

Analyse der Blickbewegungen von Kindern mit einer Lese- und Rechtschreibstörung

Dissertation

der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von
Dipl. Psych. Ute Dürrwächter
aus Freiburg im Breisgau

**Tübingen
2003**

Tag der mündlichen Qualifikation: 23.07.2003
Dekan: Prof. Dr. U. Güntzer
1. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Hautzinger
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. G. Klosinski

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei bei Frau Prof. Trauzettel-Klosinski und Herrn Prof. Klosinski bedanken, die mir diese Arbeit ermöglicht und zusammen mit Herrn Prof. Dr. Hautzinger mit sehr viel persönlichem Engagement betreut haben.

Mein Dank gilt auch all denen, die mich bei der Durchführung der Untersuchung und der Erstellung der Arbeit unterstützt haben. Besonders hervorheben möchte ich in diesem Zusammenhang Jens Reinhardt für seine (intensive, umfassende) Hilfe bei der Erhebung der Daten am Scanning-Laser-Ophthalmoskop, Sybille Rein und Hartmut Deutschmann für die Betreuung in statistischen Fragen und Gerd Nusser für den technical support bei der Fertigstellung der Arbeit.

Von unschätzbbarer Bedeutung für mich war der große Rückhalt, den ich über die alle Phasen der Arbeit von meinen Eltern, meiner Familie, meinen Freunden, von vielen meiner Kollegen und insbesondere von meinem Mann erfahren habe und für den ich mich ganz herzlich bedanken möchte.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Theoretische Grundlagen	13
2.1	Legasthenie	14
2.1.1	Definition	14
2.1.2	Diagnosekriterien	16
2.1.3	Epidemiologie und Verlauf	17
2.1.4	Erklärungsansätze	18
2.1.5	Legasthenie im deutschen und englischen Sprachraum	24
2.2	Blickbewegungen beim Lesen	26
2.2.1	Physiologische Grundlagen	26
2.2.2	Grundbegriffe der Augenbewegungen beim Lesen	29
2.2.3	Parameter der Blickbewegungsanalyse	32
2.2.4	Blickbewegungen legasthener Kinder	34
3	Fragestellung	43
4	Methodik	45
4.1	Untersuchungsdesign	46
4.2	Einschluß- und Ausschlußkriterien	46
4.2.1	Erstgespräch	48
4.2.2	Fragebögen	48
4.2.3	Augenärztliche Untersuchung	50

4.2.4	Testverfahren	51
4.2.5	Zusammenfassung	54
4.3	Versuchsaufbau am Scanning-Laser-Ophthalmoskop	54
4.3.1	Meßmethode	54
4.3.2	Stimuli	57
4.3.3	Darbietung der Stimuli am SLO	61
4.3.4	Instruktion	62
4.3.5	Auswertung der Daten	62
4.4	Durchführung der Untersuchung	66
4.5	Beschreibung der Stichprobe	71
5	Ergebnisse	75
5.1	Gesamtlesezeit	77
5.2	Räumliche Blickbewegungsparameter	80
5.2.1	Sakkaden	80
5.2.2	Regressionen	82
5.2.3	Prozentualer Anteil an Regressionen	83
5.2.4	Anzahl Gesamtfixationen	85
5.3	Zeitliche Blickbewegungsparameter	88
5.3.1	Gesamtfixationsdauer	88
5.3.2	Mittlere Fixationsdauer	91
5.4	Erster und zweiter Lesedurchgang	94
5.4.1	Initiale Fixationsdauer	94
5.4.2	Anzahl zweite Lesedurchgänge	96
6	Diskussion	99
6.1	Diskussion der 1. Fragestellung	100
6.2	Diskussion der 2. Fragestellung	103
6.2.1	Räumliche Blickbewegungsparameter	104

Inhaltsverzeichnis	7
6.2.2 Zeitliche Blickbewegungsparameter	107
6.2.3 Initiale Fixationsdauer	109
6.2.4 Mittlere Fixationsdauer	110
6.2.5 Gesamtfixationsdauer	111
7 Zusammenfassung und Ausblick	115
A Anhang	117
A.1 Wortgruppen der Versuchsdurchführung am SLO	117
A.2 Leitfaden Erstgespräch	118

Kapitel 1

Einleitung

Seit über 100 Jahren befassen sich Wissenschaftler unterschiedlicher Fachbereiche mit der Registrierung und Analyse von Augenbewegungen beim Lesen. Durch die steti-ge Verbesserung der Systeme zur Erfassung der Augenbewegungen und die Möglich-keiten zum Einsatz von Computern bei der Versuchsdurchführung und Datenanalyse, kam es seit den 70er Jahren zu einem Anstieg des Forschungsinteresses in diesem Ge-biet. Neben der Grundlagenforschung im Bereich der Augenbewegungsanalyse beim geübten Leser beschäftigt sich ein Zweig dieser Forschung mit der Analyse der Blick-bewegungsmuster von Personen, deren Lesefähigkeit beeinträchtigt ist, wie dies bei-spielsweise bei Kindern mit einer Lese- und Rechtschreibstörung der Fall ist.

Betrachtet man, wie mühsam und langsam der Lesevorgang von Kindern mit die-sem Störungsbild ist, überrascht es nicht, daß viele Studien markante Unterschiede in verschiedenen Parametern der Augenbewegungen von legasthenen Kindern bele-gen konnten. Sehr viel interessanter ist in diesem Zusammenhang eine seit Beginn der Forschung in diesem Bereich bestehende Kontroverse, in deren Mittelpunkt die Fra-ge steht, ob die auffälligen Augenbewegungen eine Ursache oder aber eine Folge der Lesestörung darstellen. Während Vertreter eines ursächlichen Zusammenhangs davon ausgehen, daß Defizite in grundlegenden Funktionsbereichen des visuellen Systems die Schwierigkeiten der legasthenen Kinder hervorrufen (Stein 2001; Pavlidis 1991; Fischer & Weber 1990), gehen die Vertreter des zweiten Standpunkts davon aus, daß die Auffälligkeiten Schwierigkeiten in der kognitiven Verarbeitung reflektieren (Olson et al. 1991; McConkie et al. 1991; Rayner & Pollatsek 1989).

In einer Übersicht zum aktuellen Stand der Forschung stellt Rayner (1998) zusam-menfassend fest, daß sich die Befunde zu einer primären Störung der Augenbewe-gungen bei legasthenen Kindern sehr widersprüchlich darstellen. Aufgrund der Da-tenlage kommt er zu dem Schluß, daß eine Störung primärer Teilfunktionen des vi-suellen Systems möglicherweise nur für eine Subgruppe der legasthenen Kinder zu-

trifft, während bei der Mehrzahl der betroffenen Kinder davon auszugehen ist, daß die auffälligen Augenbewegungen auf Schwierigkeiten bei der sprachlichen Verarbeitung zurückzuführen sind.

Von entscheidender Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß fast alle der von Rayner referierten Studien an englischsprachigen Kindern durchgeführt wurden. Zwischen dem Englischen und dem Deutschen bestehen jedoch wesentliche Unterschiede in der orthographischen Regularität und Lauttreue des Schrift-Sprach-Systems. Während die deutsche Sprache sich durch eine hohe Regularität in der Buchstaben-Laut-Zuordnung (Graphem-Phonem-Korrespondenz) auszeichnet, besteht im Englischen eine hohe Irregularität. Neben den Eigenschaften des Schrift-Sprach-Systems bestehen auch im Erscheinungsbild der Leseleistung deutliche Unterschiede. Englische Kinder, die von diesem Störungsbild betroffen sind, zeigen ein verlangsamtes Lesetempo und eine hohe Fehlerzahl, während bei deutschen Kindern nur eine kritische Verlangsamung des Lesetempos festzustellen ist, die Genauigkeit ihrer Leseleistung liegt in der Regel jedoch nur geringfügig unter dem Niveau der Altersnorm. Aufgrund dieser Unterschiede weisen viele deutsche Forscher immer wieder darauf hin, daß die Übertragbarkeit der Ergebnisse und Modelle aus anderen Sprachräumen auf den deutschen jeweils kritisch zu überprüfen ist. Während dieses Anliegen in einer Reihe von Bereichen, wie beispielsweise der phonologischen Bewußtheit, bereits vielfach untersucht wurde (siehe Kapitel 2.1.4), liegen für den Bereich der Blickbewegungsforschung noch keine entsprechenden Studien vor.

Zusätzliche Relevanz erhält die vorliegende Arbeit durch Anwendung einer neuen Methode zur Registrierung der Augenbewegungen, dem Scanning-Laser Ophthalmoscop (SLO). Im Unterschied zu anderen Meßmethoden ermöglicht dieses Gerät, Stimuli und damit Wörter direkt auf die Netzhaut zu projizieren und somit simultan die Netzhaut und die Stimuli zu erfassen (Trauzettel-Klosinski et al. 2001). Neben einer präzisen Analyse der Augenbewegungsparameter besitzt diese Technik den Vorteil, daß die Kinder im Rahmen der Versuchsdurchführung laut lesen können, was aufgrund störender Bewegungsartefakte bei vielen der bisherigen Meßmethoden nicht möglich war. Zusätzlich entfällt bei der Verwendung des SLO die Notwendigkeit zur Durchführung von Kallibrierungssequenzen vor und während der Versuchsdurchführung. Dies führt zu einem deutlich geringeren Zeitbedarf für die Durchführung einer Versuchsreihe, was insbesondere bei der Untersuchung von Kindern von Vorteil ist.

Anliegen der vorliegenden Arbeit ist es, bei einer Untersuchung legasthener Kinder und einer altersentsprechenden Kontrollgruppe im deutschen Schrift-Sprach-System durch den Einsatz des SLO die Möglichkeit zu nutzen, Unterschiede in den Blickbewegungsparametern beider Gruppen außerordentlich differenziert zu erfassen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse mit denen bisheriger Studien im englischspra-

chigen Raum zu vergleichen. Darüber hinaus ist es durch den gewählten Versuchsaufbau möglich, im Rahmen der Arbeit zu überprüfen, ob die festgestellten Unterschiede Schwierigkeiten im Bereich der kognitiven Verarbeitung reflektieren.

Kapitel 2

Theoretische Grundlagen

Kapitel 2 beginnt mit einer allgemeinen Beschreibung des Störungsbildes der Lese- und Rechtschreibstörung. Darüber hinaus wird in diesem Kapitel auf die Erklärungsmodelle der Legasthenie und auf die Unterschiede zwischen der Symptomatik des Störungsbildes im deutschen und englischen Schrift-Sprach-System eingegangen.

Im zweiten Abschnitt des Kapitels folgt ein Überblick über die physiologischen Grundlagen und Grundbegriffe des Lesevorgangs sowie der für die Untersuchung relevanten Parameter der Blickbewegungsanalyse. Anschließend werden die für die Generierung der Hypothesen und Planung der Untersuchung relevanten Forschungsergebnisse dargestellt.

2.1 Legasthenie

Eine der ersten Beschreibungen einer Störung im Schriftspracherwerb als eigenständiges klinisches Syndrom findet sich im *British Medical Journal*, in dem der englische Augenarzt Pringel Morgan 1896 einen Artikel mit dem Titel: 'A case study of congenital word-blindness' veröffentlichte. Er berichtet in diesem Artikel über einen 14-jährigen Jungen, der trotz guter allgemeiner Begabung anhaltende Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und der Rechtschreibung zeigte. Als Ursache hierfür formulierte er die Vermutung einer angeborenen Dysfunktion der zentralen visuellen Verarbeitung. Wie sich im Verlauf des Kapitels zeigen wird, besitzt diese von Morgan postulierte Hypothese bezüglich der Ätiologie bis heute verblüffende Aktualität. Anders verhält es sich mit dem von ihm benützten Begriff der 'congenital word-blindness'. Sowohl im englischen als auch im deutschen Sprachraum wurden seit Beginn der Forschung in diesem Bereich eine Vielzahl von Begriffen für die Symptomatik der Lese- und Rechtschreibstörung geprägt. Die in der aktuellen Forschung am häufigsten benützten Überbegriffe sind im Englischen der Begriff der 'developmental dyslexia' und der Begriff der Legasthenie im Deutschen.

2.1.1 Definition

Im Klassifikationssystem der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der 'Internationalen Klassifikation psychischer Störungen' (ICD 10, Dilling et al. 1994), wird die Lese- und Rechtschreibstörung als 'umschriebene Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten' aufgeführt. Als schulische Fertigkeiten gelten das Erlernen des Lesens, der Rechtschreibung und des Rechnens. Keines der unter dieser Klassifikation aufgeführten Störungsbildern ist auf eine allgemeine Intelligenzminderung, eine primäre psychische Erkrankung oder organische Beeinträchtigungen (Seh- oder Hörstörung, neurologische Erkrankung) zurückzuführen. In Abgrenzung zu den anderen Störungsbildern dieser Kategorie (isolierte Rechtschreibstörung, Rechenstörung) wird die Lese- und Rechtschreibstörung im ICD-10 wie folgt definiert:

Das Hauptmerkmal dieser Störung ist eine umschriebene und eindeutige Beeinträchtigung in der Entwicklung der Lesefähigkeiten, die nicht allein durch das Entwicklungsalter, durch Visus-Probleme oder unangemessene Beschulung erklärbar ist. Das Leseverständnis, die Fähigkeit gelesene Wörter wiederzuerkennen, vorzulesen und die Leistung bei Aufgaben, für welche die Lesefähigkeit benötigt wird, können sämtlich betroffen sein. Mit Lesestörungen gehen häufig Rechtschreibstörungen einher. (S. 274)

Leitsymptome

Erste Merkmale der Lese- und Rechtschreibstörung lassen sich oft schon zu Beginn der Schulzeit feststellen. Im Vergleich zu ihren Mitschülern fällt es den betroffenen Kindern extrem schwer, sich Buchstaben einzuprägen, erste kurze Wörter wie 'Oma' oder 'Mama' zu lesen oder später das Alphabet aufzusagen. Beim lauten Lesen fällt auf, daß es ihnen Probleme bereitet, die einzelnen Laute des Wortes zusammenzuziehen. Ihr Lesestil wirkt abgehackt und gleicht häufig einem Buchstabieren.

Um die Schwierigkeiten von Kindern mit diesem Störungsbild zu veranschaulichen sind im folgenden die am häufigsten zu beobachtenden Fehler beim Lesen und in der Rechtschreibung, gemäß den Leitlinien zu Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter (2000) aufgelistet.

- Symptome der Lesestörung:
 - Auslassen, Ersetzen, Verdrehen oder Hinzufügen von Wörtern oder Wortteilen
 - Niedrige Lesegeschwindigkeit
 - Startschwierigkeiten beim Vorlesen, langes Zögern oder Verlieren der Zeile im Text
 - Mangelndes Leseverständnis

- Symptome der Rechtschreibstörung:
 - Verdrehungen von Buchstaben im Wort (Reversionen: b-d, p-q)
 - Umstellungen von Buchstaben im Wort (Reihenfolgefehler: die-dei)
 - Auslassungen von Buchstaben oder Wortteilen
 - Einfügen von falschen Buchstaben oder Wortteilen
 - Regelfehler: Dehnungsfehler, Fehler in der Groß- und Kleinschreibung
 - Wahrnehmungsfehler: Verwechslung von d-t, g-k usw.
 - Fehlerinkonstanz: Ein und dasselbe Wort wird immer wieder unterschiedlich fehlerhaft geschrieben

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß es einigen Kindern gelingt, diese Schwierigkeiten in der ersten und zweiten Klasse zu kompensieren, indem sie beispielsweise die Lesetexte auswendig lernen. Auch beim Abschreiben von Texten muß die Fehleranzahl der betroffene Kinder nicht auffällig erhöht sein. Muß das Kind zu einem späteren Zeitpunkt jedoch unbekannte Texte lesen oder ungeübte Diktate schreiben, wird der Leistungsunterschied zu den Mitschülern deutlich.

2.1.2 Diagnosekriterien

Für die störungsspezifische Diagnostik der Lese- und Rechtschreibstörung ist es entsprechend der diesbezüglichen Leitlinien des ICD-10 erforderlich, daß ein standardisiertes Testverfahren zur Überprüfung der Lesefähigkeit durchgeführt wird und „die Leistungen des Kindes unter dem Niveau liegen, das aufgrund des Alters, der allgemeinen Intelligenz und der Beschulung zu erwarten ist“ (S. 258). Die Durchführung eines Rechtschreibtests ist nicht explizit gefordert, gehört aber im deutschen Sprachraum zum Standard (Warnke et al. 2001).

Eine Schwierigkeit der Definition liegt sicherlich in der Operationalisierung des Diskrepanzkriteriums, d.h. in der Bestimmung der notwendigen Höhe der Abweichung der Lese- und Rechtschreibleistung von der Altersnorm und dem individuellen Intelligenzniveau. In den diagnostischen Leitlinien des ICD-10 fehlen konkrete Angaben zur Höhe der Abweichungen. Dagegen stellen die ICD-10 Forschungskriterien mit der Definition einer Mindestabweichung von 2 Standardabweichungen eine sehr harte Norm dar.

Eine in der Literatur als klinische Definition bezeichnete Operationalisierung des Diskrepanzkriteriums stellt das im Rahmen der Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie zu Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter (DGKPP, 2000) formulierte Diagnosekriterium dar. Hier wird eine Diskrepanz von mindestens 1,5 Standardabweichungen zwischen relativ höherem IQ und relativ niedrigeren Lese- und Rechtschreibtestwerten gefordert, bzw. alternativ eine T-Wert Diskrepanz von >12 Punkten. Als Kriterium für die Diskrepanz zwischen der Lese- und Rechtschreibleistung und der Altersnorm wird festgelegt, daß der Prozentrang im Rechtschreib- und Lesetest nicht signifikant >10 sein darf. Als IQ-Grenzwert für die Diagnose einer Lese- und Rechtschreibstörung wird ein Wert von >70 definiert, gemäß dem ICD-10 Kriterium für die Feststellung einer Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten.

Grundlegende Bedenken am IQ-Diskrepanzmodell äußern die Vertreter des Regressionsansatzes (Schulte-Körne et al. 2001). Sie kritisieren, daß es zu Verzerrungen in den Extrembereichen der Verteilung der Lese- und Rechtschreibleistung führt. Grundlage dieser Verzerrung ist die Tatsache, daß IQ und Lese- Rechtschreibleistung nicht 1:1 korrelieren, sondern von einer Korrelation von ca. 0.4 auszugehen ist (Glogauer 1977). Unter Annahme dieser Korrelation wird im Rahmen des Regressionsmodells die Diskrepanz zwischen erwarteter und tatsächlicher Leistung durch das Residuum von Rechtschreib- bzw. Leseleistung auf den IQ bestimmt. Als kritischer Wert für die diagnostisch relevante Diskrepanz zwischen erwarteter und tatsächlicher Leistung gilt in diesem Modell eine Standardabweichung von 1,5. Im Unterschied zum Operationalisierungsvorschlag im Rahmen der Leitlinien der Kinder- und Jugendpsychiatrie führt die

Anwendung des Regressionsmodells dazu, daß für überdurchschnittlich intelligente Kinder eine höhere und für unterdurchschnittlich intelligente Kinder eine niedrigere Diskrepanz zur Erfüllung des Kriteriums notwendig ist. Als zusätzliches Kriterium für den IQ-Wert, unterhalb dessen keine Lese- und Rechtschreibstörung mehr diagnostiziert wird, empfehlen Schulte-Körne et al. (2001) einen IQ-Grenzwert von 85. Als Grenzwert für die Lese- und Rechtschreibleistung, der sicherstellen soll, daß nur Kinder die Diagnose erhalten, deren Leistung unterhalb des Normbereichs liegt, wählen sie einen Rechtschreibprozentrang < 16 .

Zusammenfassend ist festzustellen, daß alle hier beschriebenen Modelle ein doppeltes Diskrepanzkriterium fordern, das heißt die Abweichung der Lese- und Rechtschreibleistung von der Altersnorm und dem individuellen Intelligenzniveau. Bei einem Vergleich der verschiedenen Modelle (ICD-10 Forschungskriterien, Leitlinien der DGKPP und dem kombinierten Regressionsansatz) finden Strehlow und Haffner (2002), daß die ICD-10 Forschungskriterien zu extrem niedrigen Fallzahlen führen. Der Regressionsansatz und der Ansatz der Leitlinien der DGKPP ergeben vergleichbare Häufigkeitsverteilungen und unterscheiden sich nur im niedrigen IQ-Bereich. Insgesamt ist festzuhalten, daß die Diskussion über die Ansätze zur Operationalisierung der Kriterien noch lange nicht abgeschlossen ist und die Vergleichbarkeit von Studien aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Kriterien oft eingeschränkt ist. Es erscheint deshalb sinnvoll, sich an der englischsprachigen Forschungsliteratur zu orientieren, in der sich das Regressionsmodell als Standard etabliert hat (Evans 1990).

2.1.3 Epidemiologie und Verlauf

Wie sich aus der dargestellten Kontroverse zur Operationalisierung des Diskrepanzkriteriums leicht schlußfolgern läßt, kommt es, abhängig von der zugrundegelegten Definition, zu deutlichen Schwankungen in den Angaben zur Prävalenz von Lese- und Rechtschreibstörungen. Weitere Einflußfaktoren stellen die Meßmethoden und die Zusammensetzung der Stichprobe dar. Ein zusätzliches Problem im Rahmen der deutschsprachigen Forschung ist in der Tatsache begründet, daß die vorliegende Datenbasis nicht sehr umfangreich ist (Strehlow & Haffner 2002).

Bei einer Zufallsstichprobe von 216 Grundschulern kommen Esser und Schmidt (1993) unter Anwendung der ICD-10 Forschungskriterien zu einer Prävalenzrate von 5,6 Prozent für die Lese- und Rechtschreibstörung. Bei einer repräsentativen Inanspruchnahmepopulation fanden Remschmidt und Walter (1989) bei 8 Prozent der Patienten eine Lese- und Rechtschreibstörung. In den Wiener Längsschnittuntersuchungen von Klicpera und Gasteiger-Klicpera (1993) fand sich bei ca. 14 Prozent der untersuchten Grundschüler ein Leserückstand von mehr als einem Jahr. Für den englischsprachigen Raum liegen die Prävalenzschätzungen für Schulkinder zwischen 4 und 8 Pro-

zent (Lewis et al. 1994; Shaywitz et al. 1990). Ähnliche Schwankungen ergeben sich für Angaben bezüglich der Prävalenzen zwischen den Geschlechtern. Während Lewis et al. (1994) das Verhältnis von Jungen zu Mädchen mit 3:1 angibt, finden Shaywitz et al. (1990) fast eine Gleichverteilung.

In Bezug auf komorbide Störungen zeigt sich, daß bei einem großen Anteil der legasthenen Kinder anamnestisch eine verzögerte Sprachentwicklung nachgewiesen werden kann. Für das Bestehen einer hyperkinetischen Störung findet sich eine mit ca. 15 Prozent sehr hoch ausgeprägte Komorbiditätsrate (Shaywitz et al. 1994; Schulte-Körne et al. 1991). Zusätzliche Belastungsfaktoren für die betroffenen Kinder entstehen aus dem erhöhten Risiko eine sekundäre psychische Begleitsymptomatik auszubilden. Die epidemiologische Studie von Esser und Schmidt (1994) zeigte, daß bei fast der Hälfte der untersuchten Stichprobe an Grundschulern Konzentrationsstörungen, motorische Unruhe und dissoziale Verhaltensprobleme festzustellen waren. Neben expansiven Verhaltensauffälligkeiten besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Ausbildung einer Angstsymptomatik in Form von Versagens- oder Schulangst, die oft in Kombination mit psychosomatischen Symptomen wie Übelkeit, Bauch- oder Kopfschmerzen auftreten (Niebergall 1987).

Bezüglich des Verlaufs der Lese- und Rechtschreibsymptomatik belegen Längsschnittuntersuchungen, wie die bereits zitierte Studie von Klicpera und Gasteiger-Klicpera (1993), daß das Leistungsniveau der legasthenen Kinder konstant beeinträchtigt bleibt. In einer Überblicksarbeit zu Katamnesestudien findet Strehlow (1994) ebenfalls eine hohe Persistenz dieser Leistungsbeeinträchtigungen. Trotz einer Verbesserung der Lese- und Rechtschreibleistung vergrößert sich der Abstand zum Leistungsniveau der Mitschüler.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Lese- und Rechtschreibstörung ein massives Risiko für die langfristige Entwicklung von Kindern darstellt. Die schulische Leistungsbeeinträchtigung und die ausgesprochen hohe Gefahr der Ausprägung sekundärer emotionaler und sozialer Begleitsymptome unterstreichen die Notwendigkeit einer gezielten Unterstützung und Förderung der betroffenen Kinder. Es ist daher nachvollziehbar, daß die Entwicklung effizienter Therapieansätze einen maßgeblichen Motor für den Bereich der Grundlagenforschung darstellt, in der Hoffnung, auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse über die Ursachen der Legasthenie relevante Bausteine für die Therapiekonzepte zu entwickeln.

2.1.4 Erklärungsansätze

Betrachtet man die Diskussion zur Ätiologie der Lese- und Rechtschreibstörung, so herrscht weitgehende Übereinstimmung, daß es sich um ein heterogenes Störungs-

bild handelt, dem eine Polyätiologie zugrunde liegt (Remschmidt et al. 1998). Die in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung dominierenden Erklärungsansätze stammen aus der visuellen, der akustischen und der sprachlichen Informationsverarbeitung.

Von grundlegender Bedeutung für alle Erklärungsmodelle ist die Annahme einer genetischen Disposition für die Ausprägung der Störungen in der visuellen und auditiven Informationsverarbeitung. Erste Hinweise für das Bestehen einer derartigen Disposition für die Entwicklung des Störungsbildes ergaben sich aus Befunden über eine familiäre Häufung der Lese- und Rechtschreibstörung. In einem Vergleich der Ergebnisse bisheriger Familienuntersuchungen finden Schulte-Körne et al. (1998), daß diese Ergebnisse in mehreren, voneinander unabhängigen Stichproben eindrucksvoll belegt werden konnten. Das Wiederholungsrisiko für Geschwisterkinder liegt zwischen 38 und 62 Prozent. Für Heritabilitätschätzungen auf der Grundlage von Zwillingsuntersuchungen, stellen Schulte-Körne et al. (1998) in ihrer Analyse der entsprechenden Untersuchungsbefunde fest, daß der genetische Anteil an der beobachtbaren Gesamtvarianz für die Lesefähigkeit zwischen 3 und 60 Prozent und für die Rechtschreibung zwischen 60 und 70 Prozent liegt. In molekulargenetischen Studien konnten bereits erste, in relevanter Verbindung mit der Störung stehende Gene identifiziert werden. Im Mittelpunkt der Diskussion stehen zur Zeit vier Regionen auf den Chromosomen 1,2,6 und 15 (Schulte-Körne 2001; Grigorenko 2001).

Visuelle Informationsverarbeitung

Ausgehend von der Annahme, daß Defizite im Bereich des visuellen Systems die Ursache für die Schwierigkeiten der legasthenen Kinder darstellen, hat sich in diesem Bereich ein breites Forschungsfeld mit verschiedenen Ansatzpunkten etabliert. Im Mittelpunkt stehen Untersuchungen von Störungen im Bereich der Informationsaufnahme (periphere Störung) sowie der Informationsverarbeitung (zentrale Störung).

Um eine grundlegende Störung im Bereich der Blicksteuerung nachzuweisen, untersuchte Pavlidis (1981) die Augenbewegungen legasthener und normaler Kinder, während diese einem Lichtpunkt von links nach rechts zu folgen versuchten. Er stellte fest, daß bei legasthenen Kindern deutlich mehr Sakkaden, Regressionen und kürzere Fixationen zu beobachten waren. Aufgrund der Tatsache, daß er diese Auffälligkeiten in Abwesenheit von schriftsprachlichem Material feststellen konnte, folgerte er, daß das Defizit in der Steuerung der Blickbewegungen einen kausalen Faktor in Zusammenhang mit der Lesestörung darstellt. Trotz mehrerer Versuche durch andere Forschergruppen (Olson et al. 1991; Stanley 1994) konnten die Ergebnisse von Pavlidis bisher noch nicht zufriedenstellend repliziert werden.

Andere Befunde bezüglich der Schwierigkeiten von legasthenen Kindern in der Steuerung schneller Blickbewegungen stammen von einer Forschergruppe um Fischer. Er fand, daß Legastheniker in verschiedenen Aufgabenstellungen signifikant häufiger schnelle, unwillkürliche Blickbewegungen, sogenannte Express-Sakkaden machen (Fischer et al 1993; Biscaldi et al. 1994). Hauptkritikpunkt bezüglich beider Forschungsbereiche ist die deutlich eingeschränkte Relevanz dieser Blickbewegungen (Augenfolgebewegungen und Express-Sakkaden) für den Lesevorgang.

Stein und Fowler (1985) formulierten aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse die Hypothese, daß die Schwierigkeiten bei einem Großteil der legasthenen Kinder auf die unzureichende Ausbildung einer Augendominanz zurückzuführen sei, was zu einer mangelnden Konvergenz beider Augen beim Anschauen kleiner Gegenstände und damit auch Buchstaben führe. In einer Übersicht der vorliegenden Daten aus diesem Forschungsbereich kommt Bishop (1989) zu der Schlußfolgerung, daß es sich hierbei um eine allgemeine Reifungsverzögerung bei einem Teil der legasthenen Kinder handelt und kein spezifischer Zusammenhang mit der Lese- und Rechtschreibstörung besteht. Bei einer kritischen Überprüfung der Daten von Stein und Fowler zur Therapie dieses Defizits mittels Okklusionstherapie findet er keine Bestätigung für einen signifikanten Effekt dieser Therapie in Bezug auf die Leseleistung.

Die Erforschung der zentralnervösen Vorgänge (neurobiologische Korrelate) bei der visuellen Informationsverarbeitung ergaben, sowohl bei elektroenzephalographischen, als auch bei Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren, Hinweise auf Störungen im magnozellulären System. Dem magnozellulären System werden Funktionen zur globalen visuellen Analyse schneller, kontrastarmer und bewegter Reize zugeordnet, während das parvozelluläre System im wesentlichen der Detailanalyse von langsamen oder unbewegten Reizen dient. Galaburda und Livingstone (1993) konnten nachweisen, daß die Zellen des magnozellulären Systems des Corpus geniculatum laterale bei Legasthenikern kleiner sind und in ihrer Größe stärker variieren. Weitere Untersuchungsergebnisse zeigten, daß Legastheniker weniger sensitiv auf geringe Kontraste und schnelle visuelle Stimulation reagieren. Da sich die Auffälligkeiten der visuell evozierten Potentiale bereits 50 ms nach der Stimulation zeigten, gehen Galaburda und Livingstone (1994) davon aus, daß diese Effekte auf Unregelmäßigkeiten in einem sehr frühen Stadium der magnozellulären Informationsverarbeitung zurückzuführen sind (Stein 2001; Cornelissen et al. 1998). Unregelmäßigkeiten in höheren kortikalen Regionen des magnozellulären Systems (V5/MT) stellten Eden et al. (1996) mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI) fest. Sie fanden, daß die Präsentation von sich bewegenden Lichtpunkten bei erwachsenen Legasthenikern im Unterschied zu Kontrollpersonen zu keiner Aktivierung der Region V5/MT führte. Sie folgerten daraus, daß bei Legasthenikern Besonderheiten im Bereich der funktionellen Organisation des kortikalen visuellen Systems vorliegen könnten. Spätere Untersuchungen konnten diese Befunde jedoch nicht durchgängig bestätigen. So be-

merkten beispielsweise Vanni et al. (1997) in magnetenzephalographischen Untersuchungen eine unauffällige Aktivierung bewegungsspezifischer Hirnregionen. Bernard et al. (1998) stellten keine Differenz zwischen guten und schlechten Lesern bezüglich der Fähigkeit zur Differenzierung visueller Reize mit niedrigem Kontrast und kurzer Darbietungsdauer fest. Aktuelle Forschungsbeiträge aus dem deutschsprachigen Raum zur magnozellulären Defizithypothese (Wimmer & Mayringer 2001; Kronbichler et al. 2002) konnten keine signifikanten Defizite legasthener Kinder bei der visuellen Verarbeitungsgeschwindigkeit nachweisen.

Akustische Informationsverarbeitung

Betrachtet man die Forschungsergebnisse bezüglich der Verarbeitung akustischer Signale, so fanden Tallal et al. (1993) bei der Untersuchung akustisch evozierter Potentiale, daß Beeinträchtigungen beim Erlernen des Lesen in Zusammenhang mit Schwierigkeiten bei der Differenzierung schnell wechselnder Töne stehen. Diese Ergebnisse konnten jedoch nicht immer bestätigt werden. Schulte Körne et al. (1998) konnten zeigen, daß die Mismatch-Negativity (MMN: Differenz der Amplituden des evozierten Potentials aus einem Standardreiz und einem abweichenden Reiz) bei Legasthenikern nur dann signifikante Unterschiede zu Kontrollpersonen aufweist, wenn der Stimulus aus sprachlichen Lauten besteht, nicht aber bei einfachen Sinustönen. Sie folgerten daraus, daß nicht die Tonwahrnehmung, sondern die Wahrnehmung von Sprachreizen beeinträchtigt ist. Dieses Defizit im Bereich der Lautwahrnehmung und Lautunterscheidung konnte durch eine Reihe von Untersuchungen, sowohl für die Diskriminationsfähigkeit für Lautverbindungen mit spezifischen Eigenschaften (Godfrey et al. 1997; Manis et al. 1981) wie auch für Sprachreize (Cornelissen et al. 1996; Alard & Hazan 1998) bestätigt werden.

Mit Hilfe von bildgebenden Verfahren konnten in Zusammenhang mit der auditiven Informationsverarbeitung, strukturelle und funktionelle Veränderungen in verschiedenen Hirnregionen nachgewiesen werden. Strukturelle Veränderungen von Regionen, die mit der Verarbeitung akustischer und sprachlicher Informationsverarbeitung in Zusammenhang stehen, geben Hinweise auf Besonderheiten der Symetrieentwicklung des Gehirns. So zeigen neuroanatomische Forschungsergebnisse von Galaburda et al. (1985), daß sich die Asymmetrie des Planum temporale zugunsten der linken Hemisphäre, wie sie bei Kontrollpersonen zu finden ist, bei Legasthenikern nicht nachweisen läßt, sondern eine symmetrische oder rechts betonte Ausprägung festzustellen ist. Hynd et al. (1990) kamen in MRT Untersuchungen zu den gleichen Ergebnissen und fanden darüber hinaus, daß die Inselregion bei LRS-Kindern signifikant kleiner ist als bei Kontrollkindern.

Sprachliche Informationsverarbeitung

Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses in diesem Bereich steht in den letzten 10 Jahren die Hypothese, daß die Ursache für die Entwicklung einer Lese- und Rechtschreibstörung in einer allgemeinen sprachlichen (phonologischen) Verarbeitungsschwäche zu finden sei. Man geht davon aus, daß die lese- und rechtschreibschwachen Kinder ein grundlegendes Defizit im Umgang mit der Lautstruktur von Sprache und Schrift besitzen, d.h., daß ihnen beispielsweise die Zuordnung von Buchstaben (Grapheme) zu Lauten (Phoneme) in der Rechtschreibung, oder umgekehrt beim Lesen die Zuordnung von Lauten zu Buchstaben, außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Forschungsschwerpunkt im Bereich der phonologischen Informationsverarbeitung sind Untersuchungen zum kausalen Zusammenhang der Legasthenie mit der phonologischen Bewußtheit (phonological awareness) und der Fähigkeit zum phonologischen Rekodieren (Wagner & Torgensen 1987).

Der Begriff phonologischen Bewußtheit umschreibt die lautanalytischen und -synthetischen Fähigkeiten, d.h. das Vermögen zum Umgang mit der Lautstruktur. Mit Aufgaben zur Reimerkennung, zur Silbensegmentierung oder zur Analyse der in einem Wort enthaltenen Phoneme werden die Fähigkeiten des Kindes zur Erkennung von und des Umgangs mit sprachlichen Einheiten überprüft. Wagner und Torgensen (1987) zitieren in einer Übersicht der bisherigen Forschungsergebnisse zum Zusammenhang zwischen phonologischer Bewußtheit und der Aneignung der Schriftsprache eine Vielzahl von Befunden, die mittels der Erhebung der Fähigkeiten im Bereich der phonologischen Bewußtheit der Kinder vor Schuleintritt eine signifikante Vorhersage der späteren Lesefähigkeit belegen. Befunde von Wimmer et al. (1991) sowie von Klicpera und Gasteiger-Klicpera (1993) bestätigen diese Ergebnisse. Weitere Belege für die Bedeutung der phonologischen Bewußtheit für das Erlernen des Lesens erbringen Interventionsstudien von Lundberg et al. (1988), bei denen die Schwierigkeiten der Kinder beim Erlernen des Lesens durch die gezielte Förderung der phonologischen Bewußtheit im Kindergartenalter reduziert werden konnten. Im deutschsprachigen Raum konnten diese Ergebnisse durch Küspert (1998) repliziert werden.

Die zweite Komponente der phonologischen Verarbeitungsschwäche, der grundlegende Bedeutung für die Ausprägung der Leseschwäche zugeschrieben wird, ist die Fähigkeit des phonologischen Rekodierens, d.h. schriftliche Symbole in lautliche Entsprechungen umzuwandeln. Zur Überprüfung der Fähigkeit zum phonologischen Rekodieren wird beispielsweise das Lesen von Pseudowörtern (sinnlosen Buchstabenfolgen), oder Aufgaben zur schnellen Benennung von Objekten, Farben oder Zahlen eingesetzt. In einer Übersicht der Studien zum Lesen von Pseudowörtern stellen Rack et al. (1992) fest, daß eine Vielzahl von Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, daß sich leseschwache Kinder sowohl in der Anzahl der Fehler, als auch in der Lesegeschwindigkeit deutlich von gut lesenden Kindern unterscheiden. Untersuchungen

zum schnellen Benennen von Objekten belegen, daß lese- und rechtschreibschwache Schüler beim Benennen von Gegenständen deutlich langsamer sind als durchschnittliche Leser (Denckla & Rudel 1976; Wolf & Obregon 1992; Wimmer & Mayringer 2001). Swan und Geswami (1997) konnten darüber hinaus nachweisen, daß die Benennungsschwierigkeiten von Objekten bei leseschwachen Kindern nicht auf grundlegende Defizite im Wortschatz zurückzuführen sind, sondern auf Probleme beim Abruf des phonologischen Codes des Objektes. Eine Replikation dieser Studie für den deutschsprachigen Raum durch Goswami et al. (1999) bestätigte diesen Befund.

Bezüglich funktioneller Veränderungen fanden Rumsey et al. (1997) bei Legasthenikern eine deutlich erniedrigte Aktivierung des Planum temporale während des lauten Lesens und bei der Lösung semantischer Entscheidungsaufgaben. Shaywitz et al. (1998) fanden vergleichbare Ergebnisse in fMRI Untersuchungen bei der Lösung von Aufgaben zur phonologischen Analyse. Widersprüchliche Befunde ergeben sich bezüglich der Aktivierung der linken Inselregion. Während Paulesu et al. (1996) in PET Untersuchungen bei der visuellen Darbietung von Reim-Erkennungsaufgaben bei Kontrollpersonen eine gleichzeitige Aktivierung der Broca-, Wernicke- und Inselregion fanden, stellten sie bei Personen mit einer Lesestörung keine Aktivierung der linksseitigen Inselregion und keine simultane Aktivierung der Broca- und Wernicke-Region fest. Abweichend von diesen Befunden fanden Rumsey et al. (1997) bei Personen mit Legsthenie eine stärkere Aktivierung der Inselregion bei phonologischen Aufgabenstellungen. In Zwillingsstudien wiesen Olson et al. (1994) einen hohen genetischen Anteil für die Leistung im Pseudowortlesen und bei lautanalytischen Prozessen nach. Molekulargenetische Untersuchungen zur Identifizierung von störungsrelevanten Genen unterstützen die Annahme, daß ein für die Ausprägung der phonologischen Bewußtheit relevanter Genlokus auf Chromosom 6 zu finden ist (Schulte-Körne 2001).

Wie sich aus diesen Ausführungen zu den Erklärungsmodellen ergibt, handelt es sich bei der Legasthenie um ein Störungsbild, dem verschiedene Ursachen zugrunde liegen können. Ausgehend von einer genetischen Disposition lassen sich Beeinträchtigungen in verschiedenen, für den Erwerb der Lese- und Rechtschreibfähigkeiten relevanten Funktionsbereichen feststellen. Jeder dieser Forschungsbereiche kann somit wichtige Erkenntnisse zum Verständnis und der Heterogenität des Störungsbildes beitragen. Ergebnisse der Grundlagenforschung innerhalb der verschiedenen Schwerpunkte können wertvolle Hinweise für die Charakterisierung von Untergruppen erbringen, die von wesentlicher Bedeutung für die Auswahl der Therapieschwerpunkte und damit die Erhöhung der Effizienz der Maßnahmen sein können. D.h., ein Ziel dieser Forschung sollte es sein, differentialdiagnostische Methoden zur Erfassung der möglichen Defizite in den verschiedenen Teilbereichen der Informationsverarbeitung zu entwickeln, die in der klinischen Praxis eingesetzt werden können.

2.1.5 Legasthenie im deutschen und englischen Sprachraum

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, bestehen zwischen dem Erscheinungsbild der Legasthenie im Deutschen und im Englischen wesentliche Unterschiede. Bezüglich der Lesegenauigkeit wiesen mehrere Studien nach, daß deutschsprachige Kinder im Vergleich mit englischsprachigen Kindern weniger Fehler machen (Landerl et al. 1997a; Wimmer 1996). Betrachtet man die Lesegeschwindigkeit, so finden sich jedoch keine Unterschiede zwischen deutschen und englischen Legasthenikern. Beide Gruppen sind in ihrem Lesetempo deutlich verlangsamt und benötigen in etwa doppelt soviel Zeit wie gleichaltrige, normallesende Kinder.

Bei der Frage nach der Ursache für diese Unterschiede scheint der Aufbau des Schrift-Sprach-System, d.h. der Buchstaben-Laut-Zuordnung (Graphem-Phonem-Korrespondenz) eine entscheidende Rolle zu spielen. Sprachen unterscheiden sich bezüglich ihrer Regularität in dieser Zuordnung. Im Deutschen ist diese Regularität sehr hoch, während sie im Englischen als sehr niedrig einzustufen ist. Konkret bedeutet dies, daß es im Englischen sehr häufig vorkommt, daß der gleiche Buchstabe (Graphem) in unterschiedlichen Wörtern unterschiedlichen Lauten (Phonemen) zugeordnet werden muß, während dies im Deutschen nur selten der Fall ist. Ein sehr anschauliches Beispiel hierfür stellen die Wörter: cat, ball und class, bzw. Katze, Ball und Klasse dar. Während der Vokal im Englischen drei verschiedenen Phonemen zugeordnet werden muß, wird der Vokal im Deutschen immer gleich ausgesprochen, d.h. dem gleichen Phonem zugeordnet. Weitere Sprachen mit einer hohen Graphem-Phonem-Korrespondenz sind Italienisch, Spanisch, Norwegisch, Finnisch und Dänisch. Ein weiterer Unterschied zwischen dem englischen und dem deutschen Sprachraum besteht in den angewandten Lehrmethoden des Leseunterrichts. Während im Deutschen eine synthetisch orientierte Lehrmethode dominiert, deren Schwerpunkt auf der Vermittlung der Graphem-Phonem-Zuordnung liegt, wird im Englischen bevorzugt der analytische Ansatz, die sogenannte Ganzwortmethode, angewandt.

Zur Überprüfung der Übertragbarkeit von Ergebnissen aus dem englischen Sprachraum liegen mittlerweile eine Reihe von Vergleichsstudien vor. In Kapitel 2.1.4 wurden bereits Befunde dargestellt, die eine Übertragbarkeit des Konzepts der phonologischen Verarbeitungsschwäche auf den deutschen Sprachraum belegen. Insgesamt zeigen diese Studien, daß Defizite im Bereich der phonologischen Informationsverarbeitung für deutsche Kinder eine vergleichbar hohe Relevanz für die Ausprägung einer Lese- und Rechtschreibstörung besitzen. Aufgrund der hohen Regularität der Graphem-Phonem-Korrespondenz zeichnen sich deutsche Kinder aber durch eine höhere Genauigkeit bei Buchstaben-Laut-Zuordnung aus. Sie sind dadurch in der Lage, ihre Fehleranzahl beim Lesen von Wörtern und Pseudowörtern schneller zu reduzieren (Wimmer 1993; Goswami et al. 1998). Das Geschwindigkeitsdefizit gegenüber nicht legasthenen Kindern bleibt unabhängig von der Regularität der Sprache bestehen.

Durch die Analyse der Unterschiede von Fehlern deutsch- und englischsprachiger Kinder beim Benennen von Ziffern, Zahlwörtern und daraus abgeleiteten Pseudowörtern folgern Wimmer und Goswami (1994), daß deutschsprachige Kinder die indirekte Worterkennung, d.h. die Dekodierung eines Wortes über den sublexikalen Weg der Graphem-Phonem-Zuordnung bevorzugen, während bei englischsprachigen Kindern der Zugang über die direkte Worterkennung dominiert. Dies weist darauf hin, daß die Regularität der Graphem-Phonem-Korrespondenz beeinflusst, welche Lesestrategie die Kindern bevorzugen. Weitere Belege für einen diesbezüglichen Zusammenhang erbringt eine Studie von Goswami et al. (1998), die Kinder aus England, Frankreich und Spanien auf ihre Fähigkeiten beim Lesen von Pseudowörtern untersuchte. Die drei Sprachen unterscheiden sich in der Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung, sie ist im Spanischen am höchsten und im Englischen am geringsten ausgeprägt. Die Untersuchungsergebnisse weisen ebenfalls darauf hin, daß sich die von den Kindern verwendete Strategie je nach Regularität der Sprache unterscheidet. Während es für die spanisch sprechenden Kinder eine effiziente Strategie darstellt, die Pseudowörter buchstabenweise zu dekodieren, benutzen englischsprachige Kinder größere orthographische Einheiten zum Generieren der korrekten Aussprache und profitieren am meisten davon, wenn die Pseudowörter eine hohe Ähnlichkeit zu echten Wörtern aufwiesen.

Abschließend ist somit festzuhalten, daß sich Deutsch und Englisch in Bezug auf die Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung deutlich unterscheiden. Die deutlich höhere Variabilität in der Zuordnung von Buchstaben zu Lauten im Englischen führt dazu, daß das Erscheinungsbild der Legasthenie in diesem Sprachraum durch eine hohe Fehleranzahl und ein massives Geschwindigkeitsdefizit geprägt ist. Deutschsprachige Kinder, die von diesem Störungsbild betroffen sind, machen im Vergleich hierzu wesentlich weniger Fehler, sind im Lesetempo aber ebenfalls deutlich verlangsamt. Ein die Schrift-Sprach-Systeme übergreifendes Merkmal aller legasthenen Kinder ist ihre phonologische Verarbeitungsschwäche.

2.2 Blickbewegungen beim Lesen

Wer einen Text liest hat den Eindruck, daß seine Augen kontinuierlich über den Text gleiten. Innegehalten wird nur, wenn Schwierigkeiten bestehen ein Wort zu erlesen, oder überlegt wird, was gerade gelesen wurde. Tatsächlich bewegen sich die Augen jedoch in Sprüngen, den sogenannten Sakkaden, über den Text. Zwischen zwei Sakkaden kommt es zu Haltephasen, den sogenannten Fixationen, innerhalb derer die Informationsaufnahme erfolgt. Der Lesevorgang setzt sich somit aus einer regelmäßigen Abfolge von Sakkaden und Fixationen zusammen, wobei die Fixationen 90 bis 95 Prozent der Lesezeit in Anspruch nehmen. Entgegen dem subjektiven Eindruck befindet sich das Auge beim Lesevorgang somit die meiste Zeit in relativer Ruhe.

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die physiologischen Grundlagen des Lesens und der visuellen Informationsverarbeitung erläutert. Nach einem Überblick über die Grundbegriffe der Augenbewegungen werden die für die vorliegende Studie relevanten Parameter der Blickbewegungsanalyse und der entsprechende Stand der Forschung dargestellt. Abschließend werden die für die Generierung der Hypothesen und Planung der Studie relevanten Forschungsergebnisse aus Untersuchungen über Augenbewegungen legasthener Kinder referiert.

2.2.1 Physiologische Grundlagen

Um Buchstaben einer bestimmten Größe überhaupt erkennen zu können, ist ein bestimmtes Auflösungsvermögen der Netzhaut (Retina) erforderlich. Das retinale Auflösungsvermögen ist an der Stelle des schärfsten Sehens (Fovea) am höchsten und nimmt aufgrund der Zapfenverteilung mit zunehmender Exzentrizität vom Netzhautzentrum rasch ab (siehe Abbildung 2.1). Die foveale Region, d.h. das Areal mit dem höchsten Auflösungsvermögen, beträgt etwa je 2° nach links und rechts und 1° nach oben und unten vom Netzhautzentrum (Foveola). Dieser Bereich entspricht dem minimalen Lesegesichtsfeld (Aulhorn 1953; Trauzettel-Klosinski 1997), visual span (Legge et al. 1997) oder Buchstabenerkennungsbereich (Rayner et al. 1982).

Die Informationsaufnahme beim Lesen ist während einer Fixation trotz dieser Limitation der Sehschärfe bei zunehmender Exzentrizität nicht auf das minimale Lesegesichtsfeld begrenzt, sondern findet auch in der parafovealen Region statt (siehe Abbildung 2.2). Das gesamte Wahrnehmungsareal während einer Fixation wird auch als perceptual span bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine „funktionelle Größe“. Sehr interessant ist, daß dieser Bereich asymmetrisch ist und sich ca. 5° , bzw. 14 bis 15 Buchstabenpositionen nach rechts vom Fixationsort, also in Leserichtung, besitzt (McConkie & Rayner 1975). Diese Asymmetrie steht in direktem Zusammenhang mit

der Leserichtung, d.h. in Schrift-Sprach-Systemen, in denen von rechts nach links gelesen wird, wie im Hebräischen ist die Ausdehnung des perceptual span links vom Fixationspunkt größer als rechts (Pollatsek et al. 1981).

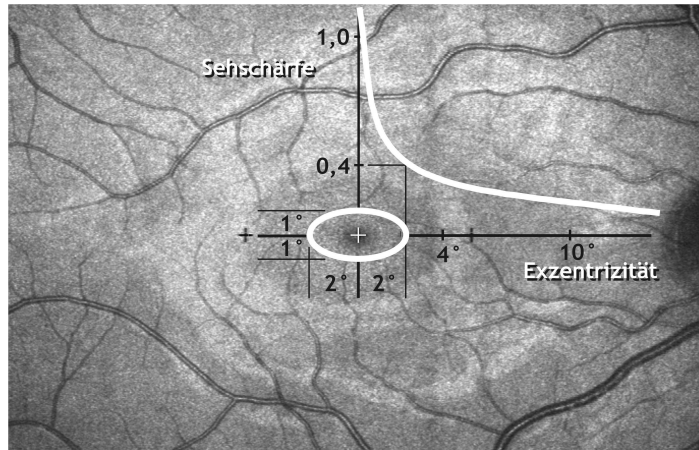


Abbildung 2.1: Sehschärfe (Kurve) und minimales Lesegesichtsfelds (Oval). Mit zunehmender Entfernung von der Fovea fällt die Zapfendichte und damit die Visuskurve steil ab. Zum Erkennen von Zeitungsdruck in 25 cm Abstand ist eine Sehschärfe von ca. 0,4 erforderlich. Dieser Visuswert findet sich etwa bei 2°. Die Ausdehnung des minimalen Lesegesichtsfelds ist somit auf 4° in horizontaler Richtung begrenzt.

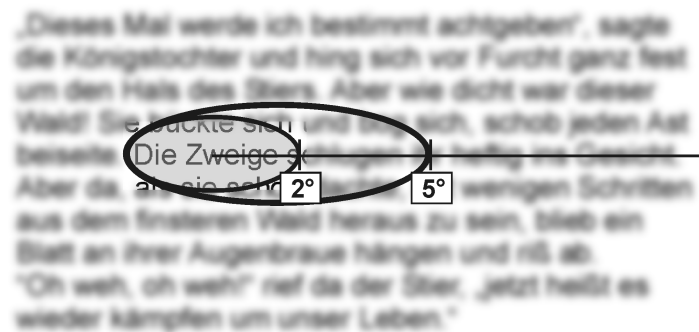


Abbildung 2.2: Foveales und parafoveales Perzeptionsareals beim Lesen von Text. Das kleine Oval entspricht dem minimalen Lesegesichtsfeld mit einer Ausdehnung von 2° links und rechts vom Fixationsort. Buchstaben innerhalb der fovealen Region können scharf gesehen werden. Das größere Oval kennzeichnet den parafovealen Bereich, den sog. perceptual span. Seine räumliche Ausdehnung ist asymmetrisch zum Fixationsort und beträgt beim geübten Leser ca. 2° nach links und 5° nach rechts. Die Informationsaufnahme in diesem Bereich ist aufgrund der abfallenden Visuskurve weniger detailliert und beschränkt sich auf Strukturmerkmale wie die Wortlänge.

Ganz wesentlich ist hier, daß Unterschiede in der Art bzw. der Genauigkeit der Informationsaufnahme in diesem Bereich von der Exzentrizität zum Fixationsort abhängen. Informationen, die zur Buchstabenerkennung beitragen, werden vom geübten Leser noch ca. 8 bis 10 Buchstaben nach rechts aufgenommen (Buchstabenerkennungsspanne). Darüber hinaus, d.h. bis ca. 14 bis 15 Buchstabenpositionen, nimmt er nur noch wenige detaillierte Information wie beispielsweise die Länge von Wörtern oder Strukturmerkmale der Buchstaben wahr (Rayner et al. 1982; Morris et al. 1990).

Untersuchungen von Rayner (1986) zur Ausdehnung des perceptual span bei Leseanfängern ergaben, daß dieser Bereich mit etwa 11 Buchstaben nach rechts nur geringfügig kleiner ist als beim geübten Leser. Rayner et al. (1989) fanden im Vergleich mit einer Kontrollgruppe bei Kindern mit Legasthenie einen verkleinerten perceptual span. Dieser Befund steht in Einklang mit Untersuchungen, die zeigen, daß sich der perceptual span sowohl beim geübten Leser (Henderson & Ferreira 1990), als auch bei gut lesenden Kindern (Rayner 1986) verkleinert, wenn der Schwierigkeitsgrad des zu lesenden Textes ansteigt.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse zum perceptual span dominiert in der aktuellen Literatur der Ansatz, diesen Bereich als eine Art Aufmerksamkeitsspanne zu interpretieren, innerhalb derer die visuelle Information verarbeitet werden kann (Inhoff et al. 1989). Die kleinere räumliche Ausdehnung des perceptual spans bei schwierigen Texten wird als Einschränkung der Aufmerksamkeitskapazität bzw. Aufmerksamkeitsspanne interpretiert. Für legasthene Kinder stellten Rayner und Pollatsek (1989) zusammenfassend fest, daß bei diesen kein grundlegendes Defizit in der Nutzung parafovealer Informationen besteht. Er geht jedoch aufgrund der bei den legasthenen Kindern beobachteten Schwierigkeiten bei der Wortverarbeitung und der starken Fokussierung auf die foveale Region davon aus, daß die räumliche Ausdehnung dieses Bereichs eingeschränkt ist.

Um ein Bild des zentralnervösen Verarbeitungsweges einer Buchstabengruppe, die sich im perceptual span befindet, zu erhalten werden im folgenden die wichtigsten der an diesem Prozeß beteiligten Hirnareale dargestellt (siehe Abbildung 2.3, Geschwind 1988). Der optische Reiz der Abbildung des Buchstabenmaterials auf der Netzhaut wird durch die Sehnerven und die Sehbahn an die primäre Sehrinde im Okzipitallappen weitergeleitet. In dieser Region werden die Sinneseindrücke auf ihre Primärmerkmale hin untersucht und im angrenzenden sekundären und tertiären Sehfeld (Areal der visuellen Assoziation) wahrgenommen und an das 'Lesezentrum', den Gyrus angularis weitergeleitet. An dieser Stelle werden die visuellen Buchstabeninformationen in ihre lautsprachlichen Entsprechungen umgewandelt. Die Weiterverarbeitung dieser Information findet im sensorischen Sprachzentrum, dem Wernicke-Areal statt. Zur Aussprache werden die Informationen über ein Bündel von Nervenfasern, dem sogenann-

ten Bogenbündel, an das motorische Sprachzentrum, das Broca-Areal, weitergegeben. Abschließend wird nun ein Artikulationsprogramm erstellt, welches die zur Aussprache notwendigen Sprechmuskeln im motorischen Kortex aktiviert.

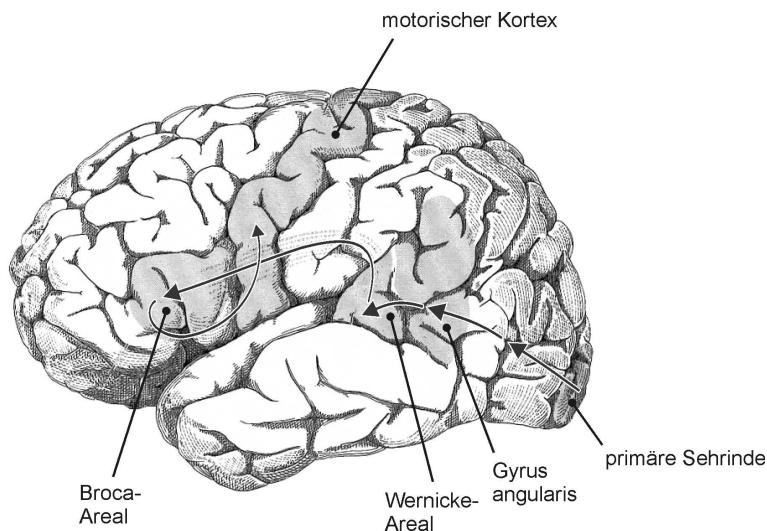


Abbildung 2.3: Vereinfachte Darstellung des Ablaufs der zentralnervösen Informationsverarbeitung beim lautem Lesen und der wichtigsten, an diesem Prozess beteiligten Hirnregionen, nach Geschwind (1988). Der optische Reiz gelang über die Sehbahn zur primären Sehrinde. Nach der Analyse der Primärmerkmale kommt es im Bereich des Gyrus angularis zur Übersetzung der visuellen Wahrnehmung in die lautsprachlichen Entsprechungen, deren Weiterverarbeitung im sensorischen Sprachzentrum, dem Wernicke-Areal stattfindet. Zur Planung der Artikulation erfolgt die Weiterleitung der Information an den prämotorischen Cortex, das Broca-Areal, von dem aus der motorische Cortex aktiviert wird.

2.2.2 Grundbegriffe der Augenbewegungen beim Lesen

Wie bereits erwähnt, stellt der Lesevorgang einen diskontinuierlichen Prozess dar, der sich im wesentlichen aus Haltepositionen und Blicksprüngen zusammensetzt. Da die Qualität des Lesevorgangs erheblich von diesen Augenbewegungen abhängt, konzentrieren sich die folgenden Abschnitte auf deren Darstellung und Analyse.

Sakkaden und Regressionen

Wie sich aus den bisherigen Ausführungen ergibt, ist die visuelle Informationsaufnahme beim Lesen auf eine bestimmte Anzahl von Buchstaben begrenzt. Um einen Text

zu lesen ist es deshalb erforderlich, daß nach einer Fixation eine gezielte Augenbewegung erfolgt, damit die nächste Buchstabengruppe scharf gesehen werden kann. Diese mit einer durchschnittlichen Dauer von 20 bis 80 ms sehr schnelle Augenbewegung bezeichnet man als Sakkade ('saccade' französisch für 'Ruck, Sprung', Javal 1879). Registriert man die Augenbewegungen eines geübten Lesers, so ist zu beobachten, daß ca. 80 bis 90 Prozent der Blicksprünge in Leserichtung erfolgen (progressive Sakkaden), während 10 bis 20 Prozent gegen die Leserichtung gerichtet sind. Diese Rücksprünge werden als Regressionen oder regressive Sakkaden bezeichnet. Wie in der internationalen Literatur gebräuchlich wird der Begriff Sakkade und progressive Sakkade im folgenden synonym verwendet. Die visuelle Wahrnehmung ist während einer Sakkade auf ein Minimum reduziert (Wolverton & Zola 1983).

Bei Grundschulkindern liegt der prozentuale Anteil an regressiven Sakkaden beim Lesen deutlich höher als bei Erwachsenen. In einer Metaanalyse von McConkie et al. (1991) von Studien zur Veränderung von Blickbewegungsparametern über den Verlauf der Grundschulzeit, liegt die Häufigkeit für regressive Sakkaden zwischen 19 und 36 Prozent. Alle Studien fanden heraus, daß dieser Wert von der ersten bis zur fünften Klasse relativ stabil bleibt. Die Amplitude für progressive Sakkaden liegt im Durchschnitt bei 7 bis 9 Buchstaben, Regressionen sind um die Hälfte kürzer. Die Sakkadenlänge für Grundschul Kinder im ersten Schuljahr liegt durchschnittlich bei 3,6 Buchstaben und steigt innerhalb der folgenden 4 Jahre auf durchschnittlich 6,3 Buchstaben an (McConkie et al. 1991).

Ein dritter Sakkadentyp, der beim Lesevorgang beobachtet werden kann, sind die sogenannten Mikrosakkaden, deren Amplitude deutlich kleiner ist als die der übrigen Sakkaden. Es ist davon auszugehen, daß diese Mikrosakkaden beim erwachsenen Leser in keinem funktionalen Zusammenhang mit kognitiven Prozessen beim Lesevorgang stehen, sondern vielmehr zur Feineinstellung der visuellen Verarbeitung dienen (McConkie 1983). Entsprechende Untersuchungen zur Funktionalität dieses Sakkadentyps bei Kindern liegen nicht vor, Ergebnisse zur Häufigkeitsverteilung von Mikrosakkaden weisen jedoch darauf hin, daß der Anteil an Mikrosakkaden bei Kindern gegenüber Erwachsenen erhöht ist (Kowler & Martins 1985). Aufgrund der noch unzureichend abgeklärten Funktionalität der Mikrosakkaden beim Lesevorgang von Kindern und der erhöhten Anzahl dieses Sakkadentyps im Vergleich zu Erwachsenen, erscheint es aus methodischer Sicht sinnvoll, für die Untersuchung des Lesevorgangs bei Kindern das von Radach (2002) für die Leseforschung empfohlene Mindestmaß für eine Lesesakkade von einem Buchstaben zu unterschreiten bzw. auf einen halben Buchstaben zu reduzieren, da sonst möglicherweise relevante Informationen über den Lesevorgang verloren gehen.

Einen weiteren, für den Leseprozeß relevanten Sakkadentyp stellt der Zeilenrücksprung (return sweep) dar. Hierbei handelt es sich um eine lange regressive Sakkade, die der Leser am Ende einer Textzeile macht, um die Augen an den Anfang der folgenden Textzeile zu bewegen. Ist die Amplitude des Zeilenrücksprungs nicht ausreichend, um den Zeilenanfang zu erreichen, folgen unmittelbar weitere Regressionen. Diese Korrektursakkaden werden als Add to return sweep (ATRS) bezeichnet. Die Genauigkeit des Zeilenrücksprungs steht in engem Zusammenhang mit der Länge einer Textzeile, d.h. bei einer Zunahme der Zeilenlänge erhöht sich die Anzahl der Korrektursakkaden (Heller 1982).

Fixationen

Bei einer Fixation handelt es sich um eine Haltephase, in der sich das Auge in relativer Ruhe befindet. Die Aufnahme von neuer Information ist nur während einer Fixation möglich. Ihre durchschnittliche Dauer liegt beim geübten Leser in der Regel zwischen 200 bis 250 ms, wobei eine große Varianz in Abhängigkeit von Faktoren wie beispielsweise der Leseinstruktion oder dem Lesematerial festgestellt werden kann. Rayner und Pollatsek (1989) konnten einen Anstieg der mittleren Fixationsdauer um ca. 60 ms nachweisen, wenn wissenschaftliche Texte statt Unterhaltungsliteratur gelesen wurden.

Uneinheitliche Angaben finden sich in der Literatur bezüglich der Mindestdauer, ab der eine Halteposition als Fixation bezeichnet wird. Grundlage für die Festlegung eines solchen Schwellenwerts im Rahmen der Leseforschung ist die Überlegung, ab welcher Dauer eine Fixation sprachliche Informationsverarbeitung reflektiert. Für die diesbezügliche Untergrenze schwanken die Angaben in der Literatur zwischen 50 und etwa 100 ms (Radach 2002). Zu einem höheren Wert kommen McConkie et al. (1992) in Experimenten mit Display-Manipulationen. Sie ziehen aus ihren Daten die Schlußfolgerung, daß Fixationen unter 120 bis 140 ms nur für globale, visuelle Informationsaufnahme ausreichen und erst längere Fixationen in Zusammenhang mit sprachlicher Informationsverarbeitung stehen.

Zeichnet man die oben beschriebenen Augenbewegungen beim Lesevorgang auf, so ergibt sich durch die Abfolge der Sakkaden und Fixationen ein sogenanntes Treppenstufenmuster. Zur Veranschaulichung der verschiedenen Parameter der Blickbewegungen ist in Abbildung 2.4 das Blickbewegungsmuster eines Grundschülers beim Erlesen einer Textzeile dargestellt.

Meine Schwester hat heute morgen

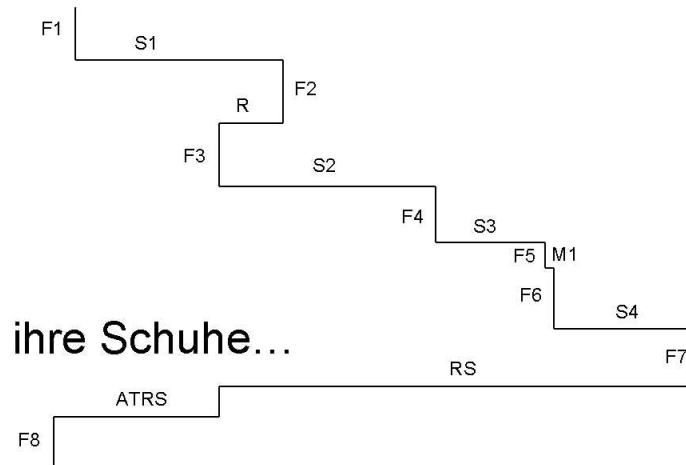


Abbildung 2.4: Schematische Darstellung der Augenbewegungen eines Kindes beim lauten Lesen einer Textzeile. Die Kurve beginnt mit der Fixation (F1) des ersten Wortes. Auf die Fixation folgt eine Sakkade (S1). Nach der zweiten Fixation (F2) kommt es zu einer Blickbewegung gegen die Leserichtung, einer Regression (R). Im Anschluß an die erste Fixation des Wortes 'heute' ist eine Augenbewegung in Leserichtung zu beobachten, deren Amplitude kleiner als 1/2 Buchstabe ist und die folglich als Mikrosakkade (M1) bezeichnet wird. Auf die letzte Fixation der ersten Textzeile (F7) folgt der Zeilenrücksprung (RS). Da der Landepunkt des Return sweep nicht auf dem ersten Wort der zweiten Zeile liegt erfolgt eine zusätzliche Regression auf den Zeilenanfang (ATRS).

2.2.3 Parameter der Blickbewegungsanalyse

Von großer Bedeutung für die Blickbewegungsforschung ist die Frage, welche Parameter am besten geeignet sind, um Aussagen über die sprachlichen Verarbeitungsprozesse machen zu können. Bei der Bestimmung möglicher Zielgrößen ist es wichtig, Parameter zu finden, die der Komplexität und Unterschiedlichkeit der Prozesse beim Lesevorgang Rechnung tragen. So kritisieren beispielsweise Inhoff und Radach (1998), daß die Berechnung der mittleren Fixationsdauer dazu führt, daß Unterschiede in der Verarbeitungsdauer zwischen Wörtern, die nur eine Fixation erhalten und Wörtern, die mehrmals fixiert werden müssen, bevor sie benannt werden können, bei diesem Maß nicht zum Ausdruck kommen. Auf Grundlage der meistbenutzten Parameter der aktuellen Leseforschung (Rayner 1998; Radach 1996) werden im folgenden die für die vorliegende Studie relevanten Meßgrößen dargestellt.

Blickzeit und Gesamtlesezeit

Erhält eine Versuchsperson die Aufgabe, einen Text oder mehrere gleichzeitig dargebotene Einzelwörter zu lesen, kann es vorkommen, daß sie ein Wort mehrfach fixiert, dieses also mehrere Lesedurchgänge erhält. Kommt es beispielsweise am Ende eines Satzes zu Schwierigkeiten beim Verständnis des Satzes oder inhaltlichen Unstimmigkeiten, ist es sehr wahrscheinlich, daß einzelne Wörter nochmals gelesen werden. Bei legasthenen Kindern ist ein vergleichbares Verhalten zu beobachten, wenn sie beispielsweise ein gelesenes Wort aussprechen und nach der Aussprache erkennen, daß es nicht korrekt wiedergegeben wurde. Da die Aussprache eine deutliche Verzögerung gegenüber den Augenbewegungen aufweist (eye-voice lag, Levin 1979), hat das Kind zu diesem Zeitpunkt in der Regel schon mit der Analyse des nächsten Wortes begonnen, d.h. es hat bereits eine Sakkade zum nächsten Wort (Interwortsakkade) gemacht und muß nun mit einer Regression zum falsch gelesenen Wort zurückkehren. Um diese Besonderheiten im Leseverhalten differenziert erfassen zu können, werden die folgenden Meßgrößen unterschieden:

- Blickzeit (gaze duration, first pass reading): Dieses Maß erfaßt den Zeitraum, in dem ein Wort betrachtet wird, bevor eine Sakkade über die Wortgrenze hinweg (Interwortsakkade) erfolgt.
- Mittlere Fixationsdauer (mean fixation duration): Mittelwert über alle Fixationen des ersten Lesedurchgangs
- Neulesezeit (second pass reading): Wird das Zielwort nach einer Interwortsakkade nochmals fixiert, d.h. findet ein weiterer Lesedurchgang statt, wird die Dauer dieser Fixationen summiert und als second pass reading time bezeichnet
- Gesamtlesezeit (total fixation time): Dieses Maß setzt sich aus der Dauer aller Fixationen eines Wortes zusammen, unabhängig zu welchem Zeitpunkt (first pass oder second pass).

Der Begriff der Blickzeit oder gaze duration wurde erstmalig von Just und Carpenter (1980) benützt und ist in der Zwischenzeit einer der meist benützten Parameter in der Blickbewegungsforschung. Eine Vielzahl von Untersuchungen zeigten, daß sich die Blickzeit als sensibles Maß für Einflüsse wie die Worthäufigkeit oder die Wortlänge erwiesen hat (Rayner & Pollatsek 1989). Auch für den Parameter der Mittleren Fixationsdauer konnte nachgewiesen werden, daß sich Verarbeitungsschwierigkeiten in diesem Maß abbilden (Ehrlich & Rayner 1981). Die Gesamtlesezeit ist hingegen ein Maß, welches, im Gegensatz zu Blickzeit auch mit 'späten' Wortverarbeitungsprozessen in Verbindung gebracht wird, d.h. daß sich in diesem Maß auch Prozesse abbilden die nach der eigentlichen Worterkennung stattfinden (Radach 2002). Auch für dieses Maß konnte in einer Vielzahl von Untersuchungen nachgewiesen werden, daß die Gesamtlesezeit in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit und der Wortlänge ansteigt (Inhoff & Rayner 1986; Rayner & Duffy 1986).

Initiale Fixation und Refixationen

Wie bereits ausgeführt, kann es vorkommen, daß ein Wort beim ersten Lesedurchgang mehrere Fixationen erhält. In der Leseforschung konnte eindrücklich gezeigt werden, daß die Dauer der ersten Fixation eines Wortes (initiale Fixation) und die Dauer sowie die Anzahl unmittelbar folgender Fixation (Refixationen) in Zusammenhang mit unterschiedlichen Eigenschaften eines Wortes stehen. Mehrere Studien zeigten, daß die initiale Fixationsdauer und die Wahrscheinlichkeit für Refixationen bei seltenen Wörtern gegenüber häufigen erhöht ist. Als weitere Einflußfaktoren für die Refixationswahrscheinlichkeit konnte die Wortlänge sowie die Landeposition der initialen Sakkade nachgewiesen werden (Inhoff & Rayner 1986; Radach 2002). Für die Untersuchung der Augenbewegungen unter Variation der Wortheigenschaften wie der Worthäufigkeit und der Wortlänge ist es somit sinnvoll, die folgenden Parameter zu analysieren:

- Initiale Fixation: Erste Landung der Fovea auf dem Zielwort mit einer Fixationsdauer von mindestens 100 ms.
- Initiale Fixationsdauer: Erfassung der Dauer der ersten Fixation, d.h. der ersten Landung der Fovea auf einem Wort, unabhängig davon, ob das Wort noch weitere Fixationen erhält.
- Refixation: Kommt es unmittelbar nach der Initialen Fixation, d.h. vor einer Interwortsakkade, zu weiteren Fixationen des Zielwortes, bezeichnet man diese als Refixationen.
- Refixationsdauer: Die Refixationsdauer setzt sich aus der summierten Dauer aller Refixationen zusammen.

Zur Illustration der verschiedenen Parameter der Blickbewegungsanalyse sind alle referierten Maße in Abbildung 2.5 dargestellt.

2.2.4 Blickbewegungen legasthener Kinder

Vergleicht man die Blickbewegungsparameter von Leseanfängern mit denen geübter Leser, so sind mehr und längere Fixationen, kürzere Sakkaden und mehr Regressionen zu beobachten. Macht das Kind altersadäquate Fortschritte in der Lesefähigkeit, so nehmen Fixationsdauer und Regressionshäufigkeit ab und die Sakkadenlänge zu (Lefton et al. 1979). Diese Entwicklungstendenz ist bei legasthenen Kindern nicht zu beobachten. In vielen Studien konnte nachgewiesen werden, daß die Augenbewegungsmuster legasthener Kinder geprägt sind durch eine erhöhte Anzahl an Fixationen pro Zeile, eine längere Fixationsdauer, eine geringere Sakkadenlänge und einen

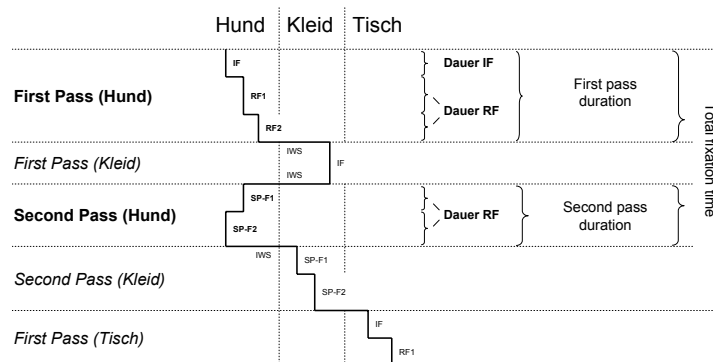


Abbildung 2.5: Parameter der Blickbewegungsanalyse beim lauten Lesen von seriell dargebotenen Wörtern. Die Kurve beginnt mit der Initialen Fixation (IF) des Wortes Hund. Unmittelbar auf die IF folgen zwei Refixationen (RF1 und RF2). Durch eine Interwortsakkade (IWS) auf das Wort Kleid wird der erste Lesedurchgang (first pass) des Wortes Hund beendet. Nach der IF des Wortes Kleid kommt es zu einem zweiten Lesedurchgang (second pass) des Wortes Hund mit insgesamt zwei Fixationen (SP-F1 und SP-F2). Der second pass endet mit einer IWS auf das Wort Kleid. Die Summe der first und second pass duration ergibt die Gesamtfixationsdauer (total fixation time).

höheren Anteil an Regressionen (Eden et al. 1994; Elterman et al. 1980). Diese sehr großen Unterschiede lassen sich am besten nachvollziehen, wenn man das sogenannte Treppenstufenmuster für ein legasthenes Kind dem eines gleichaltrigen Kontrollkindes gegenüberstellt, wie dies in Abbildung 2.6 der Fall ist.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, bildeten sich in der Diskussion über die Ursache dieser Unterschiede zwei Erklärungsansätze heraus. Auf der einen Seite finden sich Vertreter eines ursächlichen Zusammenhangs zwischen Defiziten in grundlegenden Funktionsbereichen des visuellen Systems und den daraus resultierenden Auffälligkeiten in den Blickbewegungen der legasthenen Kinder (Stein 2001; Pavlidis 1991; Fischer & Weber 1990). Auf der anderen Seite stehen Forscher, die davon ausgehen, daß Auffälligkeiten in den Blickbewegungen Schwierigkeiten in der kognitiven Verarbeitung reflektieren (Olson et al. 1991; McConkie et al. 1991; Rayner & Pollatsek 1989) und somit eher eine Folge als eine Ursache der Lese- Rechtschreibstörung darstellen. Wie in Kapitel 2.1.4 beschrieben, stellen sich die Befunde zu Störungen in der peripheren Informationsverarbeitung sehr widersprüchlich dar. Deshalb ist davon auszugehen, daß diese Defizite für Subgruppen legasthener Kinder durchaus zutreffend sein können. Bei der Mehrheit der Kinder ist aber von einem sprachlichen Verarbeitungsdefizit auszugehen, das sich in den Augenbewegungsmustern widerspiegelt (Rayner 1998; Warnke 1990; Trauzettel-Klosinski et al. 2002). Obwohl dieser Standpunkt in der Literatur eine sehr hohe Akzeptanz erfährt, sind im Bereich der Augenbewegungsforschung bei legasthenen Kindern bisher überraschend wenig Unter-

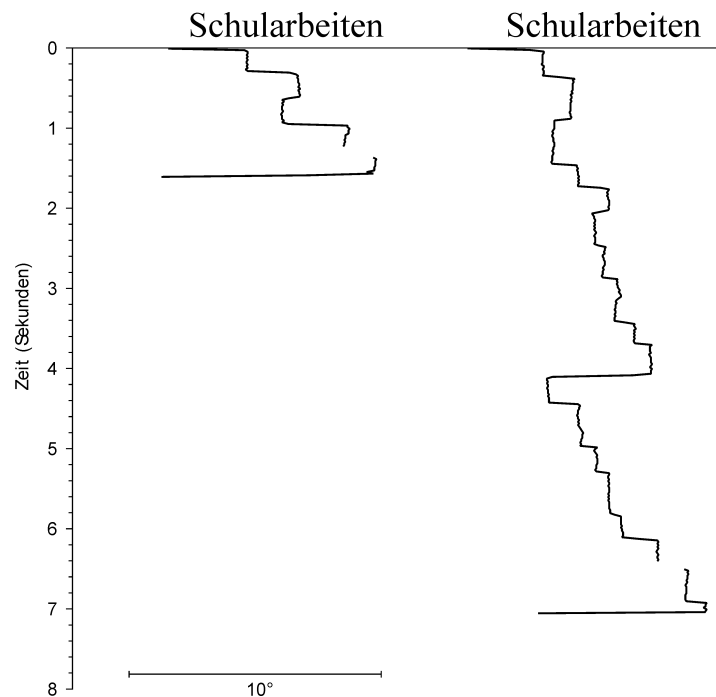


Abbildung 2.6: Augenbewegungen beim Lesen des Wortes 'Schularbeiten'. Auf der linken Seite der Abbildung ist die Lesekurve von einem Kind aus der Kontrollgruppe dargestellt, auf der rechten Seite die Lesekurve von einem Kind aus der Gruppe der Legastheniker. Beide Kurven zeigen die Foveaposition in Abhängigkeit von der Zeit. Während das Kontrollkind den Lesevorgang mit 5 Fixationen bewältigt benötigt das legasthene Kind 18 Fixationen. Lücken innerhalb der Kurven bilden ein kurzes Schliessen der Augen ab.

suchungen zur Überprüfung dieser Hypothese durchgeführt worden. Ursache hierfür ist möglicherweise die Tatsache, daß sich die Forschung zu diesem Schnittpunkt der kognitiven Psychologie und der Augenbewegungsforschung bisher auf den geübten Leser konzentriert hat.

Von besonderer Relevanz für die vorliegende Untersuchung sind aus diesem Forschungsbereich die Ergebnisse über Veränderungen der Blickbewegungsparameter in Zusammenhang mit der Worthäufigkeit und Wortlänge. So konnte in mehreren Untersuchungen nachgewiesen werden, daß seltene Wörter vom geübten Leser länger fixiert werden als häufig vorkommende Wörter. Entscheidende Parameter für diese erhöhte Fixationszeit sind eine verlängerte initiale Fixation und eine signifikant erhöhte Wahrscheinlichkeit für Refixationen (Inhoff & Rayner 1986; Rayner & Duffy 1986). Vergleichbare Effekte lassen sich auch für die Wortlänge nachweisen. Bei ansteigender Buchstabenzahl steigt die Gesamtfixationszeit und die Häufigkeit von Refixationen (Hyönä et al. 1989).

Die erste Studie, die überprüft hat, ob sich der Worthäufigkeits- und Wortlängeneffekt auch bei legasthenen Kindern nachweisen lassen, stammt von Hyönä und Olson (1995). In ihrer Studie untersuchten sie die Augenbewegungsparameter von 21 legasthenen Kindern im Alter von 12 bis 16 Jahren und einer aufgrund der Leseleistung parallelisierten jüngeren Kontrollgruppe. Aufgabe der Kinder war es, zwei Textpassagen laut zu lesen. Nach jeder Textpassage wurden den Kindern einige Verständnisfragen gestellt. Für die Auswertung wählten sie aus den Textpassagen einzelne Wörter mit unterschiedlicher Länge (5-6, 7-8 und 9-11 Buchstaben) und Frequenz (niedrig, mittel und hoch) aus. Zielgrößen der Blickbewegungsanalyse waren die Dauer und die Anzahl der Fixationen auf den Zielwörtern für den ersten und zweiten Lesedurchgang und die Dauer der initialen Fixation.

Die Datenanalyse erbrachte einen signifikanten Anstieg der Gesamtfixationsdauer für beide Lesedurchgänge in Abhängigkeit von der Länge und Häufigkeit der Zielwörter. D.h. sowohl lange, als auch seltene Wörter wurden deutlich länger fixiert als kurze und häufige Wörter. Dieser signifikante Worthäufigkeits- und Wortlängeneffekt konnte ebenfalls für die Anzahl an Fixationen pro Wort nachgewiesen werden. Auch für die initiale Fixationsdauer konnte ein signifikanter Zusammenhang mit der Worthäufigkeit festgestellt werden, d.h. die initiale Fixationsdauer für seltene Wörter war gegenüber häufigen Wörtern deutlich länger. In Bezug auf die Wortlänge ergab sich für die initiale Fixationsdauer kein signifikanter Effekt. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kommen Hyönä und Olson zu der Schlußfolgerung, daß die Augenbewegungen der legasthenen Kinder die Schwierigkeiten bei der Worterkennung reflektieren und nicht die Folge eines grundlegenden okulomotorischen Defizits darstellen. Als zusätzliche Bestätigung für diese Aussage werten sie die Tatsache, daß zwischen den beiden Untersuchungsgruppen keine Unterschiede zu finden waren, was bedeutet, daß die Augenbewegungen der Legasthener bezogen auf ihr 'Lesealter' keine signifikanten Auffälligkeiten zeigen.

Wie bereits erwähnt, ist die Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse aus dem englischen Sprachraum auf den deutschen Sprachraum nicht immer gewährleistet. Von besonderer Bedeutung sind deshalb zwei Studien von De Luca et al., aus dem italienischen Sprachraum, also in einer Sprache, die in ihrer Regularität mit dem Deutschen vergleichbar ist. In der ersten Studie untersuchte De Luca et al. (1999) bei 10 legasthenen Kindern im Alter von 10 bis 17 Jahren und einer altersentsprechenden Kontrollgruppe die Augenbewegungsmuster bei verschiedenen sprachlichen und nicht-sprachlichen Aufgabenstellungen. Bei der Leseaufgabe mußten die Kinder 14 Textpassagen leise lesen. Um das Textverständnis zu überprüfen, stellte man den Kindern im Anschluß an jede Passage einige Fragen. Die beim Lesen registrierten Blickbewegungen wurden zwei verschiedenen Datenanalysen unterzogen. Neben dem Vergleich der Gruppen auf Unterschiede in sechs verschiedenen Blickbewegungsparametern für die Textpassagen wurde eine zweite Auswertung der Daten für einzelne Wörter aus

den Textpassagen durchgeführt. Ziel dieser Einzelanalyse war die Untersuchung der Augenbewegungen in Abhängigkeit von der Wortlänge (4-5 Buchstaben vs. 6-8 Buchstaben) und der Worthäufigkeit. Bei der Analyse der Gesamtdaten ergaben sich signifikante Gruppenunterschiede bezüglich der Anzahl an progressiven und regressiven Sakkaden pro Textzeile und der Amplitude dieser beiden Sakkadentypen. Die Anzahl der Sakkaden und Regressionen pro Textzeile war bei den legasthenen Kinder signifikant höher, die Amplituden der progressiven und regressiven Sakkaden signifikant kleiner. Die mittlere Fixationsdauer war bei den legasthenen Kindern ebenfalls signifikant erhöht. Für den prozentualen Anteil an regressiven Blickbewegungen, bezogen auf die Gesamtzahl der Augenbewegungen, ergab sich kein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen.

Bei der Analyse der Zielwörter ergab sich ein signifikanter Gruppenunterschied bezüglich der Anzahl an Fixationen pro Wort, wobei die Fixationshäufigkeit bei der Gruppe der Legastheniker in Zusammenhang mit der Wortlänge signifikant anstieg für die Worthäufigkeit war jedoch kein signifikanter Effekt nachweisbar. Im Unterschied zu der oben geschilderten Studie von Hyönä konnte somit zwar ein Wortlängeneffekt, jedoch kein Worthäufigkeitseffekt für die Anzahl der Fixationen nachgewiesen werden. Aus dem Vergleich der beiden Studien ergeben sich Hinweise darauf, daß der Worthäufigkeitseffekt in Sprachräumen mit einer hohen Regularität in der Graphem-Phonem-Zuordnung deutlich geringer ausgeprägt zu sein scheint, als in Sprachen mit einer niedrigen Regularität. Aus der Sicht von De Lucca unterstreicht eine Sprache mit einer höheren Regularität den Effekt der Wortlänge und unterstützt die Ausbildung einer Präferenz für die Verwendung des sublexikalischen Verarbeitungsweges der Graphem-Phonem-Zuordnung bei der Worterkennung.

In einer zweiten Studie untersuchten De Luca et al. (2002) die Augenbewegungsparameter beim Lesen von häufigen Wörtern und Pseudowörtern unterschiedlicher Länge an 12 legasthenen Kindern im Alter zwischen 11 und 16 Jahren und einer altersentsprechenden Kontrollgruppe von 10 Kindern. Beim Lesen von Listen häufiger Wörter mit unterschiedlicher Länge (4-5 Buchstaben vs. 8-10 Buchstaben) konnte für die Gruppe der Legastheniker ein signifikanter Anstieg der Anzahl an Sakkaden und Regressionen pro Wort in Abhängigkeit von der Wortlänge nachgewiesen werden, während dieser Effekt für die Kontrollgruppe nicht nachzuweisen war. Grundlage für dieses Ergebnis bildet die Tatsache, daß die Länge der Sakkaden bei der Kontrollgruppe von der Wortlänge beeinflusst wurde, d.h. daß diese bei längeren Wörtern längere Sakkaden aufwiesen, während die Sakkadenlänge bei der Gruppe der legasthenen Kinder unverändert klein blieb.

Im Gegensatz dazu konnte beim Lesen von Pseudowörtern für keine der beiden Untersuchungsgruppen eine signifikante Veränderung der Sakkadenlänge in Abhängigkeit

von der Wortlänge festgestellt werden, d.h. beide Gruppen machten bei langen Pseudowörtern signifikant mehr Sakkaden als bei kurzen Pseudowörtern. Für die Fixationsdauer konnte zwar eine signifikant verlängerte Fixationsdauer für die Gruppe der Legastheniker festgestellt werden, die Interaktion mit der Wortlänge war jedoch nicht signifikant. Aufgrund des fehlenden Wortlängeneffekts für die Fixationsdauer kommen De Luca et al. zu der Schlußfolgerung, daß sich die Unterschiede zwischen den legasthenen Kindern und der Kontrollgruppe deutlicher in Zusammenhang mit der Art und Weise wie sie ein Wort erlesen, als in der durchschnittlichen Dauer einer Fixation, d.h. der Verarbeitungszeit zeigen. Die Ergebnisse sprechen ihrer Meinung dafür, daß legasthene Kinder beim Lesen eine Strategie verwenden, die im wesentlichen auf der Zuordnung von Graphemen zu Phonemen beruht und die Augenbewegungen diese sequentielle Analyse der Bestandteile des Wortes reflektieren. Diese sublexikalische Lesestrategie der Graphem-Phonem-Zuordnung wird von den legasthenen Kindern sowohl bei Wörtern, als auch bei Pseudowörtern benützt. Die Gruppe der Kontrollkinder greift auf diese Strategie nur bei Pseudowörtern, d.h. bei Material für das kein lexikalischer Eintrag vorhanden ist, zurück.

Abschließend soll eine, unter eigener Mitarbeit durchgeführte Pilotstudie zur Erfassung der Blickbewegungen von 10 legasthenen Kinder im Alter von 11 bis 15 Jahren und einer altersentsprechenden Kontrollgruppe referiert werden (Trauzettel-Klosinski et al. 2002; Mackeben et al. 2002). In dieser Studie wurden verschiedene Parameter der Augenbewegungen beim lauten Lesen von Einzelwörtern unterschiedlicher Länge (2-12 Buchstaben), beim lauten Lesen von Texten und bei der Benennung von Piktogrammen, d.h. bildlich dargestellten Objekten, untersucht. Für die Registrierung der Augenbewegungen wurde das Scanning-Laser-Ophthalmoskop (SLO) benützt.

Von besonderer Relevanz für die vorliegende Arbeit sind die Ergebnisse beim Lesen von einzeln dargebotenen Wörtern, deren Analyse signifikante Gruppenunterschiede in der Anzahl der Sakkaden, Regressionen und der mittleren Fixationsdauer erbrachte. Die mittlere Fixationsdauer der Gruppe der legasthenen Kinder war signifikant länger als in der Kontrollgruppe. In beiden Gruppen stieg die Anzahl der Sakkaden in Abhängigkeit von der Wortlänge signifikant an, wobei dieser Effekt für die Gruppe der Legastheniker deutlich stärker ausgeprägt war. Die Anzahl der Regressionen zeigte nur für die Gruppe der Legastheniker einen signifikanten Wortlängeneffekt, d.h. die Anzahl der Regressionen blieb in der Kontrollgruppe trotz ansteigender Wortlänge konstant.

Eine Zunahme der Sakkadenamplitude in Abhängigkeit von der Wortlänge war bei beiden Gruppen zu beobachten, wobei dieser Zusammenhang bei der Kontrollgruppe als linear beschrieben werden kann. Die Amplitudenlänge der Legastheniker zeigt bis zu einer Wortlänge von bis zu 10 Buchstaben pro Wort einen leichten Anstieg, fällt bei

Wörtern von über 10 Buchstaben aber signifikant ab. Insgesamt war die Variabilität der Daten für die Sakkadenamplituden innerhalb der Gruppe der Legastheniker deutlich stärker ausgeprägt, als dies bei der Kontrollgruppe der Fall war (Mackeben et al. 2002).

Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen der Studien von De Luca et al. (1999; 2002), so ergeben sich für die Fähigkeit der legasthenen Kinder zur Anpassung der Länge der Sakkadenamplitude in Abhängigkeit von der Wortlänge unterschiedliche Ergebnisse. Während sich bei den deutschsprachigen legasthenen Kindern ein Anstieg der Sakkadenlänge bis zu einer Wortlänge von 10 Buchstaben feststellen ließ, war dies für die Gruppe der italienischen legasthenen Kinder nicht nachweisbar. Aufgrund der Möglichkeit, daß dieser Widerspruch in Zusammenhang mit Unterschieden im Versuchsaufbau, bzw. in der Auswahl des Stimulusmaterials begründet sein könnte bedarf es weitergehender Untersuchungen. Trotz dieser Einschränkung ist festzuhalten, daß im Rahmen der Untersuchung erste Hinweise für einen Zusammenhang der Augenbewegungsparameter mit kognitiven Verarbeitungsprozessen für den deutschen Sprachraum erbracht werden konnten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß ein Vergleich der Studien aufgrund der Unterschiede hinsichtlich der erhobenen Augenbewegungsparameter sehr eingeschränkt ist. Hyönä et al. (1995) konnten für den englischen Sprachraum nachweisen, daß für die Gruppe der Legastheniker in Zusammenhang mit den zeitlichen Blickbewegungsparametern Hinweise für das Bestehen eines Worthäufigkeits- und Wortlängeneffektes gefunden werden können. De Luca et al. (1999) konnten für den italienischen Sprachraum hingegen nur einen Wortlängen, jedoch keinen Worthäufigkeitseffekt in Bezug auf die Fixationsdauer feststellen. Gleiches gilt für die Anzahl an Fixationen, auch hier konnten De Luca et al. nur einen Wortlängeneffekt, jedoch keinen Worthäufigkeitseffekt nachweisen.

Aus dem Vergleich der beiden Studien ergeben sich somit Hinweise darauf, daß der Worthäufigkeitseffekt in Sprachräumen mit einer hohen Regularität in der Graphem-Phonem-Zuordnung deutlich geringer ausgeprägt zu sein scheint, als in Sprachen mit einer niedrigen Regularität. Basierend auf dem Zwei-Wege-Modell des Lesens von Coltheart (1987) führten De Luca et al. den fehlenden Worthäufigkeitseffekt auf die Benützung unterschiedlicher Verarbeitungswege in den verschiedenen Sprachräumen zurück. Sie geht davon aus, daß bei italienischen Kinder bei der Worterkennung der indirekte (sublexikalische) Weg der Graphem-Phonem-Zuordnung dominiert, während bei englischen Kindern eine Präferenz für den Weg der direkten Worterkennung unter Zugriff auf das orthographische Lexikon oder sogenannte Sichtvokabular besteht.

Abschließend ist somit festzustellen, daß in allen Studien Hinweise auf den Zusammenhang der Blickbewegungsparameter mit sprachlichen Verarbeitungsprozessen er-

bracht werden konnten. Aufgrund der Ergebnisse der eigenen Untersuchung und der möglicherweise zu groben Erfassung der zeitlichen Blickbewegungsparameter in den Studien von De Luca et al. erscheint es sinnvoll zu Überprüfen, ob sich bei deutschsprachigen Kindern ein Worthäufigkeitseffekt in den Blickbewegungsparametern nachweisen läßt.

Kapitel 3

Fragestellung

Gegenstand der Arbeit ist die Untersuchung der Augenbewegungen von legasthenen Kindern und einer altersentsprechenden Kontrollgruppe beim lauten Lesen. Ziel der Studie ist es, relevante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf verschiedene Blickbewegungsparameter für das deutsche Schrift-Sprach-System zu erfassen und auf ihre Vergleichbarkeit zu existierenden Daten aus dem englischsprachigen Raum zu überprüfen. Durch die Variation der Worthäufigkeit und -länge soll überprüft werden, ob die Augenbewegungsparameter der legasthenen Kinder Schwierigkeiten der kognitiven Verarbeitung reflektieren. Es ergeben sich somit folgende Fragestellungen:

Fragestellung 1: Um die Übertragbarkeit zentraler Befunde der englischsprachigen Forschung zu Blickbewegungsparametern von legasthenen Kindern auf den deutschsprachigen Raum zu überprüfen, wird untersucht, ob die Gruppe der Legastheniker im Vergleich zur Kontrollgruppe eine erhöhte Anzahl an Fixationen, eine verlängerte Fixationsdauer und eine erhöhte Anzahl an Regressionen zeigt.

Fragestellung 2: Durch die gezielte Variation von Länge und Häufigkeit der zu lesenden Wörter soll überprüft werden, ob sich Unterschiede in den Augenbewegungsparameter der legasthenen Kinder beim Lesen von Wörtern, die schwierig zu dekodieren sind (lange und seltene Wörter) im Vergleich zu einfach zu dekodierenden Wörtern (kurze und häufige Wörter) nachweisen lassen. Als abhängige Variablen werden hierfür die Anzahl der Blicksprünge, die Anzahl an Fixationen und die Fixationsdauer für verschiedenen Phasen des Lesevorgangs (erster und zweiter Lesedurchgang) untersucht. Können für diese Parameter Veränderungen in Abhängigkeit mit dem Schwierigkeitsgrad der zu lesenden Wörter nachgewiesen werden, so bedeutet dies, daß kognitive Verarbeitungsprozesse einen Einfluß auf die Steuerung der Augenbewegungen der legasthenen Kinder haben. Lassen sich keine Unterschiede nachweisen, so wäre dies eine Bestätigung der Hypothese, daß bei legasthenen Kinder ein grundlegendes okulomotorisches Defizits besteht.

Kapitel 4

Methodik

Kapitel 4 beginnt mit der Darstellung des Untersuchungsdesigns. Im Anschluß daran wird die Festlegung und Operationalisierung der Einschluß- und Ausschlußkriterien für die Gesamtpopulation sowie der Kriterien für die Gruppenzuteilung dargestellt. In Abschnitt 4.3 werden die technischen Grundlagen der im experimentellen Teil der Studie verwendeten Meßmethode, die Auswahl der von den Kindern zu lesenden Wörter, der Versuchsaufbau und die abhängigen Variablen zur Überprüfung der Fragestellung beschrieben. Abschließend wird die Durchführung der Untersuchung detailliert geschildert.

An dieser Stelle ist nochmals darauf hinzuweisen, daß die vorliegende Arbeit Teil eines Forschungsprojekts ist, welches in Kooperation zwischen der Kinder- und Jugendpsychiatrie und der Augenklinik der Universität Tübingen durchgeführt wurde. Die im folgenden referierten methodischen Grundlagen sowie der experimentelle Untersuchungsabschnitt wurden durch die Verfasserin erarbeitet. Die Umsetzung des Forschungsvorhabens wurde durch Mittel des fortune-Programms der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen (Projektnummer: 783-0-0) unterstützt.

4.1 Untersuchungsdesign

Als Studiendesign wurde eine Gruppenvergleichsstudie gewählt. Die Experimentalgruppe (EG) besteht aus Kindern mit einer Lese- und Rechtschreibstörung, die Kontrollgruppe (KG) aus gleichaltrigen Kindern ohne Beeinträchtigungen im Lesen und Schreiben. Zur Festlegung der Gruppengröße wurde auf Grundlage der Daten der Pilotstudie (Mackeben et al. 2002) eine Fallzahlschätzung für die Hauptzielgröße der Sakkaden mittels Solo Power Analysis (BMDP Statistical Software, 1992) durchgeführt. Bei Annahme einer mittleren Differenz der Sakkadenzahl von ~ 2.8 und einer mittleren Standardabweichung von ~ 2.5 ergab sich eine Fallzahl von 13 pro Gruppe.

Die Untersuchung bestand aus zwei Untersuchungsabschnitten, die mit einem maximalen Abstand von 3 Wochen durchgeführt wurden. Abschnitt 1 beinhaltete eine augenärztliche und testpsychologische Voruntersuchung der Kinder, bei der wesentliche Kriterien für die Teilnahme an der Untersuchung überprüft wurden. In Abschnitt 2 wurden mit den Probanden weitere testpsychologische Standardverfahren durchgeführt, die zur vollständigen Erfassung der Einschluß- und Ausschlußkriterien sowie zur Zuteilung in die Experimental- und Kontrollgruppe erforderlich waren. Anschließend fand die Untersuchung des Lesevorgangs der Kinder am Scanning-Laser-Ophthalmoskop (SLO) zur Registrierung der Augenbewegungen statt. Eine detaillierte Übersicht der Untersuchungsabschnitte befindet sich am Ende dieses Kapitels in Abschnitt 4.4. Aufgrund der Förderung des Forschungsvorhabens durch fortüne war es möglich, den Teilnehmern eine Vergütung von DM 100,- für die Teilnahme an der Studie zu zahlen.

4.2 Einschluß- und Ausschlußkriterien

Die Festlegung der Ausschlußkriterien für die Untersuchung orientierte sich an den differentialdiagnostischen Kriterien der Lese- und Rechtschreibstörung. Mit der Absicht, eine möglichst homogene Altersstruktur der Untersuchungsgruppen zu gewährleisten, wurde der Besuch der 3. oder 4. Grundschulklasse als Kriterium für die Teilnahme an der Studie festgelegt. Um eine Konfundierung der Ergebnisse mit grundlegenden Schwierigkeiten im Verständnis der deutschen Sprache zu minimieren, wurden nur Kinder mit Deutsch als Muttersprache in die Studie aufgenommen. Da in einem weiteren Abschnitt des Forschungsprojekts die Untersuchung der Probanden mit einem bildgebenden Verfahren (MEG) geplant war, wurden darüber hinaus nur rechtshändige Kinder in die Studie aufgenommen. Zusammenfassend ergaben sich somit folgende Kriterien für die Teilnahme an der Studie:

- Einschlußkriterien:
 - Besuch der 3. oder 4. Klasse einer Regelgrundschule
 - Deutsch als Muttersprache
 - Rechtshändigkeit

- Ausschlußkriterien:
 - Allgemeine Intelligenzminderung (IQ <85)
 - unkorrigierte Seh- oder Hörstörungen
 - Bestehen einer neurologischen Erkrankung, z.B. einer zerebralen Bewegungsstörung oder Epilepsie
 - Hinweise auf das Bestehen einer primären psychischen Störung mit Ausnahme einer Lese- und Rechtschreibstörung
 - Hinweise auf komorbide psychiatrische Störungen bei bestehender Lese- und Rechtschreibstörung
 - Hinweise auf eine unzureichende Beschulung

Hauptkriterium für die Zuteilung der Teilnehmer in die Experimentalgruppe war die Diagnose einer Lese- und Rechtschreibstörung im Rahmen der testpsychologischen Untersuchung der Probanden. Entsprechend dem in der internationalen Forschung vorherrschenden Standard wurde diese Diagnose unter Anwendung des Regressionsansatzes (Schulte-Körne et al. 2001) gestellt. Konkret ergaben sich somit für die Experimentalgruppe folgende Zuweisungskriterien:

- Einschlußkriterien Experimentalgruppe:
 - Zwischen der aktuellen Lese- und Rechtschreibleistung und der aufgrund des IQ zu erwartenden Leistung bestand eine Diskrepanz von 1,5 Standardabweichungen (Regressionskriterium)
 - Der Prozentrang im Lese- und Rechtschreibtest war <16 (Lese/Rechtschreib-Prozentrang Kriterium)

Zur Operationalisierung der Einschluß- und Ausschlußkriterien wurden verschiedene Fragebögen und Testverfahren benützt, die im folgenden dargestellt werden.

4.2.1 Erstgespräch

Aus ökonomischen Gesichtspunkten war es der Untersucherin ein Anliegen, die Drop-out Rate der Versuchsteilnehmer so gering wie möglich zu halten. Aus diesem Grund wurde bereits im Rahmen der ersten telefonischen Kontaktaufnahme mit den Eltern ein halbstrukturiertes Interview in Bezug auf die Einschluß- und Ausschlußkriterien durchgeführt (Leitfaden siehe Anhang). Ergaben sich im Rahmen der Befragung eindeutige Hinweise auf das Bestehen einer neurologischen Erkrankung, einer unzureichenden Beschulung oder einer primären psychischen Störungssymptomatik (mit Ausnahme einer Lese- und Rechtschreibstörung), wurde von einer Aufnahme des Kindes in die Studie abgesehen. Zu Beginn des ersten Untersuchungstermins wurden die auf Grundlage des Leitfadens erhobenen Daten nochmals mit den Eltern abgeglichen und bei Unklarheiten durch eine vertiefende klinische Anamnese erörtert.

4.2.2 Fragebögen

Zur Absicherung der Befragung der Eltern nach Hinweisen für das Bestehen von emotionalen oder psychiatrischen Auffälligkeiten im Rahmen des Erstgesprächs wurden in der Untersuchung zwei Fragebögen eingesetzt: Der Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ, Goodman 1997) und der Fremdbeurteilungsbogen zur Hyperkinetischen Störung (FBB-HKS Döpfner 2000). Durch die Auswahl dieser Fragebögen ist eine breit angelegte Erfassung von Verhaltensauffälligkeiten und eine vertiefende Erhebung von Hinweisen auf das Bestehen einer Hyperkinetischen Störung möglich. Auf die Spezifizierung der Informationen zur Hyperkinetischen Störung wurde aufgrund der hohen Komorbiditätsrate zwischen der Lese- und Rechtschreibstörung und diesem Störungsbild Wert gelegt.

Basierend auf der Überlegung, daß es sich bei der Legasthenie, aber auch bei der Hyperkinetischen Störung um Störungsbilder handelt, die insbesondere im schulischen Kontext zu Beeinträchtigungen oder Auffälligkeiten im Verhalten der Kinder führen können, war es ein Anliegen der Untersuchung, auch die Einschätzung durch die Klassenlehrer zu erheben. Mit Einverständnis der Eltern wurden die Fragebögen deshalb auch an die jeweiligen Klassenlehrer ausgegeben. Um die Akzeptanz der Befragung zu erhöhen und somit eine möglichst hohe Rücklaufquote der Lehrerfragebögen zu gewährleisten, wurde bei der Auswahl der Fragebögen darauf geachtet, daß der zeitliche Aufwand für die Bearbeitung der Fragebögen möglichst gering war. Die Festlegung der Grenzwerte für einen Ausschluß der Kinder aus der Studie orientierte sich an den Cut-off Werten für das Bestehen einer klinisch bedeutsamen Beeinträchtigung. Im folgenden werden beide Fragebögen vertiefenden dargestellt.

Strength and Difficulties Questionnaire

Beim Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ, Goodman 1997) handelt es sich um einen in England entwickelten Fragebogen zur Erfassung von Verhaltensauffälligkeiten und Stärken von Kindern und Jugendlichen. Der Fragebogen besteht aus 25 Items, die 5 Subskalen (Emotionale Probleme, Hyperaktivität, Probleme im Umgang mit Gleichaltrigen, Verhaltensauffälligkeiten und Prosoziales Verhalten) zugeordnet werden können. Die Eltern und Lehrer werden in einer kurzen schriftlichen Instruktion dazu aufgefordert, das Verhalten des Kindes während der letzten 6 Monate zu beurteilen. Zur Beantwortung der Items stehen drei Antwortalternativen zur Verfügung (nicht zutreffend, teilweise zutreffend, eindeutig zutreffend). Die Antworten werden zur Auswertung in Punktwerte umgewandelt und innerhalb der Skalen summiert. Für die einzelnen Skalenrohwerte und den Gesamtwert bestehen Grenzwerte, anhand derer das Ergebnis in die Kategorien unauffällig, grenzwertig und auffällig eingeordnet werden kann. Die Ermittlung des Cut-off Wertes für den Gesamtproblemwert wurde, in Anlehnung an die für Feldstichproben ermittelten Prävalenzraten so gewählt, daß etwa 10 Prozent der beurteilten Kinder als fraglich auffällige Grenzfälle, 10 Prozent als auffällig und 80 Prozent als psychiatrisch unauffällig eingestuft werden.

Ausschlaggebend für die Anwendung des Fragebogens im Rahmen der Untersuchung ist die hohe Korrelation der Ergebnisse des SDQ mit der Child Behavior Checklist (Goodman & Scott 1999) bei deutlich reduzierter Anzahl an Items und somit geringerem zeitlichen Aufwand für den Beurteiler. Für die Untersuchung wurde die von Klasen et al. (2000) erstellte deutsche Übersetzung des Eltern- und Lehrerfragebogens verwendet. Erste Validierungsstudien für die Anwendung des Fragebogens im deutschsprachigen Raum wurden bereits abgeschlossen und zeigen, daß der SDQ ein ökonomisches Screening-Instrument für Forschungszwecke und die klinische Praxis darstellt (Klasen et al. 2000; Woerner et al. 2002). Als Einschlußkriterium für die Gesamtpopulation wurde entsprechend der aktuellen Ergebnisse zur Normierung des Fragebogens ein Gesamtscore von < 16 gewählt. Damit werden Kinder, die aufgrund des Eltern- und/oder des Lehrerurteils in die Kategorie auffällig eingestuft werden, von der Untersuchung ausgeschlossen.

Fremdbeurteilungsbogen zur Hyperkinetischen Störung

Der Fremdbeurteilungsbogen zur Hyperkinetischen Störung (FBB-HKS) ist Bestandteil des Diagnostik Systems für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM IV (DISYPS-KJ, Döpfner 2000). Grundlage der Entwicklung des DISYPS-KJ war das Anliegen, die Basisdiagnostik mittels standardisierter Breitbandverfahren zur Erhebung von psychischen Auffälligkeiten durch Fragebögen zur differenzierten störungsspezifischen Diagnostik einzelner Störungsbilder zu ergänzen.

Der erste Teil des Fragebogens zur Hyperkinetischen Störung besteht aus 20 Items, die die Symptomkriterien des Störungsbildes nach ICD-10 und DSM IV erfassen. Entsprechend der Vorgabe durch die Klassifikationssysteme können die Items drei Symptomkategorien, der Aufmerksamkeitsstörung (9 Items), der Hyperaktivität (7 Items) und der Impulsivität (4 Items) zugeordnet werden. Jedes Item wird vom Beurteiler (Eltern oder Lehrer) anhand einer vierstufigen Antwortskala (gar nicht, ein wenig, weitgehend, besonders) bezüglich des Schweregrades und der Problemstärke bewertet. Die Antwortskala Schweregrad erfaßt, wie zutreffend die Eltern oder der Lehrer das jeweilige Item für das betreffende Kind beurteilen. Die Antwortskala Problemstärke erfaßt analog die subjektiv empfundene Belastung durch das konkrete Verhalten des Kindes. Im zweiten Abschnitt des Fragebogens, der nur von den Eltern zu bearbeiten ist, werden Kriterien zur klinischen Bedeutsamkeit der Symptomatik, zum Generalisierungsgrad auf verschiedene Lebensbereiche, zum Störungsbeginn und zur Dauer der Symptomatik erfaßt. Bei diesen Items steht den Eltern eine vierstufige (siehe oben) oder zweistufige Antwortskala (stimmt, stimmt nicht) zur Verfügung.

In der Auswertung können für den ersten Teil des Fragebogens Kennwerte für den Schweregrad und die Problemstärke der einzelnen Symptomkriterien sowie der Gesamtkennwert für alle 20 Items berechnet werden. Die Kennwerte werden ermittelt, indem die summierten Rohwerte durch die Anzahl der entsprechenden Items geteilt werden. Die Kennwerte können zwischen 0 und 3 liegen. Zur Bewertung der Kennwerte des Fremdbeurteilungsbogen bestehen der Orientierung dienende Grenzwerte. Eine Normierung liegt bisher nur für das Elternurteil vor (Bühl et al. 2000). Als Einschlußkriterium für die Gesamtpopulation wurde entsprechend der Empfehlung zur Normierung für den Elternfragebogen und der Anwendung in der aktuellen Forschung ein Schweregradkennwert von $<1,5$ gewählt.

4.2.3 Augenärztliche Untersuchung

Primäres Anliegen der augenärztlichen Untersuchung war der Ausschluß von Kindern mit gravierenden okulären Störungen. Darüber hinaus galt es sicherzustellen, daß die Untersuchung am SLO kein gesundheitliches Risiko für die Probanden darstellt. Zu Beginn der Untersuchung wurde mit dem begleitenden Elternteil ein Anamnesegespräch geführt, in dem nach bereits bekannten Auffälligkeiten oder Hinweisen auf asthenoptische Beschwerden oder das Bestehen einer Refraktionsanomalie (Brilletragen), Schielstellung oder -behandlung, nach Augenerkrankungen und Sehstörungen gefragt wurde.

Nach Abschluß der Anamnese wurden evt. vorhandene Brillen ausgemessen und die Prüfung der Sehschärfe (Visus) mit jeweiliger Korrektur der Probanden durchgeführt. Im Falle eines auffälligen Seitenunterschiedes, länger nicht überprüfter Korrektur bzw.

einer Sehschärfe von <1.0 fand eine objektive Refraktion mittels Autorefraktor oder Skiaskopie nach 3-maliger Gabe von Cyclopentolat im Abstand von 10 Minuten statt. Die Nahsehschärfe wurde durch Textvorlagen der FA Oculus geprüft. Zur Bestimmung von latenten und manifesten Schielstellungen wurde ein Abdecktest (monokular und alternierend) in Ferne und Nähe durchgeführt. Das Stereosehen wurde routinemäßig mittels Lang-Test kontrolliert und bei negativem Lang-Test mittels Titmus-Test und Bagolini-Test überprüft. Desweiteren erfolgte eine Kontrolle der Augenbeweglichkeit (Motilität) und der Naheinstellungsfähigkeit (Konvergenz) der Augen. Ferner wurde die Funktionsbreite und die Akkomodationsbreite bestimmt. Abschließend wurden die vorderen und hinteren Augenabschnitte mittels Spaltlampenuntersuchung und Funduskopie kontrolliert. Das dominierende Auge wurde durch ein freihändiges Durchblicken eines fixierten Kaleidoskopes festgestellt. Aus der weiteren Untersuchung ausgeschlossen wurden Probanden, bei denen im Rahmen der augenärztlichen Diagnostik ein latentes Schielen, welches zu Beschwerden führt, manifestes Schielen, ein Nystagmus, Fusionsstörungen oder eine Hypoakkomodation festgestellt wurde.

4.2.4 Testverfahren

Aufgabe der testpsychologischen Diagnostik war die Erfassung des Ausschlußkriteriums einer allgemeinen Intelligenzminderung sowie der Kriterien für die Gruppenzuteilung. Grundlage für die Definition der Grenzwerte bildete das in Kapitel 2.1.2 dargestellte Regressionsmodell.

Intelligenzdiagnostik

Zum Ausschluß einer allgemeinen Intelligenzminderung wurde mit den Kindern der Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder - dritte Auflage - (HAWIK-III, Tewes et al. 2001) durchgeführt. Anliegen der Verwendung dieses Testverfahrens war die zusätzliche Möglichkeit, die Untersuchungsgruppen in Bezug auf die verbalen Fähigkeiten vergleichen zu können. Der HAWIK-III besteht aus insgesamt 13 Untertests, von denen 10 Untertests, welche zur Bestimmung des Gesamt-IQ verwendet werden, zur Anwendung kommen. Inhaltlich können die Untertests in zwei Gruppen unterteilt werden, einen Handlungsteil und einen Verbalteil. Nach Umwandlung der erzielten Rohwerte in Wertpunkte können anhand der Altersnormen der Gesamt-IQ, der Handlungs- und der Verbal-IQ des Kindes ermittelt werden. Das Testverfahren ist für den Altersbereich von 6;0 bis 16;11 normiert. Der Grenzwert für die Teilnahme an der Studie wurde entsprechend dem Regressionsmodell und dem international üblichen Standard im Bereich der Legasthenieforschung bestimmt. Dementsprechend wurden Probanden mit einem Gesamt-IQ von <85 aus der Untersuchung ausgeschlossen.

Lese- und Rechtschreibdiagnostik

Um die Leseleistung der Kinder zu erfassen wurde der Zürcher Lesetest (ZLT, Grisemann 2000) eingesetzt. Als zweites Verfahren wurde die Würzburger Leise Leseprobe (WLLP, Küspert & Schneider 1998b) angewendet. Diese doppelte Überprüfung der Leseleistung hat den Hintergrund, daß die Verwendung des ZLT zur Diagnostik der Leseleistung in Deutschland, aufgrund veralteter Normen, unterschiedlich gehandhabt wird (Deimel 2002; Döpfner 2000). Kritiker der Verwendung des ZLT empfehlen, für die differenzierte Diagnostik im Grundschulbereich den Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT, Landerl et al. 1997b) zu benützen. Da es ein Anliegen des Gesamtprojekts war, den SLRT im Rahmen der Versuchsdurchführung am SLO benützen zu können und ein vergleichbares Verfahren auch im Rahmen der Eingangsdiagnostik durchgeführt werden sollte, wurde der ZLT dennoch in die Testbatterie aufgenommen. Um methodische Kritik bezüglich der testdiagnostischen Grundlage der Gruppenzuweisung bzw. an der Diagnose einer Lesestörung zu vermeiden, wurde zusätzlich die WLLP durchgeführt, die ein reliables und valides Meßinstrument zur Erfassung der Leseleistung in der Grundschule darstellt.

Zürcher Lesetest (ZLT): Der ZLT besteht bei Kindern der 3. Klasse bzw. Anfang der 4. Klasse aus zwei Wortlesetests (Einzelwörter) sowie drei Leseabschnitten (zusammenhängende Texte). Die Kinder werden angehalten, die Wörter und den Text laut und deutlich vorzulesen und dabei schnell, aber auch genau vorzugehen. Vom Testleiter wird für jeden Abschnitt die Anzahl der Fehler und die benötigte Zeit protokolliert. Die Bewertung der Leseleistung erfolgt anhand der Normtabelle für die entsprechende Klassenstufe, wobei die Prozentrangstufe der Lesegeschwindigkeit oder der Anzahl der Fehler sowohl gesondert für jeden Abschnitt des Testverfahrens, als auch für den Gesamtscore Wortlesetest (Abschnitt 1 und 2) und Textlesetest (Abschnitt 1 bis 3) möglich ist.

Würzburger Leise Leseprobe (WLLP): Die WLLP besteht aus 140 Testaufgaben. Bei jeder Aufgabe ist ein Wort leise zu lesen und dann in einer Reihe von vier Bildern dasjenige Bild anzustreichen, das dem Gelesenen entspricht. Die Bilderreihe ist so aufgebaut, daß neben dem Zielwort phonologisch ähnliche Wörter bzw. in semantischer Beziehung zu dem Zielwort stehende Wörter abgebildet sind. Zur Bearbeitung der Aufgaben bekommen die Kinder eine Zeitspanne von 5 Minuten. Im Rahmen der Auswertung werden zunächst die Rohwerte für die Anzahl der insgesamt bearbeiteten Aufgaben, der Auslassungen und der Fehler ermittelt. Der Testrohwert für die Bestimmung der Lesegeschwindigkeit berechnet sich durch die Subtraktion der Fehler und Auslassungen von der Zahl der insgesamt bearbeiteten Items. Für die Bewertung des Testrohwerths bestehen Normtabellen, die jeweils für die letzten drei Monate der Jahrgangsstufe gültig sind.

Als relevantes Kriterium für die Beurteilung der Leseleistung wird im Rahmen der Untersuchung gemäß dem Standard der deutschsprachigen Legasthenieforschung und der klinischen Praxis (Wimmer & Kronbichler 2002) der Prozentrang der Lesegeschwindigkeit verwendet. Für die Gruppenzuweisung wurde auf dieser Grundlage zunächst die Prozentrangstufe der Probanden für den Gesamtscore der Lesegeschwindigkeit im Wortlesetest des ZLT (Z/WLT), im Textlesetest des ZLT (Z/TLT) und in der WLLP (Z/WLLP) ermittelt. Anschließend wurde überprüft, ob zwischen der aufgrund des IQ zu erwartenden Leistung und der aktuellen Leseleistung eine Differenz von 1,5 Standardabweichungen besteht, d.h. ob das Regressionskriterium erfüllt wird. Konkret wird hierfür die von Schulte-Körne et al. (2001) auf Grundlage des Regressionskriteriums erstellte Tabelle der Kritischen Prozentrangwerte für die Lese- und Rechtschreibleistung in Abhängigkeit von der gemessenen Intelligenz eingesetzt bzw. die von den Autoren aufgrund eines Druckfehlers in der Publikation korrigierte Veröffentlichung der Tabelle auf der Internetseite der Kinder- und Jugendpsychiatrie Marburg (Adresse: kjp.uni-marburg.de) verwendet. In dieser Tabelle sind für die IQ-Werte zwischen 80 und 130 der entsprechende kritische Prozentrang für das Regressionskriterium angegeben. Das Einschlußkriterium für die Experimentalgruppe gilt dann als erfüllt, wenn der Prozentrang des Kindes kleiner oder gleich dem anhand der Tabelle ermittelten kritischen Prozentrang ist. Abschließend wird bei allen Probanden der Experimentalgruppe überprüft, ob der Prozentrang im Lesetest < 16 ist, d.h., ob das Lese/Rechtschreib-Prozentrang Kriterium erfüllt wird.

Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT): Zur Überprüfung der Rechtschreibleistung wird der Untertest Rechtschreibung aus dem Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT, Landerl et al. 1997b) verwendet. Der Rechtschreibtest besteht aus 49 Sätzen mit jeweils einer Lücke. Den Kindern wird für jeden Satz zunächst das Wort genannt, das in die entsprechende Lücke eingesetzt werden muß, danach wird ihnen der vollständige Satz vorgelesen. Zum Abschluß wird das zu schreibende Wort noch einmal vorgelesen. In der Fehleranalyse wird zwischen drei Fehlerarten unterschieden: Fehlertyp O (orthographische Fehler), Fehlertyp G (Groß- und Kleinschreibung) und Fehlertyp N (nicht lauttreue Fehler). Gemäß der inhaltlichen Definition der Fehlertypen schließen die Fehlertypen O und N einander aus, der Fehlertyp G hingegen wird unabhängig von den beiden anderen Fehlertypen signiert. Den höchsten Reliabilitätskoeffizienten besitzt der Fehlertyp O. Bei dieser Art von Fehlern ist die Schreibung des Wortes lauttreu, entspricht aber nicht den Konventionen der deutschen Orthographie (Bsp.: 'schdeigd' anstatt 'steigt').

Bei der Auswertung wird für den Rohwert der orthographischen Fehler anhand der Normtabelle für die entsprechende Klassenstufe der Prozentrang bzw. die Prozentrangstufe ermittelt. Für die Anzahl der Fehlertypen G und N ist in den Normtabellen jeweils der kritische Wert angegeben, d.h. die Fehleranzahl, welche einem Prozentrang von 10 entspricht. Für die Untersuchung wurde als Kriterium für die Gruppenzuwei-

sung der Prozentrang der Probanden in der Fehlerkategorie O ausgewählt. Das Vorgehen bei der Überprüfung des Einschlußkriteriums für die Experimentalgruppe ist dabei analog zu dem im vorangegangenen Abschnitt ausführlich dargestellten Procedure im Lesetest, d.h. es wird überprüft, ob das Kind das Regressionskriterium und das Lese/Rechtschreib-Prozentrang Kriterium erfüllt.

Zum Abschluß der Lese- und Rechtschreibdiagnostik war für die endgültige Gruppenzuweisung noch zu überprüfen, ob die Kinder der Experimentalgruppe die Einschlußkriterien in beiden Bereichen, d.h. im Lesen und in der Rechtschreibung erfüllen. Alle Probanden, die eine isolierte Lese- oder Rechtschreibsymptomatik aufwiesen, wurden vom weiteren Verlauf der Untersuchung ausgeschlossen.

4.2.5 Zusammenfassung

Um dem Leser einen besseren Überblick über die Instrumente und Kriterien zur Operationalisierung der Einschluß- und Ausschlußkriterien zu geben, sind diese in Abbildung 4.1 in Form eines Entscheidungsbaums dargestellt.

4.3 Versuchsaufbau am Scanning-Laser-Ophthalmoskop

4.3.1 Meßmethode

Zur Aufzeichnung der Augenbewegungen der Probanden wurde in der vorliegenden Arbeit ein Scanning-Laser-Ophthalmoskop (SLO) der Firma Rodenstock, das SLO 101 benützt. Der Einsatz dieser Meßmethode zur Registrierung von Augenbewegungen beim Lesen wurde an der Augenklinik der Universität Tübingen bereits in mehreren Forschungsprojekten erprobt und systematisch weiterentwickelt (Trauzettel-Klosinski et al. 1994; Trauzettel-Klosinski & Reinhard). Grundsätzlich handelt es sich beim SLO um ein Verfahren zur bildgebenden Diagnostik der Augenhintergrundes (Fundus), das zur ophthalmologischen Untersuchung von Patienten eingesetzt wird.

Für die Darstellung wird der Fundus mit einem intensitätsschwachen Laserstrahl abgetastet. Dieser Vorgang erfolgt nach der Videonorm (CCIR, 50 Hz, interlaced), wobei das Abtastfeld einen Diagonaldurchmesser von 40° besitzt. Aufgrund der Modulierbarkeit des Laserstrahls besteht die Möglichkeit zur direkten Projektion von Objekten auf die Netzhaut und somit zur simultanen Erfassung der Netzhaut und des Objekts (Trauzettel-Klosinski et al. 2001). Durch diese Möglichkeit zur gleichzeitigen Erfassung der Netzhaut und des Stimuli zeichnen sich die Daten der Blickbewegungsanalyse

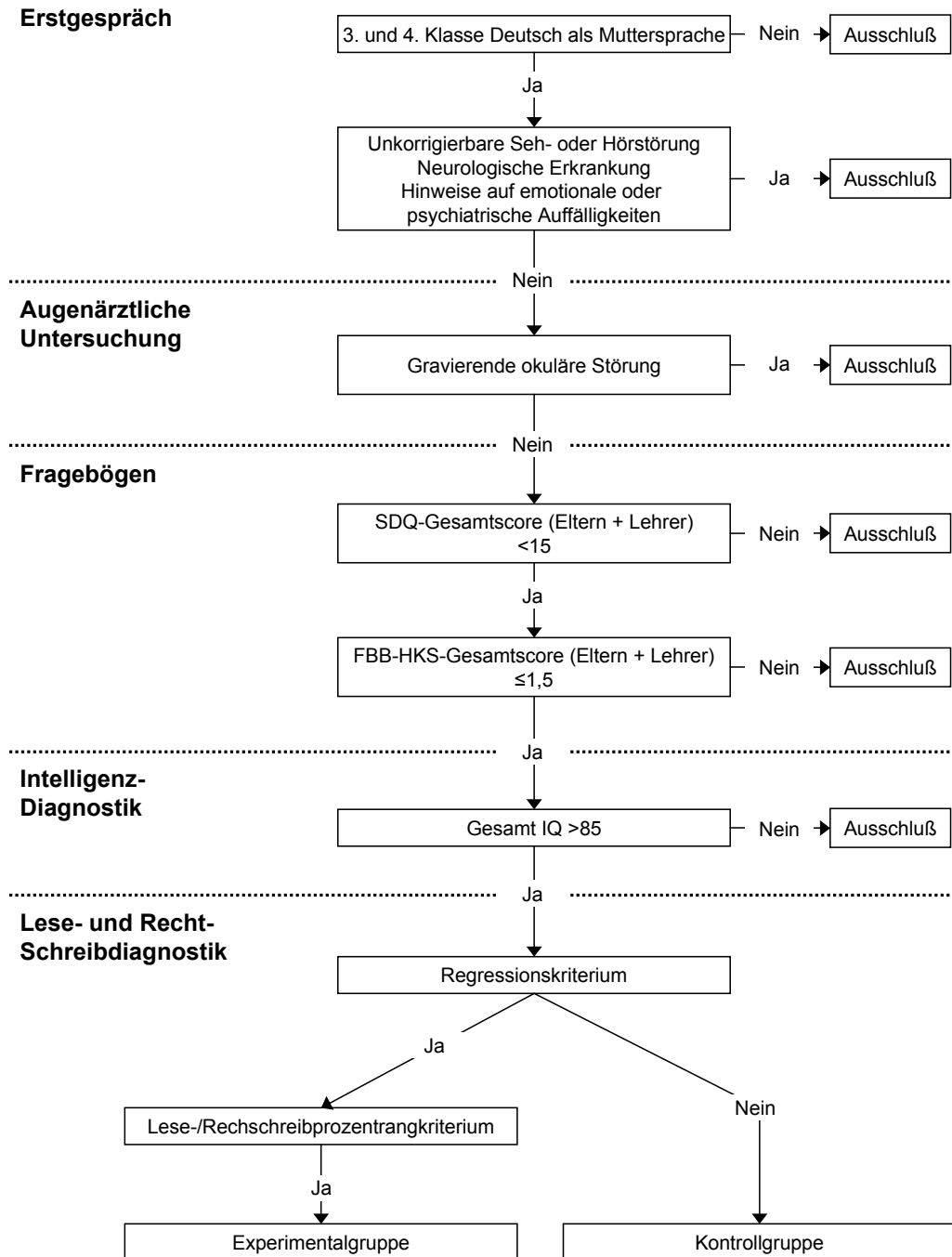


Abbildung 4.1: Entscheidungsbaum für den Einschluß und die Gruppenzuweisung der Versuchspersonen.

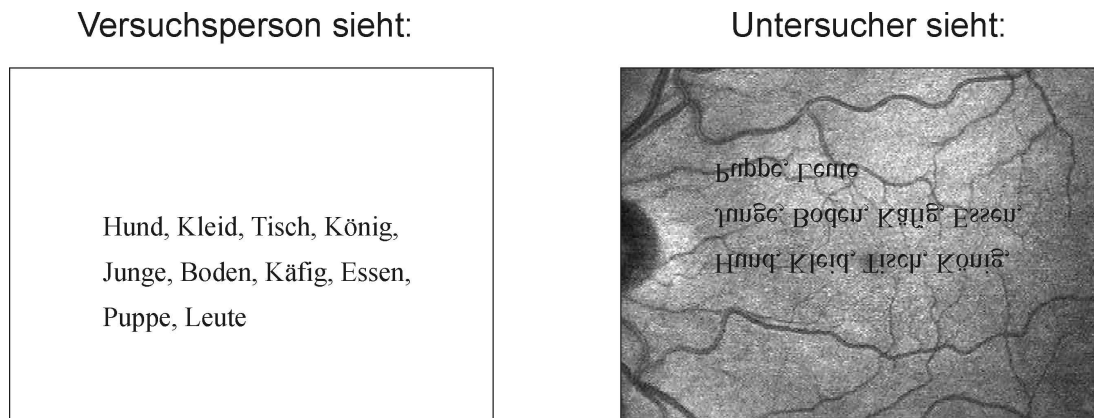


Abbildung 4.2: Projektion der zu lesenden Wörter auf die Netzhaut mittels SLO. Der Proband sieht schwarze Wörter auf einem roten Untergrund, während der Versuchsleiter ein gespiegeltes Bild der Stimuli und zusätzlich die Netzhaut sehen kann. Auf Grundlage der kombinierten Darstellung kann verfolgt werden, welcher Stimulus mit der Stelle des schärfsten Sehens (Foveola) fixiert wird. Im Beispiel wird der Buchstabe 'T' des Wortes 'Tisch' fixiert.

durch die Möglichkeit der absoluten Zuordnung von Fovea und projiziertem Stimulus aus, wohingegen die konventionelle Registrierung von Augenbewegungen nur Daten über die relativen Augenbewegungen liefern. Deswegen kann auf die Durchführung einer Kalibrierung zu Beginn und während der Versuchsdurchführung, wie es bei herkömmlichen Meßsystemen zur Sicherstellung der Genauigkeit der gewonnenen Daten notwendig ist, verzichtet werden. Zur Veranschaulichung der beschriebenen technischen Möglichkeit des SLO zur simultanen Erfassung der Stimuli und der Fovea ist dieser Vorgang in Abbildung 4.2 dargestellt.

Die Intensität des Laserstrahls kann mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von ca. 180 ms variiert werden, was die Darstellung der Objekte mit scharfen Konturen unterstützt. Darüberhinaus ermöglicht die große Modulationsamplitude des Laserstrahls einen hohen Kontrast der Darstellung. Die Steuerung des Laserstrahls erfolgt über ein Videosignal, das von einer digitalen Bildspeicherkarte erzeugt wird. Da die ins SLO eingebauten Bildspeicherkarten keiner externen Programmierung zugänglich sind, wird im Rahmen der Untersuchung ein an der Augenklinik Tübingen entwickeltes System zur Ankoppelung einer externen Bildspeicherkarte an das SLO (Reinhard 2002) verwendet. Durch diese Systemerweiterung ist es möglich, die für den Versuch ausgewählten Stimuli darzustellen. Zum besseren Verständnis ist die Funktionsweise des SLO in Abbildung 4.3 schematisch dargestellt. Zur Auswertung der Augenbewegungen wird jede Untersuchungssequenz am SLO auf ein SVHS-Videoband aufgenommen und mit einem Zeitcode (VITC) versehen. Durch dieses Verfahren wird jedem Video-Vollbild ein eindeutiger Code zugewiesen (Stunde:Minute:Sekunde,Vollbild), was die weitergehende Bildanalyse erleichtert.

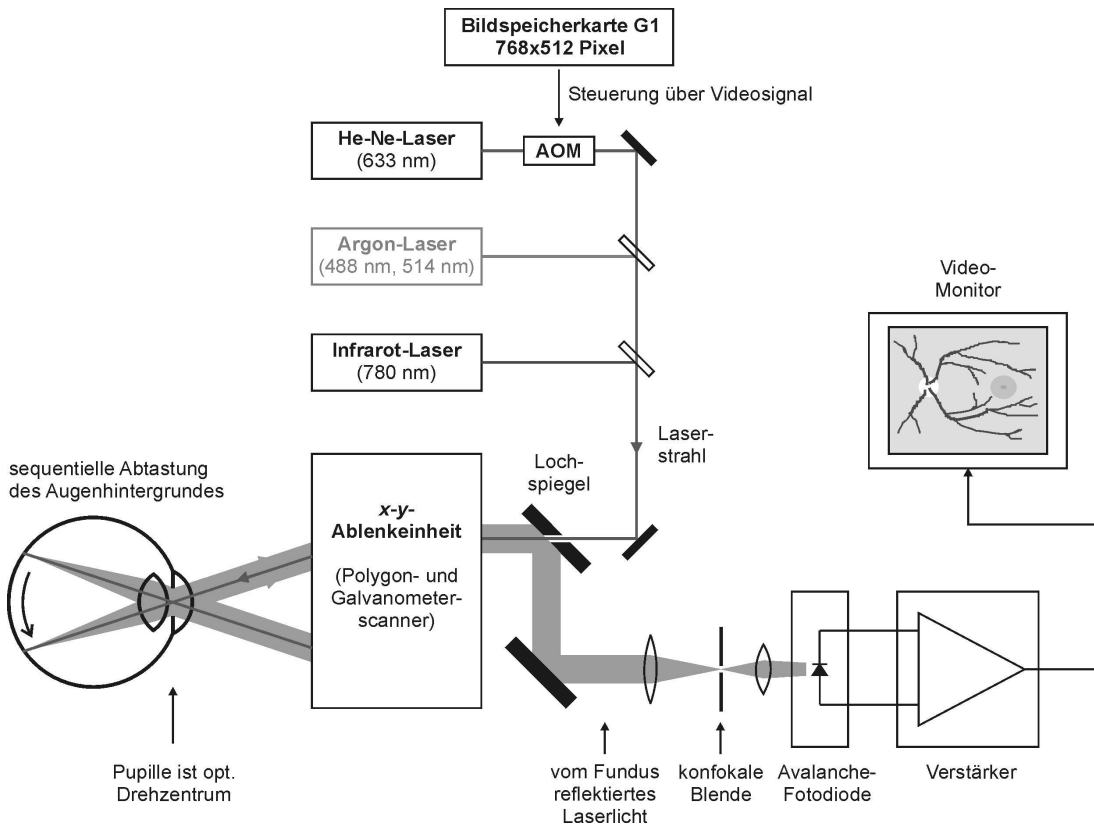


Abbildung 4.3: Darstellung der Funktionsweise des SLO. Durch Einkoppelung des Lasersstrahls in eine Ablenkeinheit wird der Augenhintergrund zeilenweise abgetastet. Durch eine Fotodiode wird das vom Fundus reflektierte Licht in ein elektrisches Signal gewandelt und als Videosignal exportiert.

4.3.2 Stimuli

Auf Grundlage der in Kapitel 3 formulierten Fragestellung waren die Hauptkriterien für die Auswahl der Stimuli für die Versuchsdurchführung am SLO die Länge (Length = L) und die Häufigkeit (Frequency = F) der Wörter. Die zwei Kriterien wurden so kombiniert, daß sich vier verschiedene Wortgruppen (SETs) ergeben:

- SET1 (HF-SL):
 - Häufig (High Frequency = HF)
 - Kurz (Short Length = SL)

- SET2 (LF-SL):
 - Selten (Low Frequency = LF)
 - Kurz (Short Length = SL)
- SET3 (HF-LL):
 - Häufig (High Frequency = HF)
 - Lang (Long Length = LL)
- SET4 (LF-LL):
 - Selten (Low Frequency = LF)
 - Lang (Long Length = LL)

Als Grundlage für die Zusammenstellung der Wortgruppen wurde der von Pregel et al. (1987) erstellte Wortschatz im Grundschulalter benützt, der im deutschsprachigen Raum auch in anderen Untersuchungen von legasthenen Kindern als Datenbasis diente (Wimmer 1993). Das Häufigkeitswörterbuch basiert auf dem Braunschweiger Textkorpus, der 2400 mündliche Texte von Kindern der 1. bis 4. Klasse und 800 schriftliche Texte von Kindern der 3. und 4. Grundschulklasse umfaßt. In Anlehnung an den Standard der in Kapitel 2.2.4 referierten Untersuchungen der Leseleistung legasthener Kinder wurde für den Versuch nur die Wortklasse der Substantive benützt. Der entsprechende Korpus aus dem Häufigkeitswörterbuch von Pregel besteht aus 32 600 Wörtern (tokens), und setzt sich aus 3772 unterschiedliche Substantiven (types) zusammen.

Schwierigkeiten in Bezug auf die Operationalisierung der Kriterien Wortlänge und Häufigkeit ergaben sich aus dem Anliegen, die vier Wortgruppen so zu generieren, daß weitere Versuche im Rahmen des Forschungsprojektes, wie zum Beispiel die Benennung von Objekten, mit anderen, d.h. unterschiedlichen Stimuli der Wortgruppen durchgeführt werden konnten. Aus diesem Grund mußten insgesamt 120 Stimuli bestimmt werden, von denen 40, d.h. 10 Stimuli pro Wortgruppe, für den in dieser Arbeit referierten Versuchsblock verwendet wurden.

Hauptproblem bei der Zusammenstellung der 120 Stimuli war die Operationalisierung der Worthäufigkeit. Unter Verwendung einer mit anderen Studien vergleichbaren Festlegung des Grenzwertes für die Wortlänge mit maximal 5 Buchstaben für kurze Wörter und minimal 7 bis 8 Buchstaben für lange Wörter befinden sich unter den 101 Substantiven, die 50 Prozent der gesamten Substantivverwendung und somit die von den Kindern am häufigsten benützten Wörter darstellen, nur 10 lange Wörter. Um homogene Wortgruppen für das Gesamtprojekt zu erhalten, wurden die Grenzwerte deshalb nicht a priori festgelegt, sondern ergaben sich aus dem Anliegen, die Wortgruppen so

zusammenzustellen, daß maximale Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Worthäufigkeit und Wortlänge und gleichzeitig minimale Unterschiede innerhalb der Untergruppen (‘häufig’, ‘selten’, ‘kurz’ und ‘lang’) bestanden. Entsprechend dieser Vorgabe lassen sich die Eigenschaften der ausgewählten 120 Stimuli in Bezug auf die Wortlänge und Worthäufigkeit wie folgt beschreiben:

- Wortlänge:
 - Kurz (SL): Das Wort besteht aus 4 bis 5 Buchstaben
 - Lang (LL): Das Wort besteht aus 7 bis 12 Buchstaben

- Worthäufigkeit:
 - Selten (LF): Die absolute Häufigkeit des Wortes im Gesamtkorpus liegt zwischen 1 und 3
 - Häufig (HF): Die absolute Häufigkeit des Wortes im Gesamtkorpus liegt über 50

Aus dem Pool der 120 Wörter wurden für die Untersuchung 40 Wörter, d.h. 10 Wörter pro Wortgruppe ausgewählt. Eine Auflistung der Wörter befindet sich im Anhang der Arbeit. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Zusammensetzung der Stimuli und ihre Zuordnung zu den verschiedenen Untergruppen in Abbildung 4.4 nochmals graphisch dargestellt. Ebenfalls aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die verschiedenen Wortgruppen in den folgenden Kapitel als SETs bezeichnet. Als Abkürzung für die Wortheigenschaften der verschiedenen SETs werden die Anfangsbuchstaben der englischen Bezeichnungen für ‘kurz’ (Short Length=SL), ‘lang’ (Long Length=LL), ‘häufig’ (High Frequency=HF) und ‘selten’ (Low Frequency=LF) verwendet.

Um die Angaben zu vervollständigen, sind in Tabelle 4.1 die Mittelwerte der vier SETs in Bezug auf die Wortlänge und die Worthäufigkeit dargestellt. Um zu überprüfen, ob sich die SETs in Bezug auf die Bedingungen Wortlänge und Worthäufigkeit signifikant unterscheiden, wurde der U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, daß zwischen den kurzen Wörtern (SET1 und SET2) und den langen Wörtern (SET3 und SET4) ein signifikanter Unterschied besteht ($U=0.000$, $p<.01$). Gleiches gilt für die Worthäufigkeit, auch hier findet sich ein signifikanter Unterschied ($U=0.000$, $p<.01$) zwischen den häufigen Wörtern (SET1 und SET3) und den seltenen Wörtern (SET2 und SET4).

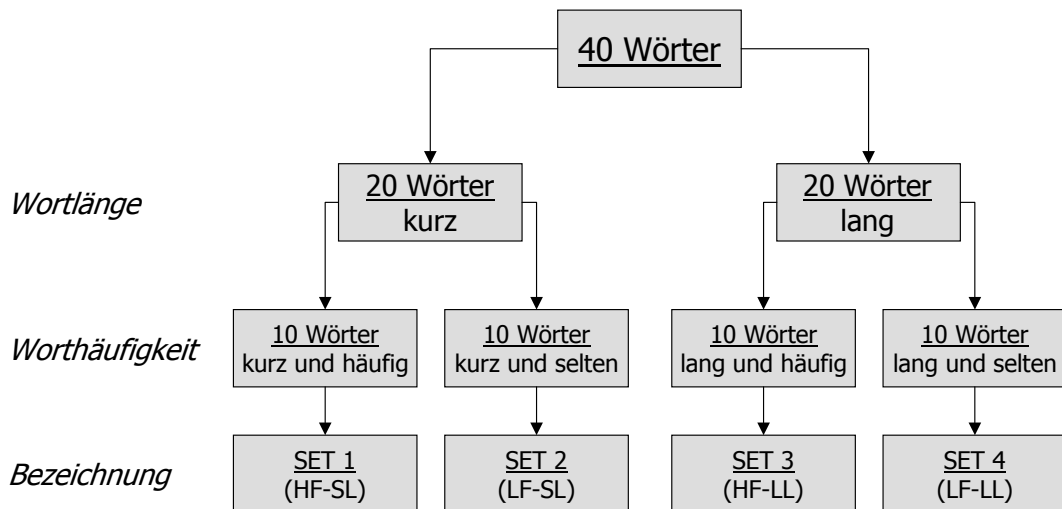


Abbildung 4.4: Darstellung der Zuordnung der Stimuli in vier verschiedene Wortgruppen (SETs) für die Versuchsdurchführung am Scanning-Laser Ophthalmoscop in Abhängigkeit von der Wortlänge (SL=Short length; LL=Long Length) und der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency).

		Wortlänge	Worthäufigkeit
SET1 (HF-SL)	MW	131,7	4,8
	SD	80,7	0,4
SET2 (LF-SL)	MW	1,7	4,9
	SD	0,9	0,3
SET3 (HF-LL)	MW	105,3	9,5
	SD	66,6	2,2
SET4 (LF-LL)	MW	1,3	8,7
	SD	0,5	1,8

Tabelle 4.1: Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der vier verschiedenen Wortgruppen (SET1 bis SET4) für die Worthäufigkeit (absolute Häufigkeit; HF=High Frequency, LF=Low Frequency) und die Wortlänge (Anzahl der Buchstaben; SL=Short length, LL=Long Length).

4.3.3 Darbietung der Stimuli am SLO

Um die in der Fragestellung benannten Parameter der Augenbewegungen erfassen zu können, war es für die Darbietung der Stimuli wichtig, mehrere Wörter gleichzeitig auf die Netzhaut projizieren zu können. Würde jeweils nur ein Wort auf die Netzhaut projiziert, wäre zum Beispiel die Erfassung der Augenbewegungen des ersten und zweiten Lesedurchgangs nicht möglich, da per Definition zwischen beiden Lesedurchgängen eine Interwortsakkade liegen muß. Durch die technischen Rahmenbedingungen des SLO für die Projektion von Wörtern auf die Netzhaut ergeben sich für die Auswahl der Schriftgröße und die räumliche Anordnung der Wörter Bedingungen, die im folgenden erläutert werden.

Aufgrund des Auflösungsvermögens des SLO ist es für die Projektion der Wörter mit scharfen Konturen erforderlich, den Text in einer bestimmten Größe darzustellen. Als Ausgangspunkt für die Angabe von Vergrößerungen wird in der Augendiagnostik die Größe von Zeitungsdruck, bei einem Abstand von 25 cm zwischen Auge und Text verwendet. Um eine gute Lesbarkeit des Textes bezüglich der Schriftgröße sicherzustellen, wird bei erwachsenen Probanden am SLO mit einer 1,4fachen Vergrößerung gearbeitet. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde zur Minimierung von Artefakten, die in Zusammenhang mit der dargebotenen Schriftgröße stehen könnten, eine 2fache Vergrößerung gewählt. Dieses Maß hatte sich in der in Kapitel 2.2.4 referierten Voruntersuchung als für Kinder gut lesbare Schriftgröße bewährt. Eine Angabe der benützten Schriftgröße in Punkt ist durch die der Projektion zugrundeliegende Technik, mit der ein virtuelles Bild der Stimuli auf der Netzhaut erzeugt wird, nicht möglich. Zur Veranschaulichung ist das Verhältnis der Schriftgrößen in Abbildung 4.5 dargestellt.

Schriftgröße
im SLO:

Schriftgröße
von Zeitungsdruck
in 25 cm Entfernung:



Abbildung 4.5: Verhältnis der Schriftgröße am SLO im Vergleich zum Referenzmaß 'Zeitungsdruck in 25 cm Abstand' am Beispiel von SET1.

Entsprechend der Größe des Feldes, das durch den Laser abgetastet wird, steht für die räumlichen Anordnung, d.h. das Layout der Wörter, die gleichzeitig dargeboten werden sollen, ein rechteckiges Areal mit einem Diagonaldurchmesser von 40° zur Verfügung. Bei einer 2fachen Vergrößerung der Schrift war es somit problemlos möglich, alle 10 Stimuli eines SETs gleichzeitig auf die Netzhaut zu projizieren. Dabei wurden die Wörter von SET1 und SET2 auf drei Zeilen mit jeweils vier Wörtern in der ersten und zweiten Zeile und zwei Wörtern in der dritten Zeile verteilt. Bei SET3 und SET4 umfaßte die Darstellung der Stimuli insgesamt vier Zeilen, wobei in den ersten 3 Zeilen drei und in der letzten Zeile zwei Wörter abgebildet waren. Innerhalb eines SETs waren die Zeilen linksbündig ausgerichtet.

4.3.4 Instruktion

Zur Vorbereitung der Versuchsdurchführung am SLO wurde ein Handbuch zusammengestellt, anhand dessen die Kindern mit dem Ablauf und den Aufgabenstellungen der Versuchsreihe vertraut gemacht wurden. Ziel dieser Vorbereitungsphase war es, möglichst viele Verständnisfragen der Kinder bereits vor Beginn der Aufzeichnungssequenz abzuklären. Der Text zur Instruktion der Kinder für die Versuchsreihe der vorliegenden Arbeit orientiert sich an den Instruktionstexten des SLRT und ZLT. Während der Unterweisung des Kindes war auf dem Bildschirm ein Kreuz eingeblendet. Die Instruktion lautete wie folgt: „Wenn das Kreuz gleich verschwindet, werden auf dem Bildschirm mehrere Wörter eingeblendet. Deine Aufgabe ist es, mir die Wörter möglichst schnell, aber ohne Fehler vorzulesen. Bevor es losgeht, schau bitte genau auf das Kreuz“. Durch den letzten Satz der Instruktion sollte sichergestellt werden, daß die Ausgangsposition der Fovea bei allen Kindern identisch ist. Durch den an das Videogerät angeschlossenen Monitor konnte die Position der Fovea direkt kontrolliert und der letzte Teil der Instruktion gegebenenfalls wiederholt werden.

Nach Ende der Aussprache des letzten Stimuli wurde erneut das Fixationskreuz eingeblendet. Die Kinder wurden darüber informiert, daß die Aufgabe gleich bleibt und sie die nächsten Wörter ebenfalls möglichst schnell, aber ohne Fehler vorlesen sollen. Vor Beginn der Einblendung der Worte wurde das Kind erneut dazu aufgefordert, das Kreuz zu fixieren. Diese Instruktion wurde vor dem 3. und 4. Abschnitt unverändert wiederholt.

4.3.5 Auswertung der Daten

Wie bereits erwähnt, wurde jede Untersuchungssequenz am SLO auf Videoband aufgenommen und mit einem Zeitcode versehen. Im ersten Schritt der Datenauswertung

wurde unter Verwendung des an der Augenklinik Tübingen entwickelten vollautomatischen Auswertungssystems die Position der Fovea in jedem einzelnen Video-Halbbild bestimmt. Durch diese Form der Datenauswertung war es möglich, eine absolute Zuordnung von retinalem Fixationsort und Stimulus durchzuführen. Das Ergebnis dieser Offline-Auswertung konnte dann in Form eines Treppenstufenmusters (vgl. Abbildung 2.6 in Kapitel 2.2.2) dargestellt werden und bildete die Grundlage für den zweiten Auswertungsabschnitt, in dem die Rohwerte für die verschiedenen Parameter der Blickbewegungen berechnet wurden.

In Anlehnung an die in Kapitel 2.2.3 vorgenommene Erörterung und Diskussion der internationalen Standards der Blickbewegungsanalyse in der Leseforschung wurden für die Auswertung die folgenden Richtlinien festgelegt:

- Sakkade: Bewegung der Fovea in Leserichtung (nach rechts) mit einer Amplitude, die größer als die halbe Breite des Kleinbuchstabens 'n' der Textvorlage ($0,16^\circ$) ist.
- Regression: Bewegung der Fovea gegen die Leserichtung (nach links) mit einer Amplitude, die größer als die halbe Breite des Kleinbuchstabens 'n' der Textvorlage ($0,16^\circ$) ist.
- Mikrosakkade: Bewegung der Fovea nach links oder rechts mit einer Amplitude, die kleiner oder gleich der halben Breite des Kleinbuchstabens 'n' der Textvorlage ($0,16^\circ$) ist.
- Interwortsakkade: Bewegung der Fovea nach links oder rechts über die Wortgrenze hinweg, d.h. im Anschluß an eine Fixation springt das Kind mit den Augen auf das davor oder dahinter stehende Wort.
- Zeilenrücksprung (Return sweep): Rücksprung, d.h. Regression des Auges vom Ende einer Zeile zum Beginn der nächsten Zeile.
 - Add to Return Sweep: Regression, die unmittelbar auf den Return sweep folgt, falls dessen Landeposition nicht das erste Wort der nächsten Zeile war.
- Fixation: Periode von mindestens 100 ms, in der das Auge auf einer Position ruht.
- Initiale Fixation: Erste Landung der Fovea auf einem Stimulus von mindestens 100 ms.
- Refixationen: Auf die Initiale Fixation folgende Fixationen des Stimulus.

- Erster Lesedurchgang (First pass): Erste Landung der Fovea auf einem Stimulus von mindestens 100 ms bis zum Beginn einer Interwortsakkade.
 - First pass duration: Summierte Dauer aller Fixationen des ersten Lesedurchgangs (Dauer Initiale Fixation + Dauer Refixationen first pass).
 - Anzahl Fixationen first pass: Summierte Anzahl aller Fixationen des ersten Lesedurchgangs (Initiale Fixation (=1) + Anzahl Refixationen first pass).
- Zweiter Lesedurchgang (Second pass): Erneute Fixation eines Stimulus nach Beendigung des ersten Lesedurchgangs und vor Beginn der Aussprache.
 - Second pass duration: Summierte Dauer aller Fixationen des zweiten Lesedurchgangs (Dauer Refixationen second pass).
 - Anzahl Fixationen second pass: Summierte Dauer aller Fixationen des zweiten Lesedurchgangs.
- Gesamtfixationsdauer: Summierte Dauer aller Fixationen des ersten und des zweiten Lesedurchgangs (first pass duration + second pass duration).
- Mittlere Fixationsdauer: Mittlere Dauer aller Fixationen des ersten und des zweiten Lesedurchgangs ($\text{Gesamtfixationsdauer} \div (\text{Anzahl Fixationen first pass} + \text{Anzahl Fixationen second pass})$).
- Gesamtlesezeit: Zeit zwischen der ersten Landung der Fovea auf dem Stimulus-SET bis zum Ende der Aussprache des letzten Items.

Unter Verwendung dieser Auswertungsrichtlinien und basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung wurden zur Beantwortung der Fragestellung die folgenden Variablen verwendet:

- Gesamtlesezeit
- Anzahl Sakkaden und Regressionen
- Anzahl Fixationen (Gesamt, first pass, second pass)
- Fixationsdauer (Gesamt, Initiale Fixation, first pass, second pass)
- Mittlere Fixationsdauer (Gesamt, first pass, second pass)
- Anzahl an zweiten Lesedurchgängen

Die Gesamtlesezeit dient zur Kontrolle des Lesetempos der Kinder am SLO. Die Anzahl der Sakkaden, der Regressionen und der Mittleren Fixationsdauer sind Maße, die in der internationalen Literatur als zentrale Kennwerte zur Charakterisierung der

Augenbewegungen legasthener Kinder referiert werden. Anliegen der Studie ist es, gemäß der 1. Fragestellung der Untersuchung zu überprüfen, ob sich die internationalen Forschungsergebnisse bezüglich der Unterschiede zwischen legasthenen Kindern und einer Kontrollgruppe in der vorliegende Stichprobe für die zusammengefassten Daten aus SET1 bis 4 bestätigen lassen.

Anliegen der 2. Fragestellung ist es zu überprüfen, ob und wenn ja, bei welchen Variablen im deutschsprachigen Raum ein Zusammenhang mit der Wortlänge und der Worthäufigkeit festzustellen ist. Gemäß dem Anliegen, die Ergebnisse mit den Daten der in Kapitel 2.2.3 dargestellten Untersuchungen vergleichen zu können, orientierte sich die Auswahl der abhängigen Variablen maßgeblich an den in diesen Arbeiten gefundenen Ergebnissen. Für die diesbezügliche Analyse der Daten wurden neben den bereits genannten Variablen die Anzahl an Refixationen, die initiale Fixationsdauer, die Gesamtfixationszeit und die Fixationsdauern des ersten und zweiten Lesedurchgangs, sowie die jeweilige Mittlere Fixationsdauer untersucht.

Zusammenfassend ist nochmals hervorzuheben, daß die Erfassung der Augenbewegungen mittels des SLO entscheidende Vorteile gegenüber der bisher in der Leseforschung eingesetzten Meßmethoden besitzt. Neben der exakten Analyse der absoluten Augenbewegungsparameter besitzt das SLO bei der Untersuchung von Kindern den entscheidenden Vorteil, daß keine Ungenauigkeiten aufgrund von Bewegungsartefakten auftreten und auf die Durchführung von Kalibrierungssequenzen vor und während der Versuchsdurchführung verzichtet werden kann. Die Tatsache, daß diese Meßmethode nicht von mehr Wissenschaftlern zur Untersuchung der Augenbewegungen beim Lesen verwendet wird, hängt zum einen mit der eingeschränkten Verfügbarkeit des Geräts für die jeweiligen Forschungsgruppen zusammen, zum anderen ist die Auswertung der Daten, auch unter Zuhilfenahme des halbautomatischen Auswertungssystems, außerordentlich zeitintensiv. Für die Auswertung der Datenbasis der vorliegenden Arbeit lag der Zeitaufwand für die Videosequenz von einem Kind bei durchschnittlich 25 Stunden.

4.4 Durchführung der Untersuchung

Zur besseren Orientierung des Lesers bei den inhaltlichen Ausführungen zur Durchführung der Untersuchung ist der Ablauf in Abbildung 4.6 im Überblick dargestellt.

Beide Untersuchungstermine fanden in den Räumen der ‘Alten’ Kinderklinik der Universität Tübingen statt, in der zum Zeitpunkt der Studiendurchführung sowohl die Forschungszimmer der Abteilung für Kinder- und Jugendpsychiatrie als auch die Sehbehinderten-Ambulanz der Augenklinik untergebracht waren. Um die Versuchsleitereffekte so gering wie möglich zu halten, wurde die Kontaktaufnahme, alle testpsychologischen Untersuchungen, sowie die Instruktion und Begleitung der Kinder im Rahmen der SLO-Untersuchung von der Verfasserin durchgeführt. Das gleiche Vorgehen wurde für die augenärztliche Untersuchung angestrebt, konnte aber krankheitsbedingt nicht eingehalten werden, so daß zwei Augenärzte in die Untersuchung der Kinder involviert waren.

Rekrutierung der Stichprobe

Nach Genehmigung des Studienvorhabens durch die Ethikkommission der Universität Tübingen konnte mit der Rekrutierung der Versuchspersonen begonnen werden. Hierzu wurden bestehende Kontakte der Untersucherin zu verschiedenen Institutionen, wie zum Beispiel der Ambulanz des Psychologischen Instituts, der Kinderklinik oder dem Kreisverband Legasthenie e.V. Tübingen dazu genutzt, die jeweiligen Mitarbeiter durch Kurzvorträge auf das Studienvorhaben aufmerksam zu machen. Kurz vor Beginn der Untersuchung, wurden an die oben genannten Einrichtungen und an Legasthenietherapeuten, Diplompsychologen und Kinder- und Jugendpsychiater im Großraum Tübingen Informationsbriefe verschickt, die ausführliche Informationen über das Forschungsprojekt enthielten. Gleichzeitig wurden die angeschriebenen Personen darum gebeten, die dem Schreiben beigelegten Informationsblätter an interessierte Eltern weiterzugeben. Parallel hierzu wurde das Forschungsvorhaben auf der Internetseite der Abteilung für Kinder- und Jugendpsychiatrie veröffentlicht.

Kontaktaufnahme

Bestand bei den Eltern und Kindern Interesse an der Untersuchung teilzunehmen, hatten sie die Möglichkeit, über die auf dem Informationsblatt angegebene Telefonnummer den ersten Kontakt zur Untersucherin herzustellen. Wichtiger Bestandteil des Telefonats war die vertiefende Information der Eltern über den Inhalt, den Ablauf und

Untersuchungsablauf im Überblick

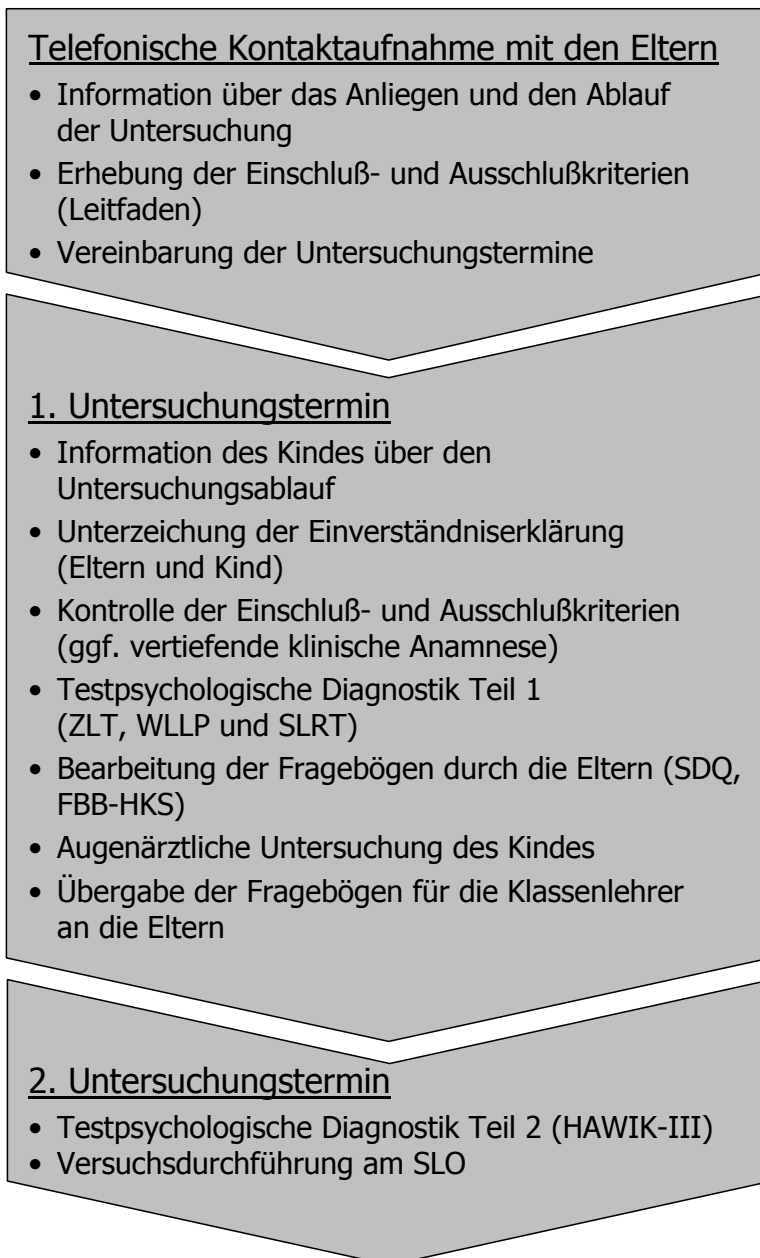


Abbildung 4.6: Untersuchungsablauf im Überblick.

den zeitlichen Aufwand für beide Untersuchungstermine. Signalisierten die Eltern nach Erhalt dieser Informationen weitergehendes Interesse, wurde die Erhebung der Einschluß- und Ausschlußkriterien gemäß Kapitel 4.2.1 durchgeführt. Ergab sich im Verlauf dieser Erhebung der Hinweis auf das Vorliegen von Ausschlußkriterien, wurde mit den Eltern besprochen, daß eine Teilnahme am Forschungsprojekt leider nicht möglich ist. In diesen Fällen wurden den Eltern entsprechende Anlaufstellen mitgeteilt. Mit Eltern, deren Kinder alle Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie erfüllten, wurden abschließend die Termine für den 1. und 2. Untersuchungstermin festgelegt. Eine schriftliche Bestätigung der Termine sowie die Wegbeschreibung wurde den teilnehmenden Familien in den darauffolgenden Tagen zugesandt.

Untersuchungsabschnitt 1:

Nach der Begrüßung des Kindes und des begleitenden Elternteils wurden die zentralen Bausteine der Untersuchung nochmals in kindgerechter Form dargestellt. Nach Abklärung aller noch offenen Fragen und einer kurzen Wiederholung bzw. Überprüfung der im Rahmen des Erstgesprächs erhobenen Daten wurden den Anwesenden die entsprechenden Einverständniserklärungen zur Studienteilnahme zur Unterschrift vorgelegt. Im Anschluß daran wurden dem begleitenden Elternteil die von ihm zu bearbeitenden Fragebögen ausgehändigt und erklärt. Es blieb den Eltern freigestellt, die Fragebögen direkt zu bearbeiten oder zum nächsten Untersuchungstermin ausgefüllt wieder mitzubringen. Bevor mit der Durchführung des ersten Teils der Testdiagnostik begonnen wurde, verließen die Eltern das Untersuchungszimmer.

Bei der Testdurchführung wurde auf eine störungsfreie und entspannte Atmosphäre geachtet. Am ersten Untersuchungstag wurde mit den Kindern die Lese- und Rechtschreibdiagnostik durchgeführt, d.h. es kamen der ZLT, die WLLP und der Unter-test Rechtschreibung aus dem SLRT zur Anwendung. Um den Kindern den Einstieg in die Testsituation zu erleichtern, durften sie auswählen, ob sie mit dem Schreiben oder dem Lesen beginnen wollten. Nach Beendigung der Testverfahren wurden die Kinder und mit ihren Eltern zur augenärztlichen Untersuchung in die Räumlichkeiten der Sehbehinderten-Ambulanz begleitet. Ergaben sich im Rahmen der Untersuchung durch die Augenärztin Hinweise für das Bestehen von Ausschlußkriterien oder ein behandlungsbedürftiger Befund, wurden die Eltern direkt davon in Kenntnis gesetzt und von der Ärztin bezüglich des weiteren Vorgehens beraten. Waren alle Bedingungen für die weitere Teilnahme an der Untersuchung erfüllt, wurden den Eltern die Fragebögen für den Lehrer ausgehändigt mit der Bitte, diese baldmöglichst weiterzuleiten. Den Fragebögen war ein den Eltern bekanntes Anschreiben zur Information des Klassenlehrers, eine Kopie der Einverständniserklärung der Eltern und ein frankierter Rückumschlag beigelegt.

Untersuchungsabschnitt 2:

Nach der Begrüßung und einem kurzen Gespräch über die Inhalte und den zeitlichen Ablauf begann der zweite Untersuchungstermin mit der Durchführung der Intelligenzdiagnostik. Im Anschluß daran wurden die Kinder auf die Untersuchung am SLO vorbereitet. Mit einem Handbuch in dem die verschiedenen Aufgabenstellungen der Versuchsreihe des Gesamtprojekts anhand von Beispielen abgebildet waren, wurde dem Kind der Ablauf der Untersuchung verdeutlicht. Durch den für die technische Steuerung des Versuchs zuständigen Augenarzt erhielten die Kinder die Gelegenheit, sich mit den Räumlichkeiten und dem SLO vertraut zu machen. Parallel hierzu wurde den Kindern zweimalig, mit einem Abstand von 10 Minuten, ein Mydriaticum zur Erweiterung der Pupillen getropft. Nach ausreichender Pupillenerweiterung und nochmaliger Kontrolle des Augenhintergrundes durch den zuständigen Augenarzt konnte mit der Durchführung der Versuchsreihe begonnen werden. Nach Abschluß der Versuchsreihe am SLO bestand für alle teilnehmenden Kinder und deren Eltern die Gelegenheit, sich eine Sequenz der Videoaufzeichnung anzusehen.

Die Untersuchungsbefunde der testpsychologischen und der augenärztlichen Untersuchung wurden den Eltern in schriftlicher Form mitgeteilt. Darüberhinaus bestand für die Eltern das Angebot, Fragen oder Unklarheiten bezüglich der Testergebnisse telefonisch oder in einem persönlichen Gespräch mit der Untersucherin besprechen zu können.

Zusammenfassung

Nach Abschluß der Planungsphase des Forschungsprojekts konnten die Aktivitäten zur Rekrutierung der Versuchspersonen im Frühjahr 2001 intensiviert werden und Ende Mai 2001 mit der Durchführung der Untersuchungsabschnitte 1 und 2 begonnen werden. Entsprechend der Schwerpunkte bei der Suche nach Versuchspersonen konnte die Gruppe der Kinder mit einer Lese- und Rechtschreibstörung deutlich schneller rekrutiert werden als die Kontrollgruppe. Trotz dieser Schwierigkeiten konnten alle Teilnehmer in einem Zeitfenster von 6 Monaten untersucht werden.

Aufgrund der ausgezeichneten Betreuung der Versuchsdurchführung am SLO durch den dafür zuständigen Augenarzt, waren die Videoaufzeichnungen der Probanden von hoher Qualität und somit gut auszuwerten. Von den insgesamt 128 Videosequenzen der 32 Probanden mit je 4 Sequenzen konnte nur eine Sequenz aufgrund einer zu kontrastarmen Darstellung des Augenhintergrundes nicht ausgewertet werden. Deutliche Verzögerungen im Zeitplan des Forschungsprojektes ergaben sich im Rahmen der Datenanalyse. Der auf Grundlage der Pilotstudie veranschlagte Zeitbedarf wurde deutlich

überschritten, was im wesentlichen auf die noch differenziertere Analyse der Blickbewegungsparameter zurückzuführen war. Im Durchschnitt lag der zeitliche Aufwand für die vier Videosequenzen eines Kindes bei ca. 25 Stunden.

4.5 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt nahmen 36 Kinder am 1. Untersuchungsabschnitt und 32 Kinder am 2. Untersuchungsabschnitt teil. Vier Kindern mußten nach Durchführung der testpsychologischen und augenärztlichen Untersuchung am ersten Termin von der weiteren Teilnahme ausgeschlossen werden. Bei drei Kindern lag eine isolierte Rechtschreibstörung vor, bei einem Kind wurde ein manifestes Schielen diagnostiziert. Die Experimental- und die Kontrollgruppe bestanden aus jeweils 16 Kindern. Die Gruppen der Legastheniker setzte sich aus 4 Mädchen und 12 Jungen zusammen, die Kontrollgruppe bestand aus 6 Mädchen und 10 Jungen (siehe Tabelle 4.2). Um auszuschließen, daß sich die beiden Untersuchungsgruppen in Bezug auf die Geschlechterverteilung unterscheiden, wurde der 4-Felder-Chi-Quadrat Test durchgeführt, der kein signifikantes Ergebnis erbrachte ($\chi^2_{(1,32)} = 0,582; p = .446; n.s.$).

Das durchschnittliche Alter der Gesamtstichprobe lag bei 9,5 Jahren, der Unterschied zwischen den Mittelwerten beider Untersuchungsgruppen beträgt weniger als einen Monat, bei einer Standardabweichung von 3,8 Monaten in der Kontrollgruppe und 4,6 Monaten in der Gruppe der Legastheniker. Diese sehr homogene Altersverteilung der Stichproben ist darauf zurückzuführen, daß sich alle Kinder, die an der Untersuchung teilgenommen haben, in der gleichen Klassenstufe befanden und kein Kind bis zu diesem Zeitpunkt eine Klasse wiederholt hatte. Aufgrund der Tatsache, daß mit der Durchführung der Untersuchung kurz vor den Sommerferien begonnen wurde, ist ein Teil der Kinder am Ende der 3.Klasse und der andere Teil zu Beginn der 4. Klasse untersucht worden. Erwartungsgemäß ergab sich bei der Überprüfung der Untersuchungsgruppen auf Unterschiede in der Altersverteilung durch den T-Test für unabhängige Stichproben (zweiseitiges 95% Konfidenzintervall) kein signifikantes Ergebnis ($t_{(30)} = 0,500; p = .621; n.s.$).

	Kontrollgruppe	Legastheniker
Geschlecht		
männlich	10	12
weiblich	6	4
N	16	16
Alter		
M	115,5	113,7
SD	4,6	3,8

Tabelle 4.2: Zusammensetzung der Stichproben in Bezug auf das Geschlecht und das Alter der Versuchspersonen. Für die Altersverteilung sind die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Legastheniker) in Monaten angegeben.

Testverfahren: Bei keinem der Kinder, die an der Studie teilgenommen haben, ergab sich in der Intelligenzdiagnostik der Hinweis auf eine allgemeine Intelligenzminderung, der Gesamt-IQ aller Untersuchungskinder lag über 85. Die Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte der Untersuchungsgruppen (siehe Tabelle 4.3) zeigte sich, daß die Kontrollgruppe in allen drei Bereichen knapp 6 IQ-Punkte über dem Durchschnitt der Gruppe der Legastheniker liegt. Zum Vergleich der Gruppen in Bezug auf ihre verbalen Fähigkeiten wurde ein T-Test für unabhängige Stichproben (zweiseitiges 95% Konfidenzintervall) durchgeführt, der kein signifikantes Ergebnis erbrachte ($t_{(30)} = 1,874; p = .071; n.s.$).

Die Mittelwerte der Ergebnisse der Stichproben in der Lese- und Rechtschreibdiagnostik sind in Tabelle 4.3 dargestellt. Da in Zusammenhang mit der Gruppenzuweisung darauf verzichtet wurde ein Ausschlußkriterium für die Kontrollgruppe in Bezug auf die Lese- und Rechtschreibfähigkeiten zu formulieren, wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen für den Prozentrang in der WLLP und die Anzahl der Rechtschreibfehler im SLRT mit dem T-Test für unabhängige Stichproben (zweiseitig, 95% Konfidenzintervall) auf ihre statistische Signifikanz überprüft. Das Ergebnis erwies sich sowohl für die WLLP ($t_{(17)} = 11,6; p < .01$) als auch für die Anzahl der Rechtschreibfehler ($t_{(23)} = 16,6; p < .01$) als hoch signifikant. Zur Veranschaulichung des Leistungsprofils der Versuchspersonen im Lesen und in der Rechtschreibung sind die Ergebnisse der Probanden, d.h. ihr Prozentrang in der WLLP und die jeweilige Prozentrangstufe im Untertest Rechtschreibung des SLRT in Abbildung 4.7 dargestellt.

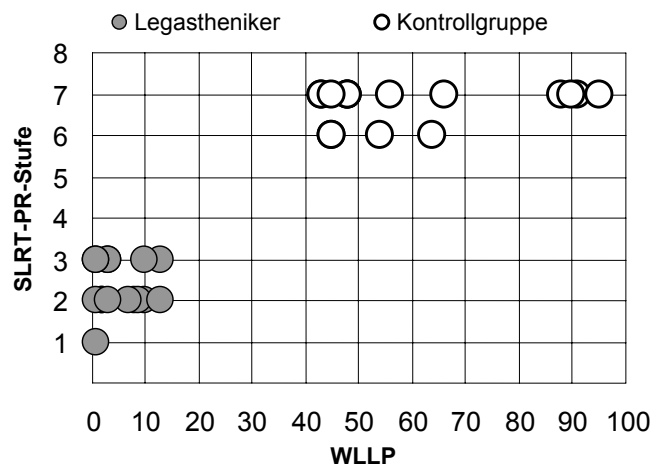


Abbildung 4.7: Ergebnisse der Lese- und Rechtschreibdiagnostik. Für jede Versuchsperson ist die Prozentrangstufe für die Leistung im Rechtschreibtest des Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT) und der Prozentrang in der Würzburger Leisen Leseprobe (WLLP) dargestellt.

		Kontrollgruppe	Legasthniker
HAWIK-III			
Gesamt-IQ	M	111,8	105,1
	<i>SD</i>	9,0	5,4
Verbal-IQ	M	117,1	111,2
	<i>SD</i>	10,6	6,4
Handlungs-IQ	M	103,1	97,4
	<i>SD</i>	8,7	7,5
WLLP			
	M	61,5	5,6
	<i>SD</i>	18,7	4,2
SLRT			
Rechtschreibtest	M	4,6	22,7
	<i>SD</i>	2,0	3,8
ZLT			
Wortlesetest	M	37,5	125
	<i>SD</i>	7,7	36,1
Textlesetest	M	95,5	313,8
	<i>SD</i>	13,2	110,2
SDQ			
Gesamtscore -Eltern	M	5,8	10,5
	<i>SD</i>	4,3	4,2
Gesamtscore -Lehrer	M	2,9	8,9
	<i>SD</i>	2,9	4,7
FBB-HKS			
Gesamtscore -Eltern	M	8,8	17,0
	<i>SD</i>	6,6	7,4
Gesamtscore -Lehrer	M	3,1	14,9
	<i>SD</i>	2,9	8,1

Tabelle 4.3: Zusammenfassende Darstellung der testpsychologischen Diagnostik (Testverfahren und Fragebögen). Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Legasthniker) im Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (HAWIK-III, IQ-Wertpunkte), in der Würzburger Leisen Leseprobe (WLLP, Prozentrang), im Untertest Rechtschreibung des Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT, Anzahl Rechtschreibfehler), im Wort- und Textlesetest des Zürcher Lesetest (ZLT, Lesezeit in Sekunden), im Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ, Gesamtscore Eltern und Lehrer) und im Fremdbeurteilungsbogen zur Hyperkinetischen Störung (FBB-HKS, Gesamtscore Eltern und Lehrer).

Fragebögen: Bei allen Kindern, die an der Studie teilgenommen haben, lag der Gesamtscore im SDQ und im FBB-HKS sowohl im Eltern-, als auch im Lehrerurteil unter dem kritischen Grenzwert des Ausschlußkriteriums. Die Betrachtung der Mittelwerte der Untersuchungsgruppen (siehe Tabelle 4.3) zeigt, daß die legasthenen Kinder in allen Fragebögen und bei beiden Beurteilern höhere Werte erzielten. Entsprechend der Auswertungskategorien der Fragebögen lagen die Mittelwerte der legasthenen Kinder im Eltern- und Lehrerurteil des SDQ noch in der Kategorie unauffällig. Die Mittelwerte im Gesamtscore des FBB-HKS lagen für die Gruppe der Legastheniker in der Kategorie 'ein wenig zutreffend' für die Kontrollgruppe liegen die Mittelwerte der Lehrer- und Elternbeurteilung in der Kategorie 'gar nicht zutreffend'.

Kapitel 5

Ergebnisse

Um die Ergebnisdarstellung übersichtlich zu gestalten, werden zu Beginn die Daten zur Gesamtlesezeit für die verschiedenen Wortgruppen und die räumlichen Blickbewegungsparameter dargestellt. Anhand dieser Meßgrößen wird ein erster Eindruck der Lesegeschwindigkeit und der Blicksprünge während des Lesevorgangs vermittelt. Anschließend werden die Ergebnisse zur Anzahl an Gesamtfixationen pro Wort und zur Gesamtfixationsdauer pro Wort dargestellt. D.h., es wird analysiert, wieviele Fixationen die Untersuchungsgruppen für die Dekodierung der Wörter benötigen und wie lange sie ein Wort insgesamt fixieren, bevor sie es aussprechen. In diesem Zusammenhang wird auch die Mittlere Fixationsdauer, also die durchschnittliche Dauer einer Fixation auf einem Wort, betrachtet. Im letzten Abschnitt werden die für die Diskussion der Ergebnisse wichtigen räumlichen und zeitlichen Blickbewegungsparameter des ersten und zweiten Lesedurchgangs dargestellt.

Als statistisches Verfahren wurde basierend auf der Fragestellung eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung durchgeführt. Bei den drei Faktoren handelt es sich um einen Gruppierungs- oder Zwischenssubjektfaktor (Kontroll- und Experimentalgruppe) und zwei Meßwiederholungsfaktoren (Wortlänge und Worthäufigkeit). Die Faktoren Worthäufigkeit und Wortlänge sind wie der Gruppierungsfaktor zweifach gestuft ('häufig' / 'selten' ; 'kurz' / 'lang'). Als wichtige Anwendungsvoraussetzungen der Varianzanalyse sind die Normalverteilung und die Varianzhomogenität zu nennen. Nach Bortz (1999) ist das Verfahren bei gleich großen Stichproben und einer Stichprobengröße von > 10 gegenüber Verletzungen dieser Voraussetzungen als relativ robust einzuschätzen. Die zusätzliche Voraussetzung der Zirkularität bzw. Sphärizität ist für die vorliegende Untersuchung nicht relevant, da die Faktoren der Meßwiederholung nur zwei Stufen aufweisen (Hussy & Jain 2002). Für die durchgeführten Einzelvergleiche wurde der Newman-Keuls-Test benützt. Sowohl die Berechnungen der Varianzanalyse, als auch die Einzelvergleiche wurden mit dem Softwareprogramm Statistika Version 6.0 durchgeführt.

5.1 Gesamtlesezeit

Zur Berechnung der Gesamtlesezeit pro SET wurde die Anzahl an Videovollbildern von der ersten Landung der Fovea auf einem Wort des SETs bis zum Ende der Aussprache des letzten Wortes des jeweiligen SETs gemessen und in Millisekunden bzw. Sekunden umgerechnet. Die Mittelwerte der entsprechenden Zeiten für die Kontrollgruppe und die Gruppe der Legastheniker sind Tabelle 5.1 zu entnehmen. Schon die visuelle Inspektion der Mittelwerte zeigt, daß die Gesamtlesezeit der Gruppe der Legastheniker erwartungsgemäß in allen vier SETs deutlich höher liegt als die entsprechenden Mittelwerte der Kontrollgruppe.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	6,6	(1,1)	7,7	(1,7)	5,7
LL	8,7	(1,3)	17	(4,1)	12,9
M	7,7		12,4		

Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	18,1	(7,6)	26,7	(11,1)	22,4
LL	36,3	(15)	58,6	(22,6)	47,5
M	27,2		42,7		

Tabelle 5.1: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Gesamtlesezeit (in Sekunden) für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs).

Die Varianzanalyse erbrachte für die Gesamtlesezeit einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Testgruppe ($F_{(1,29)} = 53,33; p < .01$). Bildet man die entsprechenden Mittelwerte (Mittelwert über die Summe der Gesamtlesezeit von SET1 bis SET4 für die Kontrollgruppe (M-KG) und die Gruppe der Legastheniker (M-EG)) ergibt sich, daß die Lesezeit der Legastheniker mit durchschnittlich 34,9 Sekunden/SET (M-EG) deutlich über der Lesezeit der Kontrollgruppe liegt, deren Mittelwert bei 21,5 Sekunden/SET (M-KG) liegt.

Für den Faktor Wortlänge ($F_{(1,29)} = 145,72; p < .01$) ergab sich ebenfalls ein hoch signifikanter Haupteffekt. Die Mittelwerte der Gesamtstichprobe für den Haupteffekt Wortlänge (M-SL: Mittelwert der Gesamtstichprobe über die Summe aus SET1 und SET2; M-LL: Mittelwert der Gesamtstichprobe über die Summe aus SET3 und SET4)

berechnen sich aus den entsprechenden, in Tabelle 5.1 aufgelisteten Zeilenmittelwerten der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe. Die Betrachtung der Mittelwerte erbringt, daß die Gesamtlesezeit von 14,8 Sekunden/SET beim Lesen von kurzen Wörtern (M-SL) auf 30,2 Sekunden/SET beim Lesen von langen Wörtern (M-LL) ansteigt.

Desweiteren konnte ein hoch signifikanter Worthäufigkeitseffekt nachgewiesen werden ($F_{(1,29)} = 60,00; p < .01$). Die Mittelwerte der Gesamtstichprobe für den Haupteffekt Worthäufigkeit (M-HF: Mittelwert der Gesamtstichprobe über die Summe aus SET1 und SET3; M-LF: Mittelwert der Gesamtstichprobe über die Summe aus SET2 und SET4) berechnen sich aus den entsprechenden, in Tabelle 5.1 aufgelisteten Spaltenmittelwerten der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe. Der Vergleich der so gebildeten Mittelwerte zeigt, daß der Mittelwert für die Gesamtlesezeit der SETs mit seltenen Wörtern (M-LF: 27,5 Sekunden/SET) etwa 10 Sekunden über dem Mittelwert der Gesamtlesezeit der SETs mit häufigen Wörtern liegt (M-HF: 17,4 Sekunden/SET).

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 57,45; p < .01$) erwies sich als hoch signifikant. Betrachtet man die Mittelwerte für den in Abbildung 5.1 (linkes Diagramm) dargestellten Interaktionseffekt, so zeigt sich, daß die Faktorstufe 'lang' bei der Gruppe der Legastheniker zu einem Anstieg von 25,1 Sekunden/SET führt. Bei der Kontrollgruppe kommt es beim Lesen der SETs mit langen Wörtern ebenfalls zu einem Anstieg der Gesamtlesezeit, diese ist mit 5,7 Sekunden/SET jedoch geringer ausgeprägt. Die entsprechenden Einzelvergleiche für die Untersuchungsgruppen erbrachten sowohl für den Anstieg der Gesamtlesezeit in der Kontrollgruppe, als auch in der Gruppe der Legastheniker hoch signifikante Ergebnisse ($p < .01$).

Für den Interaktionseffekt Testgruppe x Häufigkeit ergab sich ebenfalls ein hoch signifikantes Ergebnis ($F_{(1,29)} = 17,14; p < .01$). Vergleichbar mit dem Interaktionseffekt Testgruppe x Länge führt auch die Faktorstufe 'selten' bei der Gruppe der Legastheniker zu einem stärkeren Anstieg der Gesamtlesezeit, als dies innerhalb der Kontrollgruppe zu beobachten ist. Der Vergleich der Mittelwerte (siehe rechtes Diagramm der Abbildung 5.1) zeigt, daß die Gesamtlesezeit sich in der Kontrollgruppe beim Lesen von seltenen im Vergleich zu häufigen Wortgruppen um durchschnittlich 4,7 Sekunden/SET verlängert, während dieser Anstieg in der Gruppe der Legastheniker 15,5 Sekunden/SET beträgt. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Gesamtlesezeit von häufigen zu seltenen SETs bei der Kontrollgruppe ein signifikantes Ergebnis ($p < .05$) und für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Darüber hinaus erbrachte die Varianzanalyse eine hoch signifikante Interaktion für die Faktoren Häufigkeit x Länge ($F_{(1,29)} = 38,69; p < .01$). Bei der Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte wird deutlich, daß die Lesezeit für die Wortgruppe mit langen und seltenen Wörtern (SET4=LL-LF) mit Abstand am höchsten ist. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Gesamtlesezeit im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wortgruppen sowohl für die Faktorstufe 'lang', als auch für die Faktorstufe 'kurz' ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$). Gleiches gilt für den Anstieg der Gesamtlesezeit im Vergleich zwischen kurzen und langen Wörtern für beide Faktorstufen der Worthäufigkeit. Auch hier führten die entsprechenden Einzelvergleiche zu hoch signifikanten Ergebnissen ($p < .01$). Die Interaktion 2. Ordnung (Testgruppe x Häufigkeit X Länge) erwies sich als nicht signifikant ($F_{(1,29)} = 0,88; n.s.$).

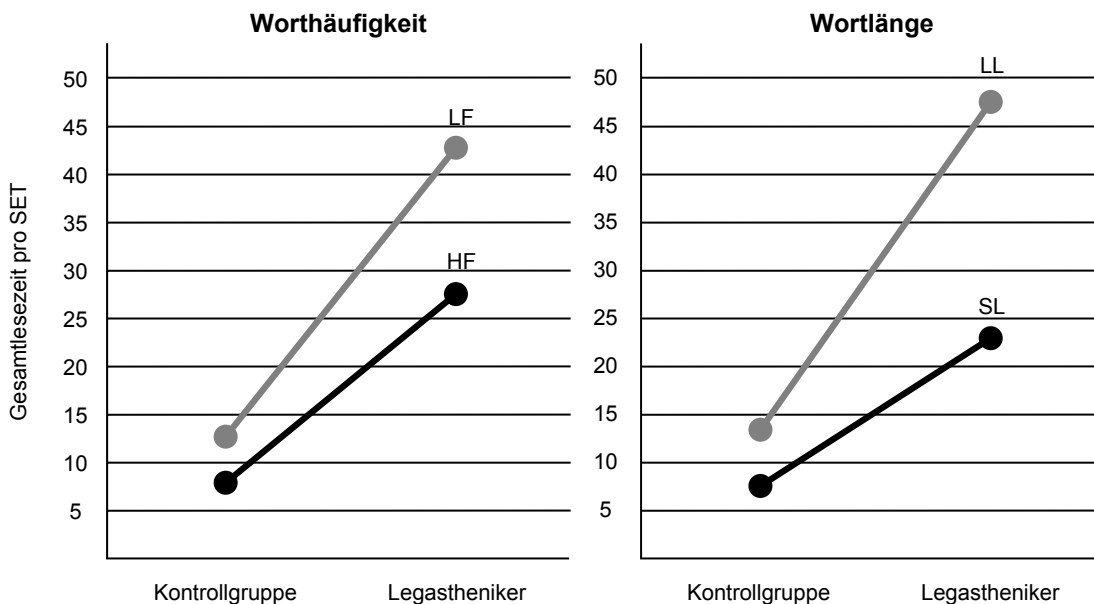


Abbildung 5.1: Interaktionen Testgruppe x Häufigkeit und Testgruppe x Länge für die Gesamtlesezeit pro SET. Auf der linken Seite der Abbildung ist die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit dargestellt. Für die abhängige Variable (Gesamtlesezeit in Sekunden) sind die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Gruppe der Legastheniker) für die Faktorstufen 'häufig' (HF) und 'selten' (LF) abgebildet. Auf der rechten Seite der Abbildung befindet sich die Darstellung der Interaktion Testgruppe x Länge, bei der die entsprechenden Mittelwerte der Untersuchungsgruppen für die Faktorstufen 'kurz' (SL) und 'lang' (LL) abgebildet sind.

5.2 Räumliche Blickbewegungsparameter

Unter dem Begriff der räumlichen Blickbewegungsparameter werden die verschiedenen Meßgrößen für die Blicksprünge während des Lesevorgangs (Sakkaden, Regressionen, Anteil an Regressionen) sowie die Anzahl an Fixationen, d.h. die Häufigkeit der Haltephasen während des Lesevorgangs, zusammengefaßt. Wie in Kapitel 4.3.5 erörtert, werden Blicksprünge erst ab einer Größe von über einem 1/2 Buchstaben als Sakkaden oder Regressionen gewertet. Als Grenzwert für die Definition einer Fixation wurde eine Dauer der Haltephase von mindestens 100 ms festgelegt.

5.2.1 Sakkaden

Mit der abhängigen Variablen 'Anzahl an Sakkaden pro SET' wird erfaßt, wieviele Blicksprünge in Leserichtung mit einer Größe von über 1/2 Buchstaben von den Versuchspersonen beim Lesen einer Wortgruppe gemacht werden. Die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen für diesen Parameter sind in Tabelle 5.2 aufgelistet.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	14,9	(3,2)	16,2	(5,0)	15,6
LL	20,7	(4,3)	35,0	(9,2)	27,9
M	17,8		25,6		

Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	33,8	(9,0)	41,8	(12,9)	37,8
LL	65,0	(19,5)	90,4	(28,9)	77,7
M	49,9		66,1		

Tabelle 5.2: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Anzahl an Sakkaden für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs).

Die durchgeführte Varianzanalyse erbrachte einen hoch signifikanten Haupteffekt Testgruppe ($F_{(1,29)} = 68,24; p < .01$). Die Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte zeigt, daß die Legastheniker mit durchschnittlich 57,7 Sakkaden/SET (M-EG) fast dreimal soviel Sakkaden machen wie die Kontrollgruppe, deren Mittelwert bei 21,5 Sakkaden/SET (M-KG) liegt.

Für den Faktor Wortlänge ergab sich ebenfalls ein hoch signifikanter Haupteffekt ($F_{(1,29)} = 206,12; p < .01$). Der Vergleich der Mittelwerte zeigt, daß die Anzahl an Sakkaden von 26,7 Sakkaden/SET beim Lesen von kurzen Wörtern (M-SL) auf 52,6 Sakkaden/SET beim Lesen von langen Wörtern (M-LL) ansteigt.

Auch für den Faktor Worthäufigkeit konnte ein hoch signifikanter Haupteffekt nachgewiesen werden ($F_{(1,29)} = 51,37; p < .01$). Hier erbringt die Betrachtung der Mittelwerte, daß beim Lesen der seltenen Wörter (M-LF: 45,7 Sakkaden/SET) mehr Blicksprünge in Leserichtung gemacht werden als beim Lesen der häufigen Wörter (M-HF: 33,6 Sakkaden/SET).

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 57,21; p < .01$) erwies sich als hoch signifikant. Betrachtet man die Mittelwerte, so zeigt sich, daß die Faktorstufe 'lang' bei der Gruppe der Legastheniker zu einem Anstieg von 39,9 Sakkaden/SET führt. Bei der Kontrollgruppe kommt es beim Lesen der langen SETs ebenfalls zu einem Anstieg der Sakkadenanzahl, dieser ist mit 11,9 Sakkaden/SET jedoch geringer ausgeprägt. Die entsprechenden Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Anzahl an Sakkaden sowohl für die Kontrollgruppe, als auch für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Für die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 6,73; p < .05$) ergab sich ein signifikantes Ergebnis. Vergleichbar mit dem Interaktionseffekt Testgruppe x Länge führt auch die Faktorstufe 'selten' bei der Gruppe der Legastheniker zu einem stärkeren Anstieg der Anzahl der Sakkaden als dies in der Kontrollgruppe zu beobachten ist. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Sakkaden von häufigen zu seltenen SETs sowohl für die Kontrollgruppe, als auch für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Für die Faktoren Häufigkeit und Länge ergab sich eine hoch signifikante Interaktion ($F_{(1,29)} = 43,38; p < .01$). Diese Wechselwirkung weist auf einen zusätzlichen Effekt der Faktorstufe 'selten' bei langen Wörtern hin. Bei der Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte wird deutlich, daß bei der Wortgruppe mit langen und seltenen Wörtern (SET4=LL-LF) mit Abstand die meisten Sakkaden gemacht wurden. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbachten für den Anstieg der Anzahl der Sakkaden im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wortgruppen sowohl für die Faktorstufe 'lang', als auch für die Faktorstufe 'kurz' ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$). Gleiches gilt für den Anstieg der Anzahl an Sakkaden im Vergleich zwischen kurzen und langen Wörtern für beide Faktorstufen der Worthäufigkeit. Auch hier führten die entsprechenden Einzelvergleiche zu hoch signifikanten Ergebnissen ($p < .01$). Die Interaktion 2. Ordnung (Testgruppe x Häufigkeit X Länge) erwies sich als nicht signifikant ($F_{(1,29)} = 0,88; n.s.$).

5.2.2 Regressionen

Mit der abhängigen Variablen ‘Anzahl an Regressionen pro SET’ wird erfaßt, wieviele Blicksprünge gegen die Leserichtung (mit einer Größe von über 1/2 Buchstaben) eine Versuchsperson beim Lesen einer Wortgruppe macht. Die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen für die Anzahl an Regressionen pro SET sind in Tabelle 5.3 dargestellt.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	4,1	(2,4)	4,4	(2,5)	4,3
LL	4,9	(2,9)	12,1	(4,9)	8,5
M	4,5		8,3		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	10,1	(5,0)	16,6	(8,2)	13,4
LL	20,1	(10,3)	37,9	(18,9)	29,0
M	15,1		27,3		

Tabelle 5.3: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Anzahl an Regressionen für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs).

Die Varianzanalyse für die Anzahl an Regressionen/SET erbrachte einen hoch signifikanten Haupteffekt Testgruppe ($F_{(1,29)} = 34,32; p < .01$). Aus der Betrachtung der Mittelwerte wird ersichtlich, daß die Gruppe der Legastheniker mit durchschnittlich 21,2 Regressionen/SET (M-EG) mehr als dreimal soviel Blicksprünge gegen die Leserichtung macht als die Kontrollgruppe, deren Mittelwert bei 6,3 Regressionen/SET (M-KG) liegt. Der Haupteffekt Wortlänge ($F_{(1,29)} = 60,18; p < .01$) erwies sich ebenfalls als hoch signifikant. Die Anzahl an Regressionen steigt von 8,8 Regressionen/SET beim Lesen von kurzen Wörtern (M-SL) auf 18,7 Regressionen/SET beim Lesen von langen Wörtern (M-LL) an. Für den Faktor Worthäufigkeit konnte ein hoch signifikanter Haupteffekt nachgewiesen werden ($F_{(1,29)} = 45,59; p < .01$). Es zeigt sich, daß beim Lesen der seltenen Wörter (M-LF: 17,7 Regressionen/SET) knapp doppelt so viele Blicksprünge gegen die Leserichtung gemacht werden als beim Lesen der häufigen Wörter (M-HF: 9,8 Sakkaden/SET).

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 19,67; p < .01$) erwies sich als hoch signifikant. Betrachtet man die Mittelwerte, so zeigt sich, daß die Faktorstufe ‘lang’ bei der Gruppe der Legastheniker zu einem Anstieg von 15,6 Regressionen/SET führt.

Bei der Kontrollgruppe kommt es beim Lesen der SETs mit langen Wörtern ebenfalls zu einem Anstieg der Regressionen, dieser ist mit 4,2 Regressionen/SET jedoch geringer ausgeprägt. Die entsprechenden Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Anzahl an Regressionen im Vergleich zwischen kurzen und langen Wörtern für die Kontrollgruppe ein signifikantes Ergebnis ($p < .05$). Für die Gruppe der Legasthener führte der entsprechende Einzelvergleich zu einem hoch signifikanten Ergebnis ($p < .01$).

Die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 12,41; p < .01$) erwies sich ebenfalls als hoch signifikant. Die Betrachtung der Mittelwerte weist darauf hin, daß der Anstieg der Regressionen unter der Faktorstufe 'selten' bei der Gruppe der Legasthener stärker ausgeprägt ist als in der Kontrollgruppe. Die Gruppe der Legasthener macht bei seltenen Wörtern im Durchschnitt 12,1 Regressionen/SET mehr, bei der Kontrollgruppe beträgt der Anstieg 4,2 Regressionen/SET. Die durchgeführten Einzelvergleiche für den Anstieg der Anzahl an Regressionen im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wörtern erbrachte für die Kontrollgruppe ein signifikantes Ergebnis ($p < .05$). Für die Gruppe der Legasthener führte der entsprechende Einzelvergleich zu einem hoch signifikanten Ergebnis ($p < .01$).

Die Interaktion der Faktoren Häufigkeit und Länge erbrachte ein hoch signifikantes Ergebnis ($F_{(1,29)} = 36,03; p < .01$). Die gefundene Wechselwirkung weist auf einen zusätzlichen Effekt der Faktorstufe 'selten' bei langen Wörtern hin. Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der Mittelwerte, bei der deutlich wird, daß beim Lesen von langen und seltenen Wörtern (SET4 = LL-LF) mit Abstand die meisten Regressionen gemacht wurden. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Anzahl der Regressionen im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wortgruppen sowohl für die Faktorstufe 'lang', als auch für die Faktorstufe 'kurz' ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$). Gleiches gilt für den Anstieg der Anzahl an Regressionen zwischen kurzen und langen Wörtern für beide Faktorstufen der Worthäufigkeit. Auch hier führten die entsprechenden Einzelvergleiche zu hoch signifikanten Ergebnissen ($p < .01$). Die Interaktion 2. Ordnung (Testgruppe x Häufigkeit X Länge) erwies sich als nicht signifikant ($F_{(1,29)} = 2,07; n.s.$).

5.2.3 Prozentualer Anteil an Regressionen

Von besonderer Bedeutung in Bezug auf die Anzahl regressiver Blickbewegungen ist die Betrachtung des Verhältnisses zwischen progressiven und regressiven Blickbewegungen bzw. der prozentuale Anteil an Regressionen bezogen auf die Gesamtzahl der Blickbewegungen. Die Mittelwerte dieses Parameters für beide Untersuchungsgruppen und jedes SET sind in Tabelle 5.4 aufgeführt.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	20,6	(9,0)	20,7	(8,1)	20,7
LL	18,7	(10,0)	25,5	(7,4)	22,1
M	19,7		23,1		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	22,3	(6,7)	27,4	(5,7)	24,9
LL	22,6	(6,3)	28,6	(6,1)	25,6
M	22,5		28,0		

Tabelle 5.4: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für den prozentualen Anteil an Regressionen für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs)

Bei der Varianzanalyse für den prozentualen Anteil an Regressionen erweist sich im Gegensatz zu der Anzahl an Regressionen und Sakkaden nur der Worthäufigkeitseffekt als hoch signifikant ($F_{(1,29)} = 25,08; p < .01$). Für den Haupteffekt Testgruppe ($F_{(1,29)} = 3,84; n.s.$) und Wortlänge ($F_{(1,29)} = 0,82; n.s.$) ergeben sich keine signifikanten Ergebnisse. Auch die Interaktionen 1. Ordnung, d.h. die Interaktion Länge x Testgruppe ($F_{(1,29)} = 0,07; n.s.$), Häufigkeit X Testgruppe ($F_{(1,29)} = 1,29; n.s.$) und Häufigkeit X Länge ($F_{(1,29)} = 3,27; n.s.$), sowie die Interaktion 2. Ordnung ($F_{(1,29)} = 1,80; n.s.$) erwiesen sich als nicht signifikant.

Betrachtet man die entsprechenden Mittelwerte für die Faktorstufen der Worthäufigkeit, so zeigt sich, daß der Anteil an Regressionen für die Gesamtstichprobe beim Lesen von häufigen Wortgruppen (M-HF: 21,1 % Regressionen/SET) im Vergleich zu seltenen Wortgruppen (M-LF: 25,6 % Regressionen/SET) um 4,5 % ansteigt. In Abbildung 5.2 ist die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit dargestellt. Die nicht signifikante Interaktion zeigt sich am nahezu parallelen Verlauf der beiden Linien. Der jeweilige Einzelvergleich für die Untersuchungsgruppen in Bezug auf den Anstieg des prozentualen Anteils an Regressionen zwischen den SETs mit häufigen Wörtern und den SETs mit seltenen Wörtern erbrachte innerhalb der Kontrollgruppe ein signifikantes Ergebnis ($p < .05$) und innerhalb der Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

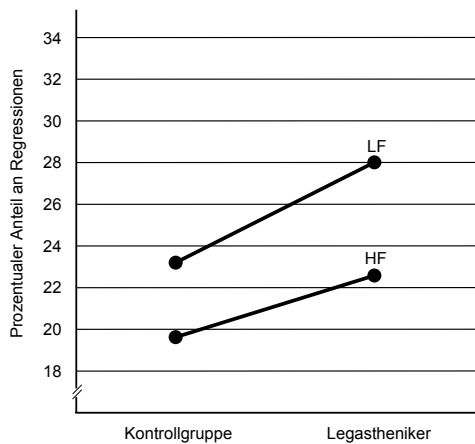


Abbildung 5.2: Interaktion Testgruppe x Häufigkeit für den prozentualen Anteil an Regressionen. Für die abhängige Variable (% Anteil an Regressionen) sind die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Legastheniker) für die Faktorstufen 'häufig' (HF) und 'selten' (LF) abgebildet.

5.2.4 Anzahl Gesamtfixationen

Die Variable 'Anzahl Gesamtfixationen' erfasst, wieviele Fixationen ein Zielwort insgesamt erhält, bevor es von der Versuchsperson ausgesprochen wird. Es handelt sich somit um die Summe der Fixationen eines Wortes aus dem ersten und dem zweiten Lesedurchgang. Die Mittelwerte für die Gesamtfixationsdauer pro Wort sind in Tabelle 5.5 aufgelistet.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	2,2	(0,5)	2,3	(0,7)	2,3
LL	2,9	(0,5)	5,1	(1,2)	4,0
M	2,6		3,7		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	4,7	(1,3)	6,1	(2,0)	5,4
LL	8,9	(2,8)	13,2	(4,6)	11,1
M	6,8		9,7		

Tabelle 5.5: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Anzahl an Gesamtfixationen pro Wort für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs)

In der Varianzanalyse erwies sich der Haupteffekt Testgruppe als hoch signifikant ($F_{(1,29)} = 61,55; p < .01$). Betrachtet man die Mittelwerte so zeigt sich, daß die Gruppe der Legastheniker im Durchschnitt 5 Fixationen mehr pro Wort macht als die Kontrollgruppe (M-EG: 8,2 Fixationen/Wort; M-KG: 3,1 Fixationen/Wort). Für den Faktor Wortlänge erwies sich der Haupteffekt ($F_{(1,29)} = 165,31; p < .01$) als hoch signifikant. Der Mittelwert für kurze Wörter (M-SL) liegt bei 3,8 Fixationen/Wort, während der Mittelwert für lange Wörter (M-LL) bei 7,5 Fixationen/Wort liegt. Der Faktor Worthäufigkeit erbrachte ebenfalls einen hoch signifikanten Haupteffekt ($F_{(1,29)} = 53,61; p < .01$). Betrachtet man die entsprechenden Mittelwerte so zeigt sich, daß bei seltenen Wörtern (M-LF: 6,7 Fixationen/Wort) im Durchschnitt zwei Fixationen mehr gemacht werden als bei häufigen Wörtern (M-HF: 4,7 Fixationen/Wort).

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 45,76; p < .01$) erwies sich als hoch signifikant. Vergleicht man die Mittelwerte, so fällt auf, daß der Anstieg an Fixationen von kurzen zu langen Wörtern bei der Gruppe der Legastheniker mit 5,7 Fixationen/Wort stärker ausgeprägt ist als bei der Kontrollgruppe, die beim Lesen von langen Wörtern nur 1,7 Fixationen mehr pro Wort benötigt (siehe Abbildung 5.3). Die durchgeführten Einzelvergleiche für den Anstieg der Anzahl der Gesamtfixationen im Vergleich zwischen kurzen und langen Wörtern erbrachten für jede der Untersuchungsgruppen ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Für die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 9,68; p < .01$) ergab sich ebenfalls ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Betrachtung der in Abbildung 5.3 (linkes Diagramm) dargestellten Wechselwirkung zeigt, daß der Anstieg an Fixationen pro Wort von häufigen zu seltenen Wörtern in der Gruppe der Legastheniker mit 2,9 Fixationen/Wort stärker ausgeprägt ist als in der Kontrollgruppe, die bei seltenen Wörtern nur 1,1 Fixationen/Wort mehr benötigt. Die entsprechenden Einzelvergleiche für den Anstieg der Anzahl der Gesamtfixationen im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wörtern innerhalb der beiden Untersuchungsgruppen erbrachten sowohl für die Kontrollgruppe als auch für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Darüber hinaus ließ sich eine hoch signifikante Interaktion der Faktoren Länge und Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 52,59; p < .01$) nachweisen. Bei der Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte wird deutlich, daß die Anzahl an Gesamtfixationen für lange und seltene Wörter (SET4=LL-LF) am deutlichsten ansteigt. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Anzahl an Gesamtfixationen zwischen im Vergleich zwischen häufigen und seltenen Wortgruppen sowohl für die Faktorstufe 'lang', als auch für die Faktorstufe 'kurz' ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$). Gleiches gilt für den Anstieg der Anzahl an Gesamtfixationen im Vergleich zwischen kurzen und langen Wörtern für beide Faktorstufen der Worthäufigkeit. Auch hier führ-

ten die entsprechenden Einzelvergleiche zu hoch signifikanten Ergebnissen ($p < .01$). Die Interaktion 2. Ordnung erwies sich als nicht signifikant ($F_{(1,29)} = 2,4; n.s.$).

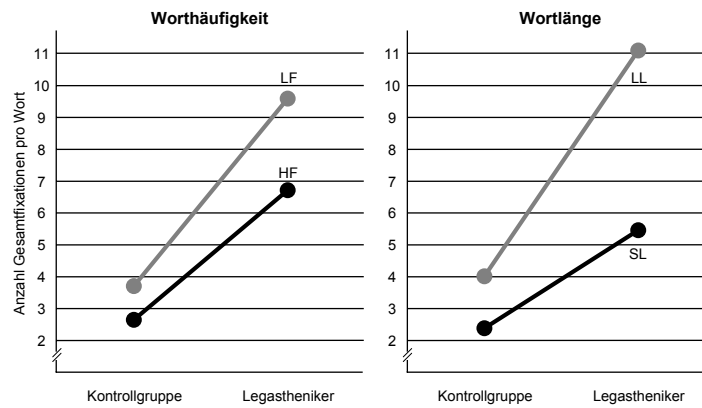


Abbildung 5.3: Interaktionen Testgruppe x Häufigkeit und Testgruppe x Länge für die Anzahl der Gesamtfixationen pro Wort. Auf der linken Seite der Abbildung ist die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit dargestellt. Für die abhängige Variable (Anzahl an Gesamtfixationen) sind die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Gruppe der Legastheniker) für die Faktorstufen 'häufig' (HF) und 'selten' (LF) abgebildet. Auf der rechten Seite der Abbildung befindet sich die Darstellung der Interaktion Testgruppe x Länge, bei der die entsprechenden Mittelwerte der Untersuchungsgruppen für die Faktorstufen 'kurz' (SL) und 'lang' (LL) abgebildet sind.

5.3 Zeitliche Blickbewegungsparameter

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Gesamtfixationsdauer und der Mittleren Fixationsdauer dargestellt. Bei beiden Parametern handelt es sich um Meßgrößen, bei denen die Dauer von Haltephasen erhoben wird, weshalb sie unter dem Oberbegriff zeitliche Blickbewegungsparameter zusammengefaßt werden.

5.3.1 Gesamtfixationsdauer

Neben der Anzahl der Gesamtfixationen ist von Interesse, wie lange ein Wort von den Versuchspersonen vor der Aussprache durchschnittlich fixiert wird. Entsprechend der Berechnung der 'Anzahl an Gesamtfixationen', werden für diese Meßgröße die Fixationsdauer des Wortes im ersten und im zweiten Lesedurchgang summiert. Die Mittelwerte der Gesamtfixationsdauer pro Wort für beide Untersuchungsgruppen in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit und der Wortlänge sind in Tabelle 5.6 aufgelistet.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	567	(94)	669	(151)	618
LL	744	(105)	1503	(378)	1124
M	656		1086		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	1545	(693)	2458	(1058)	2002
LL	3318	(1439)	5560	(2177)	4439
M	2432		4009		

Tabelle 5.6: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Gesamtfixationsdauer pro Wort (in Millisekunden) für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length).

Die Varianzanalyse erbrachte einen hoch signifikanten Haupteffekt für den Faktor Testgruppe ($F_{(1,29)} = 53,77; p < .01$). Betrachtet man die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen so wird deutlich, daß die Gesamtfixationsdauer pro Wort für die Gruppe der Legastheniker mit 3220 ms/Wort (M-EG) deutlich länger ist als der entsprechende Mittelwert der Kontrollgruppe, der bei 871 ms/Wort (M-KG) liegt. Die

legasthenen Kinder fixieren ein Wort somit mehr als dreimal so lang wie die Kinder aus der Kontrollgruppe. Für den Faktor Wortlänge ($F_{(1,29)} = 122,45; p < .01$) ergab sich ebenfalls ein hoch signifikanter Haupteffekt. Hier weisen die Mittelwerte darauf hin, daß die Gesamtfixationsdauer um 1471 ms/Wort ansteigt, wenn die Versuchsteilnehmer lange Wörter (M-LL: 2781 ms/Wort) im Vergleich zu kurzen Wörtern (M-SL: 1310 ms/Wort) lesen. Auch der dritte Haupteffekt, der Worthäufigkeitseffekt ($F_{(1,29)} = 55,72; p < .01$), erwies sich als hoch signifikant. Die entsprechenden Mittelwerte weisen darauf hin, daß seltene Wörter (M-LF: 2537 ms/Wort) knapp 1000 ms länger fixiert werden als häufige Wörter (M-HF: 1541 ms/Wort).

Die Interaktion der Faktoren Testgruppe und Länge ($F_{(1,29)} = 52,77; p < .01$) ergab ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Wechselwirkung der beiden Faktoren ist in Abbildung 5.4 (rechtes Diagramm) dargestellt. Betrachtet man die entsprechenden Mittelwerte für die beiden Untersuchungsgruppen so wird deutlich, daß der Anstieg der Gesamtfixationsdauer von kurzen zu langen Wörtern bei der Gruppe der Legastheniker mit 2438 ms/Wort deutlich stärker ausgeprägt ist als bei der Kontrollgruppe, bei der es zu einem Anstieg von 506 ms/Wort kommt. Die durchgeführten Einzelvergleiche für den Anstieg der Gesamtfixationsdauer pro Wort von kurzen zu langen Wörtern erbrachten sowohl bei der Kontrollgruppe, als auch bei der Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Auch die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 18,16; p < .01$) erwies sich als hoch signifikant. Die Darstellung des Interaktionseffektes in Abbildung 5.4 (linkes Diagramm) zeigt, daß der Anstieg der Gesamtfixationsdauer beim Lesen von häufigen Wörtern im Vergleich zu seltenen Wörtern in der Gruppe der Legastheniker mit 1578 ms/Wort stärker ausgeprägt ist als bei der Kontrollgruppe in der die Gesamtfixationsdauer bei seltenen Wörtern um 431 ms/Wort verlängert. Für den Anstieg der Gesamtfixationsdauer von häufigen zu seltenen Wörtern führten die entsprechenden Einzelvergleiche sowohl für die Kontrollgruppe, als auch für die Gruppe der Legastheniker zu einem hoch signifikanten Ergebnis ($p < .01$).

Für die Faktoren Länge und Häufigkeit ergab sich ebenfalls eine hoch signifikante Interaktion ($F_{(1,29)} = 50,30; p < .01$). Diese Wechselwirkung weist auf einen zusätzlichen Effekt der Faktorstufe 'selten' bei langen Wörtern hin. Bei der Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte wird deutlich, daß die Gesamtfixationsdauer für die Wortgruppe mit langen und seltenen Wörtern (SET4=LL-LF) mit Abstand am höchsten ist. Die durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten für den Anstieg der Gesamtfixationsdauer zwischen häufigen und seltenen Wortgruppen sowohl für die Faktorstufe 'lang', als auch für die Faktorstufe 'kurz' ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$). Gleiches gilt für den Anstieg der Gesamtfixationsdauer zwischen kurzen und langen Wörtern für beide Faktorstufen der Worthäufigkeit. Auch hier führten die entsprechenden Ein-

zelvergleiche zu hoch signifikanten Ergebnissen ($p < .01$).

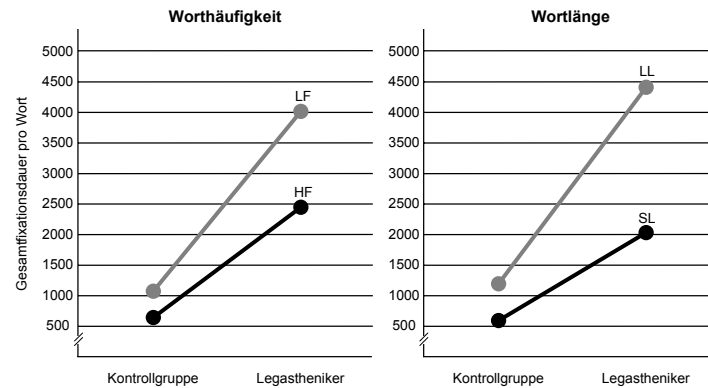


Abbildung 5.4: Interaktionen Testgruppe x Häufigkeit und Testgruppe x Länge für die Gesamtfixationsdauer pro Wort (in Millisekunden). Auf der linken Seite der Abbildung befindet sich die Interaktion Testgruppe x Häufigkeit, bei der die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen für die Faktorstufen 'häufig' (HF) und 'selten' (LF) dargestellt sind. Auf der rechten Seite ist die Interaktion Testgruppe x Länge abgebildet, bei der die entsprechenden Mittelwerte der Untersuchungsgruppen für die Faktorstufen 'kurz' (SL) und 'lang' (LL) dargestellt sind.

Bei der durchgeführten Varianzanalyse erwies sich auch die Interaktion 2. Ordnung, d.h. die Wechselwirkung zwischen Testgruppe x Länge x Häufigkeit als signifikant ($F_{(1,29)} = 5,75; p < .05$). Zur Veranschaulichung dieser Interaktion wurde in Abbildung 5.5 die Interaktion Häufigkeit x Länge für jede der beiden Untersuchungsgruppen dargestellt. Die Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte der Untersuchungsgruppen läßt folgendes erkennen: Während die Wortlänge bei der Gruppe der Legastheniker bereits bei häufigen und langen Wörtern zu einem deutlichen Anstieg der Gesamtfixationsdauer führt, kommt es bei der Kontrollgruppe erst beim Lesen von langen und seltenen Wörtern zu einem stark ausgeprägten Anstieg. Ein vergleichbares Ergebnismuster läßt sich für den Faktor Worthäufigkeit beobachten. Bei der Gruppe der Legastheniker kommt es bereits beim Lesen von kurzen und seltenen Wörtern zu einem starken Anstieg der Gesamtfixationsdauer. Bei der Kontrollgruppe ist der Worthäufigkeitseffekt beim Lesen von kurzen Wörtern geringer ausgeprägt als beim Lesen von langen Wörtern. Die durchgeführten Einzelvergleiche innerhalb der Kontrollgruppe erbrachten hoch signifikante Ergebnisse ($p < .01$) für den Vergleich von SET4 mit den anderen drei Wortgruppen (SET1, SET2 und SET3). Der Anstieg der Gesamtfixationsdauer von kurzen häufigen Wörtern zu langen häufigen Wörtern (Vergleich von SET1 mit SET3), und der Anstieg von kurzen und häufigen Wörtern zu kurzen und seltenen Wörtern (Vergleich von SET1 mit SET2) erwies sich als nicht signifikant. Innerhalb der Gruppe der Legastheniker führt im Gegensatz dazu jede Veränderung der

Worteigenschaften zu einem hoch signifikanten Anstieg der Gesamtfixationsdauer. Die entsprechendem Vorgehen für die Kontrollgruppe durchgeführten Einzelvergleiche erbrachten jeweils hoch signifikante Ergebnisse ($p < .01$).

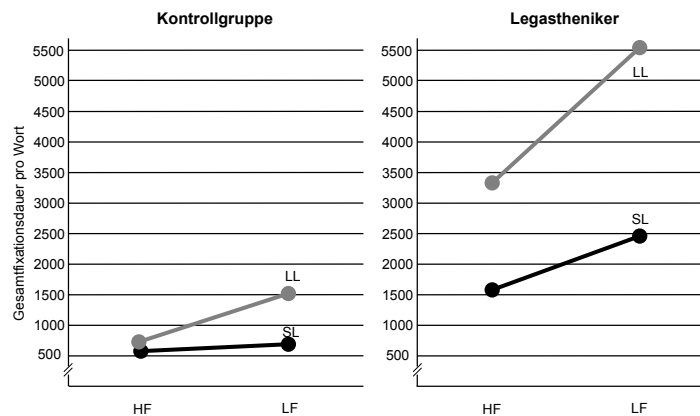


Abbildung 5.5: Interaktion 2. Ordnung (Testgruppe x Häufigkeit X Länge) für die Gesamtfixationsdauer pro Wort (in Millisekunden). Die Mittelwerte der abhängigen Variablen (Gesamtfixationsdauer pro Wort in Millisekunden) ist für die Kontrollgruppe (linkes Diagramm) und die Gruppe der Legastheniker (rechtes Diagramm) für die Faktorstufen der Wortlänge (SL=Short length; LL=Long Length) und der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) dargestellt.

5.3.2 Mittlere Fixationsdauer

Die 'Mittlere Fixationsdauer' erfasst die durchschnittliche Länge einer Fixation. Für die Berechnung der Variablen wird die Gesamtfixationsdauer durch die Anzahl der Gesamtfixationen geteilt. Die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit und der Wortlänge sind in Tabelle 5.7 dargestellt.

Die Varianzanalyse ergab einen hoch signifikanten Haupteffekt für den Faktor Testgruppe ($F_{(1,29)} = 33,17; p < .01$). Betrachtet man die entsprechenden Mittelwerte so wird deutlich, daß die Mittlere Fixationsdauer der Gruppe der Legastheniker ist mit 373 ms (M-EG) knapp 100 ms länger ist als bei der Kontrollgruppe, deren Mittelwert bei 278 ms (M-KG) liegt. Für den Faktor Wortlänge ($F_{(1,29)} = 4,51; p < .05$) ergab sich ein signifikanter Haupteffekt. Der Vergleich der Mittelwerte zeigt, daß die Mittlere Fixationsdauer bei langen Wörtern (M-LL: 332 ms) 13 ms über der mittleren Fixationsdauer für kurze Wörter liegt, bei denen eine Fixation durchschnittlich 319 ms (M-SL) dauert. Für den Faktor der Worthäufigkeit erwies sich der Haupteffekt als hoch

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	265	(37)	296	(64)	281
LL	257	(30)	296	(37,8)	277
M	261		296		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	322	(73)	394	(74)	358
LL	360	(63)	416	(56)	388
M	341		405		

Tabelle 5.7: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Mittlere Fixationsdauer (in Millisekunden) für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length).

signifikant ($F_{(1,29)} = 39,83; p < .01$). Die Betrachtung der entsprechenden Mittelwerte weist darauf hin, daß die Mittlere Fixationsdauer bei seltenen Wörtern (M-LF: 350 ms) knapp 50 ms länger ist als bei häufigen Wörtern (M-HF: 301 ms). Die auf den Stufen des Faktors Testgruppe durchgeführten Einzelvergleiche für die Mittlere Fixationsdauer beim Lesen von seltenen im Vergleich zu häufigen Wörtern ergaben für beide Untersuchungsgruppen ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$).

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 7,67; p < .05$) erwies sich ebenfalls als hoch signifikant. Aus der Betrachtung der Mittelwerte wird ersichtlich, daß die Mittlere Fixationsdauer von kurzen zu langen Wörtern bei der Gruppe der Legastheniker um 30 ms ansteigt, während sie in der Kontrollgruppe bei kurzen Wörtern 4 ms über der Mittleren Fixationsdauer für lange Wörter liegt. Es kommt bei diesem Parameter somit zu einem gegenläufigen Trend innerhalb der Untersuchungsgruppen. Die Betrachtung der Interaktion in Abbildung 5.6 verdeutlicht dies. Ihr ist zu entnehmen, daß die Interaktion als hybride Interaktion zu klassifizieren ist. Aus diesem Grund ist nur der Haupteffekt Testgruppe, nicht aber der Wortlängeneffekt sinnvoll zu interpretieren (Bortz 1999). Die auf den Stufen des Faktors Testgruppe durchgeführten Einzelvergleiche für die Mittlere Fixationsdauer beim Lesen von kurzen im Vergleich zu langen Wörtern erbrachten für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < .01$), während sich der entsprechende Einzelvergleich für die Kontrollgruppe als nicht signifikant erwies. Die Interaktionen Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 3,24; n.s.$), Länge x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 0,07; n.s.$) und die Interaktion 2. Ordnung ($F_{(1,29)} = 0,66; n.s.$) erwiesen sich als nicht signifikant.

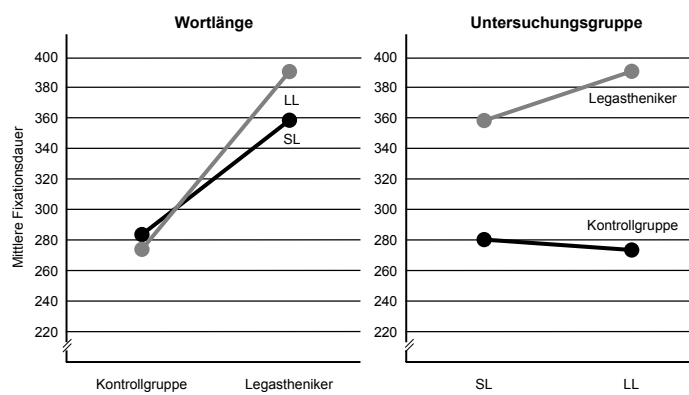


Abbildung 5.6: Interaktion Testgruppe x Länge für die Mittlere Fixationsdauer. Für die abhängige Variable der Mittleren Fixationsdauer (in Millisekunden) sind die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen (Kontrollgruppe und Gruppe der Legastheniker) für die Faktorstufen 'kurz' (SL=Short length) und 'lang' (LL=Long Length) abgebildet. Im linken Diagramm sind die Stufen des Faktors Untersuchungsgruppe (Kontrollgruppe; Legastheniker) auf der Abszisse abgetragen, im linken Diagramm wurden entsprechend die Faktorstufen der Wortlänge auf der Abszisse abgetragen.

5.4 Erster und zweiter Lesedurchgang

Bei der Analyse des ersten Lesedurchgangs sind prinzipiell drei Meßgrößen von Interesse. Es handelt sich dabei um die Initiale Fixationsdauer, d.h. die Dauer der Haltephase nach der ersten Landung der Fovea auf einem Wort, die Anzahl aller Fixationen (Anzahl Fixationen first pass) und die Dauer der Fixationen des ersten Lesedurchgangs (gaze duration). Wie im Rahmen der Diskussion ausführlich erörtert werden wird, haben sich bei der Analyse der Videoaufzeichnungen Hinweise dafür ergeben, daß der Versuchsaufbau der vorliegenden Untersuchung eine gesonderte Interpretation der Dauer und der Anzahl der Fixationen des ersten und zweiten Lesedurchgangs als nicht sinnvoll erscheinen läßt. Aus diesem Grund wird auf die Darstellung dieser Ergebnisse im folgenden verzichtet und nur die für die Diskussion relevanten Ergebnisse zur Initialen Fixationsdauer und Anzahl an zweiten Lesedurchgängen dargestellt.

5.4.1 Initiale Fixationsdauer

Als 'Initiale Fixationsdauer' wird die Länge der ersten Fixation, d.h. die Dauer der Haltephase nach der ersten Landung der Fovea auf einem Wort bezeichnet. Die Mittelwerte der Initialen Fixationsdauer für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe sind in Tabelle 5.8 aufgelistet.

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	278	(51)	313	(66)	296
LL	267	(47)	286	(68)	277
M	273		300		
Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	323	(67)	391	(112)	357
LL	353	(86)	359	(91)	356
M	338		375		

Tabelle 5.8: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Initiale Fixationsdauer (in Millisekunden) für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length).

Die Varianzanalyse erbrachte einen hoch signifikanten Haupteffekt für den Faktor Testgruppe ($F_{(1,29)} = 14,86; p < .01$). Der Mittelwert für die Gruppe der Legastheniker für die Initiale Fixationsdauer liegt bei 357 ms (M-EG) und ist damit im Durchschnitt 71 ms länger als der der Kontrollgruppe, deren Mittelwert bei 286 ms liegt. Der Haupteffekt Wortlänge ($F_{(1,29)} = 0,82; n.s.$) erwies sich als nicht signifikant. Die Mittelwerte ergeben, daß die Initiale Fixationsdauer beim Lesen von kurzen Wörtern durchschnittlich 20 ms über dem Mittelwert der Initialen Fixationsdauer beim Lesen von langen Wörtern liegt (M-SL: 327 ms/Wort; M-LL: 317 ms/Wort). Betrachtet man die Mittelwerte der beiden Untersuchungsgruppen (siehe mittleres Diagramm der Abbildung 5.7), so zeigt sich, daß die Initiale Fixationsdauer der Kontrollgruppe bei langen im Vergleich zu kurzen Wörtern um 19 ms geringer ist, während die entsprechenden Mittelwerte bei der Gruppe der Legastheniker nur um 1 ms differieren.

Im Gegensatz zum Wortlängeneffekt ergab sich für den Worthäufigkeitseffekt ($F_{(1,29)} = 5,05; p < .05$) ein signifikantes Ergebnis. Die Mittelwerte ergeben, daß sich die Initiale Fixationsdauer beim Lesen von seltenen im Vergleich zu häufigen Wörtern verlängert und von 305 ms/Wort (M-HF) auf 337 ms/Wort (M-LF) ansteigt. Betrachtet man den Anstieg innerhalb der beiden Untersuchungsgruppen (siehe rechtes Diagramm der Abbildung 5.7) so zeigt sich, daß die Initiale Fixationsdauer bei der Gruppe der Legastheniker um 37 ms und in der Kontrollgruppe um 27 ms ansteigt. Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Einzelvergleiche für die Untersuchungsgruppen erbrachten weder für die Kontrollgruppe, noch für die Gruppe der Legastheniker ein signifikantes Ergebnis. Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 0,64; n.s.$), Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 0,13; n.s.$), Häufigkeit x Länge ($F_{(1,29)} = 3,66; n.s.$) und die Interaktion 2. Ordnung ($F_{(1,29)} = 1,35; n.s.$) erwiesen sich als nicht signifikant.

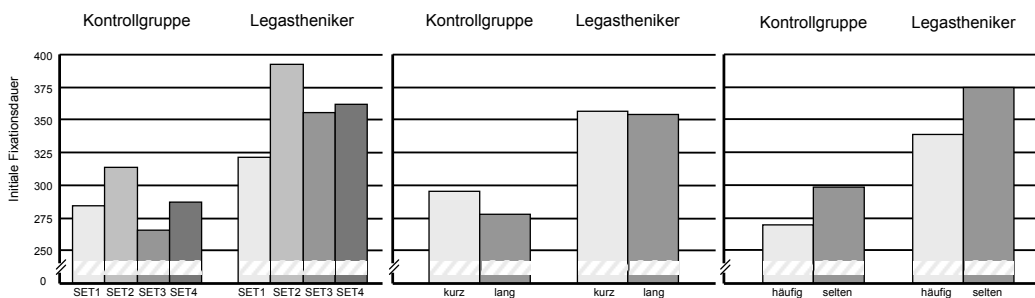


Abbildung 5.7: Mittelwerte der Initialen Fixationsdauer (in Millisekunden) für beide Untersuchungsgruppen. Im linken Diagramm sind die Gruppenmittelwerte für SET1 bis SET4 dargestellt. Im mittleren Diagramm sind die Gruppenmittelwerte für die Faktorstufen der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length), im rechten Diagramm selbige für die Faktorstufen der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) abgebildet.

5.4.2 Anzahl zweite Lesedurchgänge

Kommt es nach Abschluß des ersten Lesedurchgangs (durch eine Interwortsakkade) und vor Beginn der Aussprache zu einer nochmaligen Fixation eines Wortes, so bezeichnet man dies als 'zweiten Lesedurchgang'. Die Betrachtung der Mittelwerte der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 5.9) läßt erkennen, daß die Anzahl der zweiten Lesedurchgänge innerhalb beider Untersuchungsgruppen sehr gering war. Der Mittelwert für die Gruppe der Legastheniker liegt bei 1,8 zweiten Lesedurchgängen pro SET (M-EG). Die Kinder der Kontrollgruppe machen im Durchschnitt bei einem Wort pro SET einen zweiten Lesedurchgang (M-KG: 1,0).

Kontrollgruppe	HF	SD	LF	SD	M
SL	1,7	(2,4)	1,1	(1,1)	1,4
LL	0,2	(0,6)	1,1	(1,5)	0,7
M	1,0		1,1		

Legastheniker	HF	SD	LF	SD	M
SL	1,3	(2,1)	2,0	(1,6)	1,7
LL	1,4	(2,0)	2,6	(2,8)	2,0
M	1,4		2,3		

Tabelle 5.9: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Anzahl an zweiten Lesedurchgängen pro SET für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) und der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length) der vier Wortgruppen (SETs)

Bei der durchgeführten Varianzanalyse erwies sich nur der Haupteffekt für den Faktor Worthäufigkeit ($F_{(1,29)} = 5,04; p < .05$) als signifikant. Die entsprechenden Mittelwerte der Gesamtstichprobe für den Worthäufigkeitseffekt zeigen, daß mehr zweite Lesedurchgänge gemacht werden, wenn seltene im Vergleich zu häufigen Wörtern gelesen werden (M-HF: 1,2; M-LF: 1,7). Betrachtet man diesen Anstieg getrennt für die Gruppe der Legastheniker und die Kontrollgruppe, so zeigt bereits die visuelle Inspektion der entsprechenden Mittelwerte (siehe rechtes Diagramm der Abbildung 5.8), daß dieser Anstieg innerhalb der Kontrollgruppe sehr gering ist. Die durchgeführten Einzelvergleiche bestätigen diesen Eindruck. Während der entsprechende Einzelvergleich für die Gruppe der Legastheniker ein hoch signifikantes Ergebnis erbrachte ($p < .01$), erwies sich der Einzelvergleich für die Kontrollgruppe als nicht signifikant.

Für den Faktor Testgruppe ($F_{(1,29)} = 2,96; n.s.$) und den Faktor Wortlänge ($F_{(1,29)} = 0,34; n.s.$) erwiesen sich die Haupteffekte als nicht signifikant. Wie aus Abbildung 5.8 (mittleres Diagramm) zu entnehmen ist, führen die Faktorstufen der Wortlänge zu einem gegenläufigen Trend innerhalb der Untersuchungsgruppen. Während die Gruppe der Legastheniker bei langen Wörtern etwas häufiger zweite Lesedurchgänge durchführt, kommt es in der Kontrollgruppe unter dieser Faktorstufe zu einem Abfall der Anzahl der zweiten Lesedurchgänge. Der durchgeführte Einzelvergleich für die Gruppe der Legastheniker ergab, ebenso wie der entsprechende Einzelvergleich für die Kontrollgruppe, kein signifikantes Ergebnis.

Die Interaktion Testgruppe x Länge ($F_{(1,29)} = 2,33; n.s.$), Testgruppe x Häufigkeit ($F_{(1,29)} = 2,46; n.s.$), Häufigkeit x Länge ($F_{(1,29)} = 2,58; n.s.$) und die Interaktion 2. Ordnung ($F_{(1,29)} = 0,67; n.s.$) erbrachten keine signifikanten Ergebnisse.

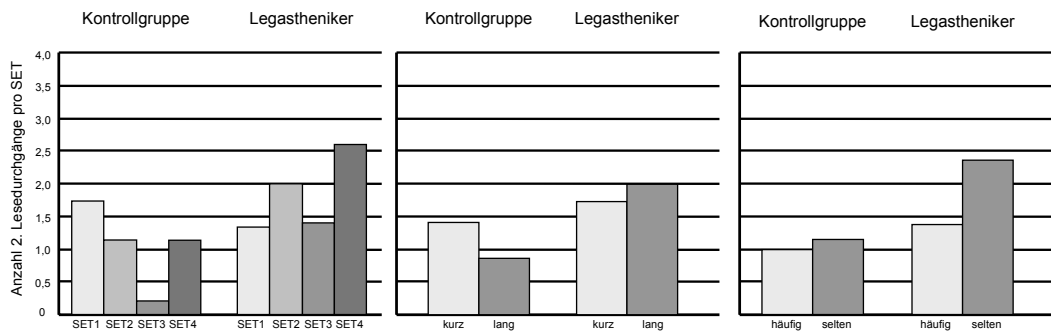


Abbildung 5.8: Mittelwerte der Anzahl der zweiten Lesedurchgänge für beide Untersuchungsgruppen. Im linken Diagramm sind die Gruppenmittelwerte für SET1 bis SET4 dargestellt. Im mittleren Diagramm sind die Gruppenmittelwerte für die Faktorstufen der Wortlänge (SL=Short Length; LL=Long Length), im rechten Diagramm selbige für die Faktorstufen der Worthäufigkeit (HF=High Frequency; LF=Low Frequency) abgebildet.

Kapitel 6

Diskussion

Die Diskussion der Ergebnisse untergliedert sich in drei Abschnitte. Sie beginnt mit einer zusammenfassenden Darstellung und Erörterung derjenigen Ergebnisse, die im Zusammenhang mit der ersten Fragestellung von besonderem Interesse sind. Inhaltlich geht es in diesem Abschnitt somit um die Frage, ob die zentralen Befunde der bisherigen Forschung der Blickbewegungsanalyse von legasthenen Kindern auch bei der vorliegenden Stichprobe gefunden werden können und somit von einer Übertragbarkeit der Befunde auf das deutsche Schrift-Sprach-System ausgegangen werden kann.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Frage, ob die systematische Variation der Worthäufigkeit und der Wortlänge des Lesematerials und damit die Veränderung des Schwierigkeitsgrades der zu erlesenden Wörter zu nachweisbaren Veränderungen der Blickbewegungsparameter der legasthenen Kinder führt. Der Schwerpunkt der Diskussion liegt dabei auf dem Vergleich der Ergebnisse mit den in Kapitel 2.2.4 referierten Studien aus dem italienischen und englischen Sprachraum und den sich daraus ergebenden Unterschieden und Übereinstimmungen für die verschiedenen Sprachräume.

6.1 Diskussion der 1. Fragestellung

Anliegen der ersten Fragestellung war es zu überprüfen, ob sich bei der untersuchten Stichprobe legasthener Kinder in zentralen Parametern der Blickbewegungsanalyse, d.h. in der Anzahl der Fixationen, der Mittleren Fixationsdauer und dem Anteil an regressiven Blickbewegungen, Unterschiede zur Kontrollgruppe finden lassen, die mit den in Kapitel 2.2.2 und 2.2.4 dargestellten Ergebnissen von Untersuchungen an englischsprachigen Stichproben vergleichbar sind.

Betrachtet man zunächst die Ergebnisse zur Anzahl und zur Dauer der Fixationen, so ist festzustellen, daß sich die Untersuchungsgruppen in diesen Parametern signifikant unterscheiden. Die Stichprobe der legasthenen Kinder macht während des Lesevorgangs deutlich mehr Fixationen pro Wort und zeigt gegenüber der Kontrollgruppe eine verlängerte Dauer der einzelnen Haltephasen. In Zahlen ausgedrückt macht die Gruppe der Legasthener ca. 5 Fixationen mehr pro Wort, die Dauer einer Fixation ist im Durchschnitt 100 ms länger. Vergleicht man diese Ergebnisse für die Gruppe der Legasthener mit den Forschungsergebnissen der englischsprachigen Literatur (Rayner 1998) und den Ergebnissen aus dem italienischen Sprachraum (De Luca et al. 1999), so ergeben sich keine Unterschiede zwischen den Populationen aus unterschiedlichen Sprachräumen. Wie bei legasthenen Kindern aus dem englischen und italienischen Sprachraum ist auch der Lesevorgang der deutschsprachigen Stichprobe legasthener Kinder gekennzeichnet durch eine höhere Anzahl und längere Dauer der Fixationen.

Werden beim Lesevorgang mehr Fixationen gemacht, ist natürlich auch die Anzahl an Blicksprüngen erhöht. In der vorliegenden Untersuchung macht die Gruppe der Legasthener signifikant mehr Sakkaden und Regressionen als die Kontrollgruppe. D.h. sowohl die Anzahl an Blicksprüngen in Leserichtung, als auch die Anzahl an Blicksprüngen gegen die Leserichtung ist bei den legasthenen Kindern deutlich höher als bei der Gruppe der gleichaltrigen, normal lesenden Kinder.

Von noch größerem Interesse als die Betrachtung der Anzahl der Blickbewegungen, die während des Lesevorgangs gemacht werden, ist die Frage, in welchem Verhältnis progressive und regressive Blickbewegungen zueinander stehen. Bei englischsprachigen legasthenen Kindern konnte nachgewiesen werden, daß der Anteil an regressiven Blickbewegungen deutlich erhöht ist (Eden et al. 1994; Elterman et al. 1980). Inhaltlich bedeutet dies, daß die legasthenen Kinder nicht nur insgesamt mehr Blicksprünge gegen die Leserichtung machen, sondern auch der prozentuale Anteil an Regressionen beim Lesevorgang erhöht ist, sie also signifikant häufiger als die Kontrollgruppe auf Textstellen links vom aktuellen Fixationsort zurückspringen.

Die Schlußfolgerung, daß es sich bei dieser Auffälligkeit nicht um ein grundlegendes Problem der Blicksteuerung, sondern um einen Entwicklungsrückstand der legasthenen Kinder handelt, basiert auf Studien, bei denen legasthene Kinder nicht mit einer gleichaltrigen, sondern mit einer auf Grundlage des Lesealters parallelisierten Kontrollgruppe verglichen wurden. Die Ergebnisse der entsprechenden Untersuchungen zeigen, daß unter diesen Bedingungen keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen für den prozentualen Anteil an regressiven Blickbewegungen nachgewiesen werden konnten (Adler-Grinberg & Stark 1978; Olson et al. 1991).

Im Unterschied zu diesen Ergebnissen aus dem englischen Sprachraum besteht in der vorliegenden Untersuchung zwischen der deutschsprachigen Gruppe legasthener Kinder und der gleichaltrigen Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied für diesen Blickbewegungsparameter. Das bedeutet, die legasthenen Kinder der untersuchten Stichprobe machen zwar insgesamt mehr Blicksprünge als die Kontrollgruppe, das Verhältnis zwischen progressiven und regressiven Blickbewegungen ist aber bei beiden Gruppen vergleichbar. Die legasthenen Kinder kehren also relativ betrachtet nicht häufiger als die Kontrollgruppe zu Textstellen links vom Fixationsort zurück.

Von wesentlicher Bedeutung für die Erklärung dieses Unterschieds zwischen der vorliegenden Untersuchung und den Forschungsergebnissen aus dem englischen Sprachraum ist der Sachverhalt, daß die Untersuchung von De Luca et al. (1999) im italienischen Sprachraum für diesen Parameter ebenfalls keinen Unterschied zwischen der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe finden konnte. Beide Untersuchungen, d.h. die vorliegende Arbeit und die Untersuchung von De Luca et al. wurden in Sprachräumen durchgeführt, die sich im Unterschied zum englischen Sprachraum durch eine hohe Regularität in der Graphem-Phonem-Korrespondenz auszeichnen. Diese Regularität unterstützt die Möglichkeit zur sequentiellen Analyse der Bestandteile des Wortes. D.h. im Vergleich zu englischsprachigen legasthenen Kindern besitzen die deutschsprachigen Legastheniker den Vorteil, daß ihnen mit dem indirekten bzw. sublexikalischen Weg der Wortverarbeitung ein effizienterer Weg zur Worterkennung zur Verfügung steht (siehe Kapitel 2.1.5).

Die vorliegenden Ergebnisse können somit als Beleg dafür gewertet werden, daß legasthene Kinder, denen dieser Weg zur Worterkennung zur Verfügung steht, in größerem Ausmaß die Möglichkeit besitzen, bei der Worterkennung kleine, ihren Fähigkeiten angepaßte Einheiten des Wortes (Grapheme) zu analysieren und über diese Anpassung die Notwendigkeit für Regressionen aufgrund von kognitiven Verarbeitungsschwierigkeiten zu reduzieren. Im Gegensatz zu englischsprachigen legasthenen Kindern sind die Kinder aus Sprachräumen mit hoher Regularität in der Graphem-Phonem-Zuordnung also in der Lage, die bestehenden Entwicklungsrückstände durch die Benutzung dieser sequentiellen Verarbeitungsstrategie zu bewältigen.

Zusammenfassend ist somit in Bezug auf die 1. Fragestellung festzustellen, daß die Ergebnisse der englischsprachigen Literatur für die Anzahl und die durchschnittliche Dauer von Fixationen bestätigt werden konnten. Im Gegensatz dazu lassen sich für den prozentualen Anteil an regressiven Blickbewegungen in der vorliegenden Arbeit keine Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Gruppe der Legastheniker feststellen. Dieser von den Forschungsergebnissen aus dem englischen Sprachraum abweichende Befund erbringt somit wichtige Belege dafür, daß die Auffälligkeiten der Blickbewegungen der legasthenen Kinder nicht auf ein grundlegendes Problem in der Steuerung der Blickbewegungen zurückzuführen sind, da unter dieser Annahme ein signifikant erhöhter Anteil an regressiven Blickbewegungen bei der Gruppe der Legastheniker zu erwarten gewesen wäre (Pavlidis 1981; Eden et al. 1994). Gleichzeitig ergeben sich erste Hinweise dafür, daß sich Unterschiede in Bezug auf die Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung von Sprachräumen nicht nur im Erscheinungsbild der Legasthenie (Wimmer 1993), sondern auch in Parametern der Blickbewegungsanalyse abbilden.

6.2 Diskussion der 2. Fragestellung

Wie bereits aus den Ergebnissen zur 1. Fragestellung deutlich wurde, lassen sich zwischen den Blickbewegungsparametern bei legasthenen Kindern und normal lesenden Kindern signifikante Unterschiede feststellen. Im Mittelpunkt der Diskussion über diese Auffälligkeiten steht die Frage, ob sie eine Ursache oder aber eine Folge der Lese- störung darstellen. Während Vertreter eines ursächlichen Zusammenhangs davon ausgehen, daß Defizite in grundlegenden Funktionsbereichen des visuellen Systems die Schwierigkeiten der legasthenen Kinder hervorrufen (Stein 2001; Pavlidis 1991; Fischer & Weber 1990), gehen die Vertreter des zweiten Standpunkts davon aus, daß die Auffälligkeiten Schwierigkeiten in der kognitiven Verarbeitung reflektieren (Olson et al. 1991; McConkie et al. 1991; Rayner & Pollatsek 1989).

Auf der Grundlage dieser Diskussion war es das zweite und zentrale Anliegen der Arbeit zu untersuchen, ob bei einer deutschsprachigen Stichprobe legasthener Kinder vergleichbare Belege für einen Zusammenhang zwischen Auffälligkeiten der Augenbewegungsparameter und dem Schwierigkeitsgrad der zu lesenden Wörter erbracht werden können, wie dies in englischsprachigen Untersuchungen bereits gelungen ist. In Anlehnung an die in Kapitel 2.2.4 referierten Studien zu diesem Forschungsbereich wurde der Schwierigkeitsgrad der zu lesenden Wörter durch die gezielte Veränderung von zwei Worteigenschaften der zu lesenden Wörter, der Wortlänge und der Worthäufigkeit, systematisch variiert.

Ziel der Analyse der Augenbewegungen ist dabei nicht nur die Frage, ob dieser Zusammenhang festgestellt werden kann, sondern auch, ob die Variation des Schwierigkeitsgrades der Wörter, d.h. die Variation der Wortlänge und der Worthäufigkeit, im deutschen und englischen Sprachraum zu vergleichbaren Effekten führt. Erste Hinweise dafür, daß sich in diesem Punkt Unterschiede zwischen einem Sprachraum mit einer hohen Regularität der Graphem-Phonem-Korrespondenz und einem Sprachraum mit einer stark ausgeprägten Irregularität in dieser Zuordnung ergeben können erbringt die Studie von De Luca et al. (1999). Bei ihrer Untersuchung von italienischen legasthenen Kindern konnte sie nur bei der Veränderung der Wortlänge, nicht aber bei der Veränderung der Worthäufigkeit einen Einfluß der Worteigenschaften auf Parameter der Blickbewegungen nachweisen. Die Untersuchung englischsprachiger legasthener Kinder (Hyönä & Olson 1995) konnte jedoch den Einfluß beider Worteigenschaften, d.h. der Länge und der Häufigkeit, auf die Blickbewegungsparameter nachweisen, wobei der Worthäufigkeitseffekt deutlich stärker ausgeprägt war als der Wortlängeneffekt (siehe Kapitel 2.2.4).

Zusammenfassend wird somit in den folgenden Abschnitten erörtert, ob sich Hinweise für einen Einfluß der Worthäufigkeit und der Wortlänge auf verschiedene Blickbewe-

gungsparameter der legasthenen Kinder nachweisen lassen und welche Unterschiede sich zu den Ergebnissen aus dem englischen Sprachraum ergeben.

6.2.1 Räumliche Blickbewegungsparameter

Als erster Bereich der Blickbewegungsanalyse werden im folgenden die Ergebnisse zu den räumlichen Blickbewegungsparametern betrachtet. Es geht in diesem Zusammenhang um die Frage, ob es in Abhängigkeit von der Wortlänge und der Worthäufigkeit der zu lesenden Stimuli zu Veränderungen in der Anzahl der Blicksprünge und in der Anzahl der Fixationen kommt.

Betrachtet man zunächst die Anzahl an Sakkaden und Regressionen, die die Untersuchungsgruppen während des Lesevorgangs machen, so ist bereits diskutiert worden, daß die legasthenen Kinder signifikant mehr Sakkaden und Regressionen machen als die Kontrollgruppe. Von Interesse für die 2. Fragestellung ist nun, ob in diesen Parametern Veränderungen in Abhängigkeit von der Wortlänge und der Worthäufigkeit nachgewiesen werden können. In der vorliegenden Untersuchung steigt die Anzahl an Blicksprüngen für die Gesamtstichprobe signifikant an, wenn seltene im Vergleich zu häufigen Wörtern und wenn lange im Vergleich zu kurzen Wörtern gelesen werden. Gleichzeitig erbringen die Ergebnisse Hinweise dafür, daß der Einfluß beider Worteigenschaften, d.h. die Veränderungen in Abhängigkeit von der Länge und die Veränderungen in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit, für die Gruppe der Legasthener stärker ausgeprägt ist als für die Kontrollgruppe.

Betrachtet man die Ergebnisse vor dem theoretischen Hintergrund, daß bei den legasthenen Kindern ein grundlegendes Problem in der Fähigkeit zur Blicksteuerung besteht, so könnte man sowohl das Ergebnis bezüglich des Unterschieds zwischen den Gruppen, als auch das Ergebnis der gesteigerten Anzahl von Blicksprüngen bei langen Wörtern als Belege für diese Argumentation ansehen. Nicht zu erklären und dementsprechend von hoher Relevanz in Bezug auf die Fragestellung ist aber, daß die Anzahl an Blickbewegungen auch in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit ansteigt. Daß dieser Anstieg der Sakkaden und Regressionen in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit in beiden Untersuchungsgruppen, insbesondere aber bei der Gruppe der Legasthener nachgewiesen werden kann, ist als Beleg dafür zu werten, daß diese Blickbewegungsparameter Schwierigkeiten bei der Worterkennung abbilden. Die Annahme eines grundlegenden Defizits im Bereich der Steuerung der Blickbewegungen ist somit als alleiniger Ansatz für die Erklärung der Auffälligkeiten bei legasthenen Kinder nicht ausreichend.

Ein weiterer Beleg dafür, daß Verarbeitungsprozesse im Rahmen des Lesevorgangs einen Einfluß auf die Steuerung der Blickbewegungen ausüben, ergibt sich aus der Analyse der Ergebnisse zur Anzahl an zweiten Lesedurchgängen. Bestünde bei der Gruppe der Legastheniker ein grundlegendes Problem in der Steuerung der Augenbewegungen, so wäre zu erwarten, daß die Anzahl an Sakkaden und Regressionen sowohl innerhalb der Wörter, als auch über die Wortgrenze hinweg signifikant erhöht ist. D.h., es wäre zu erwarten, daß die Anzahl an Interwortsakkaden und als ein Maß hierfür die Anzahl an zweiten Lesedurchgängen in der Gruppe der Legastheniker signifikant erhöht wäre.

Das Ergebnis zur Anzahl an zweiten Lesedurchgängen zeigt jedoch, daß die absolute Häufigkeit an zweiten Lesedurchgängen keinen Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen aufweist. Unabhängig von der inhaltlichen Bedeutung des zweiten Lesedurchgangs und der insgesamt stark reduzierten Anzahl dieser Lesedurchgänge im Rahmen der Untersuchung (siehe Kapitel 5.4.2) ist somit festzustellen, daß die Gruppe der legasthenen Kinder nicht signifikant häufiger zu bereits fixierten Worten zurückkehrt als die Kontrollgruppe. Außerdem erbrachte die Analyse der zweiten Lesedurchgänge, daß sich deren Anzahl für die Gruppe der Legastheniker nur in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit und nicht in Abhängigkeit von der Wortlänge erhöht. Dieser alleinige Effekt der Worthäufigkeit erbringt weitere Belege für den Einfluß kognitiver Verarbeitungsprozesse auf die Parameter der Blickbewegungen. Bestünde ein grundlegendes Problem im Bereich der Blicksteuerung wäre zu erwarten gewesen, daß auch die Wortlänge bei der Gruppe der Legastheniker zu einer signifikant erhöhten Anzahl an zweiten Lesedurchgängen führt. Zusammenfassend erbringen die Ergebnisse zur Anzahl an zweiten Lesedurchgängen somit starke Argumente, die gegen ein grundlegendes Defizit in der Fähigkeit zur Kontrolle der Augenbewegungen bei der Gruppe der Legastheniker sprechen.

Als letzte Meßgröße aus dem Bereich der räumlichen Blickbewegungsparameter werden nun die Ergebnisse zur Anzahl an Fixationen erörtert. Untersuchungen an geübten Lesern haben erbracht, daß die Fixationsanzahl ein sensibles Maß zur Erfassung des Worthäufigkeitseffekts darstellt (Rayner 1998). Konkret konnte nachgewiesen werden, daß sich die Anzahl an Fixationen erhöht, wenn seltene Wörter im Vergleich zu häufigen Wörtern gelesen werden. Auch in der Untersuchung von Hyönä und Olson (1995) an legasthenen Kindern konnte dieser Worthäufigkeitseffekt für die Anzahl der Fixationen im ersten Lesedurchgang belegt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen diesen Worthäufigkeitseffekt. Die Anzahl an Fixationen ist in beiden Untersuchungsgruppen bei seltenen Wörtern signifikant höher als bei häufigen Wörtern. Es ergibt sich somit eine klare Übereinstimmung der Untersuchungsergebnisse an der deutschsprachigen Stichprobe mit

den Daten der englischsprachigen Untersuchungsstichproben. Unterschiede bestehen jedoch zu der Studie von De Luca et al. (1999), die für dieses Maß nur bei der Kontrollgruppe, jedoch nicht bei der Gruppe der Legasthenikern einen Worthäufigkeitseffekt finden konnte.

Als Ursache für den fehlenden Worthäufigkeitseffekt formuliert De Luca die Annahme, daß bei ihrer Stichprobe legasthener Kinder ein Defizit im sogenannten Sichtvokabular, d.h. in den visuellen Repräsentationen der Wörter im orthographischen Gedächtnis und Schwierigkeiten beim Zugriff auf die bereits bestehenden Worteinträge vorliegt. Dieses Defizit führt ihrer Meinung nach dazu, daß der indirekte Weg der Worterkennung mittels Graphem-Phonem-Zuordnung bevorzugt benützt und der Einfluß lexikalischer Verarbeitungsprozesse minimiert wird. Für die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, bei der auch für die Gruppe der Legastheniker ein Worthäufigkeitseffekt nachzuweisen war, ergeben sich somit Hinweise dafür, daß die in dieser Arbeit untersuchten Legastheniker ein geringeres Ausmaß dieser Beeinträchtigungen aufweisen.

Auch wenn sich in Bezug auf den Worthäufigkeitseffekt ein Unterschied zwischen der Studie von De Luca et al. und der vorliegenden Untersuchung ergeben hat, ermöglicht der Vergleich der beiden Studien mit den entsprechenden Ergebnissen aus der englischsprachigen Untersuchung von Hyönä und Olson (1995) Aufschlüsse über die bestehenden Unterschiede in den verschiedenen Sprachräumen. Wie berichtet findet De Luca et al. (1999) für die legasthene Stichprobe nur einen Wortlängeneffekt. In Ergänzung zu der bereits dargelegten Schlußfolgerung ihrerseits für das Fehlen des Worthäufigkeitseffekts formuliert sie die Annahme, daß Sprachen mit einer hohen Regularität in der Graphem-Phonem-Zuordnung zu einer stärkeren Betonung des Wortlängeneffektes führen.

Bei der vorliegenden Arbeit kann ein Wortlängen- und ein Worthäufigkeitseffekt gefunden werden, wobei die Veränderung der Wortlänge zu einem stärkeren Anstieg der Anzahl an Fixationen pro Wort führt als die Veränderung der Worthäufigkeit. Bei der englischsprachigen Stichprobe ist im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit der Effekt der Worthäufigkeit stärker ausgeprägt als der Wortlängeneffekt. Insgesamt unterstützt dieser Vergleich somit die von De Luca et al. (1999) getroffene Aussage bezüglich der Auswirkungen der Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung auf die Größe der zu beobachtenden Effekte. An dieser Stelle ist jedoch darauf hinzuweisen, daß diese Aussage nicht auf alle Parameter der Blickbewegungsanalyse zutrifft (siehe Kapitel 6.2.2), sondern in erster Linie für jene Parameter als zutreffend anzusehen ist, für die ein enger Zusammenhang mit der Verwendung der indirekten Strategie zur Worterkennung besteht, wie beispielsweise der Anzahl an Fixationen und Blicksprüngen.

Betrachtet man abschließend die Ergebnisse zur Fixationsanzahl und zum prozentualen Anteil an regressiven Blickbewegungen im Zusammenhang, so ergeben sich weitere Hinweise dafür, daß lexikalische Verarbeitungsprozesse im Rahmen der Worterkennung einen Einfluß auf die Steuerung der Blickbewegungen ausüben. Die Analyse der entsprechenden Daten weist darauf hin, daß die Kinder beider Untersuchungsgruppen bei seltenen Wörtern häufiger Stellen fixieren, die links vom aktuellen Fixationsort liegen, und somit auf bereits fixierte Wortteile zurückkehren. Als Erklärung hierfür kommt in Frage, daß der Abgleich der bis zu diesem Zeitpunkt erworbenen Informationen über das Wort mit lexikalischen Einträgen über phonologische oder orthographische Wortmerkmale bei seltenen Wörtern mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu Unstimmigkeiten oder Unklarheiten führt. Ziel der regressiven Blickbewegung wäre es somit, diese Dissonanz zu reduzieren. Ohne den Abgleich mit lexikalischen Informationen wäre nicht nachvollziehbar, warum der Anteil an regressiven Blickbewegungen nur unter der Bedingung der Worthäufigkeit, nicht aber unter der Bedingung der Wortlänge signifikant ansteigt. Diese Blickbewegungen sind somit als Hinweis auf kognitive Verarbeitungsprozesse zu werten.

Zusammenfassend ist für die räumlichen Blickbewegungsparameter festzustellen, daß in beiden Untersuchungsgruppen Belege für das Bestehen eines Wortlängen- und eines Worthäufigkeitseffekts zu finden sind. In Übereinstimmung mit der Annahme, daß die legasthenen Kinder bei der Worterkennung primär auf den sublexikalischen Weg der Worterkennung mittels Graphem-Phonem-Zuordnung zurückgreifen, ist der Einfluß der Wortlänge für diese Gruppe deutlicher ausgeprägt als der der Worthäufigkeitseffekt. Die Tatsache, daß ein Worthäufigkeitseffekt nachzuweisen ist zeigt, daß auch direkte lexikalische Verarbeitungsprozesse an diesem Vorgang beteiligt sind.

6.2.2 Zeitliche Blickbewegungsparameter

Im folgenden Kapitel geht es um die zeitlichen Blickbewegungsparameter und damit um die Frage, ob die Worthäufigkeit und die Wortlänge einen Einfluß darauf ausüben, wie lang ein Wort während des Lesevorgangs fixiert wird. Für verschiedene Parameter der Fixationsdauer konnte sowohl in Untersuchungen an geübten erwachsenen Lesern (siehe Kapitel 2.2.3), als auch in den in Kapitel 2.2.4 referierten Untersuchungen an normal lesenden und legasthenen englischsprachigen Kindern eindrücklich nachgewiesen werden, daß beide Worteigenschaften Einfluß auf die Dauer einer Haltephase bzw. auf die Gesamtfixationsdauer eines Wortes haben.

Um den Einfluß der sprachlichen Verarbeitungsprozesse auf die Fixationsdauer möglichst differenziert abzubilden, wurden im Rahmen der Auswertung der Rohdaten verschiedene Meßgrößen verwendet. Es handelt sich dabei um die Gesamtfixationsdauer,

die Fixationsdauer des ersten Lesedurchgangs (gaze duration), die Mittlere und die Initiale Fixationsdauer. Die Unterscheidung dieser Maße begründet sich in der Annahme, daß sie unterschiedliche Phasen der kognitiven Verarbeitung abbilden.

Nach Rayner und Pollatsek (Rayner & Pollatsek 1989) haben sehr schnelle kognitive Verarbeitungsprozesse Einfluß auf die Dauer der Initialen Fixation, während der Gesamtprozeß der Worterkennung und damit langsamere Verarbeitungsprozesse sich in der Fixationsdauer des ersten Lesedurchgangs abbilden. Im Unterschied dazu erfaßt die Gesamtfixationsdauer nicht nur den Prozeß der Worterkennung, sondern auch späte Wortverarbeitungsprozesse, d.h. Verarbeitungsschritte, die nach der eigentlichen Worterkennung stattfinden und die dazu führen, daß Wörter nochmals gelesen werden bzw. ein zweiter Lesedurchgang benötigt wird (Radach 2002).

An diesem Stand der Forschung hat sich die Auswahl der in der vorliegenden Studie erhobenen Parameter der Fixationsdauer orientiert (siehe Kapitel 4.3.5). Wie im folgenden erläutert wird ergaben sich bei der Auswertung der Datensätze jedoch klare Hinweise dafür, daß die inhaltliche Zuordnung zwischen den verschiedenen Phasen der Wortverarbeitung und den Parametern der Blickbewegungsanalyse für die vorliegende Arbeit als nicht zutreffend angesehen werden kann. Die folgende Beobachtung soll diesen Sachverhalt verdeutlichen: Im Rahmen der visuellen Analyse der Augenbewegungsmuster der zweiten Lesedurchgänge zeigte sich, daß die Mehrzahl der Versuchspersonen die bereits begonnene Analyse des nächsten Wortes nach kurzer Zeit abbrachen, um auf das vorherige Wort zurückzukehren und dort bis zum Beginn der Aussprache zu verbleiben. In Folge dieses Verhaltens ist der zweite Lesedurchgang des Wortes, dessen Analyse unterbrochen wurde, sehr lang und erfaßt im Prinzip die Dauer der Dekodierung bzw. der Worterkennung. Aufgrund dieser Beobachtung kann in der vorliegenden Untersuchung nicht davon ausgegangen werden, daß sich der Prozeß der Worterkennung nur im ersten Lesedurchgang abbildet. In der Folge ist das Maß der Gesamtfixationsdauer dem Maß der Fixationsdauer des ersten Lesedurchgangs für die Erfassung des Worterkennungsprozesses vorzuziehen.

Als Erklärung für diesen in der vorliegenden Untersuchung bestehenden Unterschied in Bezug auf den oben referierten Forschungsstand der Blickbewegungsanalyse beim Lesevorgang ist die Betrachtung des Versuchsaufbaus in der vorliegenden Untersuchung von Relevanz. Die überwiegende Mehrheit der Untersuchungen, auf denen die Erkenntnisse über die Zuordnung kognitiver Verarbeitungsprozesse beruhen, haben die Blickbewegungen beim leisen Lesen von Textpassagen untersucht. Wesentliche Unterschiede zur vorliegenden Arbeit liegen somit in der Art der Aufgabenstellung (lautes Lesen) und der Darbietung der Stimuli (serielle Einzelwörter).

Unterschiede zwischen dem leisen und dem lauten Lesevorgang bestehen darin, daß die Aussprache eine Verzögerung gegenüber den Augenbewegungen aufweist (eye-

voice span, Levin 1979). Obwohl diese Verzögerung bei Kindern weniger stark ausgeprägt ist als bei Erwachsenen, haben auch die Kinder in der Regel bereits die Analyse des nächsten Wortes begonnen, bevor die Wortverarbeitung inklusive der Programmierung der Artikulation komplett abgeschlossen ist (Rayner & Pollatsek 1989). Die Beobachtung, daß die Kinder bei der Notwendigkeit für einen zweiten Lesedurchgang in der Regel bis zum Beginn der Aussprache auf diesem Wort verweilen läßt vermuten, daß es sich hier in der Mehrzahl der Fälle um Verarbeitungsschwierigkeiten handelt, die in Zusammenhang mit der Artikulation stehen, also einem Vorgang, der beim leisen Lesen entfällt.

Ein weiterer Hinweis darauf, daß die zweiten Lesedurchgänge in der vorliegenden Arbeit einen anderen inhaltlichen Schwerpunkt haben als dies in den oben referierten Studien der Fall ist, ergibt sich aus der Darbietungsform der Stimuli. In der vorliegenden Untersuchung wurden die zu lesenden Wörter nicht wie allgemeinen üblich in Textpassagen integriert, sondern als Einzelwörter in Blöcken von je 10 Wörtern dargeboten. Durch diese Form der Darbietung wird die Notwendigkeit für zusätzliche Fixationen oder Lesedurchgänge aufgrund von inhaltlichen Verständnisproblemen oder Unstimmigkeiten, wie sie beim Lesen von Textpassagen auftreten, minimiert.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, daß sich für die vorliegende Untersuchung klare Hinweise dafür ergeben, daß der Prozeß der Worterkennung sowohl im ersten, als auch im zweiten Lesedurchgang stattfindet. Aus diesem Grund sind die Anzahl und die Dauer der Gesamtfixationen als Maße für den Prozeß der Worterkennung der Analyse der entsprechenden Kennwerte des ersten Lesedurchgangs vorzuziehen. In den folgenden Abschnitten werden für die zeitlichen Blickbewegungsparameter somit die Ergebnisse zur Initialen Fixationsdauer, zur Gesamtfixationsdauer und zur Mittleren Fixationsdauer diskutiert.

6.2.3 Initiale Fixationsdauer

Die Ergebnisse zur Initialen Fixationsdauer, d.h. zur Dauer der ersten Fixation des Wortes, belegen, daß die Worthäufigkeit zu einem signifikanten Anstieg der Fixationsdauer führt, während dieser Effekt für die Wortlänge nicht nachweisbar war. Dieses Ergebnis steht zunächst im Einklang mit den Ergebnissen von Hyönä und Olson (1995). Die Analyse der Ergebnisse zum Worthäufigkeitseffekt innerhalb der beiden Untersuchungsgruppen zeigt jedoch, daß der Anstieg der Initialen Fixationsdauer sowohl bei der Gruppe der Legastheniker, als auch bei der Kontrollgruppe nur schwach ausgeprägt ist. Betrachtet man die Mittelwerte der Gruppen im Vergleich zwischen den kurzen und häufigen und den langen und seltenen Wörtern, so steigt die Initiale Fixationsdauer bei der Kontrollgruppe nur um 8 ms, bei der Gruppe der Legastheniker

beträgt dieser Anstieg 36 ms. Vergleicht man diese Werte mit den Ergebnissen von Hyönä und Olson (1995), so ist dieser Anstieg mit ca. 90 ms stärker ausgeprägt. Es zeigt sich somit, daß dieser Effekt im englischen Sprachraum zu einer deutlich stärkeren Veränderung der Initialen Fixationsdauer führt als dies im deutschen Sprachraum der Fall ist.

Eine Erklärung für diesen Unterschied zu finden, gestaltet sich äußerst schwierig, da für diese Meßgröße zwar sehr viele Ergebnisse aus dem Bereich der Leseforschung an Erwachsenen vorliegen, entsprechende Befunde für Kinder nach vorliegendem Kenntnisstand bisher aber nur von Hyönä und Olson (1995) erhoben wurden und keine entsprechenden Daten für deutschsprachige Stichproben vorliegen. Mit Blick darauf, daß die in der vorliegenden Arbeit untersuchte Stichprobe deutlich jünger war als die von Hyönä und Olson (1995), wäre es denkbar, daß der mit diesem Parameter in Verbindung gebrachte Prozeß der Überprüfung der Vertrautheit eines Wortes (global familiarity check, Reichle et al. 1998) erst zu einem späteren Zeitpunkt der Leseentwicklung von Bedeutung ist. Dieser Zeitpunkt wäre dann erreicht, wenn es der Versuchsperson möglich ist, wie ein geübter Leser Wörter mit nur einer Fixation zu erlesen. Wie die Anzahl der Gesamtfixationen in der vorliegenden Untersuchung zeigt, benötigen alle Kinder der Stichprobe selbst bei häufigen und kurzen Wörtern mehr als eine Fixation und sind somit noch nicht in der Lage, Wörter mit nur einer Fixation zu lesen.

Desweiteren wäre denkbar, daß die schon mehrfach angesprochenen Unterschiede in Bezug auf die Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung dazu beitragen, daß sich der mit der Initialen Fixationsdauer in Verbindung gebrachte lexikalische Vergleichsprozesse bei Kindern aus dem deutschen Sprachraum generell erst später entwickelt, da ihnen mit dem indirekten Weg der Worterkennung ein effizienterer Weg zur Worterkennung zur Verfügung steht. Zur Überprüfung beider Annahmen wäre es somit sinnvoll zu untersuchen, ab welchem Alter Unterschiede in diesem Parameter für eine deutsche Stichprobe nachweisbar sind.

6.2.4 Mittlere Fixationsdauer

Im folgenden Abschnitt werden nun die Ergebnisse zur Mittleren Fixationsdauer, d.h. zur durchschnittlichen Dauer einer Haltephase erörtert. Von entscheidender Bedeutung in Zusammenhang mit der zweiten Fragestellung, d.h. der Frage ob kognitive Verarbeitungsprozesse einen Einfluß auf die Dauer der Fixation ausüben, sind die Ergebnisse in Bezug auf den Wortlängen- und Worthäufigkeitseffekt. Wie in Kapitel 5.3.2 dargestellt wurde, läßt sich für die Mittlere Fixationsdauer ein Worthäufigkeitseffekt für die Gesamtstichprobe nachweisen. D.h. beide Untersuchungsgruppen zeigen eine verlängerte Fixationsdauer bei seltenen Wörtern im Vergleich zu häufigen Wörtern. Im Gegensatz

dazu führt die Wortlänge zu unterschiedlichen Effekten innerhalb der beiden Untersuchungsgruppen. Während die Fixationsdauer bei der Gruppe der Legastheniker bei langen Wörtern ansteigt, bleibt sie in der Kontrollgruppe fast unverändert. Zu beachten ist außerdem, daß der Anstieg der Mittleren Fixationsdauer bei beiden Untersuchungsgruppen für die Worthäufigkeit stärker ausgeprägt ist als für die Wortlänge.

Für die Interpretation der Ergebnisse muß zunächst erwähnt werden, daß aufgrund der signifikant erhöhten Mittleren Fixationsdauer der Gruppe der Legastheniker nicht auszuschließen ist, daß bei dieser Gruppe möglicherweise bereits in der visuellen Analyse der Stimuli, d.h. im Bereich der Buchstabenidentifikation, ein Geschwindigkeitsdefizit vorliegt (Stein 2001). Gegen diese Hypothese sprechen allerdings Untersuchungen von Wimmer und Mayringer (2001) und Hutzler und Wimmer (2002), die für deutschsprachige legasthene Kinder bei der Durchführung von verschiedenen, auch leseähnlichen Suchaufgaben keine Hinweise auf Defizite in der visuellen Verarbeitungsgeschwindigkeit finden konnten. Auf Grundlage dieser Ergebnisse ist das verlangsamte Lesetempo der legasthenen Kinder nach Wimmer und Mayringer (2001) auf ein Geschwindigkeitsdefizit bei der Aktivierung der phonologischen Repräsentationen zurückzuführen.

Betrachtet man die vorliegenden Ergebnisse in Zusammenhang mit diesen Schlußfolgerungen von Wimmer so ist festzuhalten, daß die Zunahme der Fixationsdauer in beiden Untersuchungsgruppen in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit einen Nachweis dafür erbringt, daß kognitive Verarbeitungsschwierigkeiten einen Einfluß auf die Dauer einer Fixation ausüben. Bei der Gruppe der Legastheniker führt zusätzlich auch die Wortlänge zu einem bedeutsamen Anstieg der Mittleren Fixationsdauer. Somit wird deutlich, daß auch wenn ein visuelles Verarbeitungsdefizit als Erklärungsansatz für die verlängerte Fixationsdauer der legasthenen Kinder auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann, entscheidende Hinweise dafür zu finden sind, daß auch der Schwierigkeitsgrad der zu lesenden Wörter einen Einfluß auf die Dauer einer Haltephase ausübt.

6.2.5 Gesamtfixationsdauer

Für die Gesamtfixationsdauer, d.h. die Gesamtdauer, die ein Wort von einer Versuchsperson fixiert wird, bevor sie es ausspricht ist folgendes festzustellen: Während es in der Gruppe der Legastheniker zu einem deutlichen Anstieg der Gesamtfixationsdauer pro Wort in Abhängigkeit von der Wortlänge und der Worthäufigkeit kommt, ist dieser Anstieg bei der Kontrollgruppe erst für die Wortgruppe der langen und seltenen Wörter stark ausgeprägt. Dieser Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen läßt sich unter Berücksichtigung der Ergebnisse zur Mittleren Fixationsdauer und zur Anzahl der Gesamtfixationen erklären. Wie gezeigt werden konnte, kommt es bei der

Kontrollgruppe im Gegensatz zu der Gruppe der Legastheniker zu keinem Anstieg der Mittleren Fixationsdauer in Abhängigkeit von der Wortlänge. Gleichzeitig ist der Anstieg der Anzahl der Gesamtfixationen in der Kontrollgruppe nicht so stark ausgeprägt wie in der Gruppe der Legastheniker. In der Folge erhöht sich die Gesamtfixationsdauer der Kontrollgruppe erst, wenn lange und seltene Wörter gelesen werden müssen.

Für die Gruppe der Legastheniker läßt sich in Bezug auf die Gesamtfixationsdauer pro Wort hingegen feststellen, daß die Worthäufigkeit, insbesondere aber die Wortlänge, einen starken Einfluß auf diesen Parameter ausüben. Betrachtet man die Ergebnisse ebenfalls in Zusammenhang mit den räumlichen Blickbewegungsparametern und der Mittleren Fixationsdauer, so ergeben sich in Zusammenhang mit der Fragestellung folgende wichtige Punkte: Wie aus den Ergebnissen zur Anzahl an Gesamtfixationen hervor geht, steigt die Wahrscheinlichkeit für Fixationen mit einer Zunahme der Wortlänge stark an. Ein großer Teil des Wortlängeneffekts für den Anstieg der Gesamtfixationsdauer erklärt sich somit durch die höhere Gesamtzahl an Fixationen. Der gleiche Zusammenhang besteht für den Worthäufigkeitseffekt, auch hier konnte gezeigt werden, daß seltene Wörter mehr Fixationen erhalten als häufige Wörter und der Anstieg der Gesamtfixationsdauer somit eine Folge dieses quantitativen Anstiegs darstellt.

Daß der Einfluß der Wortlänge und der Worthäufigkeit auf die Gesamtfixationsdauer nicht ausschließlich auf die erhöhte Anzahl an Fixationen zurückzuführen ist, läßt sich anhand der Ergebnisse zur Mittleren Fixationsdauer zeigen. Für dieses Maß konnte, in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit und der Wortlänge, eine Verlängerung der durchschnittlichen Dauer einer Fixation nachgewiesen werden. Die Erhöhung der Gesamtfixationsdauer für seltene und lange Wörter ist somit nicht nur durch eine erhöhte Anzahl an Fixationen, sondern auch durch eine Verlängerung der jeweiligen Haltephasen bedingt. Insgesamt ergeben sich somit deutliche Hinweise dafür, daß die Zeit, die ein legasthenes Kind ein Wort insgesamt fixieren muß, bevor es dieses aussprechen kann, in Zusammenhang mit dem Schwierigkeitsgrad des zu lesenden Wortes steht.

Zu Beginn dieses Abschnitts wurde erörtert, daß sich der Worterkennungsprozeß in der vorliegenden Untersuchung sowohl in der Fixationsdauer des ersten, als auch in der Fixationsdauer des zweiten Lesedurchgangs abbildet. Durch die auf Grundlage dieser Beobachtung getroffene Entscheidung, nur die Gesamtfixationsdauer zu interpretieren, kann ein direkter Vergleich der Ergebnisse mit den in Kapitel 2.2.4 dargestellten Studien aufgrund der fehlenden Daten zu diesem Parameter nicht durchgeführt werden. Dennoch erscheint es sinnvoll in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß Hyönä und Olson (1995) sowohl für die Fixationsdauer des ersten, als auch für die Fixationsdauer des zweiten Lesedurchgangs eine Wortlängen- und einen Worthäufigkeitseffekt nachweisen konnten. Von Interesse in Zusammenhang

auf die Unterschiede zwischen den Schrift-Sprach-Systemen ist die Tatsache, daß der Einfluß der Worthäufigkeit stärker ausgeprägt war als der Wortlängeneffekt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist somit davon auszugehen, daß sich diese Tendenz auch in der Gesamtfixationsdauer der englischsprachigen Kinder abbilden würde. Für die legasthenen Kinder der vorliegenden Untersuchung ist das Verhältnis von Wortlänge und Worthäufigkeit entgegengesetzt. Es zeigt sich also auch in Bezug auf die Gesamtfixationsdauer, wie bereits in Zusammenhang mit den räumlichen Parametern, daß der Einfluß der Wortlänge stärker ausgeprägt ist als der Einfluß der Worthäufigkeit.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführte Analyse der Blickbewegungen von deutschsprachigen legasthenen Kinder beim Lesevorgang wichtige Forschungsergebnisse für zwei Bereiche erbringen konnte. Zum einen unterstreichen die gefundenen Unterschiede zwischen dem deutschen und dem englischen Sprachraum die von Wimmer formulierte Forderung, daß Erkenntnisse der englischsprachigen Legasthenieforschung bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf den deutschen Sprachraum zu überprüfen sind. Zum anderen sind die vorliegenden Ergebnisse von hoher Relevanz für den in der Grundlagenforschung bestehenden Disput, in wie weit die auffälligen Augenbewegungen der legasthenen Kinder eine Ursache oder aber eine Folge der Lesestörung darstellen.

Der Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den Forschungsergebnissen aus dem Englischen erbrachte deutliche Hinweise auf Unterschiede zwischen den verschiedenen Sprachräumen. So konnte zum Beispiel gezeigt werden, daß für den prozentualen Anteil an Regressionen in Schrift-Sprach-Systemen mit einer hohen Regularität in der Graphem-Phonem-Zuordnung kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe besteht, während dies in Schrift-Sprachsystemen mit einer hohen Irregularität in der Graphem-Phonem Zuordnung der Fall ist. Darüber hinaus ergaben sich deutliche Hinweise darauf, daß zwischen den verschiedenen Sprachräumen Unterschiede in Bezug auf die Ausprägung der Effekte der Wortlänge und der Worthäufigkeit bestehen. Während die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit darauf hinweisen, daß der Wortlängeneffekt bei der Gruppe der Legastheniker für die Mehrzahl der erhobenen Parameter stärker ausgeprägt ist, erbringen die Ergebnisse aus dem englischen Sprachraum, daß dort ein stärkerer Worthäufigkeitseffekt zu finden ist. In ihrer Gesamtheit unterstützen die Ergebnisse zum prozentualen Anteil der Regressionen und der Überlegenheit des Wortlängeneffekts die Annahme, daß deutsche legasthene Kinder den sublexikalischen Weg der Graphem-Phonem-Zuordnung als Strategie zur Worterkennung beim Lesen präferieren. Im Vergleich mit

englischsprachigen Kindern besitzen sie mit diesem indirekten Weg der Worterkennung einen effizienteren Weg zur vollständigen Worterkennung, der ihnen gleichzeitig die Möglichkeit bietet, die Wörter in kleine, ihren Verarbeitungsfähigkeiten angepaßte Analyseeinheiten zu unterteilen.

Im Rahmen der Analyse der Effekte der Wortlänge und der Worthäufigkeit konnte für verschiedene Parameter der Blickbewegungen nachgewiesen werden, daß hier ein Zusammenhang mit den Schwierigkeiten im kognitiven Verarbeitungsprozeß der Worterkennung besteht. Es ist an dieser Stelle nochmals hervorzuheben, daß für diesen Bereich der Blickbewegungsanalyse von legasthenen Kindern im Gegensatz zu Untersuchungen des Lesevorgangs bei Erwachsenen nur wenige Studien zu Erhebung der Effekte der Wortlänge und der Worthäufigkeit (siehe Kapitel 2.2.4) existieren und es sich bei der vorliegenden Arbeit um die erste Überprüfung dieser Effekte bei legasthenen Kindern aus dem deutschen Sprachraum handelt. Betrachtet man die Ergebnisse für die Gruppe der Legastheniker, so konnte in Kapitel 6.2 verdeutlicht werden, daß der Schwierigkeitsgrad der zu lesenden Wörter sich sowohl in räumlichen, als auch in zeitlichen Parametern der Blickbewegungsanalyse abbildet. Für die bestehenden Auffälligkeiten der Blickbewegungen legasthener Kinder beim Lesevorgang bedeutet dies, daß sie in Zusammenhang mit kognitiven Verarbeitungsschwierigkeiten stehen und somit nicht per se als Folge von Störungen im Bereich der Blicksteuerung interpretiert werden können.

Im Gesamtzusammenhang könnten die Auffälligkeiten der deutschsprachigen legasthenen Kinder somit als Folge eines Geschwindigkeitsdefizits bei der Aktivierung der phonologischen Repräsentationen (Wimmer & Mayringer 2001, siehe Kapitel 5.3.2) und der, bereits ausführlich erörterten, bevorzugten Benutzung einer sequentiellen Strategie zur Analyse der Wörter mittels Graphem-Phonem-Zuordnung interpretiert werden. Unter dieser Annahme lassen sich die deutlichen Unterschiede zwischen der Gruppe der Legastheniker und der Kontrollgruppe in den zeitlichen Blickbewegungsparametern durch das bestehende Geschwindigkeitsdefizit erklären, während die erhöhte Anzahl an Fixationen pro Wort auf die Analyse des Wortes auf Buchstabenebene zurückgeführt werden kann.

Abschließend ist somit festzustellen, daß die vorliegende Untersuchung sehr starke Argumente dafür erbringt, weitere Forschungsarbeiten zur Blickbewegungsanalyse mit legasthenen Kinder aus dem deutschen Sprachraum durchzuführen, um den Vorteil der hohen Regularität der Graphem-Phonem-Zuordnung für den Erkenntnisgewinn in Bezug auf die zugrundeliegenden Ursachen des Störungsbildes und die Ansatzpunkte von Therapiemethoden zu nutzen.

Anhang A

A.1 Wortgruppen der Versuchsdurchführung am SLO

SET1 (häufige und kurze Wörter; HF-SL):

Hund, Kleid, Tisch, König,
Junge, Boden, Käfig, Essen,
Puppe, Leute

SET2 (seltene und kurze Wörter; HF-SL):

Blitz, Nelke, Welle, Bohne,
Pfau, Gebiss, Geige, Stufe,
Torte, Blech

SET3 (häufige und lange Wörter; HF-LL):

Gesicht, Bahnhof, Schularbeiten
Regenschirm, Weihnachten, Fußball,
Kindergarten, Eisenbahn,
Nachmittag, Pflaster

SET4 (seltene und lange Wörter; HF-LL):

Kleeblatt, Bastrock, Laterne,
Unterarm, Backofen, Sandale,
Keuchhusten, Haltestelle,
Kieselstein, Matratze

A.2 Leitfaden Erstgespräch

Leitfaden Erstgespräch

Datum:

Name des Kindes:

- Geb.-Datum:
- Klasse:
 - Klasse wiederholt?: ja / nein
 - Längere Abwesenheit vom Unterricht?: ja / nein
- Muttersprache Deutsch?: ja / nein
- Rechtshändigkeit? ja / nein

Bestehen Hinweise auf das Vorliegen einer Seh- oder Hörstörung?

- Sehstörung: ja / nein
 - Diagnose:
 - befindet sich das Kind in ärztlicher Behandlung? ja / nein
- Hörstörung: ja / nein
 - Diagnose:
 - Befindet sich das Kind in ärztlicher Behandlung? ja / nein

Bestehen Hinweise auf das Vorliegen einer neurologischen Erkrankung?

- ja / nein
- Wenn ja, welche:

Bestehen Hinweise auf das Vorliegen einer Lese- und Rechtschreibstörung?

- ja / nein
- Wenn ja seit wann?:
- Wurde bereits eine Abklärung durchgeführt? ja / nein
- Wenn ja, durch wen:
- Diagnose:
- Befindet sich das Kind in therapeutischer Behandlung? ja / nein
- Seit wann:

Bestehen Hinweise auf das Vorliegen emotionaler oder psychiatrischer Auffälligkeiten?

- ja / nein
- Wenn ja, welche:
- Wenn ja, seit wann?:
- Wurde eine Abklärung durchgeführt?: ja / nein
- Wenn ja durch wen?:
- Diagnose:
- Befindet oder befand sich das Kind in therapeutischer Behandlung?: ja / nein

Literaturverzeichnis

- (Adler-Grinberg & Stark 1978) ADLER-GRINBERG, D. ; STARK, L.: Eye movements, scanpaths, and dyslexia. In: *American Journal of Optometry and Physiological Optics* 55 (1978), S. 557–570
- (Alard & Hazan 1998) ALARD, A. ; HAZAN, V.: Speech perception in children with specific reading difficulties (dyslexia). In: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 51 (1998), S. 153–177
- (Aulhorn 1953) AULHORN, E.: Über Fixationsbreite und Fixationsfrequenz beim Lesen gerichteter Konturen. In: *Pflügers Archiv der Physiologie* 157 (1953), S. 318–328
- (Bühl et al. 2000) BÜHL, B. ; DÖPFNER, M. ; LEHMKUHL, G.: Der Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen: FBB-HKS - Prävalenz hyperkinetischer Störungen im Elternurteil und psychometrische Kriterien. In: *Kindheit und Entwicklung* 9 (2000), S. 116–126
- (Biscaldi et al. 1994) BISCALDI, M. ; FISCHER, B. ; AIPLE, F.: Saccadic eye movements of dyslexic and normal reading children. In: *Perception* 23 (1994), S. 45–64
- (Bishop 1989) BISHOP, D.V.: Unfixed reference, monocular occlusion, and development of dyslexia. In: *British Journal of Ophthalmology* 73 (1989), S. 209–215
- (Bortz 1999) BORTZ, J.: *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin : Springer, 1999
- (Coltheart 1978) COLTHEART, M.: Lexical access in simple reading tasks. In: UNDERWOOD, G. (Hrsg.): *Strategies in information processing*. London : Academic Press, 1978, S. 93–96
- (Cornelissen et al. 1996) CORNELISSEN, P.L. ; HANSEN, P.C. ; BRADLEY, L. ; STEIN, J.F.: Analysis for perceptual confusions between nine sets of consonant-vowel sounds in normal and dyslexic adults. In: *Cognition* 59 (1996), S. 275–306

- (Cornelissen et al. 1998) CORNELISSEN, P.L. ; HANSEN, P.C. ; HUTTON, J.L. ; EVANGELINO, V. ; STEIN, J.F.: Magnocellular visual pathways in dyslexia. In: *Vision Research* 38 (1998), S. 471–482
- (Deimel 2002) DEIMEL, W.: Testverfahren zur Diagnostik der Lese- Rechtschreibstörung - eine Übersicht. In: SCHULTE-KÖRN, G. (Hrsg.): *Legasthenie: Zum aktuellen Stand der Ursachenforschung, der diagnostischen Methoden und der Förderkonzepte*. Bochum : Winkler, 2002, S. 149–160
- (Denckla & Rudel 1976) DENCKLA, M.B. ; RUDEL, R.G.: Naming of object-drawings by dyslexic and other learning disabled children. In: *Brain and Language* 3 (1976), S. 1–15
- (Dilling et al. 1994) DILLING, H. (Hrsg.) ; MOMBOUR, W. (Hrsg.) ; SCHMIDT, M.H. (Hrsg.): *Internationale Klassifikation psychischer Störungen, ICD-10 Kapitel V(F) Klinisch Diagnostische Leitlinien*. Bern : Verlag Hans Huber, 1994
- (Döpfner 2000) DÖPFNER, M.: *DISYPS-KJ: Diagnostik System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM IV*. Bern : Huber Verlag, 2000
- (Eden et al. 1994) EDEN, G. F. ; STEIN, J.F. ; WOOD, H.M. ; WOOD, F.B.: Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. In: *Vision Research* 34 (1994), S. 409–436
- (Eden et al. 1996) EDEN, G.F. ; VANMETER, J.W. ; RUMSEY, J.M. ; MAISOG, J.M. ; WOODS, R.P. ; ZEFFIRO, T.A.: Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. In: *Nature* 382 (1996), S. 66–69
- (Ehrlich & Rayner 1981) EHRLICH, K. ; RAYNER, K.: Contextual effects on word perception and eye movements during reading. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 22 (1981), S. 75–87
- (Elterman et al. 1980) ELTERMAN, R.D. ; ABEL, L.A. ; DAROFF, R.B. ; DELL'OSSO, L.F. ; BORNSTEIN, J.L.: Eye movement patterns in dyslexic children. In: *Journal of Learning Disabilities* 13 (1980), S. 312–317
- (Esser & Schmidt 1993) ESSER, G. ; SCHMIDT, M.: Die Langfristige Entwicklung von Kindern mit einer Lese-Rechtschreibschwäche. In: *Zeitschrift für Klinische Psychologie* 22 (1993), S. 100–116
- (Esser & Schmidt 1994) ESSER, G. ; SCHMIDT, M.H.: Children with specific reading retardation - early determinants and longterm outcome. In: *Acta Paedopsychiatrica* 56 (1994), S. 229–238

- (Evans 1990) EVANS, L.D.: A conceptual overview of the regression discrepancy model for evaluating severe discrepancy between IQ and achievement scores. In: *Journal of Learning Disabilities* 23 (1990), S. 406–412
- (Fischer et al. 1993) FISCHER, B. ; BISCALDI, M. ; OTTO, P.: Saccadic eye movements of dyslexic adult subjects. In: *Neuropsychologia* 31 (1993), S. 887–906
- (Fischer & Weber 1990) FISCHER, B. ; WEBER, H.: Saccadic reaction times of dyslexic and age-matched normal subjects. In: *Perception* 19 (1990), S. 805–818
- (Galaburda & Livingstone 1993) GALABURDA, A.M. ; LIVINGSTONE, M.: Evidence for a Magnocellular Defect in Developmental Dyslexia. In: TALLAL, P. (Hrsg.) ; GALABURDA, A. (Hrsg.) ; LLINAS, R.R. (Hrsg.) ; EULER, C. von (Hrsg.): *Temporal information processing in the nervous system: Special referance to dyslexia and dysphasia*. New York : New York Academy of Sciences, 1993, S. 70–82
- (Galaburda & Livingstone 1994) GALABURDA, A.M. ; LIVINGSTONE, M.: Neuroanatomic basis of developmental dyslexia. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 628 (1994), S. 1810–1813
- (Galaburda et al. 1985) GALABURDA, A.M. ; SHERMAN, G.F. ; ROSEN, G.D. ; ABOITIZ, F. ; GESCHWIND, N.: Developmental dyslexia: four conscutive patients with cortical anomalies. In: *Annals of Neurology* 18 (1985), S. 222–233
- (Geschwind 1988) GESCHWIND, N.: Aufgabenteilung in der Großhirnrinde. In: WISSENSCHAFT, Spektrum der (Hrsg.): *Wahrnehmung und visuelles System*. Heidelberg : Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, 1988, S. 26–35
- (Glogauer 1977) GLOGAUER, W.: Rechtschreibleistung und Intelligenz. Eine empirische Untersuchung. In: *Psychologie in Schule und Erziehung* 24 (1977), S. 287–292
- (Godfrey et al. 1997) GODFREY, J.J. ; SYRDAL-LASKY, A.K. ; MILLAY, K.K. ; KNOX, C.M.: Performance of dyslexic children on speech perception tests. In: *Journal of Experimental Child Psychology* 66 (1997), S. 211–235
- (Goodman 1997) GOODMAN, R.: The Strengths and Difficulties Questionnaire: A Research Note. In: *Journal of Child and Adolecent Psychiatry* 38 (1997), S. 581–586
- (Goodman & Scott 1999) GOODMAN, R. ; SCOTT, S.: Comparing the Strengths and Difficulties Questionnaire and the Child Behavior Checklist: Is small beautiful? In: *Journal of Abnormal Child Psychology* 27 (1999), S. 17–24

- (Goswami et al. 1998) GOSWAMI, U. ; GAMBERT, J.E. ; BARRERA, L.F. de: Children's orthographic representations and linguistic transparency: Nonsense word reading in English, French and Spanish. In: *Applied Psycholinguistics* 19 (1998), S. 19–52
- (Goswami et al. 1999) GOSWAMI, U. ; SCHNEIDER, W. ; SCHEURICH, B.: Picture naming deficits in developmental dyslexia in German. In: *Developmental Science* 2 (1999), S. 53–58
- (Grigorenko 2001) GRIGORENKO, E.L.: Developmental dyslexia: An update on genes, brains and environments. In: *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 42 (2001), S. 91–125
- (Grisseemann 2000) GRISSEMMANN, H.: *Zürcher Lesetest*. Bern : Huber Verlag, 2000
- (Heller 1982) HELLER, D.: Eye movements in reading. In: GRONER, R. (Hrsg.) ; FRAISSE, P. (Hrsg.): *Cognition and Eye Movements*. Berlin : Deutscher Verlag für Wissenschaften, 1982, S. 139–154
- (Henderson & Ferreira 1990) HENDERSON, J.M. ; FERREIRA, F.: Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. In: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 16 (1990), S. 417–429
- (Hussy & Jain 2002) HUSSY, W. ; JAIN, A.: *Experimentelle Hypothesenprüfung in der Psychologie*. Göttingen : Hogrefe, 2002
- (Hyönä et al. 1989) HYÖNÄ, J. ; NIEMI, P. ; UNDERWOOD, G.: Reading long words embedded in sentences: Informativeness of word halves affects eye movements. In: *Journal of Experimental Psychology; Human Perception and Performance* 15 (1989), S. 142–152
- (Hyönä & Olson 1995) HYÖNÄ, J. ; OLSON, R.K.: Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequency. In: *Journal of Experimental Psychology; Learning, Memory and Cognition* 21 (1995), S. 1430–1440
- (Hynd et al. 1990) HYND, G.W. ; SEMRUD-CLIKEMAN, M. ; LORYS, A.R. ; NOVEY, E.S. ; ELIOPULOS, D.: Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity. In: *Archives of Neurology* 47 (1990), S. 919–926
- (Inhoff et al. 1989) INHOFF, A.W. ; POLLATSEK, A. ; POSNER, M. ; RAYNER, K.: Covert attention and eye movements during reading. In: *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 41 (1989), S. 63–89

- (Inhoff & Radach 1998) INHOFF, A.W. ; RADACH, R.: Definition and computation of oculomotor measures in the study of cognitive process. In: UNDERWOOD, G. (Hrsg.): *Eye guidance in reading and scene perception*. Oxford : Elsevier, 1998, S. 29–54
- (Inhoff & Rayner 1986) INHOFF, A.W. ; RAYNER, K.: Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. In: *Perception and Psychophysics* 40 (1986), S. 431–439
- (Javal 1879) JAVAL, E.: Essai sur la physiologie de la lecture. In: *Annales d'Oculistique* 82 (1879), S. 242–253
- (Just & Carpenter 1980) JUST, M.A. ; CARPENTER, P.A.: A theory of reading: From eye fixations to comprehension. In: *Psychological Review* 87 (1980), S. 329–354
- (Klasen et al. 2000) KLASEN, H. ; WOERNER, W. ; OVERMEYER, D. W. ; KASCHNITZ, W. ; ROTHENBERGER, A. ; GOODMAN, R.: Comparing the German versions of the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ-Deu) and the Child Behavior Checklist. In: *European Child and Adolescent Psychiatry* 9 (2000), S. 271–276
- (Klicpera & Gasteiger-Klicpera 1993) KLICPERA, C. ; GASTEIGER-KLICPERA, B.: *Lesen und Schreiben - Entwicklung und Schwierigkeiten. Die Wiener Längsschnittuntersuchung über die Entwicklung, den Verlauf und die Ursachen von Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten in der Pflichtschulzeit*. Bern : Verlag Hans Huber, 1993
- (Kowler & Martins 1985) KOWLER, E. ; MARTINS, A.J.: Eye movements of pre-school children. In: *Science* 215 (1985), S. 997–999
- (Kronbichler et al. 2002) KRONBICHLER, M. ; HUTZLER, F. ; WIMMER, H.: Dyslexia: Verbal impairments in the absence of magnocellular impairments. In: *Neuroreport* 13 (2002), S. 617–620
- (Küspert 1998) KÜSPERT, P.: *Phonologische Bewußtheit und Schriftspracherwerb: Zu den Effekten vorschulischer Förderung der phonologischen Bewußtheit auf den Erwerb des Lesens und des Rechtschreibens*. Frankfurt am Main : Verlag Peter Lang AG, 1998
- (Küspert & Schneider 1998b) KÜSPERT, P. ; SCHNEIDER, W.: *Würzburger Leise Leseprobe (WLLP)*. Göttingen : Hogrefe, 1998b
- (Landerl et al. 1997a) LANDERL, K. ; WIMMER, H. ; FRITH, U.: The impact of orthographic consistency on dyslexia: A German-English comparison. In: *Cognition* 63 (1997), S. 315–334

- (Landerl et al. 1997b) LANDERL, K. ; WIMMER, H. ; MOSER, E.: *Salzburger Lese- und Rechtschreibtest*. Bern : Verlag Hans Huber, 1997b
- (Lefton et al. 1979) LEFTON, L.A. ; NAGELE, R.J. ; JOHNSON, G. ; FISHER, D.F.: Eye movement dynamics of good and poor readers: Then and now. In: *Journal of Reading Behavior* 11 (1979), S. 319–328
- (Legge et al. 1997) LEGGE, G.E. ; AHN, S.J. ; KLITZ, T.S. ; LUEBKER, A.: Psychophysics of reading-XVI. The visual span in normal and low vision. In: *Vision Research* 37 (1997), S. 1999–2010
- (Levin 1979) LEVIN, H.: *The eye-voice span*. Cambridge : MIT Press, 1979
- (Lewis et al. 1994) LEWIS, C. ; HITCH, G.J. ; WALKER, P.: The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year-old boys and girls. In: *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 35 (1994), S. 283–92
- (Luca et al. 2002) LUCA, M. D. ; BORRELLI, M. ; JUDICA, A. ; SPINELLI, D. ; ZOC-COLOTTI, P.: Reading words and pseudowords: An eye movements study on developmental Dyslexia. In: *Brain and Language* 80 (2002), S. 617–626
- (Luca et al. 1999) LUCA, M. D. ; PACE, E. D. ; JUDICA, A. ; SPINELLI, D. ; ZOC-COLOTTI, P.: Eye movement patterns in linguistic and non-linguistic tasks in developmental surface dyslexia. In: *Neuropsychologia* 37 (1999), S. 1407–1420
- (Lundberg et al. 1988) LUNDBERG, I. ; FROST, J. ; PETERSON, O.: Effects of an extensive training program for stimulating phonological awareness in preschool children. In: *Reading Research Quarterly* 23 (1988), S. 263–284
- (Mackeben et al. 2002) MACKEBEN, M. ; TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S. ; REINHARD, J. ; DÜRRWÄCHTER, U. ; ADLER, M. ; KLOSINSKI, G.: *Eye movements control while reading single words in dyslexic*. 2002. – in review
- (Manis et al. 1981) MANIS, F.R. ; MC-BRIDE-CHANG, C. ; SEIDENBERG, M.S. ; KEATING, P. ; DOI, L.M. ; MUNSON, B. ; PETERSON, A.: Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia? In: *Journal of Experimental Child Psychology* 32 (1981), S. 401–424
- (McConkie 1983) MCCONKIE, G.W.: Eye Movements and perception during reading. In: RAYNER, K. (Hrsg.): *Eye Movements in Reading. Perceptual and Language Processes*. New York : Academic Press, 1983, S. 65–96
- (McConkie & Rayner 1975) MCCONKIE, G.W. ; RAYNER, K.: The span of the effective stimulus during a fixation in reading. In: *Perception and Psychophysics* 17 (1975), S. 578–586

- (McConkie et al. 1992) McCONKIE, G.W. ; REDDIX, M. ; ZOLA, D.: Perception and cognition in reading: Where is the meeting point. In: RAYNER, K. (Hrsg.): *Eye Movements and Visual Cognition: Scene perception and reading*. New York : Springer, 1992, S. 293–303
- (McConkie et al. 1991) McCONKIE, G.W. ; ZOLA, D. ; GRIMES, J. ; KERR, P.W. ; BRYANT, N.R. ; WOLF, P.M.: Children's eye movements during reading. In: STEIN, J.F. (Hrsg.): *Vision and Visual Dyslexia*. Boston : CRC Press, 1991, S. 263–270
- (Morgan 1896) MORGAN, W.P.: A Case of congenital word-blindness. In: *British Medical Journal* 2 (1896), S. 1378
- (Morris et al. 1990) MORRIS, R.K. ; RAYNER, K. ; POLLATSEK, A.: Eye movement guidance in reading: The role of parafoveal letter and space information. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 16 (1990), S. 268–281
- (Niebergall 1987) NIEBERGALL, G.: Diagnostische Aspekte der Legasthenie. In: *Monatszeitschrift der Kinderheilkunde* 135 (1987), S. 297–301
- (Olson et al. 1991) OLSON, R.K. ; CONNERS, F.A. ; RACK, J.P.: Eye movements in dyslexic and normal readers. In: STEIN, J.F. (Hrsg.): *Vision and Visual Dyslexia*. Boston : CRC Press, 1991, S. 263–270
- (Olson et al. 1994) OLSON, R.K. ; FORSBERG, H. ; WISE, B.: Genes, environment and development of orthographic skills. In: BERNINGER, V.W. (Hrsg.): *The varieties of orthographic knowledge I: Theoretical and developmental issues*. Dordrecht : Kluwer, 1994, S. 27–71
- (Paulesu et al. 1996) PAULESU, E. ; FRITH, U. ; SNOWLING, M. ; GALLAGHER, A. ; MORTON, J. ; FRACKOWIAK, R.S. ; FAITH, C.D.: Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. In: *Brain* 119 (1996), S. 143–157
- (Pavlidis 1981) PAVLIDIS, G.T.: Do Eye Movements hold the Key to Dyslexia? In: *Neuropsychologia* 19 (1981), S. 57–64
- (Pavlidis 1991) PAVLIDIS, G.T.: Diagnostic significance and relationship between dyslexia and erratic eye movements. In: STEIN, J.F. (Hrsg.): *Vision and Visual Dyslexia*. Boston : CRC Press, 1991, S. 263–270
- (Pollatsek et al. 1981) POLLATSEK, A. ; BOLOZKY, S. ; WELL, A.D. ; RAYNER, K.: Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. In: *Brain and Language* 14 (1981), S. 174–180

- (Pregel & Rickheit 1987) PREGEL, D. ; RICKHEIT, G.: *Der Wortschatz im Grundschulalter*. Hildesheim : Olms Verlag, 1987
- (für Kinder-und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie 2000) PSYCHOTHERAPIE, Deutsche G. u. (Hrsg.): *Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter*. Köln : Deutscher Ärzte-Verlag, 2000
- (Rack et al. 1992) RACK, J.P. ; SNOWLING, M.J. ; OLSON, R.: The nonword reading deficit in developmental dyslexia: A review. In: *Reading Research Quarterly* 27 (1992), S. 29–53
- (Radach 1996) RADACH, R.: *Blickbewegungen beim Lesen*. Münster : Waxmann, 1996
- (Radach 2002) RADACH, R.: *Experimentelle Leseforschung: Blickbewegungen und Prozessmodelle*. 2002. – Unveröffentlichte Habilitationsschrift, RWTH Aachen
- (Rayner 1986) RAYNER, K.: Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. In: *Journal of Experimental Child Psychology* 41 (1986), S. 211–236
- (Rayner 1998) RAYNER, K.: Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. In: *Psychological Bulletin* 124 (1998), S. 372–422
- (Rayner & Duffy 1986) RAYNER, K. ; DUFFY, S.D.: Lexical complexity and fixation times in reading Effects of word frequency, verb complexity and lexical ambiguity. In: *Memory and Cognition* 14 (1986), S. 191–201
- (Rayner et al. 1989) RAYNER, K. ; MURPHY, L.A. ; HENDERSON, J.M. ; POLLATSEK, A.: Selective attentional dyslexia. In: *Cognitive Neuropsychology* 6 (1989), S. 357–378
- (Rayner & Pollatsek 1989) RAYNER, K. ; POLLATSEK, A.: *The psychology of reading*. Englewood : Prentice Hall, 1989
- (Rayner et al. 1982) RAYNER, K. ; WELL, A.D. ; POLLATSEK, A. ; BERTERA, J.H.: The availability of useful information to the right of fixation in reading. In: *Perception and psychophysics* 31 (1982), S. 537–550
- (Reichle et al. 1998) REICHLER, E.D. ; POLLATSEK, A. ; FISHER, D.L. ; RAYNER, K.: Toward a model of eye movement control in reading. In: *Psychological Review* 105 (1998), S. 125–157
- (Reinhard 2002) REINHARD, J.: *Die makuläre Aussparung bei homonymer Hemi-anopsie*. 2002. – Unveröffentlichte Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

- (Remschmidt et al. 1998) REMSCHMIDT, H. ; SCHULTE-KÖRNE, G. ; HENNIGHAUSEN, K.: What is specific about the specific reading disorder. In: RISPENS, J. (Hrsg.) ; YPEREN, T. A. V. (Hrsg.) ; YULE, W. (Hrsg.): *Perspectives on the classification of specific developmental disorders*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1998, S. 83–104
- (Rumsey et al. 1997) RUMSEY, J.M. ; DONOHUE, B.C. ; BRADY, D.R. ; NACE, K. ; GIEDD, J.N. ; ANDREASON, P.: A magnetic resonance imaging study of planum temporale asymetry in men with developmental dyslexia. In: *Archives of Neurology* 54 (1997), S. 1481–1489
- (Schulte-Körne 2001) SCHULTE-KÖRNE, G.: Annotation: Genetics of reading and spelling disorder. In: *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 42 (2001), S. 985–997
- (Schulte-Körne et al. 1998) SCHULTE-KÖRNE, G. ; DEIMEL, W. ; BARTLING, J. ; REMSCHMIDT, H.: Auditory processing and dyslexia: Evidence for a specific speech deficit. In: *Neuroreport* 9 (1998), S. 337–340
- (Schulte-Körne et al. 2001) SCHULTE-KÖRNE, G. ; DEIMEL, W. ; REMSCHMIDT, H.: Zur Diagnostik der Lese- Rechtschreibstörung. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 2 (2001), S. 113–116
- (Schulte-Körne et al. 1998) SCHULTE-KÖRNE, G. ; NÖTHEN, M.M. ; REMSCHMIDT, H.: Genetik der Lese- und Rechtschreibstörung. In: *Medizinische Genetik* 10 (1998), S. 402–405
- (Schulte-Körne et al. 1991) SCHULTE-KÖRNE, G. ; REMSCHMIDT, H. ; WARNKE, A.: Selektive visuelle Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit bei legasthenen Kindern. Eine experimentelle Untersuchung. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie* 19 (1991), S. 99–106
- (Shaywitz et al. 1994) SHAYWITZ, B.A. ; FLETCHER, M. ; SHAYWITZ, S.E.: Interrelationships between reading disability and attention-deficit hyperactivity disorder. In: CAPUTE, A.J. (Hrsg.) ; ACCARDO, P.J. (Hrsg.) ; SHAPIRO, B.K. (Hrsg.): *The Learning Disabilities Spectrum: ADD, ADHD and LD*. Baltimore : York Press, 1994, S. 190–207
- (Shaywitz et al. 1990) SHAYWITZ, S.E. ; SHAYWITZ, B.A. ; FLETCHER, J.M. ; ESCOBAR, J.M.: Prevalence of reading disability in boys and girls. In: *Journal of the American Medical Assosiation* 264 (1990), S. 998–1002
- (Shaywitz et al. 1998) SHAYWITZ, S.E. ; SHAYWITZ, B.A. ; PUGH, K.R. ; FULLBRIGHT, R.K. ; CONSTABLE, R.T. ; MENCL, W.E. ; SHANKWEILER, W.E. ;

- LIEBERMANN, A.M. ; SKUDLARSKI, P. ; FLETCHER, J.M. ; KATZ, L. ; MARCHIONE, K.E. ; LACADIE, C. ; GATENBY, C. ; GORE, J.C.: Functional disruption in the organisation of the brain for reading in dyslexia. In: *Proceedings of the National Academy of Science* 95 (1998), S. 2636–2641
- (Stanley 1994) STANLEY, G.: Eye movements in dyslexic and normal children. In: YGGE, J. (Hrsg.) ; LENNERSTRAND, G. (Hrsg.): *Eye movements in reading*. Oxford : Pergamon Press, 1994, S. 261–271
- (Stein 2001) STEIN, J.: The magnocellular theory of developmental dyslexia. In: *Dyslexia* 7 (2001), S. 12–36
- (Stein & Fowler 1985) STEIN, J. ; FOWLER, S.: Effect of monocular occlusion on visuomotor perception and reading in dyslexia. In: *Lancet* 2 (1985), S. 69–73
- (Strehlow 1994) STREHLOW, U.: Katamnestic studies on Dyslexia. In: *Acta Paedopsychiatrica* 25 (1994), S. 229–237
- (Strehlow & Haffner 2002) STREHLOW, U. ; HAFFNER, J.: Definitionsmöglichkeiten und sich daraus ergebende Häufigkeit der umschriebenen Lese- bzw. Rechtschreibstörung - theoretische Überlegungen und empirische Befunde an einer repräsentativen Stichprobe junger Erwachsener. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 30 (2002), S. 113–126
- (Swan & Goswami 1997) SWAN, D. ; GOSWAMI, U.: Picture naming deficits in developmental dyslexia: The phonological awareness hypothesis. In: *Brain and Language* 56 (1997), S. 334–353
- (Tallal et al. 1993) TALLAL, P. ; MILLER, S. ; FITCH, R.H.: Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. In: TALLAL, P. (Hrsg.) ; GALABURDA, A. (Hrsg.) ; LLINAS, R.R. (Hrsg.) ; EULER, C. von (Hrsg.): *Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia*. New York : New York Academy of Sciences, 1993, S. 27–47
- (Tewes et al. 2001) TEWES, U. ; ROSSMANN, P. ; SCHALLENBERGER, U.: *HAWIK III: Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder -Dritte Auflage*. Bern : Huber Verlag, 2001
- (Trauzettel-Klosinski 1997) TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S.: Eccentric fixation in hemianopic field defects - a valuable strategy to improve reading ability and an indication for cortical plasticity. In: *Neuroophthalmology* 18 (1997), S. 117–131
- (Trauzettel-Klosinski et al. 2001) TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S. ; MACKEBEN, M. ; REINHARD, J. ; DÜRRWÄCHTER, U. ; KLOSINSKI, G.: Die Abbildung von

- Lesetexten auf der Netzhaut. In: SCHULTE-KÖRNE, G. (Hrsg.): *Legasthenie, erkennen, verstehen, fördern*. Bochum : Winkler, 2001, S. 83–87
- (Trauzettel-Klosinski et al. 2002) TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S. ; MACKEBEN, M. ; REINHARD, J. ; FEUCHT, A. ; DÜRRWÄCHTER, U. ; KLOSINSKI, G.: Pictogram naming in dyslexic and normal children assessed by SLO. In: *Vision Research* 42 (2002), S. 789–799
- (Trauzettel-Klosinski & Reinhard 1998) TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S. ; REINHARD, J.: The vertical field border in human hemianopia and its significance for fixation behavior and reading. In: *Invest Ophthalmol Vis Sci* 39 (1998), S. 2177–2186
- (Trauzettel-Klosinski et al. 1994) TRAUZETTEL-KLOSINSKI, S. ; TESCHNER, C. ; TORNOW, R.P. ; ZRENNER, E.: Reading strategies in normal subjects and in patients with macular scotoma - assessed by two new methods of registration. In: *Neuroophthalmology* 14 (1994), S. 15–30
- (Vanni et al. 1997) VANNI, S. ; UUSITALO, M. ; KIESILÄ, P. ; HARI, R.: Visual motion activates V5 in dyslexics. In: *Neuro Report* 8 (1997), S. 1939–1942
- (Wagner & Torgensen 1987) WAGNER, R.K. ; TORGENSEN, J.K.: The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. In: *Psychological Bulletin* 101 (1987), S. 192–212
- (Warnke 1990) WARNKE, A.: *Legasthenie und Hirnfunktion: Neuropsychologische Befunde zur visuellen Informationsverarbeitung*. Bern : Verlag Hans Huber, 1990
- (Warnke et al. 2001) WARNKE, A. ; HEMMINGER, U. ; ROTH, E. ; SCHNECK, S.: *Legasthenie*. Göttingen : Hogrefe-Verlag, 2001
- (Wimmer 1993) WIMMER, H.: Characteristics of developmental dyslexia in regular writing systems. In: *Applied Psycholinguistics* 14 (1993), S. 1–33
- (Wimmer 1996) WIMMER, H.: The nonword reading deficit in developmental dyslexia: Evidence from children learning to read German. In: *Journal of Experimental Child Psychology* 61 (1996), S. 80–90
- (Wimmer & Goswami 1994) WIMMER, H. ; GOSWAMI, U.: The influence of orthographic consistency on reading development in English and German children. In: *Cognition* 51 (1994), S. 91–103
- (Wimmer & Kronbichler 2002) WIMMER, H. ; KRONBICHLER, M.: Legasthenie: Neurobiologische Erklärungen auf dem Prüfstand. In: SCHULTE-KÖRNE, G. (Hrsg.): *Legasthenie: Zum aktuellen Stand der Ursachenforschung, der diagnostischen Methoden und der Förderkonzepte*. Bochum : Winkler, 2002, S. 89–99

- (Wimmer et al. 1991) WIMMER, H. ; LANDERL, K. ; LINORTNER, R. ; HUMMER, P.: The relationship of phonemic awareness to reading acquisition: More consequence than prediction but still important. In: *Cognition* 40 (1991), S. 219–249
- (Wimmer & Mayringer 2001) WIMMER, H. ; MAYRINGER, H.: Is the reading-rate problem of german dyslexic children caused by slow visual processes. In: WOLF, M. (Hrsg.): *Dyslexia, Fluency and the Brain*. Timonium : York Press, 2001, S. 93–102
- (Woerner et al. 2002) WOERNER, W. ; BECKER, A. ; FRIEDRICH, C. ; KLASSEN, H. ; GOODMAN, R. ; ROTHENBERGER, A.: Normierung und Evaluation der deutschen Elternversion des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ): Ergebnisse einer repräsentativen Felderhebung. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 30 (2002), S. 105–112
- (Wolf & Obregon 1992) WOLF, M. ; OBREGON, M.: Early naming deficits, developmental dyslexia and a specific deficit hypothesis. In: *Brain and Language* 42 (1992), S. 219–247
- (Wolverton & Zola 1983) WOLVERTON, G.S. ; ZOLA, D.: The temporal characteristics of visual information extraction during reading. In: RAYNER, K. (Hrsg.): *Eye Movements in Reading. Perceptual and Language Processes*. New York : Academic Press, 1983, S. 41–51