Intelligenztest, da die intellektuellen Fähigkeiten der Kinder durch solche Testverfahren eher unterschätzt werden. Deshalb wurde zur Diagnostik intellektueller Fähigkeiten ein nonverbaler

Intelligenztest herangezogen. Mit der Wahl eines solchen Testverfahrens wird zwar eine mögliche Unterschätzung des IQ von sprachbehinderten- und LRS- Kindern reduziert, doch ergibt sich dadurch ein anderes Problem. Einige sprachbehinderte Kinder haben auch visuelle Wahrnehmungsstörungen (z.B. visuo- motorische Störungen), so daß sich trotz der Wahl eines nonverbalen Intelligenztest Benachteiligungen in der Einschätzung des intellektuellen Potentials ergeben können. Die Klassenlehrerinnen der Sprachbehindertenschule gaben nach der Durchführung des nonverbalen IQ - Tests die Rückmeldung, daß die Kinder in einem anderen Intelligenztestverfahren (der Kaufmann Assessment Battery for Children, K- ABC, MELCHERS UND PREUß, 1994), das im Rahmen der Ermittlung des sonderpädagogischen Förderbedarfs durchgeführt wurde, teilweise besser abschnitten als im nonverbalen Intelligenztest. Als Grenzwert (cutt off) wurde deshalb ein IQ von 80 festgelegt: alle Kinder mit einem nonverbalen Intelligenzquotienten unter 80 wurden von der Datenanalyse ausgeschlossen.

Aufgrund dieses Ausschlußkriteriums fielen insgesamt 10 Kinder aus der Gesamtstichprobe heraus, davon 5 Kinder aus den fünf Regelklassen der Grundschule und 5 Kinder der Sprachbehindertenschule. Bei 3 Kindern der Regelschulen konnten keine Intelligenztestergebnisse erhoben werden, weil die Kinder zum Zeitpunkt der Testdurchführung wegen Krankheit im Unterricht fehlten. Diese Kinder wurden ebenfalls aus der Datenanalyse ausgeschlossen. Darüber hinaus wurde eine normale Hörfähigkeit der Kinder vorausgesetzt. Kinder mit manifesten Hörbehinderungen und Kinder mit chronischen oder akuten körperlichen Erkrankung, die das Allgemeinbefinden des Kindes beeinträchtigen, sollten ebenfalls ausgeschlossen werden. In der audiometrischen Untersuchung ließen sich keine Hörbeeinträchtigungen bei den Kindern nachweisen.

Aufgrund dieser Ausschlußkriterien verblieben für die Studie insgesamt 23 Frühleser, 99 Regelkinder der Grundschulen und 16 sprachbehinderte Kinder, deren Daten in die statistische Auswertung einbezogen werden konnte.

Bei der Messung der auditiven Ordnungsschwelle zeigte sich das Problem, daß bei einigen Kinder sehr diskrepante Ordnungsschwellenwerte für die Präsentationsfolge der akustischen Stimuli "links - rechts" bzw. "rechts - links" gemessen wurden. Diese diskrepanten Ordnungsschwellenwerte sind nicht eindeutig interpretierbar, so daß die Ordnungsschwellenwerte dieser Kinder für die statistischen Berechnungen nicht berücksichtigt wurden. 8 Grundschulkindern und drei sprachbehinderte Kinder, die aber auch gleichzeitig einen nonverbalen IQ von < 80 hatten und deshalb ohnehin aus der Datenauswertung ausgeschlossen sind, wiesen diese diskrepanten Ordnungsschwellenwerte auf. Auf die Ursachen und die Problematik diskrepanter Ordnungsschwellenwerte wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen.

9.3. Inhaltliche Beschreibung der erhobenen Variablen und der verwendeten Meßinstrumente

Erhobene Variablen:

- 1. Alter des Kindes** in Monaten
- 2. Geschlecht des Kindes:** Junge/Mädchen
- 3. Muttersprache des Kindes** (deutsch/nicht deutsch)

4. Händigkeit:

Zur Ermittlung der Händigkeit wurden die Kinder aufgefordert zu zeigen, mit welcher Hand sie malen, schreiben oder einen Lichtschalter anknipsen. Darüber hinaus mußten sie einen Kreisel andrehen, der ihnen mittig vorgegeben wurde. In aller Regel greifen die Kinder mit ihrer dominanten Geschicklichkeitshand nach dem Kreisel. Da die Händigkeitsentwicklung bei manchen Schulanfänger aber noch nicht abgeschlossen ist, bevorzugten sie, je nach Aufgabenstellung, die rechte oder die linke Hand. Gaben die Kinder unterschiedlich Handpräferenzen an oder deckten sich die Angaben des Kindes nicht mit der Beobachtung beim Kreiselandrehen, so wurde die Händigkeit als "uneindeutig" klassifiziert. In der Stichprobe befanden sich 126 Rechtshänder, 10 Linkshänder und zwei Kinder mit uneindeutiger Händigkeit.

5. Audiometrische Untersuchungen

Messungen der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit ohne vorherige Prüfung der Hörfähigkeit eines Kindes sind nicht zuverlässig, da Hörverluste sich auf die Wahrnehmungsfähigkeit auswirken und beträchtliche Fehler in der Messung der Ordnungsschwelle nach sich ziehen. Deshalb wurden alle Kinder vor Erhebung der Ordnungsschwelle audiometrisch untersucht. Als Meßinstrument wurde ein Audiometer (Bosch ST 10) verwendet, das freundlicherweise vom Institut für Medizinische Psychologie der Ludwig- Maximilians- Universität München zur Verfügung gestellt wurde.

Das Audiometer sendet jeweils Sinustöne bei einer Frequenz zwischen 250 Hz und 8 kHz aus. Die Sinustöne werden mit den Frequenzen 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 und 8000 Hz präsentiert. Die Lautstärke des Sinustones kann in kleinen Schritten nach oben und unten verändert werden, bis das Kind angibt, den Ton gerade noch zu hören. Dieser Punkt wird als Hörschwelle bezeichnet (NIEMEYER, 1972). Dies ist die Lautstärke, bei der ein Ton gerade eben noch wahrnehmbar ist. Die Hörschwelle kann sowohl über Luft- als auch über Knochenleitungen gemessen werden. Da der Mensch verschiedenen Frequenzen unterschiedlich laut hört (LOTZE, 1996) wurden einzelne Testfrequenzen definiert und deren natürliche Hörschwelle im Audiometer als 0 db Lautstärke festgelegt. Die 0 db Linie ist also die im Normalfall erwartete Hörfähigkeit. Das Audiogramm ist aber ein subjektiver Test, in dem auch Konzentration, Aufmerksamkeitsschwankungen und Reaktionszeit des Kindes in das Ergebnis mit eingehen. Außerdem trauen sich unter Umständen manche Kinder nicht, die schwache Wahrnehmung des Prüftones als "hören" anzugeben. Störgeräusche und Erkältungskrankheiten können das Ergebnis beeinflussen.

Über einen ohrumschließenden Hörer wurde den Kindern der Prüftone zunächst laut vorgegeben, damit sie ihn deutlich wahrnehmen konnten. Dann wurde der Ton wieder weggenommen (Lautstärke auf 0 db) und die Lautstärke mittels eines Schiebers langsam reguliert. Die Kinder wurden instruiert, "jetzt" zu sagen, sobald sie den Ton wieder wahrnahmen. Diese Stelle wurde in einem Auswertungsblatt markiert.

Zur Kontrolle wurde in einigen Frequenzbereichen die Lautstärke so eingestellt, daß das Kind den Ton hören konnte. Dann wurde langsam die Lautstärke hinunter reguliert, bis es den Ton nicht mehr wahrnehmen konnte. Auf diese Weise ließ sich der Hörschwellenwert einpendeln. Zu berücksichtigen ist allerdings dabei, daß für die Wahrnehmung des Auftauchen eines Tones eine etwas größere Lautstärke erforderlich ist als für das Verschwinden des Tones. Der Prüftone wurde als Dauerton dargeboten. NIEMEYER (1972) diskutiert die Vorteile eines unterbrochenen Tones, da dieser an der Hörschwelle besser wahrnehmbar ist. Nach NIEMEYER besteht ein Verdacht auf Hörstörungen, wenn das Kind bei einer Lautstärke von 20 - 30 db

mindestens zwei Frequenzen des Spektrums 500, 1000, 2000, 4000 und 6000 Hz auf einem Ohr nicht wahrnimmt. Weitere Hinweise zur Diagnostik der Hörschwellenbestimmung findet sich bei BÖHME, WELZER-MÜLLER (1993) und LANGENBECK (1970).

6. Testbatterie zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit

Zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit konnte das von Bielefelder Forschungsgruppe entwickelte Screening Verfahren nicht herangezogen werden, da es für Vorschulkinder im letzten Kindergartenjahr entwickelt wurde und die Aufgaben somit für Schulanfänger zu leicht gewesen wären, so daß Deckeneffekte zu befürchten waren. Aus diesem Grund hat der Verfasser zur Diagnostik der einzelnen Bereiche der phonologischen Bewußtheit ein eigenes Meßinstrumentarium konzipiert, (BARTH 1997, 1998), das an die Items des Bielefelder Screening und den metaphonologischen Subtests der Würzburger Forschungsgruppe u SCHNEIDER und Mitarbeiter angelehnt ist, sich aber hinsichtlich der Aufgabenpräsentation bzw. Aufgabenstellung doch von beiden Meßinstrumenten in einigen Bereichen unterscheidet. Der Verfasser verwendete und erprobte diese phonologischen Subtests schon seit mehreren Jahren zur Diagnostik der Schulfähigkeit, des Entwicklungsstandes und zur Risikoeinschätzung im Hinblick auf Leserechtschreibschwierigkeiten. Dabei handelt es sich um Aufgaben zur Reimerkennung, Silbensegmentierung, Anlaut-Isolierung, Endlaut- Isolierung und Lautsynthese.

Die Aufgaben zum Erfassen der Wortlänge und der Phonemsegmentierung stammen aus dem metaphonologischen Transfertest der Würzburger Forschergruppe u SCHNEIDER und Mitarbeiter, die mir diesen Test freundlicherweise für dieses Forschungsprojekt zur Verfügung stellten. Der metaphonologische Transfertest wurde von SCHNEIDER und Mitarbeitern aus der Untersuchung von LUNDBERG ET AL. (1988) adaptiert.

Die vollständige Testbatterie zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit wird i Anhang dargestellt.

Im einzelnen lassen sich die phonologischen Subtests wie folgt beschreiben:

a) Subtests zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne.

Alle Aufgabenstellungen wurden dem Kind anhand von Beispielen erklärt und verständlich gemacht.

- **Reimaufgaben:** das Kind soll aus drei bildlich dargestellten Objekten, bei denen sich zwei Wörter reimen, angeben, welche der beiden Wörter sich reimen (z. B. "Maus-Hand-Haus? Welche Wörter klingen ähnlich?"). Dieser Aufgabenbereich besteht aus sechs Items. Darüber hinaus sollten die Kinder selbst ein Reimwort auf ein vorgegebenes Wort finden (z. B. "Was reimt sich auf Hose?"). Dieser Teil bestand aus fünf Aufgaben. Abhängige Variable war die Anzahl korrekt genannter Reimpaare und die Anzahl der Wörter, bei denen es dem Kind nach einer kleinen Überlegungspause gelang, ein Reimwort zum vorgegebenen Wort zu nennen.

- **Silbensegmentierung:** das Kind sollte den Silbenrhythmus eines normal vorgesprochenen Wortes mit den Händen klatschen. Die zu erfassende Silbenstruktur der Wörter wies unterschiedlich komplexe Schwierigkeitsgrade auf: von einem zweisilbigen Wort (z.B. Kin-der) bis zu einem sechssilbigen Wort (z.B. Lo-ko-mo-tiv-füh-rer). Dieser Subtest bestand aus insgesamt neun Aufgaben.

Abhängige Variable war die Anzahl der Wörter, deren Silbenzahl korrekt geklatscht werden konnte.

- **Erfassung der Wortlänge:** das Kind sollte aus vier vorgelegten Bildern von Objekten dasjenige Bild heraussuchen, welches sich am längsten anhörte bzw. welches seiner Meinung nach das Wort mit den meisten Lauten war. Verwendet wurden zehn Vorlagen á 4 Bilder. Da Schulanfänger in der Regel noch nicht in der Lage sind, die Anzahl einzelner Phoneme eines Wortes vollständig akustisch zu durchgliedern, mußten sie zur Bewältigung dieser Aufgabe die "Klanggestalt" der vier Wörter als Ganzes miteinander vergleichen. Abhängige Variable war die Anzahl korrekter Lösungen.

Die Summenscores dieser drei Bereiche wurde als Maß für die "phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne" herangezogen.

b) Subtests zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne

- **Anlaut- Isolierung** (Anlauterkennung): dem Kind wurde ein Bild eines Objektes vorgelegt und das Kind sollte herausfinden, mit welchem Laut das Wort beginnt (z. B. "Was hört man am Anfang von Igel?"). Die Anlaut- Isolierungsaufgaben bestanden aus vier Wörtern, deren Anfangslaut ein Vokal ist. Dann folgten zehn Wörter mit unterschiedlichen Konsonantenanlauten. Abhängige Variable war die Anzahl korrekter Anlautbenennungen.

- **Identifikation des Endlautes:** die Aufgabe des Kindes bestand darin, aus zehn bildlich vorgegebenen Gegenständen/Objekten den Endlaut zu identifizieren (z. B. "Was hört man am Ende von Bus?"). Wesentlich war dabei, daß das Kind den akustisch erkennbaren Endlaut benannte und nicht unbedingt den Laut benennen mußte, der mit der orthographischen Schreibweise korrespondiert. Als richtig wurde deshalb auch bewertet, wenn das Kind den Endlaut des Wortes "Pferd" mit einem /t/ identifizierte oder "Flugzeug" mit einem /ch/. Abhängige Variable war die Anzahl richtiger Endlautidentifizierungen.

- **Lautsynthese:** das Kind sollte Silben oder Phoneme, die sprachlich gedehnt vorgesprochen werden, zu einem Wort synthetisieren und benennen (z.B. F- isch). Wichtig war, daß die Wörter langsam und deutlich mit einer kleinen Pause zwischen den Lauten, aber ohne Übertreibung artikuliert wurden. Zwischen den Buchstaben bzw. Wortteilen, die synthetisiert werden sollten, wurde eine kleine Pause von ca. ½ Sekunde gemacht. Dieser Subtest bestand aus zwölf Aufgaben unterschiedlicher Komplexität, in denen das Kind anfangs einen einzigen Laut mit dem Rest des Wortes synthetisieren mußte. Am Ende mußten einzelne, lautlich gedehnt vorgesprochene Phoneme zu einem Wort synthetisiert werden (z. B. N-A-S-E). Abhängige Variable war die Anzahl korrekt synthetisierter Wörter.

- **Phonemsegmentierung:** hier hatte das Kind die Aufgabe zu bewältigen, Wörter, die zur Entlastung des Arbeitsgedächtnisses bildlich dargeboten wurden, in einzelne Phoneme zu zerlegen und dabei für jeden gehörten Laut ein Holzplättchen zu legen. Der Subtest bestand aus zehn Items. Als korrekt wurde bewertet, wenn das Kind die Anzahl der Phoneme im Wort richtig wiedergegeben hat. Beim Wort "Schuh" mußten die Kinder z. B. zwei Plättchen legen. Einige Kinder waren aber in ihrer Schriftsprachentwicklung schon so weit vorangeschritten, daß sie für das Wort "Schuh" fünf Plättchen legten d. h. für jeden Buchstaben ein Plättchen. Dies wurde

auch als "richtig" bewertet. Abhängige Variable war die Anzahl der Wörter, deren Phonem - oder Buchstabenfolge richtig wiedergegeben wurde.

Der Summenscore dieser Subtestreihe wurden als Maß für die "phonologische Bewußtheit im engeren Sinne" herangezogen.

Der "Gesamtwert der phonologischen Bewußtheit" (gesamt) wurde ermittelt, in dem die beiden Summenscores der "phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne" und der "phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne" addiert wurden. Dieser Summenscore kann als Indikator für den Entwicklungsstand des Kindes im Hinblick auf phonologische Informationsverarbeitungsprozesse interpretiert werden. Die Bildung eines Summenscores ist deshalb erlaubt, weil nach SCHNEIDER (1994) trotz unterschiedlich komplexer Maße verschiedener Subtests phonologischer Informationsverarbeitung sich statistisch nur ein Faktor nachweisen läßt. Dies bedeutet, daß die unterschiedlichen Subtests zur Messung eines einzigen Konstruktes geeignet sind.

Auf eine Einbeziehung weiterer phonologischer Subtest in die Testbatterie (z.B. Entfernen des Anlautes im Wort, Lautersetzungsaufgaben) wurde verzichtet, da einerseits der Zeitaufwand zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit die Lehrer zeitlich nicht überfordern durfte, andererseits aber auch diese Subtests zur Erfassung der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne für Schulanfänger zu schwierig erschienen und die Kinder unter Umständen durch Mißerfolge zu sehr frustriert worden wären. Für die meisten Schulanfänger dürften beispielsweise Aufgaben zur Phonemvertauschung zu schwierig sein.

7. Erfassung des phonetischen Recodierens im Arbeitsgedächtnis

Zur Erfassung des Arbeitsgedächtnisses wurde der Untertest "Zahlenfolge - Gedächtnis" des Psycholinguistischen Entwicklungstest PET (ANGERMAIER, 1977) verwendet. Die Aufgabe bestand darin, vorgespochene Zahlenreihen mit ansteigender Komplexität nachzusprechen. Der Untertest "Zahlenfolge- Gedächtnis" wurde dem Mottiertest, bei dem Unsinnssilben reproduziert werden müssen, vorgezogen, da sprachbehinderte Kinder oft auch Lautbildungsschwierigkeiten haben und deshalb nicht genau zu unterscheiden ist, ob Reproduktionsdefizite auf Lautbildungsstörungen oder auf Defizite des Kurzzeitgedächtnisses zurückzuführen sind. Abhängige Variable war die Anzahl korrekter Zahlreproduktionen, die in Normwerte (T-Werte) transformiert wurden.

8. Erfassung der zeitlichen Verarbeitung (Ordnungsschwelle)

Der Begriff Ordnungsschwelle umschreibt den zeitlichen Abstand zwischen zwei Sinnesreizen, die noch getrennt wahrgenommen und in eine zeitliche Abfolge d. h. Ordnung gebracht werden können. Eine Diskussion unterschiedlicher Meßverfahren zur auditiven Ordnungsschwelle findet sich bei RAMMSAYER(1992) und MEISTER (1998). Die auditive Ordnungsschwelle des Kindes wurde in der Untersuchung mittels computergesteuerter Programme in einem IBM - PC kompatiblen Computer gemessen, der vom Institut für Medizinische Psychologie der Ludwig Maximilians Universität München zur Verfügung gestellt wurde. Die technischen Daten und der Aufbau dieses Computers werden bei WITTMANN (1997) beschrieben.

Der Computer erzeugt zwei akustische Reize (Rechteckimpulse, die als Klicks hörbar sind) von einer Millisekunde Dauer, die in einem bestimmten Zeitintervall (Interstimulusintervall, ISI) binaural über Stereokopfhörer (Philips SBC 3382) dem Kind präsentiert werden. Die Klicks werden dabei mit einem Schalldruckpegel von

100 db dargeboten, sodaß das Kind die Klicks an beiden Ohren subjektiv mit der gleichen Lautstärke wahrnimmt. Die Darbietung der unterschiedlichen Interstimulusintervalle und die Messung der zeitlichen Ordnungsschwelle erfolgt mittels eines in dem PC implementierten Algorithmus, einer adaptiven Schwellenwert-Meßmethode, die auf Bayes - Schätzung und Maximum Likelihood- Schätzungen beruht (vergl. MEISTER, 1998, ITTMANN, 1997).

Der Vorteil dieser Meßmethode liegt nach WITTMANN darin, daß die Präsentation der verschiedenen Interstimulusintervallen von der Leistung des Kindes abhängt und sich an den richtig oder falsch gegebenen Antworten orientiert. Dadurch wird ermöglicht, Interstimulusintervalle nahe am Schwellenwert zu präsentieren, der das minimale Intervall zur Angabe der zeitlichen Ordnung darstellt. Wichtig bei der Erfassung der Ordnungsschwelle ist, daß sich das Interstimulusintervall möglichst schnell dem für das Kind individuellen Ordnungsschwellenwert annähert. Der im Computer implementierte Algorithmus erlaubt relativ rasch die Annäherung an die Intervalle nahe dem individuellen Schwellenwert, da nach jedem trial ein Wert geschätzt und eingestellt wird, der sich aufgrund der vorliegenden Ergebnisse dem Zielwert am wahrscheinlichsten annähert. Bei richtig gegebenen Antworten werden abfallende ISI präsentiert, bei falschen Antworten aufsteigende ISI, wobei der Algorithmus des Computers sich sowohl von oben (überschwellige ISI) als auch von unten (unterschwellige ISI) der individuellen Zeitschwelle annähert (auf- und absteigende Grenzwertmethode).

Als Standardeinstellung im Menü des Computers waren ein oberes und unteres Grenzintervall von 420 ms bzw. 10 ms festgelegt d. h. es konnten Ordnungsschwellenwerte im Bereich zwischen 10 und 420 ms gemessen werden. Interstimulusintervalle von weniger als 20 ms können eigentlich nicht mehr in ihrer zeitlichen Abfolge erkannt werden und sind deshalb Zufallstreffer. Dadurch werden fälschlicherweise auch Interstimulusintervalle von unter 20 ms scheinbar noch als richtig erkannt. Das Computerprogramm brach die Messung ab, wenn angenommen werden konnte, daß die Ordnungsschwelle mit einer Wahrscheinlichkeit von 75 % in einem Intervall von ± 10 ms um den ermittelten Schwellenwert liegt. Bei einer gemessenen Ordnungsschwelle von beispielsweise 120 ms liegt die Ordnungsschwelle mit 75% iger Wahrscheinlichkeit in einem Zeitintervall von 110 bis 130 ms.

Im einzelnen wurde die Ordnungsschwelle folgendermaßen gemessen: auf drei Vorwarngeräusche, die vom Kind subjektiv in der Mitte des Kopfes wahrgenommen wurden und die die Aufmerksamkeit des Kindes erzeugen sollten, erfolgte jeweils ein kurzer Klick von 1 ms Dauer an jedem Ohr. Die beiden Klicks wurden dabei in eine bestimmten zeitlichen Interstimulusintervall präsentiert. Die Aufgabe des Kindes bestand nun darin, durch Handzeichen anzugeben, auf welchem Ohr der erste Klick zuerst zu hören war. Durch Heben der Hand oder Zeigen des Ohres auf derjenigen Seite, auf der das Klickgeräusch zuerst zu hören war, signalisierte das Kind, daß es die Reihenfolge der Klickgeräusche identifiziert hat. Konnten das Kind sich nicht entscheiden, auf welche Seite das Klickgeräusch zuerst zu hören war, konnte es beide Klicks desselben Interstimulusintervalls noch einmal hören. Die Angaben des Kindes über Handzeichen (rechts zuerst oder links zuerst) wurden vom Versuchsleiter, der das menue - gesteuerte Programm bediente, über eine Tastatur in den Computer eingegeben. Daraufhin wurden in Abhängigkeit von der richtigen oder falschen Antwort des Kindes vom Computer nach den drei Vorwarngeräuschen dem Kind ein anderes Interstimulusintervall präsentiert, bei dem das Kind wieder entscheiden mußte, auf welcher Seite es das Klickgeräusch zuerst gehört hat.

Die Präsentation der Klicks erfolgte dabei in randomisierter Reihenfolge (links-rechts, rechts-links, rechts-links etc.). War sich das Kind trotz ein- oder zweimaliger Wiederholung der Klickgeräusche dennoch über die zeitliche Abfolge der Klickgeräusche unsicher, wurde es instruiert, daß es die Reihenfolge der Klickgeräusche erraten sollte, indem es angab, auf welcher Seite es glaubte, das Klickgeräusch zuerst gehört zu haben. Vor Beginn der eigentlichen Ordnungsschwellenmessung jedoch wurde das Kind in einigen Übungsdurchgängen mit der Aufgabenstellung vertraut gemacht und überprüft, ob es die Instruktionen verstanden hatte. Die Übungsaufgaben begannen mit einem überschwelligem ISI von 350 ms, mit dem die Kinder zumeist keine Probleme hatten, die Reihenfolge der Klicks zu erkennen. Dann wurde das ISI reduziert und dem Kind die Möglichkeit gegeben, die Reihenfolge eines kürzeren ISI zu identifizieren. Erst nach diesen Probedurchläufen begann die eigentliche Messung der Ordnungsschwelle.

Bei der Messung der binaural erfaßten Ordnungsschwelle wurden durch den Computer drei Meßwerte ermittelt, da drei adaptive Prozeduren separat voneinander ablaufen. Der Computer ermittelte Ordnungsschwellenwerte für die Reizfolge "rechts (zuerst) - links" (OS rechts) und "links (zuerst) - rechts" (OS links). Ein dritter Ordnungsschwellenwert (OS beide) wurde für beide Reizdarbietungsmodi berechnet, unabhängig davon, auf welcher Seite der Reiz zuerst kam. Drei zeitliche Ordnungsschwellenwerte konnten so ermittelt werden: für die Reizkonstellation "rechts-links", "links-rechts" und "beide".

Nach LOTZE (1996) ist die zeitliche Auflösungsfähigkeit bei Rechtshändern am besten, wenn die Reizfolge "rechts - links" erfolgt. Die bessere zeitliche Auflösungsfähigkeit für die Präsentationsfolge "rechts-links" erklärt LOTZE mit Laufzeitunterschieden, die die Reize benötigen, um von den Ohren zu einem angenommenen linkshemisphärisch lokalisierten Zeitanalysator zu gelangen. Der erste Klick, der auf das rechte Ohr trifft, gelangt direkt zum Zeitanalysator, während der Klick im linken Ohr bei Rechtshändern zuerst über die rechte Hirnhemisphäre über den Balken zu dem linkshemisphärisch lokalisierten Zeitanalysator gelangt.

Die Erfassung der Ordnungsschwelle ist aber meßtechnisch nicht ganz unproblematisch, da verschiedene Störfaktoren das Meßergebnis verfälschen können. Es kann beispielsweise das Problem auftreten, daß das Kind bei der Entscheidung, auf welcher Seite es den ersten Klick zuerst gehört hat, ständig nur eine Seite benennt bzw. nur immer die gleiche Hand hebt. Dies hat zur Folge, daß durch den Computer zwei sehr diskrepante Ordnungsschwellenwerte (OS links und OS rechts) gemessen werden. In dem Fall, wo der Klick z. B. links zuerst erfolgt und das Kind immer nur den linken Arm hebt, werden alle Klickpaare mit der Folge "links zuerst - rechts" als richtig in den Computer eingegeben, während alle Reizfolgen "rechts zuerst - links" als falsch bewertet werden. Dadurch resultieren zwei sehr diskrepante Ordnungsschwellenwerte (OS "links" sehr niedrig, OS "rechts" dagegen sehr hoch), die nicht mehr interpretierbar sind. Wenn ein Kind immer nur die gleiche Seite zur Angabe der Klickabfolge benutzt, läßt sich auf verschiedene Gründe zurückführen:

- das Kind hat unter Umständen die Instruktion nicht verstanden
- das Kind hat so hohe Ordnungsschwellenwerte, daß es tatsächlich die Reihenfolgeder Klickabfolge nicht erkennt und deshalb auf diese Strategie zurückgreift
- das Kind benutzt eine Strategie: "nur links" oder "nur rechts"
- Lateralitätsprobleme

- das Kind benutzt Ratestrategien. Diese können sich dadurch entwickeln, daß das Kind subjektiv das Gefühl hat, die Klicks in unterschiedlicher Tonhöhe zu hören (obwohl beide Klicks identisch und in gleicher Lautstärke präsentiert werden). Dafür können unterschiedliche Resonanzräume im äußeren Gehörgang i linken/rechten Ohr verantwortlich sein, wodurch der Eindruck unterschiedlicher Tonhöhen entsteht. Kinder, die kognitiv auf Tonhöhen reagieren, erkennen dann die linke bzw. rechte Seite des Klickgeräusche an der Tonhöhe.

Die Ermittlung der Ordnungsschwelle ist auch im starken Maße von meßtechnischen Verfahrensweisen abhängig. Darüber hinaus bestimmen Vigilanzgrad, gerichtete Aufmerksamkeitsprozesse, Versuchsleitereinflüsse sowie die Dauer der Klicks die Ordnungsschwellenwerte. In Betracht gezogen müssen auch unilaterale Hörbeeinträchtigungen für bestimmte Frequenzbereiche sowie Vorerwartung des Kindes, auf welcher Seite das Klickgeräusch als nächstes kommen könnte. Letzteres kann vor allen bei nahe am Schwellenwert liegenden Interstimulusintervallen eine Rolle spielen. Eine weitere Einflußgröße auf der Messung der Ordnungsschwelle stellt auch die Intensität bzw. Lautstärke der beiden Klickgeräusche dar.

Die Messung der Ordnungsschwelle verlangt von den Kindern erhebliche Konzentrationsleistungen. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Ordnungsschwellen konzentrationsgestörter Kinder eher zu hoch gemessen werden. Nach KEGEL (1991) bringen gesunde Kinder etwa ab dem sechsten Lebensjahr die erforderliche Aufmerksamkeit auf, damit die Ordnungsschwelle reliabel gemessen werden kann. Alle Kinder konnten, wenn sie es wünschten, nach der Darbietung einer Serie von Klickgeräuschen eine kleine Erholungspause machen und anschließend weitermachen. Bei den meisten Kindern konnte relativ rasch (nach ca. 4 - 7 Minuten) die Ordnungsschwellenwerte gemessen werden. Bei Kindern, bei denen mehr Zeit zur Ermittlung der Ordnungsschwellen benötigt wurde, achteten die Testleiter auf kleine Erholungspausen. Um sicherzustellen, daß hohe Ordnungsschwellenwerte auf keinem Meßartefakt beruhen, wurden Kinder mit hohen Ordnungsschwellenwerten einige Tage später nochmals untersucht und dieser Meßwert für die Datenanalyse herangezogen.

9. Rhythmuserfassen

Die Erfassung sprachunabhängiger rhythmischer Strukturen erfolgte dadurch, daß das Kind einen Klatschrhythmus nachklatschen sollte, der ihm vorgeklatscht wurde. Dabei saß das Kind mit dem Rücken zum Untersucher, sodaß es die Klatschbewegung nicht sehen, sondern nur hören konnte. Lediglich beim Erklären der Aufgabenstellung sah das Kind auch, wie der Testleiter klatschte. Dem Kind wurde eine Sequenz von drei bis fünf Klatschrhythmen vorgeklatscht und zur Reproduktion des jeweils vorgegebenen Klatschrhythmus aufgefordert. Zwischen den einzelnen Klatschern wurden kleine Pausen von ca. 1 Sekunde Dauer eingeschoben, sodaß das Kind nicht nur die Anzahl der Klatscher, sondern auch deren rhythmische Gliederung erfassen mußte. Die Klatschreproduktion wurde hinsichtlich ihrer gestalthaften Ähnlichkeit (die Wiedergabe der Pausen zwischen den Klatschern) sowie der Anzahl der erfaßten Klatscher bewertet. Abhängige Variable war die Anzahl der übereinstimmenden Reproduktionen des vorgegebenen Klatschrhythmus.

10. Intelligenz:

Zur Diagnostik der intellektuellen Leistungsfähigkeit des Kindes wurde auf den "Cultur Fair Test" CFT1 (WEIß UND OSTERLAND, 1977) zurückgegriffen. Zum einen sollte der Intelligenztest keine sprachbezogenen Aufgaben enthalten, da dies zu einer Benachteiligung der sprachbehinderten Kinder geführt hätte. Zum anderen ist dieser Test auch zeitökonomisch als Gruppentest durchführbar, während andere Intelligenztests für die Altersgruppe der Schulanfänger oft Einzeltests sind. Der CFT1 ermöglicht die Bestimmung der Grundintelligenz bzw. der Fähigkeit des Kindes, anhand von sprachfreiem, figuralen Material Denkprobleme zu erfassen, Regeln zu erkennen, Merkmale zu identifizieren und rasch wahrzunehmen. Der CFT1 besteht aus fünf Subtests:

- Substitution: erfaßt wird die Fähigkeit, bei vorgegebener Zeitgrenze schnell die passenden Symbole zu erkennen und den Darstellungen richtig zuzuordnen.
- Labyrinth: erfaßt den optischen Wahrnehmungsumfang und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit durch Vorgabe einer visuellen Aufgabe.

Die beiden Subtests erfassen Aspekte der Wahrnehmung und visuelle Orientierung und Aufmerksamkeit.

- Klassifikation: erfaßt wird das beziehungsstiftende Denken bei figuralem Material
- Ähnlichkeiten: dieser Subtest überprüft, bis zu welcher Komplexitätsgrad figurale Vorgaben erkannt werden können, wenn diese Figuren im Kontext mit ähnlichen, aber merkmalsveränderten Figuren stehen.
- Matrizen: erfaßt die Fähigkeit, Regeln und Zusammenhänge bei figuralen Problemstellungen zu erkennen.

Der CFT1 kann mit fünf- bis neunjährigen Kindern durchgeführt werden und ist als Speed Test konzipiert.

11. Frühe Schriftkenntnis/frühe Lesefertigkeit

Zur Erfassung früher Lesefertigkeit bzw. Schriftkenntnis zu Schulbeginn wurde auf den Untertest "Lesen/Buchstabieren" der "Kaufmann Assessment Battery for Children", K-ABC (MELCHERS UND PREUß, 1994) zurückgegriffen. Der Subtest erfaßt das Erkennen bzw. das Benennen von Buchstaben und das Erlesen von Wörtern. Die Testitems bestehen aus Aufgaben, in dem das Kind zunächst vorgegebene Buchstaben benennen soll. Dann schließen sich Wörter, bestehend aus zunächst zwei Buchstaben (z.B. /am/) an, die das Kind erlesen soll, bis dann zunehmend komplexere Wörter erlesen werden müssen (z. B. Manipulation, Hepatitis). Abhängige Variable war die Anzahl richtig benannter Buchstaben bzw. die Anzahl der erlesenen Wörter.

12. /da/-/ta/ Phonemdiskriminationstest:

Auf einer Cassette wurden den Kindern die Silben /da/ -/ta/ mit unterschiedlicher Voice Onset Time vorgespielt und die Kinder mußten entscheiden, ob sie ein /da/ oder /ta/ gehört haben. Diese Variable wurde nicht in die Datenanalyse einbezogen, da die Beschreibung der Zusammenhänge zwischen /da/-/ta/ Phonemdiskriminationsfähigkeit und Ordnungsschwelle das Dissertationsvorhaben von Frau Kappert beinhaltet.

13. Lese-Rechtschreibleistungen

Mitte des ersten Schuljahres wurden mit den Regelkindern ein erster Rechtschreibtest und am Ende des ersten Schuljahres mit den Kindern aller drei Gruppen (Frühleser, Regelkinder und sprachbehinderte Kinder) ein Lesetest sowie zwei verschiedene Rechtschreibtests durchgeführt. Mit der Wahl zweier verschiedener Rechtschreibtests sollen unterschiedliche Anforderungen bei der Rechtschreibung berücksichtigt werden. Zum einen wurde ein Rechtschreibtest ausgewählt, in dem die Kinder Bildvorlagen verschriftlichen mußten und bei denen sie in ihrem eigenen Schreitempo schreiben konnten. In der Unterrichtssituation hingegen werden aber beim Diktatschreiben die zu schreibenden Wörter vom Lehrer diktiert. Das Sprechtempo und die Artikulationsgenauigkeit des Lehrers beeinflussen so auch die Rechtschreibleistung des Kindes. Deshalb wurde auch ein Rechtschreibtest verwendet, der als Lückentest appliziert wurde. Wesentliches Lernziel des Unterrichts in der Grundschule am Ende des ersten Schuljahres ist die Fähigkeit zur lautgetreue Verschriftlichung von Wörtern.

Überprüfung der Rechtschreibleistungen:

a) Die diagnostische Bilderlisten (Frühform) DBL- F von Dummer - Smoch, 1993)

Die DBL- F wurden Mitte der 1. Klasse lediglich mit den fünf Klassen der Grundschulkindern durchgeführt. Nach Angaben der Testautorin ist der Test bereits Mitte des ersten Schuljahres zur Früherkennung von Kindern mit besonderen Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb einsetzbar. Er besteht aus insgesamt 14 Bildvorgaben, die das Kind verschriftlichen soll. Durch die Bildvorgaben werden Spontanschreibungen provoziert. Die Kinder können im eigenen Tempo schreiben und sich dabei auf ihre eigene Subvokalisation bzw. Mitartikulation stützen. Rechtschreibleistungen stellen sich nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ dar. Eine hohe Fehlerzahl im ersten Schuljahr alleine signalisiert noch keine Beeinträchtigung der Rechtschreibung, wenn sich nicht gleichzeitig qualitativ das Unvermögen zeigt, alle Laute in einem gesprochenem Wort analysieren und schriftlich wiederzugeben zu können. Eine hohe Fehlerzahl kann z. B. dadurch entstehen, daß das Kind die Regeln der Groß- und Kleinschreibung nicht berücksichtigt oder orthographische Fehler begeht, die aber den Klang des Wortes nicht verändern (z. B. Hunt, Zige, Kamehl). Dennoch kann es in der Lage sein, die Lautfolge des Wortes wiederzugeben. Anhand der Wiedergabe der Phonemfolge sollen die Konzepte der Kinder über die Phoneme und die Art, wie Phoneme durch Grapheme abgebildet werden, identifiziert werden.

Demgegenüber sind Rechtschreibleistungen qualitativ abzugrenzen, bei dem das Kind lediglich rudimentäre oder unvollständige Schreibung zeigt oder keine Beziehung zum Lautbestand des gemeinten Wortes zu erkennen ist. Um diese qualitativen Unterschiede der Rechtschreibleistung zu berücksichtigen, wurde bei der Auswertung der Rechtschreibtests eine Gewichtung des Schweregrads der Rechtschreibfehler vorgenommen. Für jedes Wort wurde bestimmt, ob es lautverändernde Fehler enthält oder nicht und gewichtet, wie gravierend diese Fehler sind. Damit sollen qualitative Unterschiede der Rechtschreibleistung des Kindes berücksichtigt werden und nicht nur richtig/falsch Lösungen, wie sie in den Auswertungen der meisten Rechtschreibtests vorkommen.

Qualitative Bewertung der Rechtschreibleistung der DBL-F:

Wesentliches Kriterium der Bewertung war, ob das Kind alle Laute im gesprochenen Wort wiedergegeben hat.

- a) Schreibweisen, die die Lautstruktur des Wortes wiedergaben, aber orthographisch falsch geschrieben waren, wurden nach den Empfehlungen der Testautorin nicht als Fehler bewertet (z. B. Hohse - Hose, Esl - Esel, Tomate - Tomade).
- b) Wenn das geschriebene Wort nur wenig lautverändernde Fehler enthielt, wurde dies mit einem Fehler gewichtet (z. B. HSE für Hase, SCHUKL für Schaukel).
- c) Keine oder unleserliche Schreibungen oder Verschriftlichungen, die kaum noch Bezug zum Lautbestand des gemeinten Wortes erkennen ließen, wurden mit zwei "Fehlern" gewichtet (z. B. OS - für Haus, M - für Maus). Abhängige Variable war die aufsummierte gewichtete Fehlerzahl der DBL-F.

b) Diagnostische Bilderlisten für erste Klassen: DBL1 (Dummer-Smoch, 1993)

Die DBL1 ist ebenfalls wie die DBL-F ein Rechtschreibtest, in dem 24 Bildvorgaben verschriftlicht werden sollen. Um qualitative Unterschiede der Rechtschreibleistung angemessen zu berücksichtigen, wurde auch in diesem Rechtschreibtest (und de folgenden) die Güte der Verschriftlichung berücksichtigt und eine Gewichtung der Fehlerzahlen vorgenommen. Dabei wurden 3 Kategorien gewählt:

- a) *orthographisch richtige Schreibweise*: abhängige Variable war die Anzahl der Wörter, die das Kind auch orthographisch richtig geschrieben hatte. Damit sollte das orthographische Regelwissen des Kindes berücksichtigt und erfaßt werden.
- b) *lautsprachlich richtige Schreibweise*:
Hier wurden auch solche Wörter als "richtig" bewertet, die Fehler der Groß-Kleinschreibung, die Verwechslung ähnlicher Konsonanten, wie d-t, g-k, (z. B. Mont-Mond, Esgimo-Eskimo), Dopplungs- und Dehnungsfehler beinhalten. Wesentliches Kriterium war, daß das Kind alle Laute im gesprochenen Wort wiedergegeben hat. Bezugspunkt ist also nicht die orthographische Übereinstimmung zwischen fehlerhafter und korrekter Schreibweise, sondern die Abbildung der Phonemfolge in der Niederschrift des Kindes. Abhängige Variable war die Zahl der lautsprachlich richtig verschriftlichten Wörter (Phonemtreffer).
- c) *gewichtete Fehlerzahl*: hier sollten unterschiedliche Qualitäten von Fehlern gewichtet werden:
 1. unvollständige Schreibungen (Skelettschreibung), aber mit erkennbare Lautbezug zum gesprochenem Wort. Auslassungen in der Schreibung, unvollständige Schreibungen, bei denen Anfangs- und Endlaute getroffen werden und rudimentäre Schreibweisen, die Ansätze einer Laut-Buchstabenverbindung erkennen lassen, wurden mit zwei Fehlerpunkten gewichtet (Beispiel: BSN für Besen, KAML für Kamel, Elfat für Elefant, Tefon für Telefon).
 2. Mit drei Fehlerpunkten wurde die Schreibweise gewichtet, wenn die Buchstabenfolge ohne Bezug zur Lautfolge verschriftlicht wurde z. B. bei Aneinanderreihen von Graphemenfolgen ohne erkennbaren Bezug zum Lautbild. Unleserliche Schreibung und Wortauslassungen oder Ein- Buchstabenworte wurden ebenfalls mit drei Fehlerpunkten gewichtet. Damit sollten die besonderen Schwierigkeiten berücksichtigt werden, die ein Kind hat, die Laute des gesprochenen Wortes auch nur annähernd in die entsprechenden Schriftzeichen umzusetzen. Abhängige Variable war die Summe der gewichteten Fehlerpunkte.

Obwohl diese Einteilung eher grob ist, erscheint diese Klassifikation zur Berücksichtigung qualitativer Rechtschreibleistung angemessener als nur die Bewertung nach richtiger/falscher Schreibweise.

c) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib - Test für erste und zweite Klassen WRT1+, (Birkel, 1995).

Der WRT1 ist ein Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen der Grundschule. Er ist ein Lückentest mit 25 Items und erfaßt die Rechtschreibleistungen von Schülern anhand von Wörtern, die einem Rechtschreib-Grundwortschatz entstammen, der für das Ende der ersten Grundschulklasse als angemessen erscheint.

Als abhängige Variable wurden wie beim DBL1 erhoben:

- orthographisch richtige Schreibweise (Anzahl der richtig geschriebenen Wörter)
- lautsprachlich richtige Schreibweise (Anzahl der lautsprachlich korrekt wiedergegebenen Wörter)
- gewichtete Fehlerzahl (Summe der gewichteten Fehlerpunkte)

Überprüfung der Leseleistungen

Um die Leseleistung möglichst ökonomisch d. h. als Gruppenverfahren und mit vertretbarem Zeitaufwand zu erfassen, wurde auf die Würzburger Leise-Leseprobe WLLP (KÜSPERT UND SCHNEIDER, 1998, im Druck) zurückgegriffen. Der Gesamttest besteht aus insgesamt 140 Items. Jedes Item besteht aus einem geschriebenen Wort und vier Bildern, wobei nur eines der Bilder dem geschriebenen Wort entspricht. Zwei der verbleibenden Bilder weisen eine phonologische bzw. semantische Ähnlichkeit zum zu lesendem Wort auf. In der Bearbeitungszeit von fünf Minuten sollten die Kinder möglichst schnell das Zielwort erlesen und das entsprechende Bild ankreuzen. Der Test kann von Klasse 1 bis Klasse 4 eingesetzt werden. Er erfaßt das Lesetempo bzw. die Decodiergeschwindigkeit, nicht aber unbedingt die Lesegenauigkeit und wird als Speed Test eingesetzt. Abhängige Variable war die Anzahl der richtig durchgestrichenen Items, bei dem das gelesene Wort durch Durchstreichen des entsprechendem Bildes identifiziert wurde.

10. Beschreibung der Ergebnisse

10.1. Reliabilität der phonologische Testbatterie:

Als erstes wurde die Reliabilität der Subtestskalen der phonologischen Testbatterie über die Gesamtstichprobe berechnet. Mit der Ermittlung des Reliabilitätskoeffizienten sollte überprüft werden, ob eine hinreichende Zuverlässigkeit bzw. Konsistenz der Testbatterie vorliegt, die eine Zusammenfassung der phonologischen Subtests zu einer Skala erlaubt. Die Einschätzung der Konsistenz der phonologischen Testbatterie wurde über Cronbachs Alpha ermittelt. Es wurde ein Reliabilitätskoeffizient von $\text{Alpha} = .85$ errechnet. Dieser Wert ist ausreichend hoch und erlaubte, daß die Subtests der phonologischen Testbatterie zu einer gemeinsamen Skala zusammengefaßt werden konnten.

10.2. Hypothese 1: Gruppenunterschiede : Frühleser, Regelkinder, sprachbehinderte Kinder

Hypothese 1:

Die Gruppe der Frühleser unterscheiden sich signifikant in der zeitlichen Verarbeitung, der phonologischen Informationsverarbeitung, im Arbeitsgedächtnis und Rhythmuserfassen sowie am Ende des ersten Schuljahres in den Leserechtschreibleistungen von der Gruppe der Regelkinder und den sprachbehinderten Kindern. Angenommen wird, daß die Regelkinder wiederum den sprachbehinderten Kindern in diesen Variablen überlegen sind. Keine Gruppenunterschiede werden in Hinblick auf die Intelligenz erwartet.

In den folgenden Tabellen werden die empirischen Daten und die statistischen Kennwerte dargestellt.

10.2.1. Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Ordnungsschwelle

Tabelle 2: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Ordnungsschwellen (OS in ms) für die Gruppen: Frühleser, Kinder der Regelklassen und sprachbehinderte Kinder

Variable	Frühleser (N=23)		Kinder: Regelklassen (N=88)		Sprachbehinderte Kinder (N=16)	
	M	SD	M	SD	M	SD
OS (beide)	61,22	38,77	152,56	123,01	227,31	154,67
OS (links)	63,30	45,34	138,97	113,69	206,50	162,36
OS (rechts)	58,83	42,81	144,18	115,41	202,94	137,48

Tabelle: Varianzanalytische Auswertung der Mittelwertsunterschiede der Ordnungsschwellenwerte (OS) über die Gruppen: Frühleser, Kinder der Regelklassen, sprachbehinderte Kinder

Variable	df	F	p
Ordnungsschwelle (beide)	2	9,96	.0001
Ordnungsschwelle (links)	2	7,59	.0008
Ordnungsschwelle (rechts)	2	8,96	.0002

Tabelle: Multiple Range Test (Bonferroni, $p = .05$)

Variable	Mittelwertdifferenz	Frühleser	Kinder Regel- klasse	Sprachbe- hinderte Kinder
OS (beide)	83,02		*	*
OS (links)	79,45		*	*
OS (rechts)	77,35		*	*

In der Regel konnten die Ordnungsschwellenwerte der Kinder innerhalb eines Zeitraumes von ca. 5 bis 8 Minuten erhoben werden. Die durchschnittliche Anzahl von Klickpaaren, die zur Ermittlung der Ordnungsschwelle benötigt wurden, betrug $M=79$ ($SD\ 33,8$), mit einem Median von 70.

Für die Frühleser wurden durchschnittlich folgende Ordnungsschwellenwerte gemessen: OS beide: 61 ms; OS links: 63 ms; OS rechts: 58 ms .

Die Regelkinder (ohne Frühleser, die sich in den Klassen befanden) wiesen durchschnittliche Ordnungsschwellenwerte von 152 ms (OS beide), 138 ms (OS links) und 144 ms (OS rechts) auf. Die sprachbehinderten Kinder hatten OS- Werte von 227 ms (OS beide), 206 ms (OS links) und 202 ms (OS rechts).

Die einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung statistischer Mittelwertsdifferenzen zwischen Gruppen ergab für alle drei Ordnungsschwellenwerte signifikante Gruppenunterschiede:

- für die Ordnungsschwelle (beide): $F=9,96$; $df = 2$, $p<.001$
- für die Ordnungsschwelle (links): $F=7,59$, $df = 2$, $p<.001$
- für die Ordnungsschwelle (rechts): $F=8,96$, $df = 2$, $p<.001$

Im Bonferroni post hoc Test ($p = .05$) zeigte sich eine signifikante Mittelwertsdifferenz zwischen der Gruppe der Frühleser und den Regelkindern sowie den sprachbehinderten Kindern, nicht jedoch zwischen den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern. **Die Frühleser wiesen im Vergleich zu den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern signifikant niedrigere OS-Werte auf.** Auffallend sind die beträchtlichen Varianzen der Ordnungsschwellenwerte in der Gruppe der Regelkinder und sprachbehinderten Kinder. Sie verweisen auf erhebliche Streuung der individuellen Ordnungsschwellenwerte. Die Regelkinder und die sprachbehinderten Kinder unterschieden sich in der Höhe der zeitlichen Verarbeitung statistisch nicht voneinander, obwohl die sprachbehinderten Kinder tendenziell eine um etwa 60 bis 70 ms höhere Ordnungsschwelle aufwiesen als die Grundschul Kinder. Aufgrund der erheblichen Varianzen wurden diese Mittelwertsdifferenzen aber statistisch nicht signifikant.

Kein konsistentes Bild ergaben die Ordnungsschwellenwerte im Hinblick auf die Präsentationsfolge "links - rechts" oder "rechts - links". Unter der Annahme eines linkshemisphärisch lokalisierten Zeitgebers und einer damit verbundenen besseren zeitlichen Auflösungsfähigkeit für die Reizfolge "rechts - links" gegenüber "links - rechts" wären kleinere Ordnungsschwellenwerte für die Reizfolge "rechts - links" zu erwarten (vergl. LOTZE, 1996) . Dies zeigte sich lediglich für die Gruppe der

Frühleser und der sprachbehinderten Kinder, bei denen die OS- Werte für die Reizfolge "rechts- links" um 4 - 5 ms niedriger lagen als für die Reizfolge "links - rechts". Die Regelkinder hatten dagegen bei der Präsentationsfolge "Links - rechts" niedrigere OS- Werte.

10.2.2. Gruppenunterschiede im Hinblick auf phonologische Informationsverarbeitung

Tabelle 3: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der phonologischen Variablen (in Klammern hinter der Variablen jeweils die möglich erreichbare Punktzahl)

Variable	Frühleser (N=23)		Kinder: Regelklassen (N=96)		Sprachbehinderte Kinder (N=16)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Reimerkennung (11)	9,52	1,20	8,42	2,48	4,31	1,62
Anlauterkennung (14)	14,0	0	12,20	2,34	8,06	4,86
Silbensegmentierung (9)	8,30	1,43	7,54	1,94	6,06	2,41
Lautsynthese (12)	10,96	2,10	7,41	2,82	4,06	2,78
Endlaute erkennen (10)	9,74	0,54	7,16	2,39	3,38	2,66
Wortlänge erkennen (10)	7,35	2,14	4,75	1,94	3,56	1,67
Phonemsegmentation (10)	7,70	1,82	3,11	2,74	0,06	0,25
phonol.Bewußtheit (46) im engeren Sinne	42,39	3,19	29,88	7,89	15,56	8,88
phonol.Bwußtheit (30) im weiteren Sinne	25,17	3,51	20,71	4,41	13,94	3,66
phonol.Bewußtheit (76) (gesamt)	67,57	5,86	50,58	10,85	29,50	11,12

Tabelle: Varianzanalytische Auswertung der Mittelwertunterschiede in den phonologischen Variablen über die Gruppen: Frühleser, Kinder der Regelklassen, sprachbehinderte Kinder

Variable	df	F	p
Reimerkennung	2	28,79	.000
Anlauterkennung	2	171,89	.000
Silbensegmentierung	2	6,48	.002

Lautsynthese	2	31,72	.000
Endlaute erkennen	2	38,40	.000
Wortlänge erkennen	2	21,79	.000
Phonemsegmentation	2	50,82	.000
phonologische Bewußtheit im engeren Sinne	2	61,82	.000
phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne	2	33,87	.000
phonologische Bewußtheit (gesamt)	2	65,66	.000

Tabelle: Multiple Range Test (Bonferroni, p = .05)

Gruppenzugehörigkeit

Variable	Mittelwert-differenz	Frühleser	Kinder Regelklasse	Sprachbehinderte Kinder
Reimerkennung	1,57	*	*	
Anlauterkennung	1,86	**	*	
Silbensegmentierung	1,36	*	*	
Lautsynthese	1,91	**	*	
Endlaute erkennen	1,57	**	*	
Wortlänge erkennen	1,37	**		
Phonemsegmentation	1,72	**	*	
phonologische Bewußtheit im engeren Sinne	5,26	**	*	
phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne	2,96	**	*	
phonologische Bewußtheit (gesamt)	7,22	**	*	

Sehr signifikante Mittelwertsunterschiede ($p < .001$) zwischen den Frühlesern, den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern ließen sich für alle Bereiche der phonologischen Informationsverarbeitung nachweisen. Im post hoc Vergleich wurde deutlich, daß die Gruppe der Frühleser den Regel- und sprachbehinderten Kindern sowohl im Gesamtmaß der phonologischen Bewußtheit als auch der phonologischen Bewußtheit im weiteren und im engeren Sinne signifikant überlegen war. Die Regelkinder unterschieden sich wiederum von den sprachbehinderten Kindern in der phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne als auch im Gesamtscore der phonologischen Bewußtheit signifikant.

Betrachtet man die Leistungen der Kinder auf der Subtestebene, so zeigt sich, daß die Regelkinder in ihrer Fähigkeit zum Reimerkennen und zur Silbensegmentierung sich nicht von den Frühlesern unterscheiden. Dies läßt darauf schließen, daß die Entwicklung der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne bei "normalen" Schulanfängern bis zum Schulbeginn weit vorangeschritten ist. Dagegen sind die Frühleser den beiden anderen Gruppen in allen Subtests phonologischer Informationsverarbeitung überlegen, die kognitive Verarbeitungsstrategien auf der Phonemebene erforderten. Die sprachbehinderten Kinder wiesen im Durchschnitt ein niedrigeres Leistungsniveau in allen Bereichen der phonologischen Informationsverarbeitung gegenüber den Regelkindern auf. Ausnahme bildete der Subtest "Wortlänge erkennen", in dem die sprachbehinderten Kinder im Vergleich zu den Regelkindern vergleichbare Leistungen zeigten. Um die unterschiedlichen Leistungsprofile in den linguistischen Niveaus, die die verschiedenen Subtests der phonologischen Informationsverarbeitung repräsentieren, zu verdeutlichen, wurde für alle drei Gruppen der Prozentsatz der durchschnittlich gelösten Aufgaben berechnet.

	Frühleser	Regelkinder	Sprachbehinderte.
Klatschrhythmus (6 Aufg.)	75	58	46
Reimpaare (11 Aufg.)	86	76	39
Anlauterkennen (14 Aufg.)	100	87	57
Silbensegmentierung (9 Aufg.)	92	83	66
Lautsynthese (12 Aufg.)	85	62	33
Endlaute erkennen (10 Aufg.)	97	71	33
Wortlänge erkennen (10 Aufg.)	73	47	35
Phonemsegmentation (10 Aufg.)	76	31	0,1
Phonolog. Bewußtheit gesamt (82 Aufg.)	82	61	35

ERROR: ioerror
OFFENDING COMMAND: readstring

STACK:

```
(  
h ""  
)  
-filestream-  
/X  
-dictionary-  
/CharStrings  
-dictionary-  
-dictionary-  
/Private  
-dictionary-  
-dictionary-  
-savelevel-
```