

Aus dem Institut und der Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Komm. Direktor: Prof. Dr. med. H.-J. Möller

**Erprobung eines Training der sequentiellen Analyse akustischer Reize bei Kindern mit  
einer Lese-Rechtschreibstörung**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Yvonne Winkler  
aus  
Budweis

2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. v. Suchodoletz

-----

Mitberichterstatter: Prof. Dr. U. Hegerl-----

Priv. Doz. Dr. R. Werth-----

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2006-----

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Theoretischer Hintergrund.....</b>	<b>6</b>
2.1.	Lese-Rechtschreibschwäche .....	6
2.1.1.	Definition und Klassifikation .....	6
2.1.2.	Epidemiologie.....	7
2.1.3.	Ätiologie und Genese .....	7
2.2.	Zeitverarbeitung.....	13
2.2.1.	Zeitverarbeitung und Ordnungsschwelle .....	14
2.2.2.	Zusammenhang von LRS- und Zeitverarbeitung anhand empirischer Befunde ....	18
2.3.	Messung der Zeitverarbeitung .....	21
2.3.1.	Ordnungsschwelle.....	22
2.3.2.	Richtungshören .....	25
2.3.3.	Sonstige Methoden, Zeitverarbeitung zu messen .....	30
2.4.	Zeitverarbeitungstraining bei Kindern mit Schwächen beim Erwerb der Laut- oder Schriftsprache .....	35
<b>3.</b>	<b>Zielsetzung.....</b>	<b>39</b>
<b>4.</b>	<b>Methodik.....</b>	<b>40</b>
4.1.	UNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV.....	40
4.1.1.	Rekrutierung .....	40
4.1.2.	Beschreibung der Stichprobe .....	40
4.2.	UNTERSUCHUNGSABLAUF .....	48
4.2.1.	Durchführung.....	48
4.2.2.	Untersucher.....	49
4.2.3.	Untersuchungsinstrumente .....	49
4.2.4.	Erfassung der Zeitverarbeitung.....	57
4.3.	Trainingsablauf .....	60
4.4.	Statistische Auswertung.....	64

<b>5.</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>65</b>
5.1.	Auswirkungen des Trainings auf Ordnungsschwelle und Richtungshören.....	65
5.1.1.	Unterscheiden sich die jeweiligen Werte der Zeitparameter zwischen den Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten? .....	65
5.1.2.	Unterscheiden sich die Veränderungen der Werte von einem zum nächsten Messzeitpunkt zwischen den Gruppen?.....	74
5.1.3.	Finden sich in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf signifikante Veränderungen? .....	77
5.1.4.	Unterscheiden sich die Verläufe zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe? .....	79
5.1.5.	Zusammenfassung .....	80
5.2.	Auswirkungen der Trainingseffekte auf Lese- und Rechtschreibleistungen .....	82
5.2.1.	Unterscheiden sich die jeweiligen Werte der Testleistungen zwischen den Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten? .....	82
5.2.2.	Unterscheiden sich die Veränderungen der Werte von einem zum nächsten Testzeitpunkt zwischen den Gruppen? .....	91
5.2.3.	Finden sich in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf signifikante Veränderungen? .....	94
5.2.4.	Unterscheiden sich die Verläufe zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe? .....	95
5.2.5.	Zusammenfassung .....	96
5.3.	Einschätzungen der Trainingseffekte aus der Sicht von Eltern, Lehrern und Kindern .....	98
5.3.1.	Welche Erwartungen werden an das Training gestellt? .....	98
5.3.2.	Wie werden die Trainingseffekte anhand einzelner schulischer Leistungen nach dem Training beurteilt? .....	104
5.3.3.	Zusammenfassung .....	112
<b>6.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>114</b>
6.1.	Reflexion der Stichprobe .....	114
6.1.1.	Reflexion der allgemeinen Gruppenunterschiede.....	114
6.1.2.	Gruppenvergleich der Zeitverarbeitungsparameter Ordnungsschwelle und Richtungshören sowie der Testleistungen im Lesen und Rechtschreiben zu Studienbeginn .....	116
6.2.	Auswirkungen des Trainings auf Ordnungsschwelle und Richtungshören.....	117
6.3.	Auswirkungen der Trainingseffekte auf Lese- und Rechtschreibleistungen .....	120
6.4.	Beurteilung der Trainingseffekte aus der Sicht von Eltern, Lehrern und Kindern...	124
6.5.	Ausblick.....	127

<b>7. Zusammenfassung .....</b>	<b>128</b>
<b>8. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>131</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>142</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>183</b>

Danksagung

Lebenslauf

# 1. EINFÜHRUNG

Die Hypothese eines zeitlichen Verarbeitungsdefizits als mögliche Ursache von Lese-Rechtschreibstörungen, veranlasste in den letzten Jahren zahlreiche Forschergruppen zur näheren Auseinandersetzung mit diesem Thema. Entscheidende Hinweise stammen dabei insbesondere aus den Untersuchungsergebnissen von P. Tallal (Übersicht bei Tallal et al. 1993, Tallal 1980, Fitch et al. 1997), wonach Kinder mit Störungen der Laut- und Schriftsprache auch Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung der zeitlichen Reihenfolge von rasch aufeinander folgenden akustischen Signalen haben und deshalb jene Konsonanten, deren Formanten einen raschen Wechsel durchmachen, schwer wahrnehmen. Demzufolge könne wegen der ungenügenden Diskrimination der Phonemfolge auch die Zuordnung von Phonemen und Graphemen nur unzureichend erlernt werden.

Die Messung der Zeitverarbeitung mittels nonverbaler Stimuli erfolgt u.a. mit Hilfe einer Ordnungsschwellenbestimmung im visuellen bzw. auditiven Bereich. Hierbei erhält die Testperson die Aufgabe, die richtige Reihenfolge zweier dargebotener Reize (Lichtblitze bzw. akustische Klicks) anzugeben. Nun hat man in Experimenten zur zeitlichen Ordnungsschwelle herausgefunden, dass Patienten mit Aphasie (Tallal & Newcombe 1978, v. Steinbüchel et al. 1996), Kinder mit allgemeinen Sprachentwicklungsstörungen (Tallal & Piercy 1973, Kegel 1990) und speziell Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche (Tallal 1980, v. Steinbüchel et al. 1998) erhöhte zeitliche Ordnungsschwellen aufweisen. Ebenfalls zeigen Erwachsene mit Dyslexie Schwierigkeiten bei der feinzeitlichen Auflösungsfähigkeit von akustischen Reizen (Hari & Kiesiä 1996). Theoretisch wird, wie bereits oben angedeutet, der Zusammenhang zwischen der grundlegenden Fähigkeit zeitlicher Auflösungsfähigkeit von akustischen Reizen und der Wahrnehmung gewisser Stopkonsonant-Vokal-Silben diskutiert (Miller 1990, v. Steinbüchel 1995, Bishop 1997). Eine Unterscheidung der Silben /da/ und /ta/ ist also nur möglich, wenn bestimmte Charakteristika zeitlicher Komponenten im Sprachsignal identifiziert werden. Aus diesen Erkenntnissen heraus entstand die Hypothese, dass sich ein generelles Zeitverarbeitungsdefizit auch auf die zeitliche Analyse des gehörten Sprachsignals auswirkt. Möglicherweise besteht eine Kausalität zwischen einer gestörten auditiven Zeitverarbeitung und einer sich entwickelnden Lese-Rechtschreibschwäche. In einer Untersuchung von Tallal & Stark (1982) konnten vor allem bei Kindern mit Legasthenie, die auch ein Defizit im Verständnis von gesprochener Sprache hatten, deutlich schlechtere Leistungen in der zeitlichen Verarbeitung nachgewiesen werden.

Auf der Grundlage dieser Beobachtungen heraus wurden in den letzten Jahren Trainingsmethoden entwickelt mit dem Ziel, durch eine Verbesserung der zeitlichen Sequenzierungsfähigkeit die sprachlichen Leistungen zu steigern (Warnke 1993, v. Steinbüchel et al. 1996, Tallal et al. 1998). Dabei konnte in einer Untersuchung von sprachgestörten Kindern eine Verbesserung der Sprache erzielt werden (Tallal et al. 1996, Merzenich et al. 1996, Tallal et al. 1998). Erfolge konnten ebenfalls an einer Gruppe von Aphasikern durch ein achtwöchiges Ordnungsschwellentraining verzeichnet werden, wobei neben einer deutlichen Verbesserung der Ordnungsschwellenwerte auch eine Verbesserung in der Erkennung von Stopkonsonant-Vokal-Silben festgestellt werden konnte (v. Steinbüchel et al. 1996). Um die mutmaßlichen Defizite lese- und rechtschreibschwacher Kinder auszugleichen, entwickelte F. Warnke (1995a,b) ein Training des zentralen Hörvermögens, in dem sowohl die akustische Verarbeitung gefördert als auch die Diskriminationsfähigkeit akustischer Signale geschult werden sollte und berichtet über Verbesserungen in den Lese-Rechtschreibleistungen. Allerdings konnten diese zahlreichen publizierten Erfolge bislang nicht repliziert werden.

Kontrollierte Studien zum Nachweis eines spezifischen Effektes des Trainings von Ordnungsschwelle und Richtungshören auf Störungen der Schriftsprache im Kindesalter stehen bislang allerdings noch aus. Unklar bleibt, ob ein Training der Zeitverarbeitungsparameter (Training der visuellen und auditiven Ordnungsschwelle und des Richtungshörens) tatsächlich die zeitliche Diskriminationsfähigkeit verbessern kann und falls dies der Fall ist, ob sich dann auch Erfolge auf die Lese-Rechtschreibleistungen dieser trainierten Kinder verzeichnen lassen.

## **2. THEORETISCHER HINTERGRUND**

### **2.1. LESE-RECHTSCHREIBSCHWÄCHE**

#### **2.1.1. Definition und Klassifikation**

Die Lese-Rechtschreibstörung ist nach ICD-10 den Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ (F81) zugeordnet. Das definierende Merkmal der Lese- und Rechtschreibstörung (F81.0) ist eine umschriebene Beeinträchtigung in der Entwicklung der Lesefertigkeiten, sehr häufig verbunden mit Rechtschreibproblemen. Die Rechtschreibproblematik stellt in der späteren Kindheit und im Erwachsenenalter meist das größere Defizit dar, während sich die Lesefertigkeit regelhaft verbessert. Das Erlernen des Lesens und Rechtschreibens ist unzureichend trotz hinreichender allgemeiner Intelligenz und normaler familiärer und schulischer Unterrichtung und manifestiert sich spätestens bis zum 5. Schuljahr. Das Versagen ist auch nicht durch eine primäre psychische Erkrankung, eine neurologische Störung, unangemessene Schulbildung oder eine unkorrigierte optische bzw. akustische Beeinträchtigung erklärbar. Im Sinne der Diskrepanzdefinition müssen die Leistungen im Schriftsprachbereich signifikant unter dem Niveau liegen, das sowohl aufgrund des Alters als auch der Intelligenz zu erwarten wäre. Gemäß den diagnostischen Leitlinien nach ICD-10 sollte demnach eine Diskrepanz zwischen Lese-Rechtschreibleistung und Intelligenzniveau mindestens 1 bis 1,5 Standardabweichungen oder 12 T-Wertpunkte betragen (Warnke 2000).

Synonym für den Begriff Lese-Rechtschreibstörung werden in der deutschen Sprache die Begriffe Legasthenie und Dyslexie verwendet. Das Störungsbild zeigt eine Heterogenität im Fehlerprofil auf und ist durch Auslassen, Ersetzen, Verdrehen oder Hinzufügen von Wörtern oder Wortteilen, einer niedrigen Lesegeschwindigkeit, Startschwierigkeiten beim Vorlesen sowie langes Zögern oder Verlieren der Zeile im Text gekennzeichnet. Zu den weiteren Fehlern zählen ungenaues Phrasieren und das Vertauschen von Wörtern im Satz oder von Buchstaben in den Wörtern. Begleitend kommen Defizite im Leseverständnis mit resultierenden Beeinträchtigungen, Gelesenes wiederzugeben und daraus Schlüsse zu ziehen, hinzu.

Nach den ICD-10-Kriterien lassen sich die isolierte Rechtschreibstörung (F81.8), bei der eine deutliche Beeinträchtigung in der Entwicklung der Rechtschreibfertigkeiten ohne begleitende Lesestörung vorliegt, und die kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten (F81.3) als Untergruppen der Lese-Rechtschreibstörung zuordnen. Letztere stellt eine Kombination der Lese-Rechtschreibstörung und der Rechenstörung dar.

Basierend auf der vorliegenden Begleitsymptomatik werden Lese- Rechtschreibschwächen häufig in „phonematische“ und „visuelle“ Subgruppen unterteilt. Bei der größeren Gruppe der phonologischen Schwächen stehen Störungen im Bereich der sprachlich-linguistischen Fertigkeiten im Vordergrund. Beim Subtyp der visuellen Störungen dagegen dominieren Störungen der visuell-räumlichen Fertigkeiten. Eine Unterteilung der Lese-Rechtschreibschwäche in verschiedene Untergruppen hat allerdings nur wissenschaftliche Relevanz (Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie).

### 2.1.2. Epidemiologie

Die Prävalenzrate für Lese- und Rechtschreibstörungen sind gemäß epidemiologischer Studien bei 4 – 9 % anzunehmen. (Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1995, Niebergall 1987, Shawitz et al. 1990). Am häufigsten wird die Diagnose bei 9 bis 12 jährigen Schülern gestellt, wobei Jungen 3 bis 4 mal häufiger betroffen sind als Mädchen.

Eine familiäre Häufung der Störung ist zu beobachten, sie treten bei Verwandten ersten Grades wahrscheinlicher auf, als in der Allgemeinbevölkerung. Sowohl von den Geschwistern als auch den Eltern eines Kindes mit Lese- Rechtschreibschwäche sind jeweils etwa 40 % selbst davon betroffen.

Remschmidt (1987) konnte keinen Zusammenhang zwischen Legasthenie und sozialer Schichtzugehörigkeit nachweisen. Allerdings kann eine nachteilige Auswirkung dann beobachtet werden, wenn die familiären Ressourcen zur Unterstützung des betroffenen Kindes unzureichend sind.

Aus der Interaktion von spezifischer Lese-Rechtschreibschwäche, Schulversagen und den häufig auftretenden sekundären Störungen (emotionale Störungen mit Ängstlichkeit und Depressivität, Störungen des Sozialverhaltens, psychomotorische Unruhe und Konzentrationsstörungen) entwickelt sich ein umfassendes Störungsbild, dessen Komplexität bei der Diagnostik und Therapie berücksichtigt werden muss (Poelke 2001).

### 2.1.3. Ätiologie und Genese

Trotz einer Vielzahl von Untersuchungen über Teilleistungsschwächen ist deren Ätiologie und Genese noch nicht hinreichend geklärt. Die Lese-Rechtschreibstörungen sind keine nosologische Einheit, sie sind eher ein heterogenes Syndrom mit polyätiologischen Komponenten, welche sehr vielschichtig sein können.

## Genetische Faktoren

Seit langem wird eine genetische Disposition für Teilleistungsschwächen postuliert. Sie trifft am ehesten auf die Lese-Rechtschreibschwäche zu (Weinschenk 1965) und wird auch durch Zwillingsuntersuchungen gestützt. Psychosoziale und biologische Faktoren spielen in der Genese eine eher untergeordnete Rolle.

Familienuntersuchungen sprechen für einen polygenen, autosomal dominanten Erbgang. (Schulte-Körne et al. 1996, Wolff et al. 1996, Towen 1982). In Zwillingsstudien konnte eine deutlich erhöhte Konkordanz bei eineiigen Zwillingen gegenüber zweieiigen Zwillingen beobachtet werden (Übersicht bei Schulte-Körne et al. 1998). Ferner fand sich ein Risiko bei Geschwistern eines lese-rechtschreibschwachen Kindes zwischen 39 und 62 %. Wenn ein Elternteil an einer LRS leidet, ist das Erkrankungsrisiko um ein Vielfaches erhöht und bewegt sich zwischen 26 und 49 %. Diese Erkenntnis konnte in einigen Familienstudien nachgewiesen werden. Hierzu fanden Schulte-Körne und Mitarbeiter (1996) in einer Familienanalyse mit 32 rechtschreibschwachen Kindern, dass abhängig vom diagnostischen Kriterium 52 bis 62 % der Eltern ebenfalls an einer Lese-Rechtschreibschwäche litten. In einer weiteren umfangreichen Familienuntersuchung, in die 204 Familien mit insgesamt 1686 Teilnehmern aus vier unabhängigen Stichproben eingebunden wurden, fanden Pennington und Mitarbeiter (1991) in drei Stichproben einen Hauptgendefekt mit geschlechtsspezifischer Penetranz sowie eine polygene Vererbung in der vierten Stichprobe.

Zahlreiche molekulargenetische Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass Komponenten, die für das Beherrschen des Lesens und Rechtschreibens wesentlich sind, auf den Chromosomen 6 und 15 genetisch verankert sind (Smith et al. 1983, Grigorenko et al. 1997). In ihren Untersuchungen lieferten Grigorenko und Mitarbeiter (1997) Hinweise dafür, dass sich auf Genorten des Chromosoms 6 die phonologische Bewusstheit, d. h. die Lautstruktur von Wörtern wahrzunehmen, analysieren und zu synthetisieren, und auf Chromosom 15 das Wortlesen vermuten lassen.

## Neuropsychologische Erklärungsmodelle

Nach neuesten Erkenntnissen sind zwei neuropsychologische Erklärungsansätze von Bedeutung. Diskutiert werden zum einen Verarbeitungsstörungen visueller Informationen und zum anderen Störungen in der Wahrnehmung auditiver Informationen auf unterschiedlichem Verarbeitungsniveau, welche eine bedeutende Rolle in der Entstehung der Lese-Rechtschreibschwäche einnehmen.

Visuelle Einflüsse auf die Lesefähigkeit wurden schon durch die ersten Theorien über Lesestörungen nahegelegt. Im späten 19. Jahrhundert beschreibt Kussmaul die erworbene Lesestörung als „Wortblindheit“. Exakt 100 Jahre später publiziert Pringle Morgan die erste Beschreibung der Unfähigkeit eines hoch intelligenten Jungen, das Lesen zu erlernen. Morgan geht von einer visuellen Genese seines Problems aus und beschreibt ihn wiederum als angeboren wortblind. Klassisch ist die Auffassung von Orton (1925), Dyslexie werde durch eine defektive interhemisphärische Organisation verursacht, welche eine instabile visuelle Repräsentation der Buchstaben und ihrer Ordnung zur Folge hätte.

Zunächst soll versucht werden, die Teilfunktionen der visuellen Wahrnehmung näher zu beschreiben und ihre Bedeutung für den Leseprozess zu erläutern. In der Neurophysiologie und Psychologie wurden Theorien der visuellen Wahrnehmung entwickelt, die im wesentlichen von zwei neuronalen Leitungsbahnen ausgehen, die an der raumzeitlichen Auflösungsfähigkeit des betrachteten Objektes beteiligt sind. Zum einen die magnozelluläre Leitungsbahn (phasisch, transient), die Aktivität von Photorezeptoren über der gesamten Retina verarbeitet, zum anderen die parvozelluläre Leitungsbahn (tonisch, sustained), die Informationen aus den zentralen Anteilen der Retina, dem fovealen Bereich, weiterleitet. Diese beiden Bahnen unterscheiden sich funktional. Während phasische Bahnen über eine hohe zeitliche und eine niedrige räumliche Auflösung verfügen und vor allem auf schnell bewegende Stimuli ansprechen, besitzen hingegen tonische Bahnen eine hohe räumliche und eine niedrige zeitliche Auflösung von Umgebungsreizen (Lehmkuhle 1993, Walther-Müller 1995). Zusammenfassend kann man sagen, dass in der Riesenzellschicht des magnozellulären Systems Bewegungen und räumliche Tiefe mit geringem Kontrast wahrgenommen werden, die Analyse von Form und Farbe eines Objektes erfolgt dagegen in der kleinzelligen Schicht des parvozellulären Systems (Livingstone & Hubel, 1987, 1988). In ihren Untersuchungen mit Legasthenikern verweisen Livingstone und Mitarbeiter (1991) auf Defizite bei der Diskrimination sich schnell bewegender visueller Stimuli. Diese zeitliche visuelle Verarbeitungsstörung wird auf eine Dysfunktion im magnozellulären System zurückgeführt, was sich u.a. in einer Beeinträchtigung der zeitlichen Auflösungsfähigkeit zeigt (Übersicht bei Farmer & Klein 1995). Im Weiteren vermuten Williams & Lovegrove (1991) sowie Breitmeyer (1992), dass eine Teilfunktion der visuellen Wahrnehmung, die phasischen Bahnen, bei etwa 70 % der dyslektischen Kinder außergewöhnlich träge reagiere. Korrespondierend zu diesen neuropsychologischen Ergebnissen berichtet Galaburda (1993) von Veränderungen im magnozellulären System der Sehbahn. In einer beeindruckenden Untersuchung an fünf obduzierten Gehirnen von

Dyslektikern demonstrierten Galaburda und Mitarbeiter den Nachweis einer über 20 % kleineren Riesenzellschicht des Corpus geniculatum laterale (Livingstone 1991).

Eine weitere wichtige Funktion des magnozellulären Systems besteht in der Kontrolle der Augenbewegungen. Lesen zeichnet sich durch ein Wechselspiel aus Fixationen (kurze Pausen) und Sakkaden (schnelle Sprünge) aus. Pro Sekunde werden drei bis vier Sakkaden ausgeführt, die je etwa 30 ms dauern. Während dieser Sprünge ist das Auge funktional blind, visuelle Informationen können nicht aufgenommen werden. Dagegen kann während einer Fixation (Dauer: 200 bis 300 ms) die Form und das Muster eines Reizes durch das magnozelluläre System effizient verarbeitet werden. Nach der Theorie von Breitmeyer (1980, 1993) ist das zeitliche Wechselspiel der Aktivität beider Leitungsbahnen entscheidend für das Gelingen des Leseprozesses. Wesentlich ist dabei das Funktionieren und die korrekte zeitliche Abstimmung beider Komponenten, was im Falle einer Dysfunktion eine Überlagerung aufeinanderfolgender Bilder zur Folge hätte. Eine Störung des magnozellulären Systems bei dyslektischen Kindern könnte die Ursache einer instabilen binokularen Fixation sein. Dies erklärt die Tatsache, dass die Betroffenen während des Lesens über Verschwommensehen, das Bewegen oder Verschmelzen einzelner Buchstaben klagen mit konsekutiv visuellen Konfusionen (Stein & Walsh 1997). Über Auffälligkeiten der Augenkoordination berichten ebenfalls Fischer und Mitarbeiter (1998) sowie Biscaldi und Mitarbeiter (1998). In ihren Untersuchungen mit dyslektischen Kindern stellten sie längere und variabelere Fixationszeiten, kürzere Sakkaden und mehr Regressionen (rückwärtsgerichtete Sakkaden) während des Lesens fest. Die Annahme eines visuellen Defizits als Ursache für Lese-Rechtschreibschwäche wurde bereits von Vellutino (1977) in Frage gestellt. Er kommt zum Schluss, dass Dyslexie nicht durch ein visuelles, sondern durch ein verbales Defizit erklärt werden müsse. In nachfolgenden Studien zeigten sich Informationsverarbeitungsdefizite allerdings um so eindrucksvoller, je mehr die visuell vorgegebenen Informationen sprachlichen Charakter hatten (Warnke et al. 1994, Salmelin et al. 1996, Übersicht bei Schulte-Körne 1998). Diese Ergebnisse sprechen eher für spezifisch sprachliche Schwächen als für eine allgemeine visuelle Wahrnehmungsschwäche. Die Hypothese einer Schädigung im magnozellulären System bei Lese-Rechtschreibschwäche ließ sich nicht durchwegs bestätigen. Aufgrund von Untersuchungen visuell evozierter Potenziale berichten Vanni und Mitarbeiter (1997) sowie Johannes und Mitarbeiter (1996) von einer unauffälligen Aktivierung bewegungsspezifisch visueller Hirnregionen bei Dyslektikern. Ferner widerlegen Schulte-Körne und Mitarbeiter (1999) die Hypothese, dass die Verarbeitung von geringem Kontrast und niedrigem räumlichen Auflösungsvermögen

eine spezifische Störung der LRS sei. Anhand von Untersuchungen visuell evozierter Potentiale gelang die Beobachtung signifikanter Unterschiede über dem rechten occipitalen Kortex, welche einen ersten elektrophysiologischen Beweis für ein rechts-occipitales visuelles Verarbeitungsdefizit liefert. Aufgrund dieser sich widersprechenden Ergebnisse zahlreicher Studien wurden erneute Untersuchungen gestartet. Hierzu lieferten Borsting und Mitarbeiter (1996) Hinweise dafür, dass magnozelluläre Defizite auf lediglich eine Subgruppe von dyslektischen Individuen beschränkt sei. Da sich ein visuelles Wahrnehmungsdefizit nicht hinreichend empirisch bestätigen ließ, sind in den letzten Jahren andere Verursachungskonzeptionen zum Gegenstand zahlreicher Forschungen geworden.

Zahlreiche Untersuchungen an lese-rechtschreibschwachen Kindern belegen die Hypothese einer auditiven Wahrnehmungsschwäche auf unterschiedlichem Verarbeitungsniveau. So präsentierten dyslektische Kinder nicht nur Defizite auf sprachlichem Informationsniveau, sondern auch bei der Darbietung nichtsprachlicher Stimuli (Schulte-Körne et al. 1998, Best et al. 1989, Watson 1992, Tomiak et al. 1987, Tallal 1980, Manis et al. 1997). Korrespondierend zu den neurobiologischen Erkenntnissen im visuellen System ließen sich bei Legasthenikern morphologische Abnormalitäten im corpus geniculatum mediale des Thalamus, in dem akustische Informationen umgeschaltet und zum auditorischen Kortex weitergeleitet werden, beobachten (Frenkel et al. 2000, Jernigan et al. 1991, Tallal et al. 1994, Galaburda et al. 1994). Da es sich hierbei um eine numerische Verminderung großer Nervenzellen des magnozellulären Systems handelt, lag die Vermutung nahe, dass diese morphologischen Veränderungen der schnell reagierenden Bahnen des Gehörsystems, für die herabgesetzte Verarbeitungsgeschwindigkeit rasch dargebotener akustischer Reize mitverantwortlich seien. Tallal et al. (1998) führten das Defizit legasthener Kinder bei der Diskrimination schnell hintereinander dargebotener Töne auf ein Zeitverarbeitungsdefizit zurück. Ferner hatten lese-rechtschreibschwache, wie auch sprachgestörte Kinder, Defizite in der Identifizierung und Unterscheidung von Lauten, die sich durch die Transition des zweiten und dritten Formanten unterschieden (/ba/ vs. /da/; Tallal & Piercy 1974, Tallal 1980), sowie bei der Unterscheidung von Lauten, die im Wesentlichen durch die Stimmeinsatzzeit (z. B. /ba/ vs. /pa/) voneinander abwichen (genauere Beschreibung erfolgt im Kapitel „Zeitverarbeitung“).

Häufig treten bei lese-rechtschreibgestörten Kindern auch umschriebene motorische Entwicklungsrückstände auf. Das Hauptmerkmal dieser Störung beruht auf einer ausgeprägten Beeinträchtigung in der Entwicklung der motorischen Koordination, die nicht durch eine allgemeine intellektuelle Behinderung erklärt werden kann. So berichten

Nicholson et al. (1995) und Miles (1993) über eine ungewöhnliche Unbeholfenheit dieser Kinder, die mit Gleichgewichtsstörungen und motorischen Entwicklungsverzögerungen z. B. beim Krabbeln, Gehen und dem Erlernen des Fahrradfahrens, einhergeht. Da diese Ungeschicklichkeit gewöhnlich mit Wahrnehmungsstörungen verbunden ist, wird diese Störung auch mit dem Begriff „Dyspraxie-Syndrom“ belegt (Renschmidt 1987).

Eine Vielzahl von Studien belegen eine höhere Inzidenz von sprachbezogenen Störungen bei Personen mit Autoimmunerkrankungen (Geschwind & Behan 1982, 1984; Gilger et al. 1998, Wood & Cooper 1992). Umgekehrt berichten Hugdahl et al. (1990) und Pennington et al. (1987) über eine höhere Inzidenz von Autoimmunstörungen wie beispielsweise Morbus Crohn und Diabetes mellitus Typ I bei sprachgestörten Individuen. Geschwind & Galaburda (1985a, 1985b) diskutieren einen kausalen Zusammenhang von erhöhten pränatalen Testosteronspiegeln und deren Einfluss auf die Entwicklung von Gehirn und Thymus. Auf diese Weise würden Immundefunktionsstörungen (aufgrund einer Thymusdysfunktion mit Änderungen im human histocompatibility antigen-HLA) und Inzidenzen von Lernstörungen beeinflusst werden. Die theoretische Gültigkeit dieser Hypothese wurde jedoch in kontroversen Studien angezweifelt. So widerlegen Gilger et al. (1998) in einer aktuelleren Zwillings- und Familienstudie eine heritable Beziehung zwischen Leseschwäche und Immunstörungen. Aufgrund dieser Erkenntnisse untersuchte Benasich (2002) in einer longitudinalen Studie 11 Kinder mit positiver Familienanamnese einer Autoimmunerkrankung und verglich sie mit weiteren 11 Kontrollkindern. Hierbei zeigten Kinder aus Familien mit Autoimmunerkrankungen signifikante Gruppenunterschiede mit höheren zeitlichen auditorischen Verarbeitungsschwellen sowie niedrigere sprachliche Punktzahlen im Vergleich zur Kontrolle. Diese Ergebnisse unterstützen wiederum die Hypothese, dass ein ähnlicher Mechanismus, vermutlich eine neural-immune Interaktion, dem beobachteten gemeinsamen Vorkommen von Autoimmunstörungen mit Lernstörungen zugrunde läge.

Ein weiterer konsistenter Befund in der Legasthenieforschung stellen Schwächen in der phonematischen Codierung dar. Dabei wurde zunehmend deutlich, dass bei legasthenen Kindern Probleme in der Zuordnung unterschiedlicher Lautvarianzen zu Phonemen und deren Repräsentanz durch Buchstaben bestehen. Die hierfür geforderte Leistung, nämlich die bewusste Lautanalyse, um den Code der gesprochenen Sprache in den Code der Schriftsprache zu transferieren, gilt bei Legasthenikern als eingeschränkt bzw. gestört (Ptok 2000). Korrespondierend besteht ebenfalls eine Dysfunktion bei der Umsetzung von visuellen Symbolen in Sprachcodes, was sich in einer verlangsamten

Benennungsgeschwindigkeit für eine Abfolge von Zahlen, Bildern oder Farben äußert (Wimmer 1993, Wimmer et al. 1998). Diese Schwäche wird auch als mitverursachend für Schwierigkeiten beim lauten Lesen von Pseudo- bzw. neuen Wörtern angenommen (Wimmer 1996, Torgesen et al. 1994, Mann 1991).

## 2.2. ZEITVERARBEITUNG

Gesprochene Worte sind singuläre Ereignisse, die als Intensitäts- und Frequenzmodulationen von Schallenergie innerhalb kurzer Zeitabschnitte ablaufen und von unserem Gehör diskriminiert werden müssen. Während das Auge im allgemeinen ein Bild mehrfach abtasten kann, bleibt dem Gehör ein zweimaliges Hinhören verwehrt, denn das schnelle Schallereignis einer gesprochenen Silbe oder eines gesprochenen Wortes ist in Bruchteilen einer Sekunde bereits verklungen (Spreng 2000). Deshalb ist unser Gehör in erster Linie darauf spezialisiert, relativ schnelle zeitliche Veränderungen von Intensitäten und Frequenzen zu detektieren. Dies betrifft vor allem jene Veränderungen, welche bei der Aussprache von Konsonanten auftreten. Sowohl das Verschlüsseln als auch das Entschlüsseln menschlicher Sprache setzt somit eine hoch entwickelte zeitliche Organisation und Kontrolle voraus (Fraser 1993). So wie der Raum als Dimension des visuellen Systems gilt, bildet die Zeit nach Hirsh (1959) die „patterning dimension“ für Sprache.

Da die zeitliche Verarbeitung des Sprachsignals die Wahrnehmung der Zeit bedingt, diese aber keine Energie besitzt, kann sie auch nicht in Form eines physikalischen Reizes in Erscheinung treten. Demzufolge kann es auch kein spezifisches Sinnesorgan zur unmittelbaren Wahrnehmung von Zeit geben (Rammsayer 1993). Trotz des Fehlens dieses Sinnessystems sind wir dennoch in der Lage, Zeitintervalle wahrzunehmen und ihr Verhalten in zeitlicher Ordnung zu organisieren. So ist auch das Sprachsignal zeitlich organisiert.

Die Fähigkeit zur zeitlichen Verarbeitung kann insbesondere bei Störungen der Laut- und Schriftsprache beeinträchtigt sein. Aufgrund zahlreicher Untersuchungen an Patienten mit einer Aphasie nach linkshemisphärischen Verletzungen der Großhirnrinde (Efron 1963, Tallal & Newcombe 1978, v. Steinbüchel et al. 1999), Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen (Tallal & Piercy 1973), sowie Kindern wie auch Erwachsenen mit Dyslexie (Tallal 1980, Hari & Kiesilä 1996, Überblick bei Farmer & Klein 1995) konnten Defizite in der zeitlichen Verarbeitung schnell dargebotener Stimuli nachgewiesen werden. Basierend auf diesen empirischen Beobachtungen wird der kausale Zusammenhang

zwischen Zeitverarbeitungsdefiziten und Störungen der Laut- und Schriftsprache diskutiert und ermutigte zur Entwicklung von geeigneten Trainingsmethoden. Diese hatten nicht nur das Ziel die zeitliche Diskriminationsfähigkeit zu verbessern, sondern vielmehr auch die sprachlichen Leistungen von Kindern mit Störungen der Laut- und Schriftsprache und von Patienten mit Aphasie zu erhöhen (Merzenich et al. 1996, v. Steinbüchel 1995, Warnke 1993).

In diesem Kapitel wird Zeitverarbeitung am Beispiel des Erlebens von zeitlicher Ordnung, also etwa dem Erkennen der Abfolge verschiedener Lautelemente in einem gesprochenen Wort, näher erläutert und verdeutlicht die enge Verknüpfung dieses Prozesses mit der Sprachwahrnehmung. Im Anschluss daran wird der mögliche Zusammenhang zwischen LRS und Zeitverarbeitung anhand empirischer Befunde aufgezeigt.

### 2.2.1. Zeitverarbeitung und Ordnungsschwelle

Jegliche Aktivität erstreckt sich über die Zeit. Obwohl uns der Zeitfaktor oftmals gar nicht bewusst ist, erkennen wir problemlos die zeitliche Ordnung von Ereignissen oder können automatisch Handlungsabläufe zeitlich strukturieren. Dass die Erkennung der zeitlichen Folge von zwei Ereignissen auf neuronalen Verarbeitungsleistungen beruht, wird erst dann deutlich, wenn dieses Vermögen beeinträchtigt ist. Anhand zahlreicher Untersuchungen an Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen von Anteilen des Kortex, die mit Sprachprozessen assoziiert sind, weiß man, weshalb sich als Störungsbild eine Aphasie manifestiert. So benötigen diese betroffenen Personen wesentlich größere Zeitintervalle zwischen zwei akustischen oder visuellen Reizen, um die zeitliche Reihenfolge zu erkennen (Efron 1963, v. Steinbüchel & Wittmann 1997). Genauer gesagt, Patienten mit Verletzungen in diesen Bereichen des Gehirns, die für Sprachverstehen verantwortlich sind, zeigen erheblich verlängerte Ordnungsschwellen; statt 30 ms werden häufig 100 ms oder noch mehr benötigt, um die Reihenfolge akustischer Reize angeben zu können. Diese Befunde legen einerseits nahe, dass die hochauflösende Zeitverarbeitung, die Erkennung schnell dargebotener Reize, von intakten Arealen der linken kortikalen Hemisphäre abhängt und andererseits, dass das Sprachvermögen in einem engen Zusammenhang mit der Fähigkeit der Identifikation von zeitlicher Folge steht (Wittmann 1997). Eine Verlangsamung in der zeitlichen Auflösungsfähigkeit könnte demnach eine Ursache für die manifesten Sprachprobleme der Patienten mit Aphasie sein. Korrespondierend beobachteten Pöppel & Shattuk (1974) eine Verlangsamung des Lesens ebenfalls bei Patienten mit Störungen des

visuellen Kortex. In ihren Untersuchungen lieferten sie den Nachweis, dass eine Schädigung des Gehirns auch dann zu einer erheblichen Verlangsamung führte, wenn die Gesichtsfeldbeeinträchtigung weit außerhalb jener Bereiche lag, die für das Lesen wichtig sind. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass nicht nur für das Lesen, sondern auch für jede andere Tätigkeit, die Integrität des ganzen Systems, in diesem Falle des visuellen Kortex, erforderlich ist.

Zusätzlich zu einer Assoziation der Beurteilung zeitlicher Ordnung mit kortikalen Prozessen, wurden noch zwei weitere neuronale Systeme identifiziert, die an der zeitlichen Verarbeitung beteiligt sind, nämlich die Basalganglien und das Cerebellum (Ivry 1996, Gibbon et al. 1997). Zur Unterscheidung der Funktionen dieser beiden neuronalen Systeme, wurden verschiedene Zeitränge angenommen. Dabei dürfte das Kleinhirn in die Verarbeitung relativ kurzer Ereignisse involviert sein, die wahrscheinlich mit der 3-Sekunden-Integrationsstufe verbunden sind (Clark et al. 1996). Im Gegensatz dazu wird die mit Dopamin in Verbindung gebrachte „innere Uhr“ der Basalganglien für eine Zeitdauer im Sekunden- bis Minutenbereich verantwortlich gemacht (Meck 1996, Wittmann et al. 1999).

Bereits aufgrund dieser knappen Ausführungen wird deutlich, dass das Verstehen gesprochener Worte von neuronalen Prozessen mit einer hohen zeitlichen Auflösung abhängt. Am Beispiel des Erlebens von zeitlicher Ordnung, also etwa dem Erkennen der Abfolge verschiedener Lautelemente in einem gesprochenen Wort, soll die enge Verknüpfung dieses Prozesses mit der Sprachwahrnehmung näher erläutert werden. Das Erkennen der zeitlichen Ordnung zweier Reize wird anhand der Ordnungsschwelle gemessen. Der Ordnungsschwellenwert, gewonnen durch dichotische Darbietung akustischer Reize, die dem Sprachsignal ähnliche Zeitstruktur haben, ist möglicherweise ein besonders zuverlässiges nichtsprachliches Maß für die Verarbeitungsrate auch von sprachlichen Reizen (Steffen 1995). Ptok (2000) bezeichnet die auditive Ordnungsschwelle als Low-Level-Funktion, also die unterste Stufe beim Aufbau der sprachlichen Kompetenz. Näheres zur Ordnungsschwelle und ihrer Bestimmungsmethoden wird im Kapitel 2.3.1 illustriert.

Pöppel (1995, 1997) geht von der Vorstellung aus, dass zentrale neuronale Oszillationen mit Periodenlängen von etwa 30 ms unsere Wahrnehmung von zeitlicher Ordnung bestimmen. Wenn in einer Experimentalsituation zwei akustische Klickreize mit einem Zeitabstand unter 30 ms gemeinsam in eine Periode solch einer Oszillation fallen, werden sie nach seiner Theorie als gleichzeitig weiterverarbeitet. Nur im Falle eines Interstimulusintervalls größer als 30 ms fallen die beiden Klicks in zwei getrennte Perioden dieses Verarbeitungsmechanismus und gewährleisten die Erkennung ihrer zeitlichen Ordnung.

Offenbar arbeitet das Gehirn nicht kontinuierlich, sondern mit einem zeitlichen Takt, wobei der Abstand aufeinanderfolgender Taktsignale bei etwa 30 ms liegt. Dieser zeitliche Gehirnmechanismus scheint somit allgemein der kleinste zeitliche Baustein unserer Wahrnehmung zu sein (Wittmann & Pöppel 2000). Eine diskontinuierliche Reizverarbeitung durch einen elementaren internen Taktgeber wird für alle Sinnesmodalitäten angenommen. So führt beispielsweise ein optischer oder akustischer Reiz zu oszillatorischen Entladungen in den jeweiligen gereizten Nervenzellen. Die hier angesprochenen neuronalen 30 bis 40 Hertz Oszillationen lassen sich mit Hilfe unterschiedlicher Methoden nachweisen. Anhand Gehirnaktivitätsmessungen auf zellulärer Ebene sowie elektro- und magnetophysio-logischer Aufzeichnungen, gelang Basar-Eroglu und Mitarbeitern (1996) die Aufdeckung rhythmischer Hirnaktivität um etwa 40 Hz, die als grundlegende Bausteine für sensorische und kognitive Verarbeitungsprozesse gelten. Auch magnetoenzephalographische Aufnahmen (MEG) von Joliot et al. (1994) belegten die Involvierung einer 40-Hz-Aktivität in der Zeitverarbeitung akustischer Reize. Dabei korrespondierte die Wahrnehmung zweier zeitlich getrennten Klicks zur Erscheinung der 40-Hz-Wellen. Wurde das Interstimulusintervall unter einer bestimmten Schwelle gewählt, sodass die Testperson die beiden Klicks nicht mehr als getrennt wahrnehmen konnte, dann wurde lediglich eine 40 Hz-Welle aufgezeichnet. Ferner lässt sich die pulsatile Gehirnaktivität durch Ableitung elektrischer Potentiale mittels EEG sichtbar machen. Bietet man einer Versuchsperson eine Serie von akustischen Reizen an und zeichnet die dadurch ausgelöste elektrische Aktivität des Gehirns auf, so beobachtet man Wellen evozierter Potentiale mit einer Periode von etwa 30 ms (Lutzenberger et al. 1994).

Um den Zusammenhang zwischen Zeitwahrnehmung, Ordnungsschwelle und Sprachverarbeitung zu erklären, ist ein Rückgriff auf die lautsprachliche Ebene der Sprachanalyse notwendig, da die Entschlüsselung kleinster Bestandteile gesprochener Sprache, der sogenannten Phoneme, dort stattfindet. Einige dieser Phoneme können nur durch eine feinzeitliche Analyse bestimmter Komponenten ihres Lautspektrums eindeutig erkannt und von anderen Lauten unterschieden werden. Hier kommt wiederum die besondere Bedeutung der Zeitverarbeitung im Bereich der Ordnungsschwelle zu, da sie die zeitliche Ordnung artikulatorischer Eigenschaften im Zeitbereich von 20 bis 60 ms ermöglicht. Vor allem bei der Unterscheidung von Stimmhaftigkeit und Stimmlosigkeit bei Stop-Konsonant-Vokal-Silben wird eine feine zeitliche Auflösungsfähigkeit im Millisekundenbereich benötigt. Grundsätzlich greifen zwei unterschiedliche Aspekte zeitlicher Analyse ineinander, die im Folgendem aufgezeigt werden.

Die Differenzierung im Lautspektrum der Silben /pa/, /ta/, /ka/ oder /ba/ und /da/ erfolgt nur durch den ersten spektralen Anteil des Sprachlautes, nämlich den Übergängen der charakteristischen Hauptfrequenzbänder zwischen dem Konsonanten und seinem Vokal, die sogenannten Formantentransitionen (Bishop 1997, Tallal et al. 1993). Abbildung 1 illustriert ein Spektrogramm, also die graphische Darstellung der spektralen Zusammensetzung gesprochener Sprache. Das charakteristische Bild entsteht durch eine Vielzahl von senkrechten Strichen, welche durch jede einzelne Vibration der Stimmlippen auf dem Papier hinterlassen werden. Besondere Energiedichten (Formanten) in der Frequenz des Sprachsignals imponieren im Spektrogramm in Form schwarzer Balken. Die Darstellung eines akustischen Signals erfolgt als Schwärzungsgrad hinsichtlich der Frequenz (aufgetragen auf der Ordinate) und der Zeit (aufgetragen auf der Abszisse). Während des Verlaufs des Sprachsignals verändern die Formanten ihre Lage im Spektrum, man bezeichnet dies als Formanttransition (Kegel 1996, Fitch et al. 1997). Aus dem Spektrogramm in Abbildung 1 wird erkenntlich, dass sich die beiden Silben /da/ und /ba/ im Lautspektrum innerhalb der ersten 40 ms unterscheiden. Innerhalb dieses kurzen Zeitabschnittes weisen die Konsonanten der beiden Phoneme unterschiedliche Bewegungsmuster der zweiten und dritten Formanten auf. Hierbei verändert sich die Richtung der Transition dahingehend, als dass sie für „b“ in /ba/ ansteigt und für „d“ in /da/ abfällt, wobei sich nachfolgend das Lautspektrum des Vokalteils nicht verändert. Nun kommt die erhebliche Bedeutung eines intakten feinzeitlichen Auflösungsvermögens zur Unterscheidung dieser Silben zum Tragen, da die Reihenfolge des sich in der Zeit schnell ändernden Spektrums (Formanttransition) dieser ersten Lautkomponenten verarbeitet und analysiert werden muss. Vergleichbar mit der Ordnungsschwelle beim Hören, bei der die Reihenfolge zweier Klicks ermittelt werden muss, ist die Reihenfolge der Lautkomponenten vom Gehirn präzise zu orten, damit u. a. die Silbe /da/ von /ba/ diskriminiert werden kann.

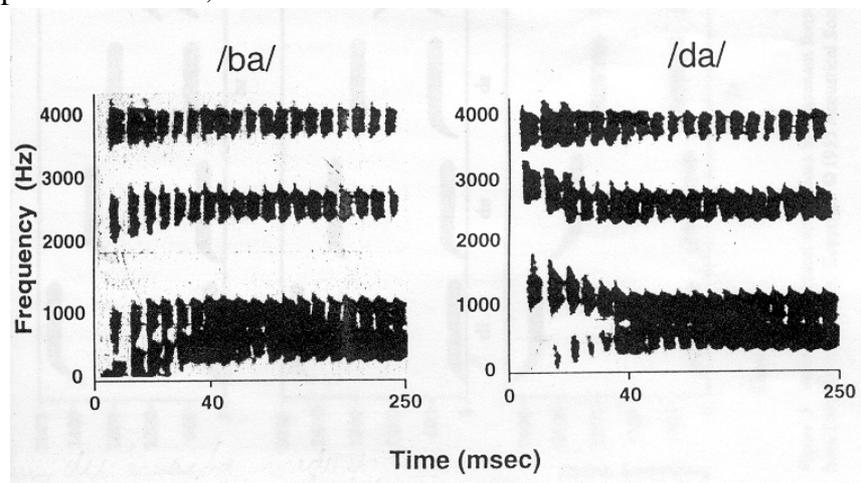


Abb. 1: Spektrogramm der Silben /ba/ und /da/ (aus Fitch et al. 1997)

Einen anderen Aspekt der zeitlichen Auflösung findet sich auch bei Silben, die sich nicht in ihrem ersten spektralen Anteil, sondern in der Dauer der Stimmeinsatzzeit (voice onset time) unterscheiden. Die Stimmeinsatzzeit trennt die Silbenpaare in einer unterschiedlichen Dauer. Unter der Stimmeinsatzzeit versteht man die Zeit, die vom Beginn des Plosivs (des Verschlusslautes) bis zum Einschwingen der Stimmlippen (des Vokals) vergeht, d. h. bei Konsonant-Vokal-Silben entsteht in der Abfolge von Stopkonsonant und nachfolgendem Vokal eine Pause, über deren Dauer wir den Konsonanten als stimmhaft oder stimmlos charakterisieren. Das stimmhafte „d“ bewirkt bei der Silbe /da/ eine kurze, das stimmlose „t“ bei /ta/ eine lange Stimmeinsatzzeit (Barth et al. 2000). Demzufolge muss auch hier eine feinzeitliche Auflösung erfolgen, damit Phoneme wie in /ba/ und /wa/ (Mody et al. 1997) oder in /da/ und /ta/ (v. Steinbüchel 1995) diskriminiert werden können.

### 2.2.2. Zusammenhang von LRS- und Zeitverarbeitung anhand empirischer Befunde

In den vergangenen Jahrzehnten setzten sich immer mehr Forschergruppen mit den Ursachen von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten auseinander. Man ging von der Hypothese aus, es könnte sich bei diesen Störungen um die Folge eines basalen Defizits bei der Wahrnehmung von akustischen Reizen handeln, sodass wegen der ungenügenden Diskrimination der Phonemfolge auch die Zuordnung von Phonemen und Graphemen nur ungenügend erlernt werden kann. Beachtung haben dabei insbesondere die Ergebnisse der Untersuchungen von Tallal (1980, Tallal et al. 1993) gefunden, wonach Kinder mit Leseschwierigkeiten auch Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung der zeitlichen Reihenfolge von rasch hintereinander eintreffenden akustischen Signalen haben und deshalb vor allem jene Konsonanten, deren Formanten einen raschen Wechsel durchmachen, schwer wahrnehmen. In einer nachfolgenden Studie von Tallal & Stark (1982) konnte nachgewiesen werden, dass vorwiegend leseschwache Kinder mit zusätzlichen sprachlichen Defiziten, schlechtere Leistungen beim Erkennen der Reihenfolge zweier auditiver Reize sowie auch hinsichtlich der Phonemdiskrimination zeigten. Eine spätere Untersuchung konnte ein Drittel der untersuchten Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche als ebenfalls auffällig in der auditiven zeitlichen Ordnungsschwelle identifizieren (v. Steinbüchel et al. 1998).

May et al. (1988) stellten einen Zusammenhang zwischen der Höhe visueller Ordnungsschwellenwerte zur Leseschwäche her. Dabei zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe leseschwache Kinder signifikant schlechtere Ordnungsschwellenwerte bei

der Darbietung visueller Reize. Hinsichtlich der Leseschwäche stellte sich heraus, dass nicht nur das auditive System, sondern vielmehr auch die Zeitverarbeitung auf visueller Ebene eine Rolle spielt.

Unter Einsatz binauraler Klicks untersuchten Hari & Kiesilä (1996) eine Gruppe von 10 Erwachsenen mit Dyslexie und 20 Kontrollpersonen, wobei die Darbietung kurzer Interstimulusintervalle bei der Abfolge auditorischer Stimuli zu illusorischen Geräuschbewegungen führte. Während bei den Kontrollen das illusorische Geräusch beim Überschreiten der Intervalle von 90 auf 120 ms verschwand, dauerte es bei den dyslektischen Testpersonen über Intervalle von 250 bis 500 ms hinaus, fort. Anhand dieser Befunde geht man von der Annahme aus, dass Erwachsene mit Dyslexie deutliche Defizite in der Verarbeitung schnell dargebotener auditiver Stimuli aufweisen, wobei diese pathophysiologische Abnormalität ein Leben lang persistieren würde.

Erkenntnisse zahlreicher neuerer Studien belegen die Hypothese eines multimodalen Zeitverarbeitungsdefizits bei lese-rechtschreibschwachen Individuen. In ihren Untersuchungen an leseschwachen Kindern berichten Facchetti et al. (2002) über den Nachweis auditorischer und visueller Aufmerksamkeitsdefizite. Basierend auf diesen Befunden wird angenommen, dass ein Defizit an selektiver räumlicher Aufmerksamkeit die Entwicklung phonologischer und orthographischer Repräsentation verzerrt, die wesentlich zum Erlernen des Lesens beiträgt.

Allerdings ist die Lese-Rechtschreibschwäche nicht stets mit einer gestörten zeitlichen Verarbeitung in Verbindung zu bringen. So präsentierten in einer Untersuchung von Barth et al. (2000) nur 28 % der rechtschreibschwachen Kinder einen höheren Ordnungsschwellenwert. Obwohl in dieser Untersuchung der Nachweis einer Verbindung zwischen zeitlicher Informationsverarbeitung und phonologischen Verarbeitungsprozessen gelang, konnten dennoch keine signifikanten Zusammenhänge zur Lese-Rechtschreibschwäche aufgezeigt werden.

Eine Gegenposition zum Erklärungsansatz von Tallal wird auch von Marshall und Mitarbeitern (2001) eingenommen. Diese sprechen sich gegen die Annahme eines allgemeinen Zeitverarbeitungsdefizits, welches phonologische Diskriminationschwächen verursacht, aus. Marshall et al. (2001) untersuchten diese Theorie anhand zweier Studien, indem sie in einer Studie an 82 normal lesenden Kindern, sowie bei einer weiteren Untersuchung von 17 leseschwachen Kindern im Vergleich zu nach Alter und Lesealter

parallelisierten Kontrollkindern, den Zusammenhang zwischen rascher auditorischer Verarbeitung und phonologischer Verarbeitung erforschten. Dabei zeigte die Gruppe der unauffälligen Leser mittelmäßige Korrelationen zwischen Messungen rascher auditorischer Verarbeitungsleistungen (Auditory Repetition Task – ART) und phonologischer Fähigkeit. Hinsichtlich der ART konnte die Dyslexie-Gruppe die gleichen Leistungen der Lesealter - Kontrollgruppe erlangen, erhielten jedoch Punktzahlen, welche signifikant unterhalb der altersparallelisierten Kontrollgruppe lagen. Marshall et al. führen diese Differenzen auf eine Subgruppe von 4 Kindern der Dyslexie-Gruppe zurück, die besonders Schwierigkeiten in der ART hatten. Die phonologischen Fähigkeiten dieser Kinder seien nicht schlechter als jene der Kinder aus der Dyslexie-Gruppe, die nicht verminderte Werte in der ART erbrachten. Aufgrund dieser Befunde sei die Hypothese einer Zeitverarbeitungsstörung als Ursache phonologischer Schwierigkeiten deshalb nicht mehr haltbar.

In einer aktuelleren Studie klärten Bretherton & Holmes (2003) den Zusammenhang zwischen Zeitverarbeitung nicht-sprachlicher Stimuli und phonologischer Bewusstheit an 8 bis 12 jährigen leseschwachen Kindern, anhand Tallals „tone-order judgement“ Methode. Darunter zeigten 36 normale Leser unauffällige Leistungen, sodass eine weitere Unterteilung der übrigen 42 Kinder anhand ihrer Ordnungsschwellenwerte erfolgte. Jene Kinder, die durchschnittliche Leistungen erbrachten wurden nun mit Kindern, welche schlechte Ordnungsschwellenwerte aufwiesen, verglichen. Gemessen wurde die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit mittels Verarbeitung sprachlicher Laute, visueller Symbole, sowie der phonologischen Bewusstheit und der Leseleistung. Die Beobachtungen aus dieser Untersuchung lieferten das Ergebnis, dass die Präsenz eines mangelhaften Ordnungsschwellenwertes nichtsprachlicher Stimuli weder der phonologischen Bewusstheit noch den Leseschwierigkeiten unterläge. Aus dieser Studie ergab sich kein Anhalt zur Aufrechterhaltung der Vermutung eines allgemeinen Zeitverarbeitungsdefizits als zugrundeliegendes Problem der Legasthenie.

Berwanger (2002) untersuchte die zeitliche Diskriminationsfähigkeit bei Kindern, die an einer Sprachentwicklungsstörung, einer Lese-Rechtschreibstörung bzw. an beiden Störungen litten. Dabei stellte sich heraus, dass jene Kinder weder auf der Ebene der Ordnungs- noch der Fusionsschwelle, weder auditiv noch visuell, Defizite in der Zeitverarbeitung aufwiesen. Allerdings verschwanden die Gruppenunterschiede, nachdem der Intelligenzquotient bei der Berechnung berücksichtigt wurde. Aufgrund dieser Resultate kann die Hypothese einer Zeitverarbeitungsstörung als Ursache der Störung von Laut- und Schriftsprache nicht mehr gestützt werden und stellt demzufolge die berichteten Verbesserungen spezifischer

Trainingseffekte durch Zeitverarbeitungstherapien, in Frage. Empirische Befunde aus anderen Studien weisen jedoch darauf hin, dass zeitliche Diskriminationsleistungen einem Intelligenzeinfluss unterliegen (Au & Lovegrove 2001, Bishop et al. 1999). Möglicherweise können diese gefundenen Auffälligkeiten bei sprachgestörten und LRS-Kindern durch eine unzureichende Parallelisierung nach Alter und Intelligenz vorgetäuscht worden sein.

All diese Befunde zeigen, dass man bei der Erklärung von so komplexen Funktionen und ihren Störungen nicht monokausal argumentieren darf und es sich hierbei grundsätzlich um ein multifaktorielles Geschehen handelt. Die feinzeitliche Auflösungsfähigkeit sensorischer Funktionen ist lediglich ein Faktor unter vielen anderen, welcher bereits identifiziert werden konnte. Letztendlich muss aus diesen zahlreichen Untersuchungsergebnissen geschlossen werden, dass der Nachweis zeitlicher Verarbeitungsdefizite nicht zuverlässig genug ist, um eine Lese-Rechtschreibschwäche frühzeitig zu diagnostizieren. Auch hier muss zusätzlich von der Existenz bestimmter Subgruppen von LRS, mit unterschiedlicher Genese ihrer Störung, ausgegangen werden. Dennoch besteht die Wahrscheinlichkeit, im Rahmen einer Untersuchung zeitlicher Verarbeitung, bei rund einem Drittel der betroffenen Kinder auf erhöhte Ordnungsschwellenwerte zu stoßen und die Diagnose einer Lese-Rechtschreibschwäche zu stellen.

### 2.3. MESSUNG DER ZEITVERARBEITUNG

Da die Zeit kein physikalischer Reiz ist und deshalb nicht mit unseren Sinnesorganen wahrgenommen werden kann, können zur Messung der zeitlichen Verarbeitung auch nicht die üblichen Methoden herangezogen werden. Vielmehr gilt das Gehirn als Generator dieser Zeitordnung, der hier den zeitlichen Bezug der eingehenden Sinnesinformation herstellt. Erst anhand spezifischer psychoakustischer und –visueller Untersuchungen gelang die Messung zeitlicher Verarbeitung. Dabei stellte sich in Studien zu psychoakustischen Untersuchungen zur zeitlichen Integration heraus, dass deutlich erhöhte Wahrnehmungsschwellen für sehr kurze Stimuli nicht nur bei Patienten mit bilateralen telenzephalen Läsionen sich manifestieren, sondern dieses Phänomen auch bei Patienten mit einseitigen Temporallappenläsionen anzutreffen ist (Jerger et al. 1969, Motomura et al. 1986).

Um die zeitliche Verarbeitung visueller oder akustischer Informationen zu operationalisieren, darf eine Vielzahl von Parametern nicht außer Acht gelassen werden, wie v. a. Dauer, Reihenfolge und Interstimulusintervall der verschiedenen Reize.

Die folgenden Kapitel befassen sich zunächst mit den beiden Parametern der Zeitverarbeitung, Ordnungsschwelle und Richtungshören. Im Anschluss daran werden Methoden zur Messung der zeitlichen Verarbeitung dargestellt.

### 2.3.1. Ordnungsschwelle

In der deutschsprachigen Literatur taucht der Begriff der Ordnungsschwelle erstmals 1985 in „Grenzen des Bewusstseins“ von Prof. Ernst Pöppel auf. Auf diesem Gebiet zählt er zu den ersten führenden Wissenschaftlern an der Ludwig-Maximilians-Universität. Die nächste Erwähnung findet sich 1991 in „Olaf – Kind ohne Sprache“ von Prof. Gerd Kegel. Beide Wissenschaftler hatten offenbar den Zusammenhang zwischen Ordnungsschwelle und sprachlicher Kompetenz schon damals erkannt. Während Pöppel über die deutlich verlangsamte Ordnungsschwelle bei Aphasikern berichtet, stellt Kegel beim sprachlosen Olaf zu Beginn der Therapie eine Ordnungsschwelle von 200 ms, und nach dem Spracherwerb einen Wert von nur noch 50 ms fest. Basierend auf diesen Erkenntnissen schlossen sich weitere Forschungen an, meist unabhängig voneinander und mit verschiedenen Schwerpunkten.

Die Ordnungsschwelle ist definiert als die Länge eines Interstimulusintervalls, die notwendig ist, um zwei zeitlich aufeinander folgende Reize zu unterscheiden und sie in ihre zeitliche Reihenfolge zu bringen. Nach Reizaufnahme über Sinnesorgane gelangen Informationen über Nervenbahnen zum Gehirn um dort schließlich in zeitlich abgegrenzten „Rasterfenstern“ aufgenommen und verarbeitet zu werden. Hierbei spielt die Ordnungsschwelle, die auch als Taktfrequenz des Gehirns bezeichnet wird, eine sehr wichtige Rolle, denn je kürzer dieser Takt ist, desto feiner können die Reize voneinander getrennt und in verstehbare Informationen umgewandelt werden. (siehe Kapitel 2.2.1 „Zeitverarbeitung und Ordnungsschwelle“). Die diskontinuierliche zentrale Verarbeitung von Sinnesreizen arbeitet unabhängig von der Sinnesmodalität, d. h. ihr Wert liegt beim Hören, Sehen und Tasten normallesender und sprachunauffälliger Erwachsener im Bereich von 20 bis 40 Millisekunden (Wittmann & Pöppel 1999, Kegel & Tramitz 1993, Ilmberger 1986, Veit 1992). Die Ordnungsschwelle scheint auch eine weitgehende Unabhängigkeit von den akustischen Eigenschaften des Signals zu besitzen (Hirsh 1959). Aufgrund dieser Erkenntnisse kann postuliert werden, dass für die zeitliche Ordnung eine höhere zentrale Leistung erforderlich ist. Bereits Swisher & Hirsh (1972) vermuten für die Ordnungsschwelle ein zeitverarbeitendes System, das der Peripherie übergeordnet ist und

gleichzeitig unabhängig von dieser ist. Wie bereits oben erwähnt (siehe Kapitel 2.2.1), geht Pöppel von einem neuronalen 30 bis 40 Hertz Oszillator aus, welcher über die Peripherie eingehenden Reize abschnittsweise in Perioden von ca. 30 ms verarbeitet und dadurch ein Urteil über die zeitliche Ordnung ermöglicht.

Bei der Messung der auditiven Ordnungsschwelle gibt es interessante Alterseffekte. Während bei jungen Erwachsenen (zwischen 20 und 30 Jahren) üblicherweise ein Schwellenwert zwischen 20 ms und 40 ms registriert wird, verlängert sich dieser bei älteren Erwachsenen (Durchschnittsalter 50 Jahre) bereits auf etwa 60 ms (v. Steinbüchel & Wittmann 1997). Dass sich die zeitliche Auflösungsfähigkeit nicht nur im Erwachsenenalter, sondern auch im Laufe der Kindheit entwickelt, konnte Veit (1992) in ihrer Longitudinalstudie nachweisen. Ausgehend von einem recht hohen Wert sinkt die Schwelle kontinuierlich zu einem niedrigen Wert ab, sodass die Ordnungsschwellenentwicklung im Alter von neun bis zehn Jahren zum Abschluss kommt und schließlich Erwachsenenwerte annimmt. In einer groß angelegten Studie mit 110 sieben- bis achtjährigen Kindern zweiter Schulklassen, wurde von v. Steinbüchel et al. (1998) eine mittlere auditive Ordnungsschwelle von 109 ms gemessen, also ein Wert, welcher deutlich über dem der Erwachsenen liegt. Dies lässt den möglichen Schluss zu, dass die Entwicklung der Zeitverarbeitungsleistung mit der Sprachentwicklung einhergeht. Um der Frage nachzugehen, inwieweit die auditive Ordnungsschwelle entwicklungsabhängig ist, untersuchten Berwanger et al. (2002) 108 gesunde Kinder im Alter zwischen 5 und 11 Jahren. Dabei stellte sich heraus, dass erst ab einem Alter von 7 Jahren eine Durchführung der Ordnungsschwellentests erst möglich war. Obwohl die ermittelten Ordnungsschwellenwerte in jeder Altersstufe eine deutliche Streuung aufwiesen, konnte dennoch eine Abnahme mit zunehmendem Alter aufgezeigt werden. Eine Abnahme der auditiven Ordnungsschwelle mit dem Alter ließ sich auch in einer Querschnittsstudie an insgesamt 40 sprachunauffälligen und 40 sprachauffälligen Kindern bestätigen (Kegel et al. 1988, 1990). Hinsichtlich des Alters wurden zwei Gruppen mit jeweils 20 Vorschul- und 20 Schulkindern verglichen, wobei die ermittelte Ordnungsschwelle bei den älteren und sprachunauffälligen Kindern niedrigere Werte annahm als bei den jüngeren und sprachauffälligen.

Erhöhte Ordnungsschwellenwerte konnten auch in anderen Experimenten zur zeitlichen Verarbeitung bestätigt werden. So wiesen nicht nur Kinder mit allgemeinen Sprachentwicklungsverzögerungen (Tallal & Piercy 1973, Kegel 1990) erhöhte Ordnungsschwellen auf, sondern ebenfalls Patienten mit Aphasie (Tallal & Newcombe

1978, v. Steinbüchel et al. 1996) sowie speziell Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen (Tallal 1980, v. Steinbüchel et al. 1998). Auch Erwachsene mit Dyslexie zeigen Schwierigkeiten bei der feinzeitlichen Auflösungsfähigkeit von akustischen Stimuli (Hari & Kiesilä 1996).

Voraussetzung eines subjektiven Erlebens der Aufeinanderfolge ist die Fähigkeit, die zeitliche Reihenfolge zweier Reize zu erkennen. Die Operationalisierung auf dieser Ebene kann dabei mittels Ordnungsschwellenbestimmung erfolgen. In der experimentellen Bestimmung der Ordnungsschwelle werden die zwei akustischen bzw. visuellen Reize entweder mit unterschiedlichem Interstimulusintervall (ISI, kurzer Reizabstand), oder variierenden stimulus-onset-asynchrony (SOA) dargeboten. Der Unterschied zwischen beiden Methoden besteht darin, dass das ISI durch die Dauer zwischen offset des ersten und onset des zweiten Reizes definiert ist, während bei der SOA dem ersten Stimulus nach einer bestimmten zeitlichen Verzögerung ein zusätzlicher zweiter Reiz folgt.

Ferner besteht noch die Möglichkeit neben einer Identifikation der zeitlichen Abfolge zweier Stimuli, die subjektive Wahrnehmung mehrerer Reize zu überprüfen. Dieses Verfahren ermöglicht zum einen die Fähigkeit die Reihenfolge mehrerer Reize anzugeben und zum anderen erlaubt es den Vergleich von Reizsequenzen hinsichtlich anderer Merkmale (Berwanger 2002).

Für die Darbietung der Sinnesreize werden üblicherweise akustische Klicks bzw. visuelle Lichtblitze verwendet, da diese beliebig kurz darstellbar sind. Dabei erfolgen die Stimuli in zeitlicher Abfolge nacheinander entweder in einer Kombination von links/rechts oder rechts/links. In unserer Studie diente das Ordnungsschwellengerät Brain-Boy® der Firma Medi-TECH zum Messen und Trainieren der auditiven und/oder visuellen Ordnungsschwelle. Zu diesem Zweck werden der Versuchsperson zwei kurze akustische oder optische Reize in einer zufälligen Reihenfolge angeboten, die vom Versuchsleiter nicht beeinflusst werden können. Der Anwender gibt durch das Bestätigen von Tasten bzw. Handzeichen an, auf welcher Seite er den akustischen oder visuellen Reiz zuerst wahrgenommen hat. In Abhängigkeit von den Entscheidungen des Anwenders wird der Abstand zwischen den beiden Reizen verringert oder vergrößert. Nach wenigen Minuten ist der aktuelle Wert der Ordnungsschwelle erreicht, der auf der Leuchtdiodenskala oder einem Display abgelesen werden kann (Medi-TECH).

In bisherigen Untersuchungen zur Ordnungsschwellenbestimmung weichen die ermittelten Schwellenwerte teilweise erheblich hinsichtlich des Messparadigmas voneinander ab. Die

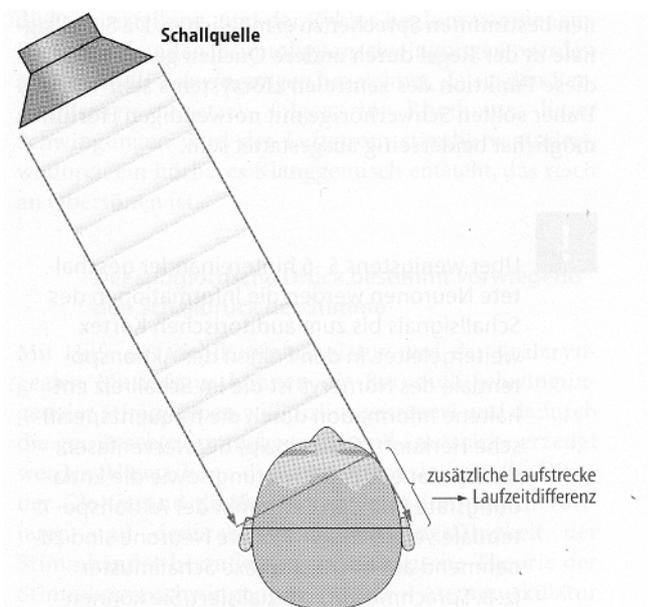
grundlegende Unterscheidung liegt nicht nur in der Art der Berechnung, sondern auch in der Reizdarbietung. Bei der Analyse im auditiven Bereich differenziert man zwischen einer monauralen und binauralen akustischen Reizdarbietung, welche entweder parallel auf beide Ohren oder hintereinander erfolgen kann. Dabei erfordert die monaurale bzw. die parallel binaurale Reizdarbietung qualitativ unterschiedliche Reize. Nun kann jedoch der Einsatz unterschiedlicher Stimuli zu Artefakten bei der Messung führen, da neben der Aufmerksamkeit auf die Diskriminationsfähigkeit der Abfolge, eine zusätzliche Anforderung der Stimulusunterscheidung, z. B. hinsichtlich der Tonhöhe, hinzukommt. Demzufolge ist einer binauralen Reizung mittels gleicher Stimuli der Vorzug zu geben, wobei die beiden Hälften der Reizpaare eine identische spektrale und temporale Information erhalten müssen (Steffen 1995). Heutzutage werden üblicherweise vorrangig Klicks, Töne oder Rauschen verwendet. Korrespondierend hierzu unterscheidet man im visuellen Bereich zwischen einer monocularen und binocularen Reizdarbietung. Dabei finden bei der visuellen Analyse meist Lichtblitze von Leuchtdioden oder bestimmte Zeichen in Form von Linien oder Quadraten Anwendung (Berwanger 2002).

### 2.3.2. Richtungshören

Das binaurale (stereophone) Hören ist eine wichtige Voraussetzung zur Lokalisation einer Schallquelle im Raum sowie zur Störschallunterdrückung und stellt somit die Grundlage des Richtungshörens dar (Stötzer et al. 2004, Boenninghaus & Lenarz 2000). Das Richtungshören beruht auf der Verarbeitung von Intensitäts- (Lautstärkepegel), Phasen- (Laufzeitdifferenzen) und Klangfarbenunterschieden, die zwischen den beiden Ohren auftreten und zur Richtungswahrnehmung ausgewertet werden (Blauert 1985, Durlach et al. 1981). Die auditive Signaldetektion und -lokalisierung erfordern extrem schnelle Verarbeitungsmechanismen. Zenner (1994) geht bei den binauralen Laufzeitunterschieden des Schalls beim Richtungshören kurzer Klicklaute von 20 bis 650 Mikrosekunden aus.

Die Fähigkeit des Menschen, ein akustisches Umfeld wahrzunehmen, beruht nicht nur auf dem Gebrauch seiner beiden Ohren, sondern vielmehr auf neuronalen Interaktionen der beiden Hörbahnen, so dass der Informationsfluss aus beiden Ohren miteinander in Beziehung gesetzt wird (Blauert 1985). Das bedeutet also, dass sich im zentralen Hörsystem, im Bereich der oberen Olive oder dem Colliculus inferior, auf Raumorientierung hochspezialisierte Neurone befinden, welche die von den beiden Ohren ankommenden Folgen von Aktionspotentialen miteinander vergleichen. Hier kommt den Laufzeit- und

Intensitätsdifferenzen einer Schallquelle eine bedeutende Rolle zu, da die akustische Ortsbestimmung auf dem entfernungsbedingt an beiden Ohren unterschiedlichen Schalleffekt basiert. Wenn ein Schall, wie beispielsweise in Abbildung 2, aus der Sicht der Person von links kommt, erreicht dieser das linke Ohr um den Bruchteil einer Sekunde eher als das rechte Ohr, wobei diese Zeitdifferenz weitaus kürzer ist, als der Betreffende bewusst wahrnehmen kann. Der Schall trifft dagegen am abgewandten, entfernteren Ohr demzufolge phasenverschoben (verspätet) und von geringerer Intensität (leiser) ein. Das auditorische System ist dabei in der Lage, Intensitätsunterschiede von nur 1 dB und Laufzeitunterschiede bis zu  $3 \times 10^{-5}$  Sekunden sicher zu beurteilen. Eine derartige minimale Schallverstärkung tritt bei einer Abweichung der Schallquelle von  $3^\circ$  von der Mittellinie auf (Schmidt & Thews 1997).



**Abb. 2: Die Laufzeitdifferenz eines Tones zwischen beiden Ohren wird im zentralen auditorischen System verarbeitet und dient der lateralen Schallquellenlokalisierung (aus Schmidt & Thews, 27. Aufl. 1997).**

Eine Ungewissheit in der Lokalisierung wird deutlich, wenn ein Schall gleichzeitig und mit gleicher Stärke auf beide Ohren trifft. Dann kann der Hörende die Schallquelle nicht genau lokalisieren, weil sich diese auf der Mittelebene befindet. In diesem Fall befähigen den Betreffenden geringfügige, kaum bemerkbare Kopfbewegungen, um die genaue Lokalisierung der Schallquelle auszumachen. Durch die Kombination von Neigungswinkel des Kopfes und Veränderungen des Reizmusters an beiden Ohren (zeitliche Differenz und Lautstärke) ist dennoch die genaue Lokalisierung einer Schallquelle möglich. Laufzeit- und Intensitätsdifferenzen erlauben zwar die Bestimmung des Raumwinkels, nicht jedoch die

Entscheidung, ob sich die Schallquelle oben, unten, vorne oder hinten befindet. Hierzu ist die Form der Ohrmuschel, die eine Richtungscharakteristik besitzt, bedeutsam, da je nach eintreffenden Winkel des Schallsignals auf die Ohrmuschel eine minimale Modulierung des Schallmusters erfolgt und somit zur Bildung eines Raumeindrucks verwandt werden kann.

Im Falle einer Schädigung der zentralen Hörbahn kommt es zu einer Fehlbeurteilung der Einfallsrichtung des Schalls. Um das Richtungshören beurteilen zu können, muss man entweder entsprechende räumliche Testverhältnisse schaffen oder einen Aspekt, der zum Richtungshören beiträgt, gezielt untersuchen, wie beispielsweise die Zeitdifferenzen. Grundsätzlich darf bei den Untersuchungen keine ausgeprägte einseitige Hörstörung vorliegen, da auch periphere Hörminderungen auf einer Seite das Richtungshören global beeinträchtigen können. Zur Richtungshörprüfung stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung, wie u. a. die Hörprüfung im Freifeld, mittels Kopfhörer oder über Kunstkopf, welche im Folgendem kurz vorgestellt werden.

Die Prüfung des Richtungshörens im Freifeld kann lediglich in einer „Camera silens“ durchgeführt werden, um Interaktionen mit reflektierenden Wellen zu vermeiden. Dazu werden eine bestimmte Anzahl von Lautsprechern, meist 8 oder 12, kreisförmig angeordnet. Die Aufgabe der im Mittelpunkt des Kreises mit fixiertem Kopf sitzenden Testperson ist nun, denjenigen Lautsprecher zu identifizieren, aus dem das Signal gehört wird (Platte et al. 1978, Pröschel & Döring 1990, Hünig & Berg 1990). Die Bewertung der Testergebnisse erfolgt nach der Fehlervektorenanalyse sowie nach der Treffsicherheit der „cones of confusion“ (Hünig & Berg 1990).

Die Richtungshörprüfung mit Kopfhörern kann mit einem zweikanaligen, mit Verzögerungsschaltungen erweiterten Audiometer durchgeführt werden. Damit lassen sich die interauralen Zeitdifferenzen zwischen null und 0,6 ms so variieren, so dass trotz gleicher Lautstärke des Signals ein Richtungshöreindruck entsteht.

Schließlich lässt sich zur Richtungshörprüfung über Kunstkopf ein handelsüblicher Sprachaudiometer verwenden. Hier entstehen die Intensitäts-, Zeit- und Frequenzunterschiede der Testsignale des rechten und linken Kopfhörers durch die unterschiedliche Positionierung der Lautsprecher gegenüber dem Kunstkopf. Anhand dieser Methode können 10 Lautsprecherverschiebungen von 0°, 1° bis 8° und 12° getestet werden (Russolo & Poli 1983, Schlöndorff & Platte 1976, Baschek 1979).

Liegt eine ungestörte zentrale Verarbeitung vor, wird der Schall in der Mitte geortet, vorausgesetzt eine Laufzeitdifferenz von 0,05 ms, welche 6 Winkelgraden entspricht, wird

nicht überschritten. Der Bereich von 6 Winkelgraden wird als Mitteneindrucksband bezeichnet. Insgesamt liegt demnach eine Störung des Richtungshörens vor, wenn entweder eine Mitteneindrucksbandverbreiterung besteht oder das Mitteneindrucksband zu einer Seite hin verschoben ist, obwohl die Signale auf beiden Ohren gleichzeitig ankommen, oder in der Mitte geortet wird, obwohl interaural eine deutliche Zeitdifferenz von über 0,05 ms besteht (Hünig & Berg 1990). Diese erwähnte Verbreiterung des Mitteneindrucks wird bei Läsionen des Temporallappens und des Stammhirns beobachtet. Ferner findet man eine Mitteneindrucksverlagerung zur Seite des Herdes bei Stammhirnläsionen, zur entgegengesetzten Seite dagegen bei Temporallappenschädigungen. Ein normales Richtungshören schließt jedoch eine Schädigung in diesen Bereichen nicht aus, wenn tiefe Regionen nicht betroffen sind, da auch frontale, parietale und extratemporale Herde zur Störung der akustischen Lokalisation führen. Hünig & Berg (1990) berichten ferner über eine altersbedingte Abnahme der Fähigkeit, kleine Laufzeitdifferenzen wahrzunehmen, welche auch bei ausgeprägter Innenohrschwerhörigkeit festgestellt werden kann.

In einer Studie von Bisiach et al. (1984) unterzogen sich 107 Patienten mit einseitigen Gehirnschäden und 30 gesunde Personen einer Richtungshörprüfung mittels Kopfhörer. Dabei stellte sich eine deutlich abgrenzbare hemisphärische Asymmetrie heraus. Während sich bei den links- und rechtsseitig geschädigten Patienten ohne Gesichtsfelddefekte, im Vergleich zur Kontrollgruppe, keine Beeinträchtigungen des Richtungshörens nachweisen ließen, präsentierten die rechtsseitig geschädigten Patienten mit zusätzlichen Gesichtsfelddefekten signifikant mangelhaftere Leistungen. Das heißt, sie lieferten systematische Richtungsfehlangaben, welche zur rechten Seite hin gerichtet waren, also zur ipsilateralen Seite der geschädigten Hemisphäre. Der auditorische Lateralisationsdefekt involvierte demzufolge sowohl den „half-space“ kontralateral als auch ipsilateral der hemisphärischen Läsion.

Anlehnend an die Erkenntnis, dass Patienten mit normalem peripheren Gehör und zentral-auditiven Verarbeitungsstörungen Auffälligkeiten zeigen, die sich beispielsweise in gestörtem Richtungshören und mangelhaftem Sprachverständnis im Störgeräusch niederschlagen, wird von der Annahme ausgegangen, dass diese Phänomene besonders bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche und/oder Vigilanzproblemen eine entscheidende Rolle spielen. Um eine sichere Diagnose einer solchen Störung zu stellen, wurden von Walger und Mitarbeitern (2000) der Audiologie, Pädaudiologie und Hals-Nasen-Ohrenheilkunde am Universitätsklinikum Köln, computergestützte Diagnoseverfahren untersucht und weiterentwickelt. Hierbei handelt es sich um subjektive sowie objektive

Testverfahren zum Richtungshören, Spracherkennung im Störgeräusch sowie Ordnungsschwellenmessungen, welche an Kollektiven normalhörender Erwachsener und Kinder erprobt werden.

Ferner untersuchen derzeit unter Einsatz objektiver Messverfahren ebenfalls am Universitätsklinikum Köln, Stötzer und Mitarbeiter (voraussichtlicher Abschlussstermin: 2004) den frühzeitigen Nachweis von Störungen binauraler Verarbeitungsprozesse. Mit Hilfe objektiver elektrophysiologischer Messverfahren, der Registrierung früher akustisch evozierter Potentiale (FAEP), werden bei Kindern mit Verdacht auf zentral auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) die binauralen Differenzpotentiale (BDP) systematisch untersucht. Dabei werden die Veränderungen der Latenzen und Amplituden der BDP bei Präsentation interauraler Laufzeitdifferenzen (ILD) im Vergleich zu normalhörenden Kindern analysiert.

Auf diesen Erkenntnissen baut der Richtungs-Hörtrainer der Firma Medi-TECH auf, der in unserer Studie zum Zwecke der Datenerhebungen des Richtungshörens sowie zum Training eingesetzt wurde. Mit Hilfe des RiHö-Boy kann die zentrale Fähigkeit eines Probanden zur auditiven Zeitauflösung und -verrechnung mittels kleinster Laufzeitdifferenzen zwischen beiden Ohren erfasst werden. Dazu werden dem Probanden über Kopfhörer zwei sehr kurze Klicks zugespielt. Sie umfassen den Interstimulusintervall (ISI)-Bereich von 600 bis 40 Mikrosekunden. Wegen des unterhalb der Fusionsgrenze liegenden ISI werden diese beiden Klicks als ein einziger mit seitlichem Versatz wahrgenommen. Die Klicks ertönen in einer Zufallsreihenfolge. Der Proband entscheidet durch Tastendruck von welcher Seite er den Klick gehört hat. War die Entscheidung korrekt, verringert sich der zeitliche Abstand zwischen den Klicks und das Klickgeräusch „wandert“ weiter zur Mitte des Kopfes. War die Antwort falsch, verlängert sich der zeitliche Abstand und das zu hörende Klickgeräusch entfernt sich von der Kopfmitte. Das für den einzelnen Probanden typische ISI und somit die Grenze seiner auditiven Zeitauflösung sind erreicht, sobald er einen erreichten ISI-Wert nicht mehr sicher unterschreiten kann, bzw. er im Display einen Bestwert genannt bekommt (Medi-TECH).

### 2.3.3. Sonstige Methoden, Zeitverarbeitung zu messen

Eine wesentliche Voraussetzung für das richtige Hören und Verstehen insbesondere von gesprochener Sprache ist die Fähigkeit, Unterschiede in der Lautstärke, in der Tonhöhe und den zeitlichen Eigenschaften des akustischen Signals zu erkennen. Bevor also der Sinn von gesprochener Sprache verstanden werden kann, muss das zentrale Hörsystem zunächst über die Grundfunktionen Lautstärke-, Tonhöhen- und Zeitauflösung bzw. Zeiterkennung verfügen. Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass Kinder mit auffälliger Sprachentwicklung bzw. mit besonderen Problemen beim Erwerb der Lese- und Schreibfertigkeiten Hörverarbeitungsstörungen haben, die diese basalen Funktionen der auditiven Verarbeitung betreffen. Ein besonderer Zusammenhang muss zwischen der Fähigkeit, dynamische Schallsignale richtig zu erkennen und den phonologischen Fertigkeiten angenommen werden. Darunter ist zu verstehen, Buchstaben losgelöst von deren Sinngehalt zu verarbeiten und dementsprechend Reimwörter, gleiche Anfangsbuchstaben und Wortlänge wahrzunehmen. Zur Bestimmung der basalen auditiven Diskriminationsfähigkeit werden demzufolge kurze, einfach strukturierte akustische Reize aus dem vorsprachlichen Bereich gewählt. Dazu zählen neben der Bestimmung von Zeitordnung (Ordnungsschwelle, siehe Kapitel 2.3.1) und Seitenordnung (Richtungshören, siehe Kapitel 2.3.2) auch die Bestimmung von Lautstärke (Intensitätsdiskrimination), Tonhöhe (Frequenzdiskrimination) sowie der Zeitauflösung (Gap Detection, Zeitlückenerkennung).

Nachfolgend wird auf die Bedeutung und Methode der drei weiteren Parameter zur Messung der Zeitverarbeitung kurz eingegangen.

#### Lautstärke (Intensität)

Die verschiedenen Anteile des akustischen Signals sind unterschiedlich laut. Durch diese verschiedene Intensität gewinnt man beispielsweise den Eindruck der Betonung eines Wortes im Satz. Durch die Bestimmung der Intensitätsdiskrimination wird die Fähigkeit, zwei unterschiedlich laute Töne zu differenzieren, überprüft. Dies geschieht meist durch die Präsentation von zwei Geräuschintervallen gleicher Dauer (ms) mit einem bestimmten Interstimulusintervall (ms). Ein Referenzsignal einer bestimmten Intensität (dB (A)) wird gewählt. Der Versuch startet mit einer höheren Reizintensität im Vergleich zum Referenzsignal. Während des Experimentes zur Intensitätsdiskrimination wird abhängig vom

Antwortverhalten, bei jedem Trial die Differenz zwischen Ziel- und Referenzstimulus sukzessiv um einen gewissen Prozentsatz seines vorherigen Wertes reduziert.

### Tonhöhe (Frequenz)

Die Abfolge der verschiedenen Tonhöhen ergibt unter anderem die Sprechmelodie. Jedes Wort selbst hat wiederum eine eigene Tonhöhen-Feinstruktur. Die Bestimmung der Frequenzdiskrimination prüft, inwieweit die Fähigkeit zwei unterschiedlich hohe Töne zu unterscheiden vorhanden ist. Dazu wird ein Referenzton mit bestimmter Frequenz (Hz), Dauer (ms) und Intensität (dB (A)) festgelegt. Der dazugehörige Testton startet mit einer höheren Frequenz bei gleicher Dauer und Intensität wie der Referenzton. Zwischen den zu vergleichenden Tönen besteht ein gewisses Interstimulusintervall. In Abhängigkeit vom Antwortverhalten der Testperson erhöht sich wiederum der Schwierigkeitsgrad, indem die Frequenz des zu beurteilenden Testtones um einen bestimmten Bereich reduziert wird.

### Zeitauflösung (Gap Detection)

Obwohl man ein gesprochenes Wort als ein kontinuierliches Signal empfindet, kommen doch immer wieder kurze Pausen vor. Die Erkennung dieser kurzen Signalpausen ist unter anderem wichtig, stimmhafte von stimmlosen Konsonanten zu unterscheiden. Die Gap Detection Methode überprüft die Fähigkeit, die temporale Kodierung akustischer Reize zu verarbeiten. Die Messung der Gap Detection erfolgt meist bei bestimmter Intensität (dB (A)), einem anhaltendem Rauschen gewisser Dauer (ms), getrennt durch ein festgelegtes Interstimulusintervall, wobei in einem die Lücke (im Millisekundenbereich) enthalten ist. Die beiden Töne sind, unabhängig von der Lücke, hinsichtlich ihrer Dauer identisch. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe erhöht sich abhängig vom Antwortverhalten des Probanden, indem die Dauer der Lücke innerhalb des Testsignals zu jedem Trial sukzessiv verringert wird.

In Zusammenarbeit mit der Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie der Medizinischen Hochschule Hannover wurde ein fünfteiliger sprachfreier Hörtest entwickelt und in dem tragbaren Testgerät „Patsy basic“ integriert. Bei den fünf Hörtests handelt es sich um Reizdiskriminationsaufgaben zur Zeitordnung, Seitenordnung, Intensität, Frequenz und Gap Detection. Die Anwendung bei Kindern mit besonderen Schwierigkeiten beim Lesen- und

Schreibenlernen hat gezeigt, dass sie diese Tests im Durchschnitt signifikant schlechter bestehen als gleichaltrige Kinder mit altersgerechten Lese- und Rechtschreibleistungen. Die Schätzungen ergeben, dass etwa 50% der Legastheniker betroffen sind. In jedem der 5 Tests wird jeweils der Unterschied ermittelt, den die Testperson gerade noch wahrnehmen kann. Nach Abschluss der Untersuchung wird der perzentile Rang im Vergleich zur altersgerechten Normgruppe angezeigt.

Eine Alternative zur Diskriminationsmethode auditorischer Basisfunktionen stellt das Registrieren neuromagnetischer Antworten mittels Aufnahmen des mittleren magnetischen Latenzfeldes („magnetic middle latency fields“, MAEF) dar. In einem Projekt der Forschungsgruppe Rupp et al. (2002) wurde angestrebt, die zeitliche Auflösung des auditorischen Kortex zu untersuchen. Dabei wurde vor allem das Paradigma der Gap Detection eingesetzt, wobei Lücken von 3, 6 und 9 ms in die Mitte eines 600 ms dauernden Breitbandrauschens eingebracht wurden. Das Registrieren der neuromagnetischen Antworten erlaubt gegenüber den üblichen psychoakustischen Diskriminationsverfahren, eine objektive Untersuchung der zeitlichen Auflösung, die auch weitgehend unabhängig von Aufmerksamkeitsprozessen ist. Der Vergleich der neuromagnetischen Antworten mit den psychoakustisch ermittelten Schwellwerten weist eine sehr große Übereinstimmung auf. Aufgrund dieser Eigenschaften könnte nach Angaben der Autoren dieses Verfahren in künftigen Untersuchungen als ein objektives Testverfahren eingesetzt werden.

In einer Untersuchung von Fischer & Hartnegg (2004) wurde anhand fünf neuer auditiver Testverfahren die Entwicklung der auditiven Basisdiskrimination bei 250 dyslektischen Probanden im Vergleich zu 432 Kontrollpersonen im Alter von 7 – 22 Jahren untersucht. Zu den fünf auditiven Diskriminationsaufgaben zählten Intensitätsdiskrimination, Frequenzdiskrimination, Zeitlückenerkennung (Gap Detection), Ordnungsschwellenbestimmung sowie das Richtungshören. Die Diskriminationsschwellen für Intensität, Frequenz und Gap Detection wurden in einem Breitbandrauschen bestimmt. Für die Bestimmung der Ordnungsschwelle und des Richtungshörens wurden monaurale bzw. binaurale Stimuli eingesetzt. Alle Diskriminationsaufgaben basierten auf einem „two-alternative-forced choice“ Verfahren, d.h. zwei Stimuli wurden nacheinander präsentiert. Die Testpersonen wurden angehalten, eine von den beiden Tasten entsprechend ihrer Wahrnehmung zu drücken. Dabei sollten Entscheidungen getroffen werden, ob im Vergleich

zum ersten Reiz der zweite Stimulus lauter, höher, die Lücke enthielt, höher bzw. auf dem rechten Ohr präsentiert wurde. Das Ziel dieser Methode bestand nicht darin, die Schwelle exakt zu bestimmen, aber vielmehr um einen Routinetest für einzelne Personen zu erhalten und so die individuellen Ergebnisse an altersparallelisierten Kontrollpersonen zu vergleichen. Fischer & Hartnegg setzten zur Bestimmung der auditiven Basisdiskrimination bei den einzelnen Tests bestimmte Kriterien der jeweiligen Stimuli fest: Die Bestimmung der Intensitätsdiskrimination wurde mit zwei weißen Geräuschintervallen von 300 ms Dauer gemessen. Das Interstimulusintervall (ISI) betrug 150 ms, das Referenzsignal lag bei 55 dB (A), jeder Versuch startete mit einer Testintensität von 63 dB (A). Bei jedem Trial wurde die Differenz zwischen Ziel- und Referenzstimulus um 10 % seines vorherigen Wertes reduziert. Die Frequenzdiskrimination wurde anhand eines Referenztones mit 1000 Hz, 300 ms Dauer und 65 dB (A) gemessen. Der Testton startete mit 1100 Hz und hatte die gleiche Dauer und Intensität wie der Referenzton. Das ISI lag bei 150 ms. Die Messung der „Gap Detection“ erfolgte bei einer Intensität von 60 dB (A), einem 300 ms anhaltendem weißen Rauschen wobei einer davon die Lücke (gap) enthielt. Unabhängig von der Lücke waren die beiden Töne hinsichtlich ihrer Dauer identisch. Die Dauer der Lücke startete mit 40 ms, das ISI betrug 300 ms. Insgesamt lieferten die Auswertungen Hinweise dafür, dass die Entwicklung der auditiven Basisdiskriminationsleistung mit zunehmendem Alter zwar eine Verbesserung erfährt, währt wohl aber über das gesamte Schulalter. Außerdem konnte in beiden Gruppen die Leistung in einer der Aufgaben nicht mit der Leistung einer anderen Aufgabe in Verbindung gebracht werden. Dies führten die Autoren darauf zurück, dass die jeweiligen Aufgabentypen unabhängige Unterfunktionen der auditiven Verarbeitung fordern. Darüber hinaus war unter den dyslektischen Probanden die Inzidenz an Leistungsschwachen in allen Aufgabentypen und Altersgruppen beträchtlich höher als im Vergleich zu den nach Alter parallelisierten Kontrollpersonen. Demzufolge unterstützen diese Befunde die früheren Vorstellungen einer auditiven Zeitverarbeitungsstörung, die bei einer Vielzahl von Dyslektikern anzutreffen ist.

In einer Studie von Wightman et al. (1989) zur Gap Detection bei gesunden Kindern und Erwachsenen zeigte sich, dass die Werte der Wiederholungsmessungen bei 3- bis 5-jährigen Kindern eine dreimal höhere intraindividuelle Streuung aufwiesen als bei 6-jährigen und Erwachsenen. Dieses Resultat weist darauf hin, dass speziell bei jüngeren Kindern angenommen werden kann, dass deren Schwellenwerte instabil und weit weniger zuverlässig als die ermittelten Werte älterer Kinder wie auch Erwachsener sind.

Watson (1992) untersuchte die Bedeutung von nichtsprachlichen Reizen und Sprachreizen in einem gemeinsamen Untersuchungsansatz. Dazu verglich sie leseschwache mit rechenschwachen und mit normalen Erwachsenen hinsichtlich ihrer Diskriminationsfähigkeiten von nichtsprachlichen Reizen und Sprachreizen. Die Aufgaben zur auditiven Diskriminationsfähigkeit umfassten die Unterscheidung von Tonhöhe, Lautstärke, Tondauer, Erkennen von Tonsequenzen und von Reihenfolgen von zwei Tönen, die in einem Abstand von 20 ms bis 200 ms präsentiert wurden. Die Sprachunterscheidungsfähigkeit wurde anhand von zwei Silben, /ta/ und /ka/, überprüft. Obwohl der nichtsprachliche Bereich viel umfangreicher überprüft wurde, zeigte sich der einzige bedeutsame Unterschied zwischen den Leseschwachen und den beiden Kontrollgruppen (Rechenschwachen mit normaler Lesefähigkeit und normale Erwachsene) für die sprachabhängige Aufgabe.

Unter der Annahme, dass Lese-Rechtschreibschwache Schwächen in der Verarbeitung schnell aufeinanderfolgender akustischer Reize aufweisen, haben Schulte-Körne et al. (1998c) 15 rechtschreibschwache und 14 nicht-rechtschreibschwache Jungen im Alter von 11-13 Jahren anhand einer Gap-Detection-Aufgabe untersucht. Den Kindern wurde über Kopfhörer ein Rauschen, das aus zufällig verteilten Frequenzen von 1 Hz bis 2000 Hz erstellt wurde, präsentiert. In dem Rauschen war eine Lücke (gap) von 400 ms enthalten, die, abhängig vom Antwortverhalten des Kindes, verkleinert oder vergrößert wurde. Die Aufgabenstellung war ein Tastendruck links, wenn zwei getrennte Ereignisse wahrgenommen wurden, und ein Tastendruck rechts, wenn nur ein Rauschen gehört wurde. Für alle Kinder wurde der Modalwert der Tastendrucke als Maß für den Schwellenwert, bei dem zwei Ereignisse noch als getrennt wahrgenommen werden, gebildet. Die Hypothese war, dass Lese-Rechtschreibschwache einen höheren Schwellenwert als Zeichen der Schwäche in der Wahrnehmung schnell aufeinanderfolgender Reize im Vergleich zu den Kontrollkindern aufweisen. Der Gruppenvergleich (Lese-Rechtschreibschwache: 9.6 ms +/- 4.8; Kontrollgruppe: 11.3 ms +/- 5.0) zeigte zwar einen höheren Schwellenwert für die Lese-Rechtschreibschwachen, jedoch ist der Gruppenunterschied nicht signifikant. In einer Erwachsenenstichprobe wurde der Zusammenhang zwischen der Lese-Rechtschreibfähigkeit und dem Schwellenwert untersucht. Wiederum zeigte sich kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem akustischen Schwellenwert und der Lese-Rechtschreibfähigkeit. Diese Ergebnisse unterstützen nicht die Hypothese, dass Lese-Rechtschreibschwache eine Schwäche in der auditiven Wahrnehmung von schnell aufeinanderfolgenden Reizen aufweisen.

## 2.4. ZEITVERARBEITUNGSTRAINING BEI KINDERN MIT SCHWÄCHEN BEIM ERWERB DER LAUT- ODER SCHRIFTSPRACHE

Die Beobachtung einer Verlangsamung der Zeitverarbeitung hat eine wichtige Bedeutung für die Verarbeitung von Schrift- und Lautsprache. Für die Betroffenen bedeutet das, dass aufeinanderfolgende Sprachlaute zu rasch aufeinanderfolgen, um in ihrer Abfolge verstanden werden zu können. Die akustische Information, die einen Konsonanten, also beispielsweise „d“ oder „t“, charakterisiert, liegt bei etwa 20 bis 30 ms. Wenn nun bei einem hirngeschädigten Patienten die zeitliche Ordnungsschwelle für Töne bei etwa 100 ms liegt, dann können aufeinanderfolgende Konsonanten, wie sie in vielen Wörtern vorkommen, nicht mehr analysiert werden. Aus der Vielzahl diagnostischer Erfahrungen heraus wurden Trainingsmethoden entwickelt, mit dem Ziel, die zeitliche Diskriminationsfähigkeit zu steigern und dadurch indirekt eine Verbesserung in der Erkennung der zeitkritischen Silben zu erlangen.

Bei einer Studie an Patienten mit Aphasie konnte ein rein zeitkritisches Training Erfolge verzeichnen (v. Steinbüchel et al. 1996). Hierbei erhielt eine Gruppe Aphasiker mit erhöhten Ordnungsschwellenwerten und Problemen in der Lautdiskrimination ein achtwöchiges Ordnungsschwellentraining. Zusätzlich nahmen zwei weitere Gruppen mit Aphasikern, die ebenfalls erhöhte Ordnungsschwellen und Defizite in der Lautwahrnehmung aufwiesen, an einer visuellen Diskriminationsaufgabe oder einer Tonhöhenunterscheidungsaufgabe teil. Es stellte sich zum einen nach Trainingsende heraus, dass sich lediglich jene Patientengruppe mit zeitkritischem Training in der Höhe der Ordnungsschwelle verbesserte und zum anderen konnte ebenfalls nur in dieser Experimentalgruppe eine Verbesserung in der Erkennung von Stopkonsonant-Vokalsilben (/da/ und /ta/) festgestellt werden.

Basierend auf den Befunden ihrer Untersuchungen von Kindern mit Störungen der Laut- und Schriftsprache, veranlasste auch die Arbeitsgruppe um Tallal zur Entwicklung eines Trainingsprogramms, um die Fähigkeit der Identifikation zeitlicher Reihenfolge von Ereignissen zu trainieren. Dadurch konnten bei 7 bzw. in einer späteren Untersuchung von 11 sprachentwicklungsgestörten Kindern Erfolge nicht nur auf der Phonemerkennungsebene, sondern auch auf komplexeren linguistischen Ebenen verzeichnet werden, was sich schließlich mit psychometrischen Tests objektivieren ließ (Tallal et al. 1996, Merzenich et al. 1996, Tallal et al. 1998). Ungeklärt bleibt jedoch, ob denn bei allen Kindern eine signifikante Verbesserung sprachlicher Leistungen erreicht wurde, da in den einzelnen Untersuchungen nur Mittelwerte und keine Einzelwerte angegeben werden. Dieses

Trainingsverfahren setzt sowohl auf verbaler als auch auf nonverbaler Ebene an und besteht aus audiovisuellen Computerspielen rund um das Thema „Zirkus“. Dabei konzentrieren sich die verbalen Übungen auf zeitgedehnte Sprache, die anhand gedehnter kurzer Formanttransitionen (z. B. von 20 ms auf 80 ms) präsentiert wird. Dagegen erfolgt das Zeitverarbeitungstraining mittels nonverbaler Stimuli u. a. durch ein Ordnungsschwellentraining, wobei hier die richtige Reihenfolge zweier über Kopfhörer dargebotener Stimuli am Touch-screen angezeigt werden soll. Zusätzlich nahm eine weitere Gruppe von 11 nach Alter und sprachlicher Leistung parallelisierten Kindern an einem reinen Sprachtraining teil, wobei nun dieselben sprachlichen Stimuli nicht mehr zeitgedehnt angeboten wurden. Dabei zeigte sich im Vergleich zu den Kindern mit Training der zeitlichen Diskriminationsfähigkeit ein signifikant geringerer Trainingseffekt. Von einer Verbesserung sprachlicher Leistungen profitieren, nach Angaben der Autoren, nicht nur sprachentwicklungsgestörte Kinder, sondern vielmehr auch Kinder mit anderen Störungsbildern wie etwa zentraler Hörstörung, Aufmerksamkeitsstörung, Lese-Rechtschreibschwäche und Autismus (Tallal et al. 1998).

Um Defizite lese- und rechtschreibschwacher Kinder auszugleichen, wurde in den letzten Jahren von F. Warnke (1995a,b) ein Training des zentralen Hörvermögens entwickelt, in dem einerseits die Verarbeitung akustischer Signale gefördert und die akustische Diskriminationsfähigkeit geschult werden sollte. Andererseits wird in einer weiteren Komponente dieses Trainings angestrebt, die Fähigkeit zur Unterscheidung der Reihenfolge kurzfristig aufeinander folgender Reize zu erhöhen. Hierbei wurden neben den auditiven auch die visuellen Ordnungsschwellen ermittelt.

In einer Folgeuntersuchung von Klipcera & Gasteiger-Klipcera (1996) wurde der Trainingseffekt der Hörschulung nach Warnke durch Vergleich mit einer unbehandelten Kontrollgruppe überprüft, wobei gleichzeitig auch der zusätzliche Einfluss eines Ordnungsschwellentrainings kontrolliert werden sollte, indem dieses mit einer geringfügigen Unterstützung beim Lesen (sog. „unterstütztes Lesen“) verglichen wurde. Insgesamt wurden also drei Gruppen von lese-rechtschreibschwachen Schülern der 2. und 3. Klassenstufe ausgewählt, wobei die Kinder der beiden Trainingsgruppen an einer 12-wöchigen Übungsbehandlung teilnahmen. Die Trainingseffekte wurden anschließend mittels Lese- und Rechtschreibtests objektiviert. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung konnte tatsächlich eine Verbesserung in der auditiven Diskriminationsfähigkeit festgestellt werden, jedoch ergaben sich keine spezifischen Effekte des Trainings bei der Lese- und Rechtschreibsicherheit. Vielmehr zeigte sich ein gewisser positiver Einfluss des Trainings

auf die Lesegeschwindigkeit, allerdings konnte kein spezifischer Effekt des Trainings der auditiven Ordnungsschwelle auf die Lese- oder Rechtschreibleistung nachgewiesen werden.

Im Auftrag des Thüringer Kultusministeriums gehen Tewes et al. (2003) der Frage nach, ob das Training basaler auditiver Zentralfunktionen (auch als Low-Level-Funktionen bezeichnet), mit Hilfe des Brain-Boy-Universal, bei rechtschreibschwachen Schulkindern das Konzentrationsvermögen und die Rechtschreibleistungen verbessert und ob sich derartige Effekte durch ein zusätzliches Lateraltraining nach Warnke verstärken lassen. Hierzu wurden über einen Zeitraum von 6 Monaten zwei Gruppen von Kindern aus dritten Schuljahren mit allen sieben Basisfunktionen trainiert. Darunter übte eine Gruppe mit 14 Kindern ausschließlich mit dem Brain-Boy, die zweite Gruppe, ebenfalls mit 14 Kindern, führte ein Brain-Boy-Training durch, welches durch ein zusätzliches Lateraltraining ergänzt wurde, sowie eine Kontrollgruppe mit 13 Kindern, die lediglich eine herkömmliche pädagogische Förderung erhielten. Dabei ließen sich hoch signifikante Trainingseffekte in allen Brain-Boy-Universal-Parametern, einschließlich der Wahrnehmungstrennschärfe, nachweisen. Während der herkömmliche Förderunterricht kaum zu einer Verbesserung der Leistungen im Rechtschreibtest führte, kam es beim Brain-Boy-Training zu einer deutlichen Reduzierung der Fehlerzahl, wobei durch die Kombination mit dem Lateraltraining noch weit bessere Leistungen verzeichnet werden konnten. Nach Angaben der Autoren ermöglicht dieses Verfahren neben der Trennung von LRS-Kindern und Nicht-LRS-Kindern auch den empirischen Nachweis des Transfers zur LRS-Ebene.

In einer finnischen Studie untersuchten Kujala et al. (2001) die Auswirkungen eines audiovisuellen nonverbalen Trainings auf Lesefähigkeit und zentral-auditorische Verarbeitung an insgesamt 48 siebenjährigen dyslektischen Kindern. Dabei konnten neben einer Verbesserung der Leseleistungen ebenfalls plastische Veränderungen des auditorischen Kortex mittels EEG-Ableitungen (MMN), objektiv nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis veranlasst die Autoren zur Schlussfolgerung, dass Lesestörungen durch ein spezielles Trainingsprogramm deutlich verbessert werden können, darüber hinaus sind diese Trainingseffekte in elektrophysiologischen Messungen der Hirnaktivität nachweisbar.

Schäffler et al. (2004) berichten in einer aktuellen Studie von Trainingseffekten im Bereich der auditiven Basisfunktionen und deren Auswirkungen auf phonologische Bewusstheit und Rechtschreibfähigkeit bei dyslektischen Kindern. Dabei stellte sich das tägliche auditive Diskriminationstraining fünf spezifischer Zeitverarbeitungsparameter mit unterschiedlichen Erfolgsraten dar und führte schließlich zu signifikanten Verbesserungen in Rechtschreiben und sprachbezogenen phonologischen Fähigkeiten. Anhand ihrer Untersuchungsergebnisse

kommen sie deshalb zur Schlussfolgerung, dass auditive Defizite in den Basisfunktionen grundsätzlich ernst genommen und mittels Training verbessert werden sollten, um damit dyslektischen Kindern mehr phonologische Unterstützung anzubieten, wenn sie versuchen, gehörte Sprache in Schriftsprache richtig umzusetzen.

Kontrollierte Studien zum Nachweis eines spezifischen Effektes des Trainings der Parameter der Zeitverarbeitung (Ordnungsschwelle und Richtungshören) auf die Lese-Rechtschreibschwäche im Kindesalter stehen bislang allerdings noch aus. Es bleibt zu klären, inwieweit sich Erfolge im Training der Ordnungsschwelle und des Richtungshörens tatsächlich auf die Lese-Rechtschreibleistung auswirken und ob Verbesserungen für alle Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche gleichermaßen zu erwarten sind.

### 3. ZIELSETZUNG

Wie oben bereits ausführlich dargestellt, werden in zahlreichen Studien zeitliche Verarbeitungsstörungen im Zusammenhang mit Störungen der Laut- und Schriftsprache kontrovers diskutiert. Um diese mutmaßlichen Defizite lese-rechtschreibschwacher Kinder auszugleichen, wurden in den letzten Jahren Trainingsmethoden entwickelt, welche in Diagnostik und Therapie von Teilleistungsstörungen derzeit eine weite Anwendung finden. Allerdings wird die Effektivität dieser Trainingsverfahren von einigen Autoren in Frage gestellt, zumal viele der bisher veröffentlichten Studien methodische Mängel aufweisen und eine Interpretation der Ergebnisse erschweren.

In dieser Arbeit soll nun geprüft werden, ob die zeitliche Diskriminationsfähigkeit durch ein Training der beiden Parameter Ordnungsschwelle und Richtungshören mittels Trainingsgerät Brain-Boy-Universal der Fa. MediTECH tatsächlich verbessert werden kann und ob dann auch indirekt Verbesserungen in den Lese-Rechtschreibleistungen zu verzeichnen sind.

Warnke (1995a,b) berichtet von einer zunehmenden Verbreitung dieses Trainings speziell unter Sprachheilpädagogen, aber auch in der Legasthenerbehandlung und legt als Beleg der Effizienz Berichte von Eltern über die Zufriedenheit mit dem Training vor. Unklar bleibt jedoch, ob denn auch die Lehrer und Kinder selbst dem Training einen positiven Effekt einräumen, und des Weiteren, ob sich generell ein Zeitverarbeitungstraining als ein sinnvoller therapeutischer Ansatz erweist.

Folgende Fragestellungen sollen daher im Rahmen dieser Studie untersucht werden:

1. Verbessern sich die trainierten Parameter der Zeitverarbeitung, Ordnungsschwelle und Richtungshören, bei lese-rechtschreibschwachen Schulkindern mit Hilfe eines Zeitverarbeitungstrainings?
2. Hat ein Training der Zeitverarbeitung (Training der Parameter auditive und visuelle Ordnungsschwelle, Richtungshören) positive Auswirkungen auf die Lese-Rechtschreibleistung?
3. Wie werden die Effekte des Trainings aus der Sicht von Eltern, Lehrern und Kindern subjektiv beurteilt?

## **4. METHODIK**

### **4.1. UNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV**

#### **4.1.1. Rekrutierung**

Im Rahmen dieser Studie wurden Schüler und Schülerinnen der Sabel-Realschule in München untersucht. Das Sabel-Schulzentrum verfügt über ein Institut zur Förderung von Kindern und Jugendlichen mit einer Lese-Rechtschreibschwäche bzw. Legasthenie, das „Forum Legasthenie“. Das Forum versteht sich als zentrale Anlaufstelle für alle ernst zu nehmenden und wirksamen Initiativen insbesondere im Raum München, die der Förderung legasthener Kinder dient. In interdisziplinärer Zusammenarbeit mit verschiedenen Therapeuten wie Kinder- und Jugendpsychiatern, Kinderärzten, Psychologen und vielen anderen mehr, ist es daher stets um eine spezielle Förderung bemüht. Zusätzlich bietet es aber auch selbst eigene Fördermaßnahmen im Sinne einer speziellen Funktionsbehandlung an, die dem Erwerb und der Verbesserung der Schriftsprache dienen. An diesem Förderprogramm zum Regelunterricht nahmen die Studienteilnehmer zusätzlich an unterrichtsfreien Nachmittagen teil.

Grundlage dieser Studie bildeten die Kinder aus zwei Klassen der 5. Jahrgangsstufe, welche größtenteils Schwächen in ihren Lese- und Rechtschreibleistungen aufwiesen. Jede der beiden 5. Klassen hatte eine Klassenstärke von jeweils 24 Kindern. Die Aufteilung auf Trainings- bzw. Kontrollgruppe erfolgte zufällig. Dabei wurde die Klasse 5A der Trainingsgruppe, die Klasse 5B der Kontrollgruppe zugeordnet.

Die Sabel-Schule, die zur Mitarbeit gewonnen werden konnte, leitete die vom Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie verfassten Briefe weiter (siehe im Anhang 49A, 50A, 51A), welche die Eltern über Inhalt und Ablauf der Studie informierten. Die Eltern hatten durch schriftliche Einwilligung die Möglichkeit, die Teilnahme ihrer Kinder an der Studie zu bewilligen und erhielten nach Ablauf der Untersuchungen Rückmeldungen bezüglich der Untersuchungsergebnisse.

#### **4.1.2. Beschreibung der Stichprobe**

##### **Allgemeine deskriptive Statistik der beiden Untersuchungsgruppen**

Grundlage dieser Studie bildeten die beiden Untersuchungsgruppen, die sich aus den Schülerinnen und Schülern der 5. Klassen A und B zusammensetzten. Der Gesamtstichprobe

gehörten somit 46 Kinder an, wovon bereits nach abgeschlossener Eingangsdiagnostik 4 Kinder aus der Studie entfielen. Darunter wiesen 2 Kinder aus der Kontrollgruppe einen auffälligen Seh- bzw. Hörtest auf und erfüllten nicht die Einschlusskriterien. Die beiden weiteren Kinder gehörten der Trainingsgruppe an und mussten wegen häufigen Erkrankungen das Projekt vorzeitig abbrechen. In die Auswertung gingen schließlich die Daten von insgesamt 42 Kindern ein und erlaubten eine Aufteilung von je 21 Kindern in Trainings- und Kontrollgruppe. Zum Zeitpunkt des 2. Retest reduzierte sich die Trainingsgruppe auf eine Anzahl von 19 Kindern, da zwei weitere Kinder im folgendem Schuljahr aus der Sabel-Schule ausgetreten sind.

**Tabelle 1:** Deskriptive Statistik der beiden Untersuchungsgruppen zum Eingangstest (Standardabweichung in Klammern)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Gesamt</b>
Anzahl	21	21	42
Alter in Jahren <sup>+</sup>	11;2 (0;4)	12;1 (0;9)	11;6 (0;9)
Min. – Max.	10;6 – 11;6	10;0 – 13;9	10;0 – 13;9
Geschlecht			
Weiblich/männlich	7 / 14	7 / 14	14 / 28
Nonverbaler IQ*	102 (14)	103 (9)	103 (12)
Min. – Max.	85 - 127	77 - 118	77 – 127
Muttersprache			
Deutsch/mehrsprachig	17 / 4	15 / 3 (3 ohne Angabe)	
Händigkeit			
Rechts/links/ambidexter	(20 / 1 / 0)	(17 / 3 / 1)	(37 / 4 / 1)

+ Angabe in Jahren und Monaten, \* Mittelwerte der Standardwerte des CFT 20

Im Gruppenvergleich zeigte der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben einen höchst signifikanten Unterschied in der Altersverteilung ( $p \leq .000$ , 2-seitig). Die Kinder, die der Kontrollgruppe zugeordnet wurden, waren durchschnittlich 11 Monate älter als die der Trainingsgruppe. Das lag daran, dass sich in dieser Gruppe mehr Wiederholer

befanden als in der Therapiegruppe und zum Teil ein Jahr länger Unterricht bzw. Förderung erhielten.

Das Untersuchungskollektiv setzte sich aus 14 Mädchen und 28 Jungen zusammen. In den beiden Gruppen waren die Jungen jeweils deutlich überrepräsentiert und hatten jeweils einen Anteil von 66% sowohl in der Trainingsgruppe als auch in der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 1). Diese Überrepräsentation der Jungen stimmt mit den Angaben aus der Literatur überein, in der bei Lese- und Rechtschreibschwäche (Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1993) ein zwei- bis dreimal so häufiger Knaben- als Mädchenanteil beschrieben wird. Insgesamt lag in beiden Gruppen ein identisches Geschlechterverhältnis vor.

Hinsichtlich der Prüfung der nonverbalen Intelligenzleistung zeigten beide Gruppen eine durchschnittliche Grundintelligenz (MW=102; SD 14 bzw. 103; SD 9). Zur Überprüfung auf Signifikanzunterschiede erfolgte eine Testung mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben, wobei in beiden Gruppen ein Signifikanzunterschied hinsichtlich der Intelligenz nicht nachgewiesen werden konnte ( $p \leq .850$  / 2-seitig). Das Eingangskriterium des durchschnittlichen Intelligenzniveaus konnte bestätigt werden.

In der Trainingsgruppe waren 20 Rechtshänder und 1 Linkshänder zu finden, in der Kontrollgruppe dagegen 17 Rechtshänder, 3 Linkshänder sowie 1 Ambidexter.

Bei der Ermittlung der Muttersprache konnte in der Trainingsgruppe ein Anteil von 17 deutschsprachigen Kindern registriert werden, 4 weitere waren mehrsprachig aufgewachsen. Auf die Kontrollgruppe entfielen 15 deutschsprachige Kinder, 3 Kinder gehörten einer mehrsprachigen Familie an und bei 3 weiteren Kindern fehlte die Angabe.

### **Gruppenvergleich der Zeitverarbeitungsparameter Ordnungsschwelle und Richtungshören sowie der Testleistungen im Lesen und Rechtschreiben zu Studienbeginn**

Im Folgenden soll mit Hilfe von Mittelwertberechnungen und Signifikanztestungen der Frage nachgegangen werden, ob denn die Gruppen zu Studienbeginn hinsichtlich der Zielparameter vergleichbar sind. Hierzu wird jeweils auf die Ergebnisse von Zeitverarbeitungsparametern und den Leistungen in Lese-Rechtschreibtests näher eingegangen.

## I. Vergleich von Ordnungsschwelle und Richtungshören auf Gruppenunterschiede

Die drei untersuchten Brain-Boy-Parameter der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle sowie des Richtungshörens wurden zu den einzelnen Messzeitpunkten erfasst. Aus den erhobenen Daten konnten Mittelwerte der Testrohwerte der drei Einzelmessungen ermittelt werden und erlaubten einen Gruppenvergleich zum entsprechenden Messzeitpunkt. Dabei konnte mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests zum Eingangsuntersuchungszeitpunkt (t0) kein signifikanter Gruppenunterschied bei allen drei Parametern festgestellt werden (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Mittelwerte der gemessenen Testrohwerte von Ordnungsschwelle (OS) und Richtungshören (Ri-Hö) zum **Ausgangszeitpunkt** in ms bzw.  $\mu$ s im Gruppenvergleich. (Standardabweichung in Klammern)

Variable	Trainingsgruppe (n=21)	Kontrollgruppe (n=21)	Mann-Whitney-U- Test (2-seitig)
<b>OS auditiv</b> in ms	66 (26)	65 (42)	.296
Min. – Max.	23 - 126	12 - 227	
<b>OS visuell</b> in ms	59 (44)	58 (38)	.497
Min. – Max.	16 - 197	19 - 200	
<b>Ri-Hö</b> in $\mu$ s	62 (30)	76 (31)	.109
Min. – Max.	25 - 127	32 - 146	

in allen Parametern bestehen zu Studienbeginn nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

## II. Vergleich der Lese- und Rechtschreibleistungen auf Gruppenunterschiede

Zu den drei Messzeitpunkten (t0, t1, t2) wurden ebenso die Testleistungen im Lesen und Rechtschreiben erhoben. Hierzu wurden die Mittelwerte der jeweiligen Testrohwerte ermittelt und auf ihre Gruppendifferenzen überprüft. Aus Tabelle 3 wird zu Studienbeginn ersichtlich, dass in den getesteten Lese-Rechtschreibtests lediglich der DRT-5 einen signifikanten Gruppenunterschied ( $p \leq .020$ ) aufwies. Dabei schrieb die Kontrollgruppe durchschnittlich 9 Wörter richtiger als die Trainingsgruppe. Ferner sei hier auf die große Streubreite in allen Lesetestparametern innerhalb der Trainingsgruppe hingewiesen.

**Tabelle 3:** Mittelwerte der ermittelten Testrohwerte der Lese- und Rechtschreibtests zum **Ausgangszeitpunkt** (Standardabweichung in Klammern)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe (n=21)</b>	<b>Kontrollgruppe (n=21)</b>	<b>Mann-Whitney-U- Test (2-seitig) p</b>
<b>DRT-5</b>	28 (12)	37 (8)	<b>0.019*</b>
Min. – Max.	7 - 46	15 - 48	
<b>ZLT-Zeit in Sek.</b>	487 (220)	392 (110)	0.152
Min. – Max.	220 - 1178	265 - 667	
<b>ZLT-Fehler</b>	37 (31)	27 (17)	0.460
Min. – Max.	5 - 129	4 - 57	
<b>PLT-Zeit in Sek.</b>	294 (107)	258 (73)	0.406
Min. – Max.	163 - 541	167 - 415	
<b>PLT-Fehler</b>	42 (26)	33 (18)	0.195
Min. – Max.	2 - 113	7 - 68	

DRT-5 = Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen mit Anzahl der Richtigschreibungen ( $p \leq .019$ ), \* = signifikant (die Kontrollgruppe schreibt durchschnittlich 9 Wörter richtiger als die Trainingsgruppe), ZLT = Zürcher Lesetest mit benötigter Lesezeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler, PLT = Pseudotextlesetest mit benötigter Lesezeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler (alle Werte wurden aufgerundet). In den Lesetests bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Zusammenfassend geht aus den Auswertungen zu Studienbeginn hervor, dass die beiden Gruppen lediglich in den Rechtschreibleistungen differieren. Die Trainingsgruppe zeigt signifikant schlechtere Ausgangsleistungen im DRT-5 als die Kontrollgruppe. In den Parametern der Zeitverarbeitung sowie in den Lese- und Rechtschreibtests können keine Unterschiede festgestellt werden.

### **Beschreibung der Kinder mit einer Lese- Rechtschreibstörung nach ICD-10 Kriterien**

Im Weiteren war der Anteil jener Kinder am Gesamtkollektiv von Interesse, die eine umschriebene Lese-Rechtschreibschwäche aufwiesen. Als Berechnungsgrundlage dienten hierzu, neben den Standardwerten des Intelligenztests (CFT 20), die T-Werte des Diagnostischen Rechtschreibtests für 5. Klassen (DRT 5), sowie die T-Werte des Zürcher Lesetests auf Fehler und Zeit (ZLT). Die Zuweisung wurde nach folgenden Kriterien vorgenommen (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Anzahl der Kinder mit LRS in Trainings- und Kontrollgruppe nach unterschiedlichen Kriterien

<b>Kriterium</b>	<b>Rechtschreib- oder Lesen-T-Wert &lt; 36, IQ-Differenz &gt; 11 T-Wertpunkte *</b>	<b>Rechtschreib-T-Wert &lt; 36</b>
<b>Trainingsgruppe</b>	15	10
<b>Kontrollgruppe</b>	9	2

\*nach Definition des bayerischen Legasthenerlass

Aus Tabelle 4 geht hervor, dass in der Trainingsgruppe 15 von 21 Kindern eine Lese- oder Rechtschreibschwäche und 10 von 21 Kindern eine isolierte Rechtschreibschwäche aufweisen. Dagegen finden sich in der Kontrollgruppe 9 von 21 Kindern mit Lese- oder Rechtschreibschwäche und 2 von 21 Kindern mit einer isolierten Rechtschreibschwäche wieder.

### **Ausschlusskriterien**

Für alle an der Studie teilnehmenden Kinder galten folgende Ausschlusskriterien:

1. Vorliegen einer Sehstörung bei einem Visus schlechter als 0,8
2. Vorliegen einer Hörstörung in der Audiometrie mit Werten unter 30 dB auf bereits einem Ohr

Nach abgeschlossener Eingangsdiagnostik wurden vorerst vier Kinder aus der Studie ausgeschlossen. Darunter wiesen zwei Kinder einen auffälligen Seh- bzw. Hörtest auf, die beiden anderen Kinder mussten aufgrund häufiger Erkrankungen das Projekt vorzeitig abbrechen. Zum 2. Retest, der im nächsten Schuljahr stattfand, reduzierte sich das Gesamtkollektiv um weitere zwei Kinder, da diese aus der Sabel-Schule ausgetreten sind.

### **Beschreibung des sozialen Milieus im Gruppenvergleich**

Zunächst wird in Tabelle 5 der Familienstand der Eltern näher erläutert. Daraus wird ersichtlich, dass 56 % der Eltern der Trainingskinder bzw. 67 % der Kontrollkinder mit einem festen Partner zusammenlebten. Auf die Alleinerziehenden entfiel ein geringerer Anteil von 33 % in der Kontrollgruppe, dagegen wurden innerhalb der Trainingsgruppe 44 % der Kinder ebenfalls nur von einem Elternteil erzogen.

**Tabelle 5:** Familienstand der Eltern

	<b>Fester Partner</b>	<b>Alleinerziehend</b>
<b>Trainingsgruppe</b> (n=18)	56 %	44 %
<b>Kontrollgruppe</b> (n=18)	67 %	33 %

Die nachfolgende Tabelle 6 beschreibt die Arbeitssituation der Eltern. Dabei gingen mehrheitlich in beiden Gruppen die Väter einer vollzeitlichen Beschäftigung nach (92 % Trainingsgruppe und 94 % Kontrollgruppe). Der Anteil der Mütter zeigte ebenfalls ein ausgewogenes Verhältnis hinsichtlich der Vollzeitbeschäftigung (21 % Trainingsgruppe und 18 % Kontrollgruppe). Im Hinblick auf die Teilzeitbeschäftigung wurden hierzu nur Angaben der Mütter eingeholt und beliefen sich auf 58 % in der Trainings- sowie 65 % in der Kontrollgruppe. Die Väter gingen keiner Teilzeitbeschäftigung nach. Weitere 8 % der Väter der Trainingskinder und 6 % der Kontrollkinder waren zum Erhebungszeitpunkt nicht berufstätig. 21 % der Mütter aus der Trainingsgruppe und 17 % der Kontrollgruppe waren Hausfrauen.

**Tabelle 6:** Art der Berufstätigkeit der Eltern

	<b>Vollzeit</b> Vater/Mutter	<b>Teilzeit</b> Vater/Mutter	<b>Nicht berufstätig</b> Vater/Mutter
<b>Trainingsgruppe</b> (n=13/19)	92 % / 21 %	0 / 58 %	8 % / 21 %
<b>Kontrollgruppe</b> (n=17/17)	94 % / 18 %	0 / 65 %	6 % / 17 %

Hinsichtlich der Schulbildung beider Elternteile (Tab. 7) besaßen in der Trainingsgruppe 69 % der Väter und 32 % der Mütter einen höheren Schulabschluss (Hochschul-/Fachhochschulreife). In der Kontrollgruppe belief sich der Anteil bei den Vätern jedoch auf nur 22 %, sowie auf 29 % bei den Müttern. Weitere 25 % der Väter und 42 % der Mütter aus der Trainingsgruppe hatten eine Ausbildung oder ähnliches absolviert. Dagegen konnte in der Kontrollgruppe bei 61 % der Väter und 53 % der Mütter eine Lehre bzw. Ausbildung verzeichnet werden. Keinen beruflichen Ausbildungsabschluss gaben 6 % der Väter und 10 % der Mütter der Trainingskinder an und eine ähnliche Situation fand sich auch bei den Eltern der Kontrollgruppe mit 6 % bzw. 12 %. Die restlichen Angaben bezogen sich auf

„Sonstiges“ und konnten mit 16 % bei den Müttern der Trainingsgruppe bzw. bei 6 % der Kontrollgruppe verzeichnet werden. Die Väter der Kontrollgruppe beteiligten sich mit einem Anteil von 11 %, dagegen fehlten die Angaben bei der anderen Gruppe vollständig. Zusammenfassend kann zu diesem Ergebnis gesagt werden, dass vorwiegend die Kinder der Trainingsgruppe Familien mit höherem Schulabschluss angehörten, dagegen stammten die Kinder der Kontrollgruppe vor allem aus Familien mit absolvierter Lehre oder Ausbildung.

**Tabelle 7:** Art des Berufsabschlusses der Eltern

	<b>Kein berufl. Ausbildungsabschluss</b>	<b>Lehre/ Ausbildung</b>	<b>Hoch-Fachhochschulabschluss</b>	<b>Sonstiges</b>
	Vater/Mutter	Vater/Mutter	Vater/Mutter	Vater/Mutter
<b>Trainingsgruppe</b> (n=16/19)	6 % / 10 %	25 % / 42 %	69 % / 32 %	0 / 16 %
<b>Kontrollgruppe</b> (n=18/17)	6 % / 12 %	61 % / 53 %	22 % / 29 %	11 % / 6 %

Wie aus der nächsten Tabelle 8 zu entnehmen ist, wurde in 26 % der Familien der Trainingsgruppe und 32 % der Kontrollgruppe eine Lese-Rechtschreibschwäche gefunden. Die meisten Familien mit LRS (69 % in der Trainingsgruppe) waren davon nicht betroffen, hingegen verneinten 47 % der Familien der Kontrollgruppe eine Lese-Rechtschreibschwäche. Weitere 5 % der Befragten aus der Trainingsgruppe konnten hierzu keine Auskunft geben und ein Anteil von weiteren 21 % der Kontrollgruppe war in Unkenntnis darüber. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass in beiden Gruppen der Anteil an LRS ein nahezu ausgewogenes Verhältnis zeigt.

**Tabelle 8:** Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) in der Familie

	<b>„ja“</b>	<b>„nein“</b>	<b>„ich weiß nicht“</b>
<b>Trainingsgruppe</b> (n=19)	26 %	69 %	5 %
<b>Kontrollgruppe</b> (n=19)	32 %	47 %	21 %

## 4.2. UNTERSUCHUNGSABLAUF

### 4.2.1. Durchführung

Vor Untersuchungsbeginn wurden die Eltern und Lehrer über Inhalt und Ablauf der Studie informiert. Nur Kinder, deren Eltern schriftlich zur Teilnahme eingewilligt haben, wurden in das Projekt miteinbezogen (siehe Anhang 49 A). Eine Anonymisierung der Daten wurde über eine Vergabe von ID-Nummern sichergestellt. Zu Untersuchungszwecken standen zwei ruhige Räume im Forum Legasthenie der Sabel-Schule zur Verfügung. Damit konnte jeweils ein Kind der Klasse A (Trainingsgruppe) und der Klasse B (Kontrollgruppe) gleichzeitig getestet werden. Zu Beginn des ersten Untersuchungstages wurde jedes Kind über den Ablauf informiert und ihm ein Untersuchungsplan ausgehändigt. Dieser beinhaltete Datum und Uhrzeit des individuellen Untersuchungs- und Trainingstermins. Die Untersuchungstermine erstreckten sich über vier Vormittage einer Woche und dauerten pro Sitzung 45 Minuten bzw. 2 x 45 Minuten zum Gruppentest. Da diese Termine mit den Unterrichtszeiten konkurrierten, wurde zuvor eine Einwilligung durch die Schule eingeholt. Jedes Kind sollte immer zur gleichen Zeit zu seinem Untersuchungstermin erscheinen. Das gewährleistete die Erhebung von Testergebnissen, die den individuellen Tagesschwankungen weniger stark unterlagen. Abbildung 3 veranschaulicht das individuelle Studiendesign der Trainingskinder im Verlauf

Eingangsdiagnostik	Trainingsphase	1. Retest	trainingsfreies Intervall	2. Retest
1 Woche	8 Wochen	1 Woche	6 Monate	1 Woche

**Abb.3: Studienablauf eines jeden Probanden der Trainingsgruppe**

Die Datenerhebungen zur Eingangsdiagnostik, ersten und zweiten Retest wurden in drei Untersuchungsblöcke zu insgesamt vier Wochen Testdauer unterteilt und betrafen beide Gruppen. Dabei wurden pro Woche gleichzeitig jeweils 5 bis 6 Kinder der Kontroll- und Trainingsgruppe getestet und schlossen mit einer kompletten Eingangsdiagnostik bzw. mit der Erhebung von Mess- und Testwerten zu den Retests ab. Zwischen den Untersuchungen fand für die Trainingsgruppe die achtwöchige Trainingsphase bzw. das trainingsfreie Intervall von sechs Monaten Dauer statt. Während die Kinder der Trainingsgruppe neben dem zusätzlichen Förderunterricht die Parameter Ordnungsschwelle und Richtungshören trainierten, hatte die Kontrollgruppe in dieser Zeit lediglich eine schulische Förderung.

Unmittelbar nach dem Training erfolgte der 1. Retest. Ziel dieses Wiederholungsverfahrens war es, eine gegebenenfalls vorhandene Verbesserung der Testleistungen anhand von psychometrischen Tests zu objektivieren. Der 1. und 2. Retest unterschieden sich von der Eingangsdiagnostik durch das Fehlen einer Erhebung der Intelligenzdiagnostik, des Hör- und Sehtests sowie der Prüfung der Händigkeit. Als beendet galt die Studie mit der Vollendung des 2. Retests, welcher 6 Monate nach Beendigung des Trainings vollzogen wurde. Er hatte das Ziel einer Überprüfung der Stabilität der trainierten Parameter und deren langfristige Auswirkung auf die Lese- und Rechtschreibleistung.

#### 4.2.2. Untersucher

Im Rahmen der Vorbereitungen erhielten alle an der Studie beteiligten Personen zunächst eine Einweisung durch den Instituts- und Studienleiter Herrn Prof. Dr. med. W. v. Suchodoletz, der Testleiterin und Dipl. Psychologin Frau Berwanger und der Dipl. Psychologin Frau Göllner. Zu den Testleitern zählten die beiden Mitarbeiterinnen des Instituts für Kinder- und Jugendpsychiatrie Frau Greiner und Frau Hage, beide examinierte Krankenschwestern, Studentinnen der Medizin, Sprachheilpädagogik und Sonderschulpädagogik. In getrennten Sitzungen wurden alle Testleiter sowohl in Erhebung der Daten als auch in wissenschaftlichen Trainingshintergrund und in den vollständigen Trainingsablauf eingeführt. Dazu stellte Herr Warnke jun. von der Firma MediTECH in einem Einführungsseminar das Gerät zum Training der Ordnungsschwelle und des Richtungshörens, den „Brain-Boy<sup>®</sup>-Universal“ vor, wobei auch im Anschluss daran eine Möglichkeit zur eigenen Übung am Gerät gegeben war. Eine optimale Durchführungs- und Auswertungsobjektivität war somit gewährleistet.

#### 4.2.3. Untersuchungsinstrumente

In Tabelle 9 wird eine Übersicht über die verwendeten Untersuchungsinstrumente gegeben. Diese werden nachfolgend genauer vorgestellt.

**Tabelle 9:** Überblick über die verwendeten Untersuchungsinstrumente

<b>Erfasstes Konstrukt</b>	<b>Methodik</b>	<b>Durchführungszeit</b>
Sehvermögen	Sehtafel (Nahsehen in 25 cm)	5 min
Peripheres Hören	Tonaudiometer (250 Hz / 1000 Hz / 6000 Hz)	5 min
Händigkeit		2 min
nonverbale Intelligenz	CFT 20	45 min
Rechtschreibleistung	DRT-5	20 min
Leseleistung	ZLT, PLT	20 min
Ordnungsschwelle/visuell	Brain-Boy <sup>®</sup> -Universal	5 min
Ordnungsschwelle/auditiv	Brain-Boy <sup>®</sup> -Universal	5 min
Richtungshören	Brain-Boy <sup>®</sup> -Universal	5 min
Anamnesebogen an Eltern	siehe Anhang (52A)	
Fragebögen an Eltern, Lehrer, Kinder	siehe Anhang (53A, 54A, 55A)	

### **Hör- und Sehscreening**

Zum Ausschluss einer Sinnesfunktionsstörung wurden die Probanden auf ihre Sehtüchtigkeit und Hörfähigkeit überprüft.

Die Prüfung der Sehschärfe erfolgte unter Zuhilfenahme einer Sehtafel für die Nahsicht. Mit jeweils einem abgedeckten Auge wurde der Schüler aufgefordert, Zahlenfolgen im Abstand von 25 cm laut abzulesen. Jene Kinder, welche dabei Sehhilfen benötigten, sollten diese auch verwenden wobei dies im Protokoll vermerkt wurde. Als Sehstörung galt ein Visus von weniger als 0,8 auf einem der beiden Augen und erfüllte demzufolge das Ausschlusskriterium.

Zur Erfassung einer Hörstörung wurde auf jeweils dem rechten und linken Ohr getrennt die Hörschwelle in den Frequenzbereichen 250 Hz, 1000 Hz und 6000 Hz gemessen. Der Hörtest wurde mit einem Tonaudiometer durchgeführt. Jeweils zur entsprechenden Frequenz konnte mittels eines Schiebereglers die Lautstärke von Null auf 100 dB langsam erhöht

werden. Nachdem dem Probanden die Kopfhörer aufgesetzt wurden und sichergestellt werden konnte, dass die Aufgabe verstanden wurde, sollte das Kind auf das entsprechende Ohr zeigen, sobald es einen Ton hörte. Um an der Studie teilnehmen zu dürfen, sollten die erhobenen Messwerte eine Hörschwelle von mehr als 30 dB nicht überschreiten.

### **Prüfung der Händigkeit**

Die Präferenz der Händigkeit wurde anhand von 5 Items erfasst. Die Probanden sollten zeigen, wie sie eine bestimmte Tätigkeit ausführen. Dazu wurden vom Testleiter Vorgänge genannt wie beispielsweise eine Dose öffnen oder einen Nagel einschlagen. Je nachdem, ob hierzu die rechte, linke oder sogar beide Hände mobilisiert wurden, konnte schließlich eine Aussage über die Handpräferenz getroffen werden. Die ermittelten Angaben dienten der Beschreibung der Stichprobe.

### **Allgemeine kognitive Leistung**

Die Feststellung des Intelligenzniveaus erfolgte durch den Einsatz der deutschen Fassung von Cattell, R.B (1960), Culture Fair Intelligence Test, Scale 2 (Handbuch. 3. Auflage), dem CFT-20, mit dessen Hilfe eine grundlegende Komponente der geistigen Leistungsfähigkeit im Sinne der „General Fluid Ability“ nach Cattell erfasst werden kann. Unter der allgemeinen intellektuellen Leistungsfähigkeit nach Prof. Cattell versteht man die Fähigkeit, „komplexe Beziehungen in neuartigen Situationen wahrnehmen und innerhalb einer bestimmten Zeit erfassen zu können“.

Der CFT-20 wurde als sprachfreies diagnostisches Instrumentarium ausgewählt. Ein Vorteil dieses Testes liegt darin, dass er das allgemein intellektuelle Problemlösungsverhalten „milieu- und kulturunabhängig“ erfassen kann.

Der Test setzt sich aus zwei Testteilen mit je 4 Subtests zusammen, welche folgendermaßen aufgebaut sind: „Reihenfortsetzen“, „Klassifikationen“, „Matrizen“ und „topologische Schlussfolgerungen“. Im Rahmen der Eingangsdagnostik kam allerdings nur der erste Teil zum Einsatz, da bereits die Kurzform aussagekräftig genug ist, um sich eine Groborientierung über das Intelligenzniveau zu verschaffen. Alle Untertests sind in zeichnerischer, figuraler, nonverbaler Form dargestellt und nach Schwierigkeitsgraden angeordnet. Die Probanden sollten unter Zeitlimitierung aus 5 Antwortalternativen die richtige Antwort in multiple-choice-Form auswählen und diese auf einem separaten

Antwortbogen notieren. Der Test wurde in etwa 45 Minuten in Kleingruppen zu je 5 bis 6 Kindern durchgeführt. Im Sinne einer objektiven Durchführung fanden beide Parallelformen A und B gleichzeitig ihren Einsatz.

Für den Teil 1 stehen Altersnormen von 8;7 bis 18/19 Jahren zur Verfügung. Die Summe der richtigen Antworten wurde in Standardwerte überführt.

#### Objektivität:

Mit Zuhilfenahme einer standardisierten Instruktion, mehreren Übungsbeispielen, vorgefertigten Antwortbögen sowie Schablonen gelingt eine als gesichert geltende Durchführungs- und Auswertungsobjektivität dieser Testung.

#### Reliabilität:

Die Testhalbierungsreliabilität beträgt bei einer Normierungsstichprobe ( $n = 4350$ ) für den Teil 1  $r_{tt} = 0,90$  und für den Gesamttest  $r_{tt} = 0,95$ . Bei einer Testwiederholung in einem Intervall von 2 Wochen beträgt  $r = 0,77$ . Insgesamt betrachtet erlauben die Zuverlässigkeitsmaße den CFT 20 als ausreichend messgenaues Instrument erscheinen. (Weiss, 1987c. S. 28ff)

#### Validität:

Die Ergebnisse von Validierungsuntersuchungen sowie neueste Replikationsversuche faktorenanalytischer Art durch Jäger (1982) bestätigen die mit der Grundkonzeption intendierten Testziele. Faktorenanalysen von Gilardi, Holling und Schmidt (1982) konnten das Konzept der fluiden und kristallisierten Intelligenz bestätigen. Untersuchungen der Korrelationen mit anderen Intelligenztests ergaben  $r = 0,64$ .

### **Schriftsprachliche Leistungen**

Zur Objektivierung schriftsprachlicher Leistungen wurden drei psychometrische Tests ausgewählt. Es handelte sich dabei einerseits um einen Rechtschreibtest (DRT-5) und andererseits um die beiden Lesetests, dem Zürcher Lesetest (ZLT) und Pseudotextlesetest (PLT). Nachfolgend werden die verwendeten Testverfahren näher vorgestellt.

#### ***Rechtschreibtest***

In unserer Studie verwendeten wir als Verlaufstest einen standardisierten diagnostischen Rechtschreibtest für 5. Klassen. Sein grundlegendes Ziel ist nach Grund, Haug & Naumann

(1995) die objektive Messung orthographischer Grundlagen sowohl hinsichtlich der Beherrschung des Wortschatzes als auch hinsichtlich des Befolgens von Regeln, welche bis zur 5. Klasse erworben wurden. Es handelt sich hierbei um einen Schulleistungstest, der innerhalb von 20 Minuten (Instruktions- und Diktierzeit) als Gruppen- oder Individualtest durchgeführt werden kann. Es existieren zwei äquivalente Testformen A und B. Um einer Memorierung entgegenzuwirken wurde die Eingangsdiagnostik und der 2. Retest in Version A gehalten, der 1. Retest dagegen in Version B.

Der DRT-5 beinhaltet einen Lückentext mit 51 Wörtern, die nach Diktat von den Kindern geschrieben und in ein Testheft eingetragen wurden. Die Schüler benötigten außer dem Testheft lediglich einen Schreibstift. Bei der Testdurchführung nannte der Testleiter zunächst die Satznummer, las dann den vollständigen Satz laut vor und wiederholte das einzusetzende Wort. Nach Grund et al. (1995, S. 6) wird durch diesen Modus die Aufmerksamkeit der Kinder auf den Kontext gelenkt. Dies ist zur Erfassung des Wortsinnes, für die Gross- oder Kleinschreibung und die Schreibung von Endungen von Bedeutung. Die einzutragenden Wörter entstammen dem Grundwortschatz, d.h. sie treten sehr häufig auf und sie beinhalten zugleich wichtige Rechtschreibfälle, um das Befolgen der Regeln erfassen zu können.

#### Objektivität:

Die Objektivität der Testdurchführung und der Testauswertung wird bei genauer Befolgung der detaillierten Durchführungsanleitung gewährleistet. Um die Objektivität der Fehleranalyse zu gewährleisten, werden zur Einordnung Hilfen vorgegeben (Grund et al., 1995, S. 78-79). Der Test kann nach quantitativen und qualitativen Kriterien ausgewertet werden. In unseren Untersuchungen wurde eine quantitative Auswertung vorgenommen, d.h. die Anzahl der richtig geschriebenen Wörter wurde gezählt und als Gesamtleistung interpretiert. Die Summe der Richtigschreibungen wurde anschließend in einen Rohwert überführt.

#### Reliabilität:

Die Halbierungszuverlässigkeit (Split-half) beträgt für beide Formen 0.93 (Form A: n = 1503; Form B: n = 1628; Grund et al., 1995, S. 53).

Die Korrelation bezüglich der Äquivalenz der Parallelformen wird als nicht signifikant verschieden beschrieben.

### Validität:

Hinsichtlich der Validität besitzt das Verfahren inhaltlich-logische Gültigkeit. Das zu testende Merkmal ist die Rechtschreibfähigkeit, die Testaufgaben hierzu sind die Wörter. Rechtschreibfähigkeit zeigt sich, indem Wörter orthographisch richtig geschrieben werden. Die Testaufgaben stimmen somit inhaltlich mit dem zu testenden Merkmal überein (Grund et al., 1995, S. 54). Grund et al. (1995) berechneten Rangkorrelationen ( $r = 0,71 - 0,95$ ; Auswertung pro Gruppe) des DRT-5 mit den Fehlerzahlen beim Schreiben von 500 bis 1200 Wörtern des Grundwortschatzes. Die Zusammenhänge mit der Deutschnote belaufen sich nur noch auf  $r = 0,63$  bis  $0,65$  bei  $n = 16$  und  $29$  Schülern pro Gruppe

### ***Lesetests***

Zur Prüfung der Leseleistung stehen der *Zürcher Lesetest (ZLT)* und der *Pseudotext-Lesetest (PLT)* zur Verfügung. Beide Tests sind Lesefertigkeitstests und erlauben eine Auswertung von Variablen wie Lesezeit, Fehlerzahl, Leseflüssigkeit und Prägnanz.

Der **ZLT** ist ein Verfahren, das als Einzeltest konzipiert wurde, sich auf das laute Lesen bezieht und individuelle Verlesungen erfassen will (Grissemann 1980). Die Leseleistung bezüglich Leseflüssigkeit und Lesegenauigkeit wird objektiv in einem Wortlese- und Textlesetest erfasst. Die Schüler erhielten hierzu Lesekarten mit einzelnen Wörtern und Leseabschnitten mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden. Der Versuchsleiter notierte während des Vorlesens im Abschnitt des Wortlese- sowie Textlesetests die Anzahl der Lesefehler und der dafür benötigten Zeit auf dem Erfassungsbogen. Anschließend wurde eine Rohwertsumme aus den beiden Testabschnitten gebildet und anhand von Normtabellen in einen T-, Prozentrang- sowie Standardwert überführt.

### Objektivität:

Die Durchführungsobjektivität wurde durch detaillierte Anweisungen zur Testvorbereitung und Testdurchführung mit wörtlichen Instruktionen gegeben (Grissemann 1980a, 1974a,b). Die Auswertungsobjektivität wurde durch eine Anweisung des Leseprotokolls auf Fehler abgesichert. Z. B. wurden Falschlesungen zum betreffenden Wort dazugeschrieben, falsche Wörter angestrichen und Wortwiederholungen wurden nicht als Fehler gezählt, solange das Wort korrekt gelesen wurde.

Die Zeit und die Fehler für das Wort- und Textlesen wurden jeweils addiert, anschließend in Rohwerte dargestellt und mittels Normtabellen in Prozentrangstufen, T- und Standardwerte

transferiert werden. Für die 5. und 6. Klasse bietet der Test Prozentrangstufen für die Gesamtleistung der Lesegeschwindigkeit und der Lesegenauigkeit.

#### Reliabilität:

Die Reliabilität (Retestverfahren, Intervall von einer Woche) beläuft sich in der 2. Klasse (n = 29) auf  $r = 0,77-0,92$  und in der 3. Klasse (n = 26) auf Werte zwischen  $r = 0,57-0,86$ . Das Verfahren kann auf Klassenstufen 1 bis 6 angewendet werden. Die Durchführungszeit beträgt ca. 20 Minuten. Da jedoch nur eine Testform existiert, wurden an allen drei Untersuchungsterminen der gleiche Test durchgeführt.

#### Validität:

Für den ZLT darf logische Validität bezüglich der sprachlich orientierten Konstruktion in Anspruch genommen werden, da die Lesefertigkeit durch das Lesen von Worten und Texten geprüft wird.

Beim **PLT** handelt es sich um einen Lesetest, der auf kontext-beschränktem Textmaterial basiert. Diese Pseudotexte bestehen also aus Pseudowörtern, die zwar deutsch klingen, aber nicht aus sinnvollen Wörtern bestehen. Da sie keinen semantischen Inhalt haben können sie kaum memoriert werden. Aus diesem Grund konnte der PLT zu allen drei Untersuchungszeitpunkten durchgeführt werden. Ein wesentlicher Vorteil besteht also darin, dass es Kindern, welche gut bis überdurchschnittlich begabt sind, nun kaum mehr gelingt, mittels verschiedenster Strategien den reichlich vorhandenen Kontext des Testmaterials auszunutzen und somit ihre Leseleistung zu verbessern (Zahnd, D. 1993).

Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an den ZLT, getrennt nach Anzahl der Fehler und der für das Vorlesen der Texte benötigten Zeit in Sekunden. Die Lesezeiten und -fehler wurden direkt während der Testdurchführung auf einem separaten Bogen protokolliert auf dem der Testleiter den Text mitlas. Grundsätzlich wurde pro Wort nur ein Fehler gerechnet, auch wenn mehrere Verleser vorlagen. Die Lesezeit wurde auch hier mit einer Stopuhr gemessen.

Für nähere Angaben betreffend der theoretischen Fundierung sowie die Angaben betreffend Objektivität, Validität und Reliabilität des Verfahrens sei verwiesen auf: Zahnd, D. (1993). *Artifizielle Texte als Herausforderung der primären Lesefähigkeiten. Experimentelle Ansätze zu einem neuen Lesediagnostikum*. Lizentiatsarbeit. Institut für Psychologie der Universität Bern.

## **Anamnesebogen**

In der Abteilung für Entwicklungsfragen des Instituts der Kinder- und Jugendpsychiatrie der LMU München wurden zur Erhebung anamnestischer Daten der „Elternfragebogen zur Entwicklung und zu früheren Erkrankungen“ ausgearbeitet und an die Eltern zu Beginn der Studie weitergeleitet (siehe Anhang 52A). Zur Beantwortung der verschiedenen Fragen konnte im Falle von Entscheidungsfragen ein „ja“ oder „nein“ angekreuzt bzw. Tendenzen aufgezeigt werden. Zusätzlich bestand bei bejahten Antworten die Möglichkeit einer offenen Beantwortung. Neben demographischen Angaben diente der Anamnesefragebogen der Erfassung folgender Bereiche:

- Fragen zur Schule
- Auffälligkeiten in der körperlichen, geistigen und sprachlichen Entwicklung
- Vorliegen von chronischen Erkrankungen
- Verhaltensauffälligkeiten
- Soziodemographischer Status der Familie
- Einschätzung des Ordnungsschwellentrainings

Anhand der erhobenen Informationen ließen sich die Erwartungshaltung von Eltern, Lehrern und Kindern hinsichtlich des Ordnungsschwellentrainings erfassen.

## **Fragebögen**

Um Leistungsveränderungen in den Unterrichtsfächern und den Einfluss des Ordnungsschwellentrainings auf einzelne Leistungen beurteilen zu können, wurden Lehrer und Eltern gebeten, „Fragebögen zur Studie“ zu drei verschiedenen Testzeitpunkten auszufüllen (siehe Anhang). Zu diesem Zweck erstellte das Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie der LMU München Fragebögen, die Tendenzen in der Bewertung von schulischen Fächern, der Konzentrationsfähigkeit, Lernmotivation und sprachlicher Fähigkeiten erfassen ließen.

Der zusätzliche Fragebogen, der an die Kinder selbst gerichtet war, erlaubte eine subjektive Bewertung des Ordnungsschwellentrainings und dessen Effekte auf die schulischen Leistungen. Hierzu standen drei mögliche Antworten: „ja“, „geht so“ und „nein“ zur Auswahl, welche durch ein Kreuz markiert werden sollten.

#### 4.2.4. Erfassung der Zeitverarbeitung

##### **Bestimmung der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle**

Zur Bestimmung der Ordnungsschwelle in Millisekunden wurde der Brain-Boy<sup>®</sup>-Universal der Firma MediTECH zur Verfügung gestellt. Dieses handliche und einfach zu bedienende Gerät erinnert an einen „Game-Boy“ und diente unter anderem der Erfassung der Werte von visueller und auditiver Ordnungsschwelle. Auf die Vielseitigkeit des Gerätes mitsamt seinen sechs Funktionen wird im Kapitel „Trainingsablauf“ näher eingegangen.

Zur Messung der auditiven Ordnungsschwelle wurde den Kindern über Kopfhörer, welche seitenrichtig aufgesetzt werden sollten, zwei kurze akustische Klicks dargeboten. Zwischen den einzelnen Klicks auf dem rechten bzw. anschließend linken Ohr bestand eine Zeitverzögerung, die vom jeweiligen Schwierigkeitsgrad vorgegeben wurde. Nun mussten die Kinder genau aufpassen, von welcher Seite der erste Reiz zu hören war. Den Kindern stand für jede Antwort etwa 20 Sekunden Zeit zur Verfügung. In diesem Durchgang spielte die Reihenfolge eine Rolle. Durch Handzeichen sollte das Kind die betreffende Seite angeben, woraufhin der Testleiter selbst die entsprechende Taste des Gerätes drückte. Wie bereits erwähnt, verfügte jedes einzelne Spiel des Gerätes Brain-Boy<sup>®</sup> über verschiedene Schwierigkeitsgrade. Dabei besitzen die beiden von uns eingesetzten Spiele „BrainBoy“ vier bzw. „Rihö-Boy“ (Bestimmung des Richtungshörens siehe später) drei Schwierigkeitsgrade. In der nachfolgenden Tabelle 10 sind hierzu die verschiedenen Interstimulusintervalle der Reizpaare dargestellt.

**Tabelle 10:** Interstimulusintervalle der Reizpaare des Spiels „Brainboy“ für auditive und visuelle OS mit ihrer Variationsbreite je nach Schwierigkeitsstufe

<b>Schwierigkeitsgrade</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Zeitintervalle in ms</b>	400	200	100	50

Alle Kinder begannen zunächst mit dem niedrigen Schwierigkeitsgrad 0, denn die Aufgaben, die die einzelnen Trainingseinheiten stellten, wurden im Falle richtiger Antworten automatisch schwieriger. Das erreichbare minimalste Zeitintervall zwischen den Reizpaaren betrug 5 ms; das Maximum lag bei 950 ms. Handelte es sich also um eine korrekte Antwort, lobte das Gerät mit Worten wie „super“, „toll“ und „prima“ und erhöhte beim nächsten

Reizpaar den Schwierigkeitsgrad. Die Reize folgten nun schneller aufeinander. War die Antwort jedoch nicht richtig, so erniedrigte sich automatisch der Schwierigkeitsgrad, d. h. die Reize folgten nun langsamer aufeinander. Nach einem gewissen Algorithmus, der uns auf Nachfrage der Firma nicht mitgeteilt wurde, variierten diese Intervalle je nach Leistung des Kindes. Im Display des Gerätes gab eine Ziffer kurz den Ordnungsschwellenwert an, der gerade erreicht wurde und wechselte zum nächsten Wert. Daraufhin folgte das nächste Reizpaar. Wenn in einer Folge von sieben Reizpaaren drei Fehler gemacht wurden, brach das Programm automatisch ab. Das Gerät gab in diesem Falle in der Anzeige den letzten Wert vor der ersten falschen Antwort, als Bestwert an. Ferner unterbrach das Gerät das Spiel automatisch, wenn ein Wert von 5 ms unterschritten oder Werte von 950 ms überschritten wurden. Da in diesem Fall die Spielgrenzen erreicht wurden, erschienen im Display wiederum die Worte „Endwert“ oder „Bestwert“. Die auditive Ordnungsschwelle wird als der kürzeste zeitliche Abstand zwischen zwei Schallereignissen ermittelt, den der Proband gerade noch in eine Ordnung, also in eine Reihenfolge bringen konnte.

Die Bestimmung der visuellen Ordnungsschwelle erfolgte analog zur auditiven Messung mit dem Unterschied, dass nun keine Klicks sondern zwei kurze Lichtsignale erzeugt wurden. Durch das Heben der Hand sollte auch hier diejenige Seite angegeben werden, wo der Lichtblitz zuerst gesehen wurde. Um optimale Ausgangsbedingungen zu schaffen, wurde jedes Kind zuvor angehalten, seinen Blick auf eine Markierung zu richten, die genau in der Mitte des Gerätes zu finden war und aus dieser Position heraus die Seite des ersten Lichtsignals durch Handzeichen anzugeben. Diese Abläufe zur Bestimmung der Ordnungsschwellen wurden an drei verschiedenen Untersuchungstagen eines jeden Untersuchungsblocks wiederholt. Aus den protokollierten Bestwerten, die der Anzeige nach Ende des Spiels entnommen werden konnten, wurde schließlich der Mittelwert berechnet. Die Ermittlung der visuellen Ordnungsschwelle erfolgte durch die Bestimmung des kürzesten zeitlichen Abstandes zwischen zwei Lichtblitzen, die der Proband gerade noch in eine Ordnung bringen konnte.

### **Bestimmung des Richtungshörvermögens**

Ein weiterer Parameter, der mittels Brain-Boy<sup>®</sup>-Universal erfasst und trainiert werden kann ist das räumliche Hörvermögen. Wie bereits erwähnt, entsteht ein räumlicher Höreindruck indem ein Geräusch von beiden Ohren zeitlich getrennt wahrgenommen wird. Diese Situation „spielte“ der „Rihö-Boy“, ein weiteres Programm des Trainingsgerätes, mit zwei

miteinander quasi verschmelzenden akustischen Reizen nach. „Der minimale zeitliche Unterschied genügt dem Gehirn schon um die Richtung aus der der Reiz kam, recht genau zu bestimmen“. (*MediTECH Electronic GmbH, Langer Acker 7, Wedemark, Brain-Boy® - Universal – Gebrauchsanweisung 2000/2001*)

Das Kind hörte bei diesem Spiel zwei Reize, wobei jedoch nur ein Klick wahrgenommen wurde. Der zeitliche Unterschied zwischen den Reizen war nämlich so minimal, dass der Unterschied gar nicht gehört werden konnte. Dazu wurden den Kindern über Kopfhörer 2 akustische Reize präsentiert, die jedoch subjektiv nur als 1 Klick wahrgenommen werden konnten, da wie bereits erwähnt, das Zeitintervall zwischen den beiden Reizen so minimal war. Die Kinder wurden nun aufgefordert wieder mittels Handzeichen die Kopfseite anzugeben, an der sie den Klick gehört hatten. Kam der Klick eher von links, dann drückte der zuständige Untersucher die Taste „L“; kam er eher von rechts, so wurde die Taste „R“ betätigt. Hier spielte also die Seitigkeit eine Rolle. In diesem Spiel hatten die Kinder wiederum etwa 20 Sekunden Überlegungszeit. Alle Kinder begannen mit dem niedrigsten Schwierigkeitsgrad, in diesem Falle mit der Stufe 1. Das minimalste Zeitintervall, das erreicht werden konnte betrug 18  $\mu$ s, während das Maximum auf 650  $\mu$ s gedehnt werden konnte.

Im Falle einer richtigen Antwort lobte das Gerät wiederum mit verbalen Äußerungen. Der nächste Klick schien nun dichter an der Kopfmittle gelegen zu sein und der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe erhöhte sich. Handelte es sich jedoch um eine falsche Antwort, so erniedrigte sich der Schwierigkeitsgrad. Der nächste Klick befand sich jetzt weiter von der Kopfmittle entfernt und das Interstimulusintervall verlängerte sich. In der Anzeige gab wiederum eine Ziffer kurz den zeitlichen Unterschied an, der gerade erreicht wurde und wechselte dann zum nächsten Wert. Es folgte daraufhin der nächste Klick. Den Algorithmus, nach dem sich die Werte bei einer richtigen bzw. falschen Antwort änderten, hatte uns die Firma ebenfalls nicht mitgeteilt.

Im Falle des vorzeitigen Trainingsabbruchs, wurde das Ergebnis nicht ausgegeben. Diese Regel galt ebenfalls für das zuvor beschriebene Spiel „BrainBoy“. Die auslösenden Ursachen für den automatischen Abbruch entsprachen auch hier den Kriterien des Spiels „BrainBoy“ und wurden bereits eingehend erläutert. Es bestand lediglich ein Unterschied, wenn ein Wert von 18  $\mu$ s unterschritten oder Werte von 650  $\mu$ s überschritten wurden. Dann wurde auch hier die Spielgrenze erreicht und in der Anzeige erschienen wiederum die Worte „Endwert“ oder „Bestwert“. Auch in diesem Fall wurden die erreichten Werte an drei

verschiedenen Untersuchungstagen notiert und deren Mittelwerte berechnet. In Tabelle 11 werden die drei Schwierigkeitsgrade dieses Trainingsprogramms zusammengefasst.

**Tabelle 11:** Interstimulusintervalle der Reizpaare des Spiels „Rihö-Boy“ für das Richtungshörvermögen mit ihrer Variationsbreite je nach Schwierigkeitsstufe

<b>Schwierigkeitsgrade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Zeitintervalle in <math>\mu</math>s</b>	280	140	75

Aus *MediTECH Electronic GmbH, Langer Acker 7, Wedemark, Brain-Boy<sup>®</sup>-Universal – Gebrauchsanweisung 2000/2001.*

#### 4.3. TRAININGSABLAUF

Das Training der Parameter Ordnungsschwelle und Richtungshören erfolgte an drei unterrichtsfreien Nachmittagen pro Woche und erstreckte sich über einen Zeitraum von 8 Wochen. Jedes Kind sollte in dieser Zeit mindestens zwanzig Sitzungen durchlaufen haben. Dazu wurden die Schüler der Trainingsgruppe in Kleingruppen zu 5 bis 6 Kindern aufgeteilt. Das Training startete pro Gruppe im Abstand von einer Woche, immer wenn die Eingangsdiagnostik abgeschlossen war. Zu diesen Zwecken stellte die Sabel-Schule im Forum Legasthenie ebenso ruhige Räume zur Verfügung. Es handelte sich dabei um dieselben Räumlichkeiten, in welchen auch die Untersuchungen an den jeweiligen Vormittagen stattfanden. Als Trainingsgerät diente der Brain-Boy<sup>®</sup>-Universal der Firma MediTECH, ein vielseitiges Gerät, das über sechs Funktionen verfügt (siehe Abbildung ).



**Abb. 4: Das Trainingsgerät Brain-Boy®-Universal**

Die nachfolgende Tabelle 12 liefert eine Übersicht über jede Trainingsfunktion mit ihrem Trainingsziel.

**Tabelle 12: Trainingsbausteine des Trainingsgerätes Brain-Boy®-Universal**

<b>Spielart</b>	<b>Spielprogramm</b>	<b>Trainingsziel und Aufgabe</b>
<b>BrainBoy</b>	Spiel A	Steigerung der Geschwindigkeit, Informationen zu verarbeiten Bestimmung der Ordnungsschwellen
<b>Rihö-Boy</b>	Spiel B	Möglichst genaue Ortung auditiver Reize im Raum Bestimmung des Richtungshörens
Sound-Boy	Spiel C	Abstand zwischen dicht beieinander liegenden Tönen möglichst genau zu unterscheiden Bestimmung der Tonhöhendiskrimination
Sync-Boy	Spiel D	Steigerung zeitlicher Umsetzung von Informationen in Bewegung Bestimmung der auditiv-motorischen Koordination
BlitzBoy	Spiel E	Schnelle und gezielte Reaktion auf auditive Reize Reaktionszeittestung
Trio-Boy	Spiel F	Eindeutige Abgrenzung verschiedener Töne von anderen kurzen Lauten Auditive Mustererkennung

Zu unseren Trainingszwecken kamen lediglich die beiden Spiele „Brain-Boy“ „Blitz und Töne/ Töne“ zum auditiven und visuellen Ordnungsschwellentraining und „Rihö-Boy“ „Blitz und Töne/Töne“ zum visuell unterstützten Training des Richtungshörens zum Einsatz. Dabei wurden beide Arten von Sinnesreizen gleichzeitig gehört und gesehen.

Mit der freundlichen Leihgabe der Trainingsgeräte verbunden war die Empfehlung vom Hersteller Herrn Warnke, alle 6 Funktionen trainieren zu lassen. Denn nur unter diesen Voraussetzungen sei ein aussagekräftiges Ergebnisse zu erzielen. Entgegen seinen Empfehlungen haben wir in unserer Studie jedoch nur die beiden Trainingsprogramme „Brain-Boy“ und „Rihö-Boy“ zum Einsatz gebracht, da unser Ziel im Training der Parameter der Zeitverarbeitung (Ordnungsschwelle und Richtungshören) lag.

Bei den Trainingsleitern handelte es sich um Mitarbeiterinnen des Institutes für Kinder- und Jugendpsychiatrie Fr. Hage und Fr. Greiner sowie eine Studentin der Sprachheilpädagogik, deren Aufgabe es war, die Trainingssitzungen zu betreuen. Zu Beginn der ersten beiden Trainingssitzungen hatten die Kinder die Gelegenheit, sich mit dem Trainingsgerät vertraut zu machen und durften sich bei der Antwort Zeit lassen. Insgesamt stand für das Training 30 Minuten Zeit zur Verfügung. Die sechs Trainingsdurchgänge benötigten eine Trainingsdauer von 18 Minuten. Tabelle 13 informiert über den detaillierten Trainingsablauf.

**Tabelle 13:** Ablauf einer Trainingssitzung

<b>Durchgang</b>	<b>Trainingsparameter</b>	<b>Modalität</b>	<b>Spielprogramm*</b>	<b>Trainingsdauer</b>
1.	Ordnungsschwelle	<b>visuell + auditiv</b> Lichtzeichen und akustische Klicks	Brain-Boy (Spiel A)	3 Minuten
2.	Ordnungsschwelle	<b>Auditiv</b> Akustische Klicks	Brain-Boy (Spiel A)	3 Minuten
3.	Ordnungsschwelle	<b>visuell + auditiv</b> Lichtzeichen und akustische Klicks	Brain-Boy (Spiel A)	3 Minuten
4.	Richtungshören	<b>visuell + auditiv</b> Lichtzeichen und akustische Klicks	Ri-Hö-Boy (Spiel B)	3 Minuten
5.	Richtungshören	<b>Auditiv</b> Akustische Klicks	Ri-Hö-Boy (Spiel B)	3 Minuten
6.	Richtungshören	<b>visuell + auditiv</b> Lichtzeichen und akustische Klicks	Ri-Hö-Boy (Spiel B)	3 Minuten

\*Alle Spielprogramme wurden mit Kopfhörern durchgeführt

Im Sinne der Motivationsverstärkung spendete schließlich das Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie am Ende des Trainings Kinokarten.

#### 4.4. STATISTISCHE AUSWERTUNG

In Anbetracht des geringen Stichprobenumfangs wurden die Auswertungen nicht nach Jungen und Mädchen getrennt vorgenommen. Auch eine Überprüfung der Parameter auf Normalverteilung wurde aus selbigem Grund unterlassen.

Beim Vergleich der Ausgangsdaten sowie der Differenzwerte zu den einzelnen Mess- bzw. Testzeitpunkten auf signifikante Gruppenunterschiede fand der Mann-Whitney-U-Test (zwei unabhängige Stichproben) als nicht-parametrischer Test Anwendung. Dieser Test bietet bei einem kleinen Untersuchungskollektiv den Vorteil, dass die Parameter nicht normalverteilt und die Varianzen nicht gleich sein müssen.

Unterschiede bezüglich des Verlaufs der einzelnen Testzeitpunkte wurden für jede Gruppe getrennt mit einem weiteren non-parametrischen Verfahren, dem Friedmann-Test bestimmt. Dieser erlaubt einen Vergleich von mehr als zwei abhängigen nicht-normalverteilten intervallskalierten Variablen. Zusätzlich ermöglichte der Wilcoxon-Test, ebenfalls ein Test für abhängige nicht-normalverteilte Stichproben, den Vergleich von zwei Mess- bzw. Testzeitpunkten innerhalb einer Gruppe.

Veränderungsmessungen bei den Lese- und Rechtschreibtests sowie den Brain-Boy-Universal Parametern erfolgten über die gemittelten Rohwertpunkte. Zur Darstellung der deskriptiven Statistik wurde bei den psychometrischen Tests mit Rohwerten gerechnet, bei den Brain-Boy-Parametern mit Testrohwerten.

Der Gruppenvergleich der Trainingseffekte im Verlauf wurde mittels univariater Varianzanalyse mit Messwiederholung und Kovariaten der jeweiligen Ausgangswerte berechnet, um den Einfluss in der statistischen Auswertung kontrollieren zu können. Bei den univariaten Verfahren wurde die Prüfgröße „Pillai-Spur“ benutzt, da sie als stärkster und robustester Test gilt. Voraussetzung für die Varianzanalyse ist die Varianzhomogenität zwischen den einzelnen Faktorstufen.

Die Analyse der Daten aus den Fragebögen erfolgte durch eine Häufigkeitsauszählung. Es wurde der gültige Prozentsatz einbezogen, da dieser bei der prozentualen Berechnung die fehlenden Fälle ausklammert. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt. Ergebnisse mit  $p \leq 0.001$  wurden als höchst signifikant,  $p \leq 0.01$  als hoch signifikant und  $p \leq 0.05$  als signifikant gewertet.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Programmpaketes SPSS für Windows Version 11.0.

## 5. ERGEBNISSE

### 5.1. AUSWIRKUNGEN DES TRAININGS AUF ORDNUNGSSCHWELLE UND RICHTUNGSHÖREN

Anhand von vier Fragen werden nun die Auswirkungen des Trainings auf auditive bzw. visuelle Ordnungsschwelle und Richtungshören sowohl im Gruppenvergleich als auch innerhalb der Kontroll- und Trainingsgruppe untersucht.

#### 5.1.1. Unterscheiden sich die jeweiligen Werte der Zeitparameter zwischen den Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten?

Hierzu werden zunächst die jeweiligen Messwerte zu den beiden Zeitpunkten (1. und 2. Retest) anhand deskriptiver Statistik und Mann-Whitney-U-Test auf Gruppenunterschiede untersucht.

#### Vergleich von Ordnungsschwelle und Richtungshören auf Gruppenunterschiede zum Zeitpunkt des 1. Retests

Die Gruppen zeigen im Mittelwertsvergleich signifikante Unterschiede in der OS auditiv ( $p \leq .039$ ) und im Ri-Hö ( $p \leq .017$ ) bzw. höchst signifikante in der OS visuell ( $p \leq .000$ ) zu Gunsten der Trainingsgruppe. Tabelle 14 illustriert den Sachverhalt.

**Tabelle 14:** Mittelwerte der gemessenen Testrohre von Ordnungsschwelle (OS) und Richtungshören (Ri-Hö) in ms bzw.  $\mu$ s zum **1. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

Variable	Trainingsgruppe (n=21)	Kontrollgruppe (n=21)	Mann-Whitney-U- Test (2-seitiges Signifikanzniveau)
<b>OS auditiv</b> in ms	40 (17)	58 (29)	<b>.039 *</b>
Min. – Max.	5 - 65	19 – 134	
<b>OS visuell</b> in ms	20 (8)	50 (34)	<b>.000 ***</b>
Min. – Max.	9 - 45	10 – 133	
<b>Ri-Hö</b> in $\mu$ s	43 (21)	60 (32)	<b>.017 *</b>
Min. – Max.	20 - 108	22 - 140	

\* signifikant, \*\*\* höchst signifikant

## Vergleich von Ordnungsschwelle und Richtungshören auf Gruppenunterschiede zum Zeitpunkt des 2. Retests

Im 2. Retest konnte in den Parametern der visuellen Ordnungsschwelle ein hochsignifikanter ( $p \leq .002$ ) und des Richtungshörens ein signifikanter ( $p \leq .022$ ) Gruppenunterschied im Mittelwertsvergleich zu Gunsten der Trainingsgruppe verzeichnet werden. Die gemittelten Testrohwerte der auditiven Ordnungsschwelle unterscheiden sich nicht signifikant ( $p \leq .871$ ) voneinander (Tab.15).

**Tabelle 15:** Mittelwerte der gemessenen Testrohwerte von Ordnungsschwelle (OS) und Richtungshören (Ri-Hö) in ms bzw.  $\mu$ s zum **2. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

Variable	Trainingsgruppe (n=19)	Kontrollgruppe (n=21)	Mann-Whitney-U- Test (2-seitig)
<b>OS auditiv</b> in ms	49 (24)	50 (22)	.871
Min. – Max.	7 – 122	18 – 92	
<b>OS visuell</b> in ms	25 (12)	42 (21)	<b>.002 **</b>
Min. – Max.	11 – 52	17 – 105	
<b>Ri-Hö</b> in $\mu$ s	39 (24)	52 (34)	<b>.022 *</b>
Min. – Max.	20 – 100	20 – 175	

\* signifikant, \*\* hoch signifikant, in der auditiven Ordnungsschwelle bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

Zum Gesamtüberblick veranschaulichen die nachfolgenden Abbildungen den Mittelwertsvergleich zwischen den Gruppen zu den drei Messzeitpunkten: Ausgangswert, 1. Retest und 2. Retest (Tabelle 2, 14 und 15) sortiert nach den einzelnen Zeitverarbeitungsparametern. Zusätzlich werden in diesen Abbildungen Änderungsverläufe vom Ausgangstest zum 1. Retest bzw. vom 1. zum 2. Retest innerhalb der einzelnen Gruppe dargestellt (Wilcoxon-Test: Tabellen 45A und 46A im Anhang). Schließlich illustrieren die nachfolgenden Abbildungen den Verlauf der einzelnen Messwerte der Kinder getrennt nach Gruppen. Hierbei wird das Spektrum der intra- und interindividuellen Streuungen aufgezeigt.

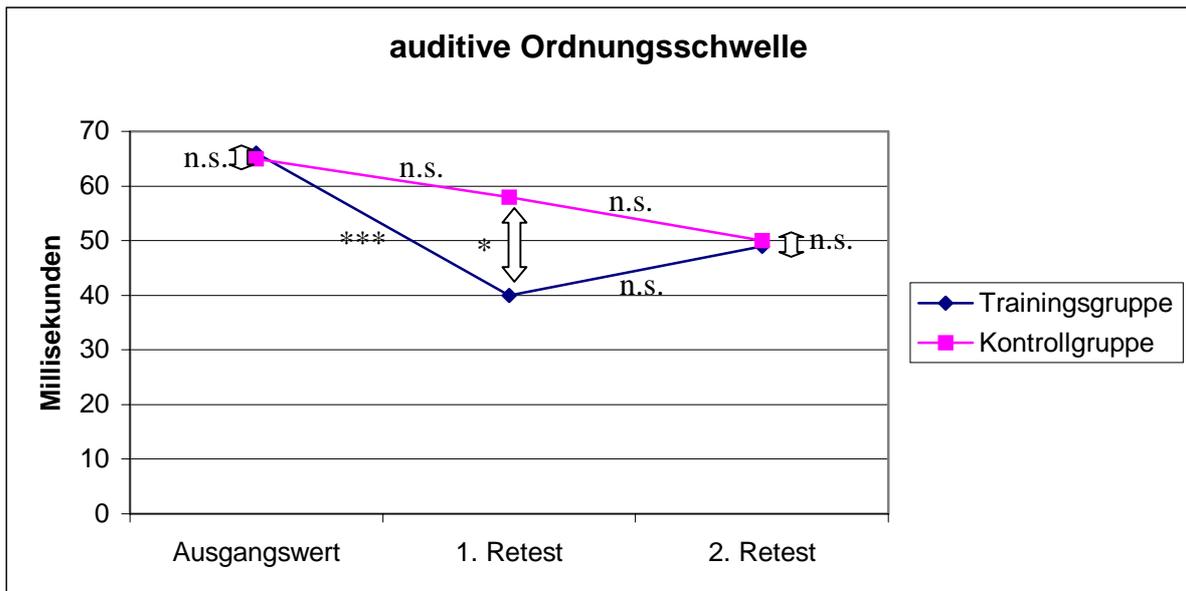


Abb. 5: Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich der auditiven OS nicht signifikante Gruppendifferenzen (n.s.) zum Zeitpunkt des Ausgangstests ( $p \leq .296$ ) sowie zum 2. Retest ( $p \leq .871$ ). Dagegen zeigen sich signifikante (\*) Zeitpunktdifferenzen der Gruppen zum 1. Retest ( $p \leq .039$ ). Vgl. hierzu Tab. 2, 14, 15. Im zeitlichen Verlauf besteht in der Trainingsgruppe ein höchst signifikanter Unterschied (\*\*\*) zwischen Ausgangstest und 1. Retest ( $p \leq .001$ , Wilcoxon-Test, siehe Anhang 45A, 46A) sowie ein nicht signifikanter Unterschied (n.s.) zwischen 1. und 2. Retest ( $p \leq .055$ ). Innerhalb der Kontrollgruppe liegen keine signifikanten (n.s.) Unterschiede vor ( $p \leq .695$  bzw.  $p \leq .107$ ).

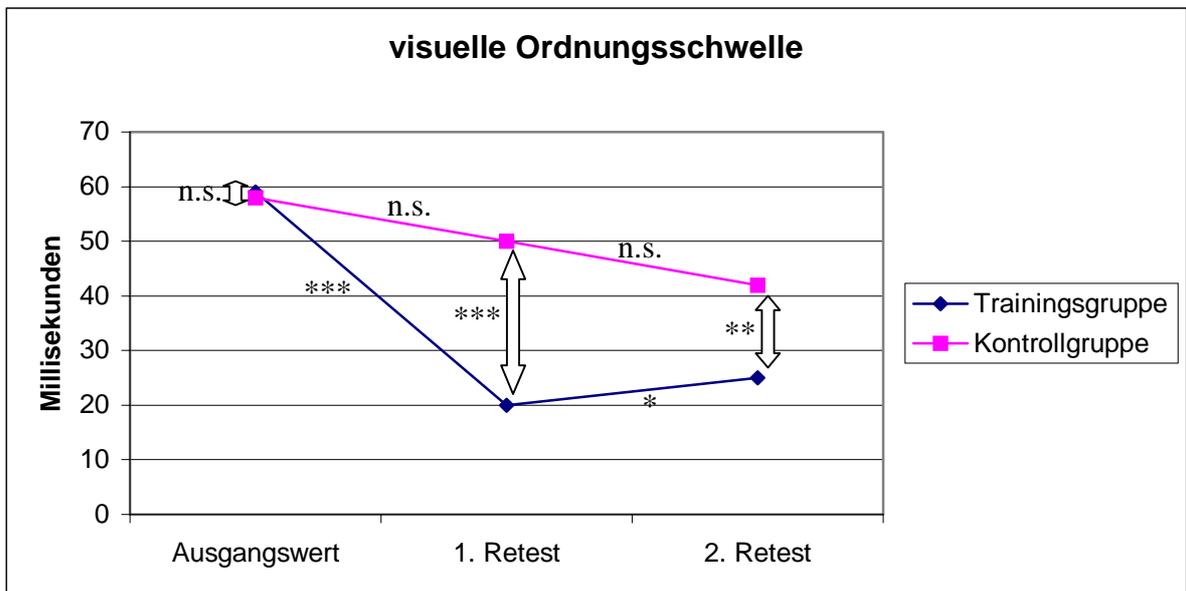
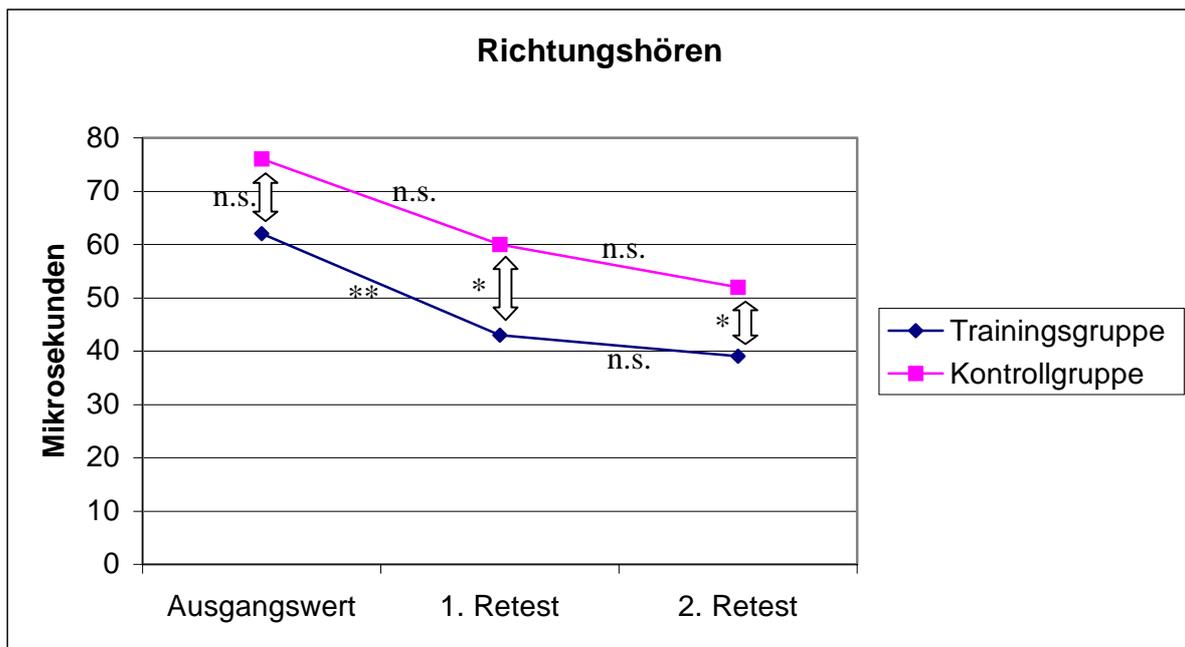
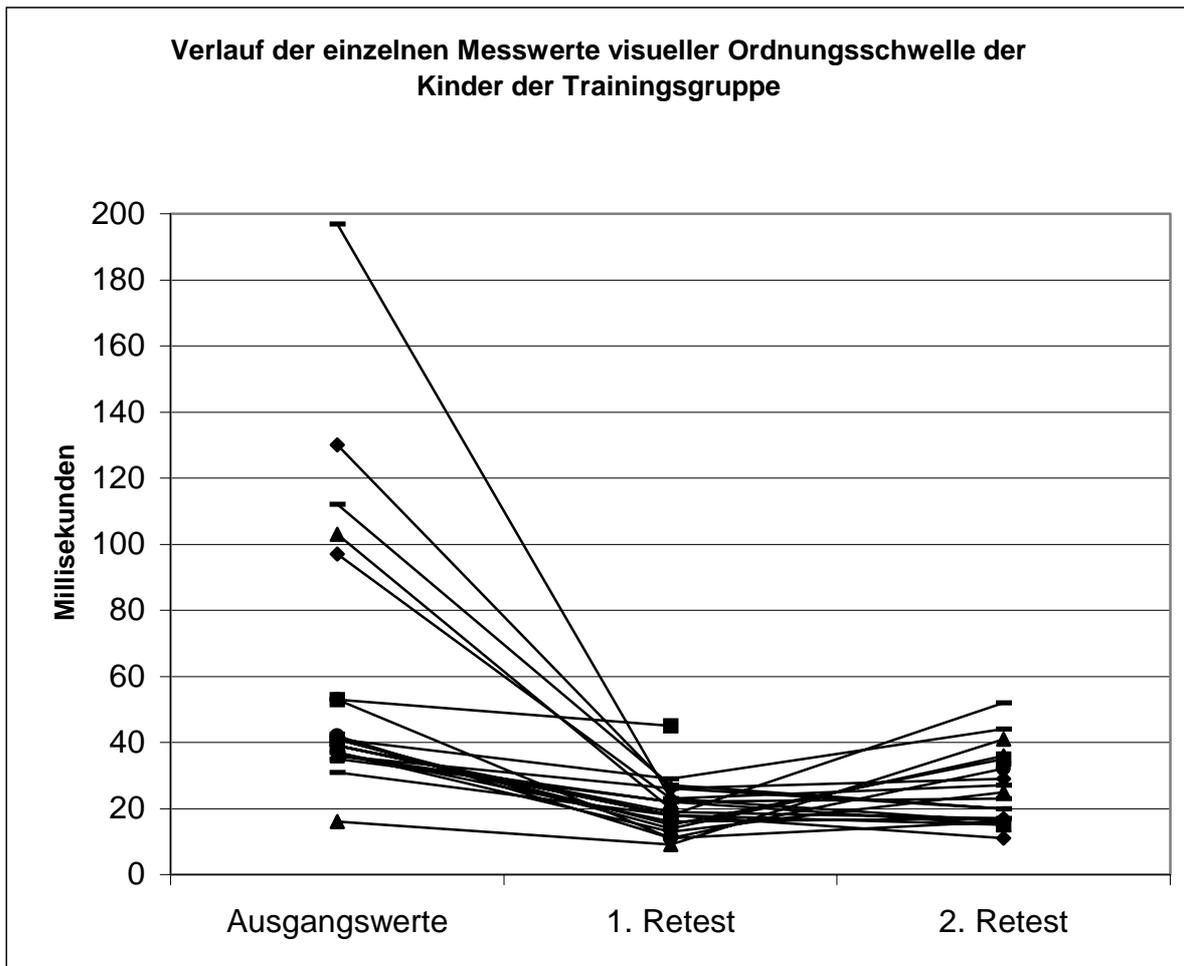


Abb. 6: Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich der visuellen OS nicht signifikante Gruppendifferenzen (n.s.) zum Zeitpunkt des Ausgangstests ( $p \leq .497$ ). Höchst- (\*\*\*) bzw. hochsignifikante (\*\*) Zeitpunktdifferenzen der Gruppen liegen zum 1. Retest ( $p \leq .000$ ) bzw. zum 2. Retest ( $p \leq .002$ ) vor. Vgl. hierzu Tab. 2, 14, 15. Im zeitlichen Verlauf besteht in der Trainingsgruppe ein höchst signifikanter Unterschied (\*\*\*) zwischen Ausgangstest und 1. Retest ( $p \leq .000$ , Wilcoxon-Test, siehe Anhang 45A, 46A) sowie ein signifikanter Unterschied (\*) zwischen 1. und 2. Retest ( $p \leq .030$ ). Innerhalb der Kontrollgruppe liegen keine signifikanten (n.s.) Unterschiede vor ( $p \leq .135$  bzw.  $p \leq .099$ ).



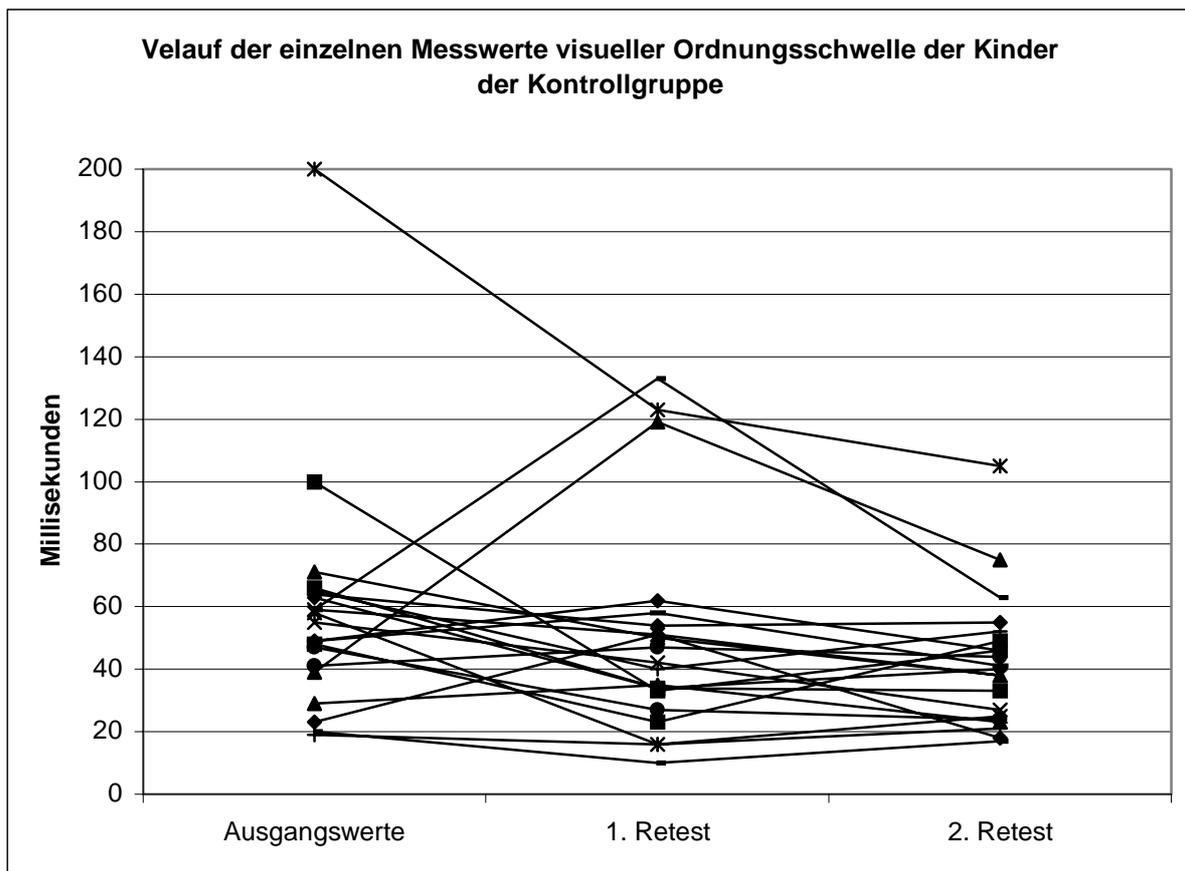
**Abb. 7:** Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich des Richtungshörens nicht signifikante Gruppendifferenzen (n.s.) zum Zeitpunkt des Ausgangstests ( $p \leq .109$ ). Signifikante (\*) Zeitpunktdifferenzen der Gruppen liegen sowohl zum 1. Retest ( $p \leq .017$ ) als auch zum 2. Retest ( $p \leq .022$ ) vor. Vgl. hierzu Tab. 2, 14, 15. Im zeitlichen Verlauf besteht in der Trainingsgruppe ein hoch signifikanter Unterschied (\*\*) zwischen Ausgangstest und 1. Retest ( $p \leq .003$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 45A, 46A), ein nicht signifikanter Unterschied (n.s.) zwischen 1. und 2. Retest ( $p \leq .144$ ). Innerhalb der Kontrollgruppe liegen nicht signifikante (n.s.) Unterschiede vor ( $p \leq .079$  bzw.  $p \leq .062$ ).

Die folgenden Abbildungen verweisen im Unterschied dazu auf die einzelnen Verläufe der Kinder innerhalb der jeweiligen Gruppe. Die große Streubreite innerhalb der Trainingsgruppe lässt erkennen, dass einige Kinder zu Beginn der Studie hohe Werte (d.h. schlechtere Leistungen) in der visuellen Ordnungsschwelle zeigen und im Verlauf eine Verbesserung erzielen. Dagegen verbessern jene Kinder, welche bereits zu Beginn niedrige Werte präsentieren, ihre Leistungen nur unwesentlich (Abb. 8). Diese enorme Verbesserung der hohen Werte von den Ausgangswerten zum 1. Retest werden durch den Abfall der beiden Standardabweichungen ( $t_0 = 44$  und  $t_1 = 8$  in den Tabellen 2 und 14) zusätzlich ersichtlich.



**Abb. 8:** Graphischer Verlauf der visuellen Ordnungsschwellenwerte jedes einzelnen Kindes innerhalb der Trainingsgruppe. Zu Beginn der Studie hatten einige Kinder hohe Schwellenwerte, welche zum 1. Retest erfolgreich gesenkt werden konnten. Dagegen verbesserten jene Kinder, welche bereits mit niedrigen Werten einstiegen, ihre Leistungen nur unwesentlich. Deutlich ersichtlich wird die Diskrepanz der Streuung zwischen Ausgangswerten ( $SD = 44$ ) und 1. Retest ( $SD = 8$ ), sodass von einer heterogenen Gruppe hinsichtlich ihres Ausgangsniveaus ausgegangen werden muss.

Im Vergleich dazu wird anschließend in Abbildung 9 der nahezu parallele Verlauf der einzelnen Kinder der Kontrollgruppe präsentiert. Hieraus ergibt sich, dass nur zwei Kinder zu Beginn hohe Werte der visuellen OS aufweisen und ihre Leistungen verbessern. Die übrigen Kinder, welche bereits zu Beginn niedrige Werte verzeichnen, erfahren keine wesentliche Verbesserung ihres Leistungsniveaus. Abgesehen von wenigen Ausreißern kann insgesamt vom ersten Messzeitpunkt bis hin zum 2. Retest eine geringe aber stetige Verbesserung der Werte beobachtet werden. Im Vergleich zur Trainingsgruppe können bei den beiden Standardabweichungen von Ausgangswert und 1. Retest von  $t_0 = 38$  auf  $t_1 = 34$  sowie 2. Retest  $t_2 = 21$ , keine großen Veränderungen verzeichnet werden (vgl. hierzu auch Tab. 2, 14 und 15).



**Abb. 9:** Graphischer Verlauf der visuellen Ordnungsschwellenwerte jedes einzelnen Kindes innerhalb der Kontrollgruppe. Nur zwei Kinder hatten zu Beginn hohe Schwellenwerte und konnten ihre Leistungen verbessern. Die übrigen Kinder mit bereits niedrigen Werten erzielten keine wesentliche Verbesserung ihres Leistungsstandes. Im Vergleich zur Trainingsgruppe konnten bei den beiden Standardabweichungen von Ausgangswert und 1. Retest von  $t_0 = 38$  auf  $t_1 = 34$  sowie zum 2. Retest  $t_2 = 21$ , keine großen Veränderungen verzeichnet werden. Insgesamt kann von einer relativ homogenen Gruppe ausgegangen werden.

Betrachtet man hinsichtlich des Signifikanzfalles der auditiven Ordnungsschwellenwerte den individuellen Verlauf der Trainingskinder (Abb. 10), so sei auch hier auf die breite Streuung verwiesen (SD zu  $t_0 = 26$ , zu  $t_1 = 17$  und zu  $t_2 = 24$ , vgl. Tab. 2, 14 und 15). In dieser Gruppe sind zum Ausgangszeitpunkt überwiegend hohe Schwellenwerte deutlich erkennbar, welche schließlich nach Trainingsende, also zum 1. Retest, erfolgreich sinken. Vom 1. zum 2. Retest zeigen die zeitlichen Verlaufsgeraden eine tendenzielle Verschlechterung der individuellen Ordnungsschwellenwerte.

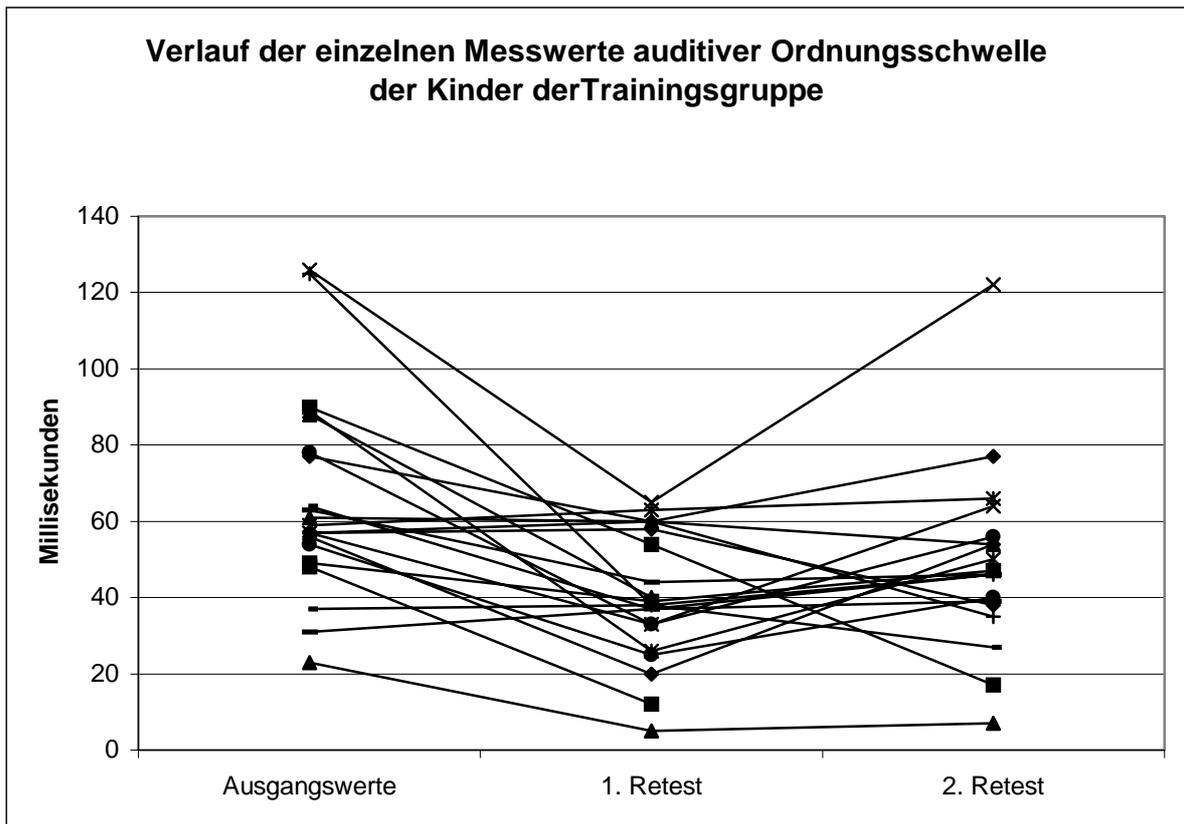


Abb. 10: Graphischer Verlauf der auditiven Ordnungsschwellenwerte jedes einzelnen Kindes innerhalb der Trainingsgruppe. Zum Ausgangszeitpunkt sind hohe Schwellenwerte deutlich erkennbar (SD  $t_0 = 26$ ), welche zum 1. Retest (SD  $t_1 = 17$ ) erfolgreich sinken. Zum 2. Retest zeigen die zeitliche Verlaufsggeraden eine tendenzielle Verschlechterung der Ordnungsschwellenwerte (SD  $t_2 = 24$ ).

Die nächste Abbildung 11 verbildlicht im Vergleich dazu die Situation in der Kontrollgruppe und lässt hier vom Ausgangswert bis zum 2. Retest eine geringfügige Verbesserung der individuellen Werte erkennen. Abgesehen von einem Ausreißer weisen die einzelnen Verlaufsggeraden zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten insbesondere vom 1. zum 2. Retest nur eine geringe Streubreite auf (Standardabweichung:  $t_0 = 42$ ,  $t_1 = 29$ ,  $t_2 = 22$ , vgl. hierzu Tab. 2, 14 und 15).

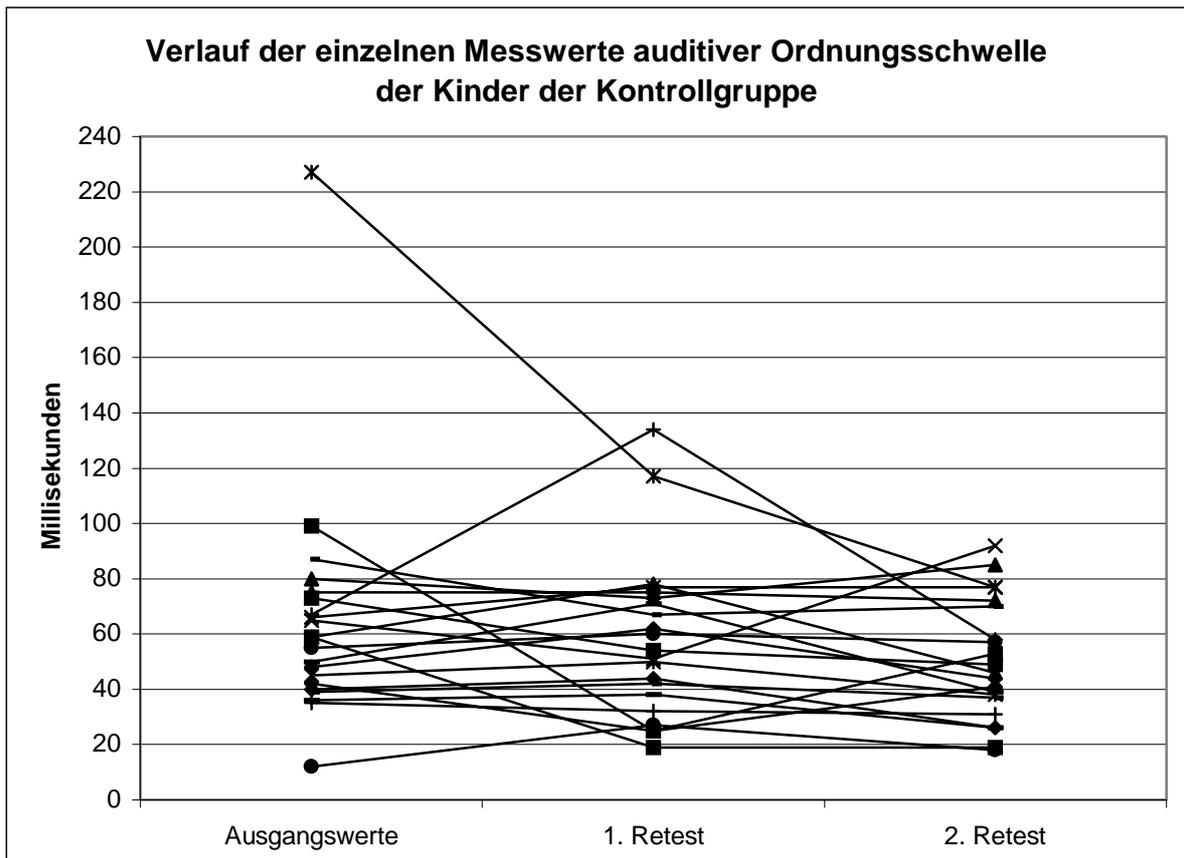
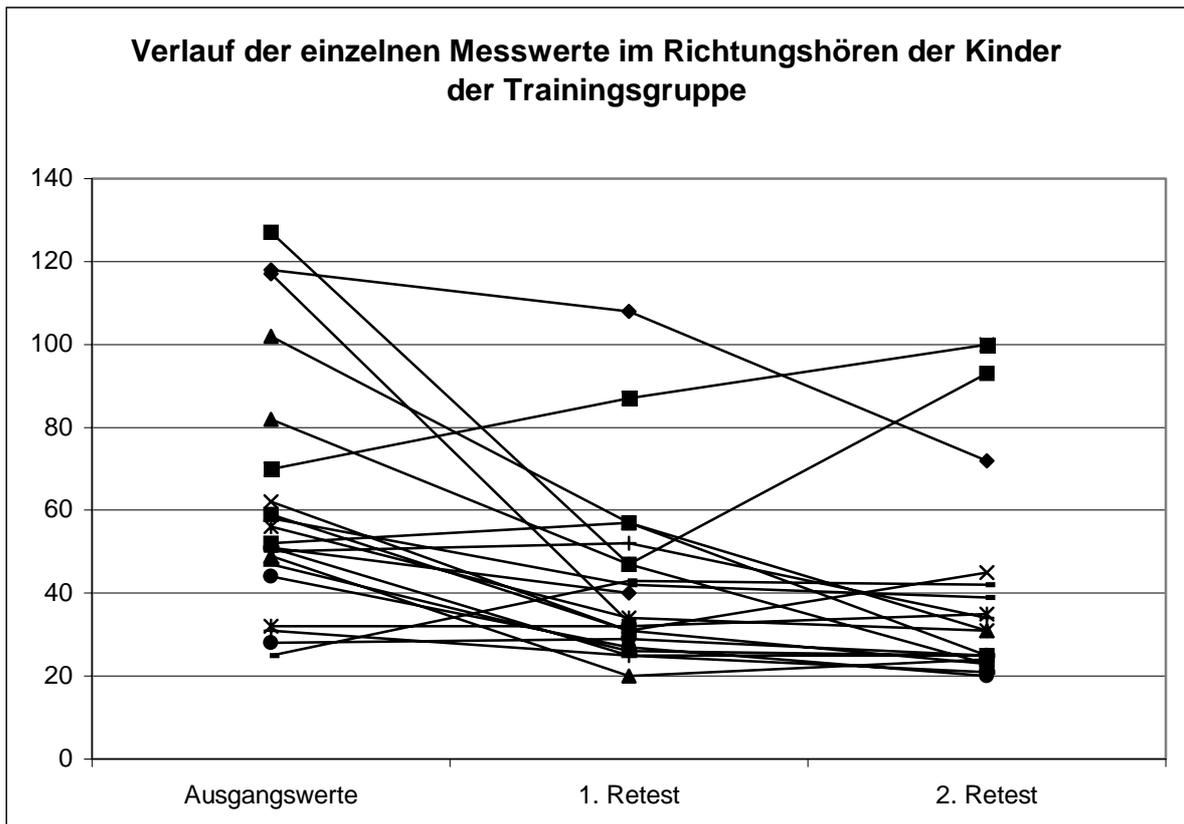


Abb. 11: Graphischer Verlauf der auditiven Ordnungsschwellenwerte jedes einzelnen Kindes innerhalb der Kontrollgruppe. Abgesehen von einem Ausreißer wird eine geringfügige Verbesserung der individuellen Werte zum 1. Retest sowie vom 1. zum 2. Retest erkennbar. Die einzelnen Verlaufsgeraden zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten lassen nur eine geringe Streubreite erkennen (SD:  $t_0 = 49$ ,  $t_1 = 29$ ,  $t_2 = 22$ ).

Die Abbildungen 12 und 13 stellen die individuellen Verläufe der Kinder aus Trainings- und Kontrollgruppe im Trainingsparameter Richtungshören dar. Während lediglich innerhalb der Trainingsgruppe eine breite Streuung der Ausgangswerte zu beobachten ist (SD  $t_0 = 30$ ) zeigen die weiteren Verläufe in beiden Gruppen keine Auffälligkeiten hinsichtlich ihrer Streuungen (SD Trainingsgruppe:  $t_1 = 21$ ,  $t_2 = 24$  bzw. Kontrollgruppe:  $t_0 = 31$ ,  $t_1 = 32$ ,  $t_2 = 34$ , vgl. Tab. 2, 14, 15). Abgesehen von nur wenigen Ausnahmen, kann insgesamt eine tendenzielle Verbesserung der Testwerte über den gesamten Zeitverlauf in beiden Gruppen beobachtet werden.



**Abb. 12: Graphischer Verlauf des Richtungshörens jedes einzelnen Kindes innerhalb der Trainingsgruppe. Eine breite Streuung der Ausgangswerte wird beobachtet ( $SD\ t_0 = 30$ ). Im weiteren Verlauf werden keine wesentlichen Auffälligkeiten hinsichtlich der Streuungen ( $SD\ t_1 = 21, t_2 = 24$ ) aufgezeigt. Abgesehen von nur wenigen Ausnahmen kann insgesamt eine tendenzielle Verbesserung der individuellen Messwerte über den gesamten Zeitverlauf beobachtet werden.**

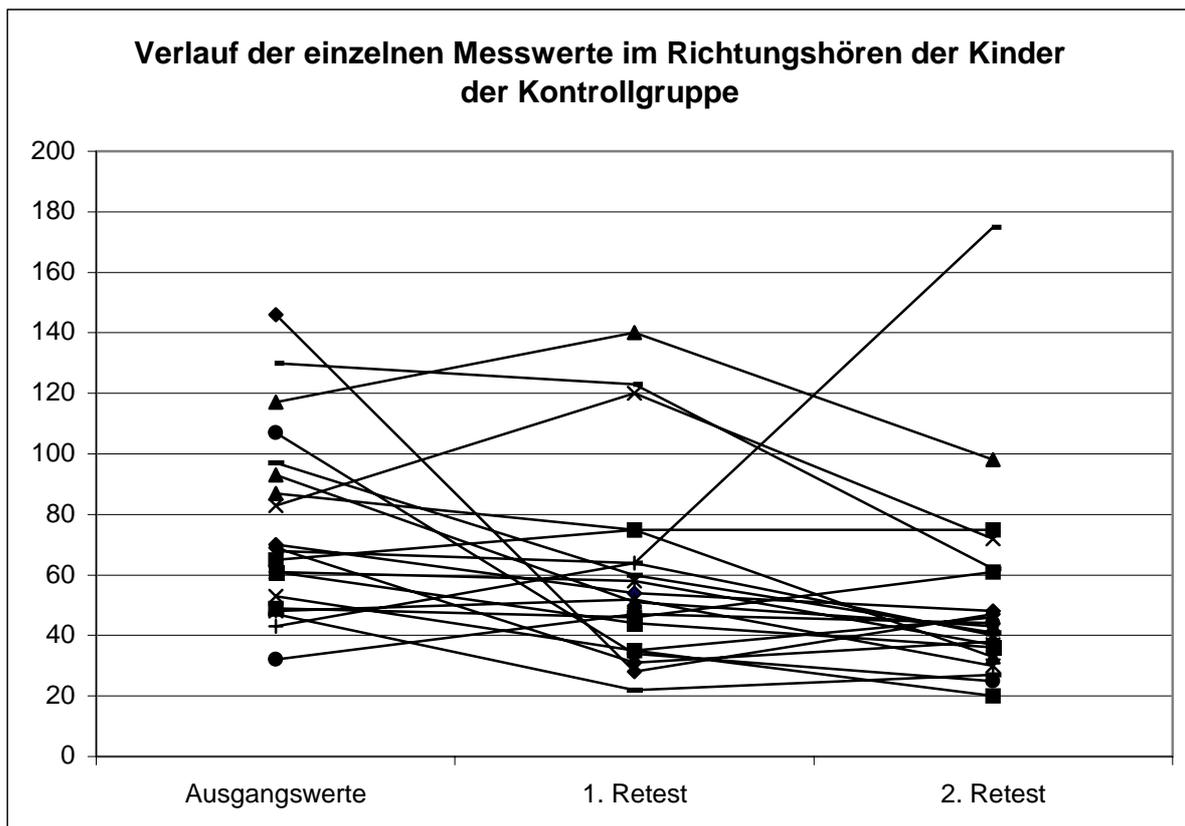


Abb. 13: Graphischer Verlauf des Richtungshörens jedes einzelnen Kindes innerhalb der Kontrollgruppe. Der Verlauf zeigt keine wesentlichen Auffälligkeiten der individuellen Streuungen auf (SD  $t_0 = 31$ ,  $t_1 = 32$ ,  $t_2 = 34$ ). Abgesehen von nur wenigen Ausnahmen, kann insgesamt eine tendenzielle Verbesserung der individuellen Messwerte über den gesamten Zeitverlauf in beiden Gruppen beobachtet werden.

### 5.1.2. Unterscheiden sich die Veränderungen der Werte von einem zum nächsten Messzeitpunkt zwischen den Gruppen?

Um eine Beurteilung der Leistungsveränderungen zwischen den einzelnen Messzeitpunkten treffen zu können, werden zunächst Differenzberechnungen zwischen den Messwerten von Ausgangstest und 1. Retest nachfolgend zwischen 1. und 2. Retest und letztendlich zwischen Ausgangstest und 2. Retest im Gruppenvergleich durchgeführt und auf Signifikanzunterschiede mit dem Mann-Whitney-U-Test untersucht. Hierzu wird an Hand gemittelter Messwerte der spätere vom früheren Messzeitpunkt subtrahiert. Auftretende negative Vorzeichen beinhalten deswegen eine Verbesserung.

**Univariater Vergleich der Messzeitpunkte von Ordnungsschwelle und Richtungshören vom Ausgangstest zum 1. Retest**

Betrachtet man zunächst die Differenzen der beiden Zeitpunkte des Ausgangstests mit dem 1. Retest, so ergibt sich ein signifikanter Gruppenunterschied in den Parametern der visuellen OS ( $p \leq .018$ ) und ein hoch signifikanter Unterschied in der auditiven OS ( $p \leq .007$ ) zu Gunsten der Trainingsgruppe. Beim Richtungshören kann ein Signifikanzniveau nicht erreicht werden. In der nachfolgenden Tabelle 16 werden hierzu sämtliche Differenzen in den Trainingsparametern tabellarisch verdeutlicht.

**Tabelle 16:** Differenzen der Gesamtmittelwerte der Trainingsparameter zwischen **Ausgangstest** und **1. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

Variable	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	Mann-Whitney-U-Test (p)
OS visuell in ms	- 41,0 (42,5)	- 7,9 (37,6)	<b>.018 *</b>
OS auditiv in ms	- 27,2 (25,2)	- 6,6 (35,7)	<b>.007 **</b>
Richtungshören in $\mu$ s	- 20,1 (27,1)	- 15,2 (35,3)	.425

\* signifikant, \*\* hoch signifikant, im Richtungshören bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

**Univariater Vergleich der Messzeitpunkte von Ordnungsschwelle und Richtungshören vom 1. zum 2. Retest**

Bei der Auswertung der zweiten Zeitspanne, vom Messzeitpunkt des 1. zum 2. Retest, erweisen sich diese Gruppendifferenzen in den Parametern der visuellen ( $p \leq .022$ ) und auditiven OS ( $p \leq .014$ ) als signifikant zu Gunsten der Kontrollgruppe (siehe Tab.17). Der Parameter des Richtungshörens ergab wiederum keinen Signifikanzunterschied, da beide Gruppen in diesem Intervall gleichzeitig eine Verbesserung erfuhren.

**Tabelle 17:** Differenzen der Gesamtmittelwerte der Trainingsparameter zwischen **1. und 2. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Mann-Whitney-U-Test (p)</b>
<b>OS visuell</b> in ms	5,3 (8,7)	- 8,5 (21,4)	<b>.022 *</b>
<b>OS auditiv</b> in ms	8,5 (19,3)	- 7,9 (24,6)	<b>.014 *</b>
<b>Richtungshören</b> in $\mu$ s	- 4,6 (18,5)	- 7,6 (34,5)	.424

\* signifikant, im Richtungshören bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

**Univariater Vergleich der Messzeitpunkte von Ordnungsschwelle und Richtungshören vom Ausgangstest zum 2. Retest**

Um einen Langzeiteffekt des Trainings bewerten zu können, wird der Messzeitpunkt zum 2. Retest mit dem Ausgangstest verglichen. Bei der Auswertung der Differenzen dieser längeren Zeitspanne kann in allen drei Parametern kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ermittelt werden (siehe hierzu Tabelle 18).

**Tabelle 18:** Differenzen der Gesamtmittelwerte der Trainingsparameter zwischen **Ausgangstest und 2. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Mann-Whitney-U-Test (p)</b>
<b>OS visuell</b> in ms	- 33 (43)	- 16 (26)	.272
<b>OS auditiv</b> in ms	- 18 (24)	- 14 (35)	.309
<b>Richtungshören</b> in $\mu$ s	- 22 (24)	- 22 (43)	.955

In allen Trainingsparametern bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

### 5.1.3. Finden sich in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf signifikante Veränderungen?

Im Unterschied zum Punkt 5.1.1 und 5.1.2 werden nun nicht Betrachtungen im Gruppenvergleich, sondern in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf dargestellt. Dabei werden die Verläufe aller drei Parameter innerhalb der einzelnen Gruppen auf signifikante Veränderungen untersucht.

Unter Zuhilfenahme des nicht-parametrischen Friedmann-Tests wird ein Mittelwertvergleich über den zeitlichen Verlauf durchgeführt. In dieser Analyse basiert der Test auf Rangreihen, die gruppenweise für die gemittelten Rohwerte von Ordnungsschwellen und Richtungshören zu den drei Messzeitpunkten ermittelt werden. Dabei erhalten große Werte hohe Rangplätze. Des Weiteren werden die einzelnen Veränderungen im Zeitverlauf auf ihre signifikanten Unterschiede geprüft. Bei der Betrachtung der Verläufe über die drei Messzeitpunkte ergeben sich bei den Gruppen sowohl signifikante als auch höchst signifikante Wertdifferenzen.

**Tabelle 19:** Verlaufsstatistik der gemittelten Testrohwerte von Ordnungsschwellen und Richtungshören über die einzelnen Untersuchungszeitpunkte mittels **Friedmann-Test**

	Trainingsgruppe			Kontrollgruppe		
	$\chi^2$	df	p	$\chi^2$	df	p
<b>Auditive OS</b>	13.162	2	<b>.001**</b>	7.432	2	<b>.024*</b>
<i>Mittlerer Rang (t0/t1/t2)</i>	2.61/ 1.45/ 1.95			2.21/ 2.26/ 1.52		
<b>Visuelle OS</b>	28.211	2	<b>.000***</b>	6.952	2	<b>.031*</b>
<i>Mittlerer Rang (t0/t1/t2)</i>	2.95/ 1.26/ 1.79			2.43/ 1.95/ 1.62		
<b>Richtungshören</b>	11.919	2	<b>.003**</b>	9.646	2	<b>.008**</b>
<i>Mittlerer Rang (t0/t1/t2)</i>	2.55/ 2.00/ 1.45			2.50/ 1.98/ 1.53		

t0 = Erhebungszeitpunkt der Ausgangswerte, t1 = 1. Retest, t2 = 2. Retest mit den mittleren Rangplätzen der jeweiligen Parameter; df = Anzahl der Freiheitsgrade,  $\chi^2$  = Chi-Quadrat, \* signifikant, \*\* hoch signifikant, \*\*\* höchst signifikant.

Zusammenfassend ergibt sich zu Tabelle 19 folgender Sachverhalt: Im zeitlichen Verlauf über die drei Messzeitpunkte (t0/t1/t2) treten bei der Trainingsgruppe von hoch signifikanten bis zu höchst signifikanten Veränderungen auf. Die Ränge der auditiven und visuellen OS finden ihre Extremwerte jeweils im 1. Retest, die im 2. Retest ihr Ausgangsniveau wieder suchen (2.61/ 1.45/ 1.95,  $p \leq .001$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 13.162$  bzw. 2.95/ 1.26/ 1.79,  $p \leq .000$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 28.211$ ). Bei der Untersuchung des Richtungshörens ergibt sich im Gegensatz dazu eine nahezu lineare Verbesserung der zeitlichen Verlaufskurve. Die Diskrepanz des Ausgangswertes zum Endwert genügt jedoch einer hoch signifikanten Veränderung (2.55/ 2.00/ 1.45,  $p \leq .003$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 11.919$ ).

Der Friedmann-Test weist der Kontrollgruppe im auditiven und visuellen Ordnungsschwellenverlauf nur eine einfache Signifikanz zu (2.21/ 2.26/ 1.52,  $p \leq .024$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 7.432$  bzw. 2.43/ 1.95/ 1.62,  $p \leq .031$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 6.952$ ). Der Veränderungsverlauf

im Richtungshören ergab einen nahezu linearen Verlauf, der letztendlich zu einem hoch signifikanten Ergebnis führte (2.50/ 1.98/ 1.53,  $p \leq .008$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 9.646$ ).

#### 5.1.4. Unterscheiden sich die Verläufe zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe?

Schließlich sollte die Frage geklärt werden, ob im Verlauf über alle Messzeitpunkte signifikante Gruppenveränderungen der Parameter Ordnungsschwelle und Richtungshören aufgetreten sind. Dazu wird der Faktor „Klasse“ mit zwei Abstufungen berücksichtigt. Das geeignete Testverfahren hierzu stellt die univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung (Anzahl der Stufen: 3) dar. Mit Hilfe der Kovarianzanalyse konnte der Einfluss einer Kontrollvariablen (hier Ausgangstest) auf die abhängige Variable (hier Nachtests) „neutralisiert“ werden. Wie aus der nachfolgenden Tabelle 20 zu entnehmen ist, bestehen hinsichtlich des Verlaufes auditiver ( $p \leq .025$ ) bzw. visueller Ordnungsschwellenwerte ( $p \leq .001$ ) signifikante bzw. hoch signifikante Wechselwirkungen zwischen den beiden Gruppen. Demzufolge kann lediglich bei den Ordnungsschwellenwerten ein Trainingseffekt angenommen werden. Keine signifikanten Wechselwirkungen waren dagegen hinsichtlich des Parameters des Richtungshörens zu verzeichnen.

**Tabelle 20:** Vergleich der zeitlichen Verläufe zwischen den Gruppen mittels univariater Varianzanalyse mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Kovariaten der jeweiligen Ausgangswerte (Testform: Pillai-Spur)

<b>Parameter</b>	<b>F</b>	<b>df</b>	<b>p</b> (Interaktion Gruppe mit Verlauf)
Auditive OS	4.071	2.00	<b>.025*</b>
Visuelle OS	8.062	2.00	<b>.001**</b>
Richtungshören	1.025	2.00	.369

\* signifikant, \*\* hoch signifikant, im Richtungshören bestehen keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Verlauf

### 5.1.5. Zusammenfassung

Anhand deskriptiver Statistik und Mann-Whitney-U-Test wurden zunächst die jeweiligen Messwerte der Zeitparameter zu allen drei Messzeitpunkten auf Gruppenunterschiede untersucht. Im Ausgangstest unterscheiden sich beide Gruppen in allen Parametern in keiner signifikanten Weise (vgl. Tab. 2). Zum 1. Retest tritt eine signifikante Diskrepanz bei auditiver Ordnungsschwelle ( $p \leq .039$ , vgl. Tab. 14) und Richtungshören ( $p \leq .017$ , vgl. Tab. 14) und eine höchst signifikante bei visueller Ordnungsschwelle ( $p \leq .000$ , vgl. Tab. 14) auf, jeweils zu Gunsten der Trainingsgruppe. Nach einer halbjährlichen Trainingspause zum 2. Retest können die signifikanten Gruppenunterschiede beim Richtungshören ( $p \leq .022$ , Tab. 15) und hoch signifikante bei visueller Ordnungsschwelle ( $p \leq .002$ , Tab. 15) wiederum zu Gunsten der Trainingsgruppe beobachtet werden. Die auditiven Ordnungsschwellenwerte diskriminieren zu diesem Zeitpunkt in nicht signifikanter Weise (vgl. Tab. 15 sowie die Abbildungen 5, 6 und 7).

Bei der nachfolgenden Untersuchung auf Veränderungen der Messwerte von einem zum nächsten Zeitpunkt werden Differenzberechnungen der gemittelten Testwerte zwischen Ausgangstest zum 1. Retest, 1. und 2. Retest und schließlich zwischen Ausgangstest und 2. Retest im Gruppenvergleich durchgeführt und auf Signifikanzunterschiede mit dem Mann-Whitney-U-Test untersucht. Dabei verbessert sich die Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe vom Ausgangstest zum 1. Retest in der visuellen OS signifikant ( $p \leq .018$ , vgl. Tab. 16) bzw. hoch signifikant in der auditiven OS ( $p \leq .007$ , vgl. Tab. 16). Hinsichtlich des Zeitparameters Richtungshören können keine Signifikanzen ermittelt werden. Ein signifikantes Niveau bestätigt sich erneut in den Parametern der visuellen ( $p \leq .022$ , vgl. Tab. 17) und auditiven OS ( $p \leq .014$ , vgl. Tab. 17) vom 1. zum 2. Retest, nun aber zum Vorteil der Kontrollgruppe. Wiederum verfehlt der Parameter Richtungshören im Gruppenvergleich das Signifikanzniveau. Die Auswertung der Differenzen vom Ausgangstest zum 2. Retest ergibt in allen drei Zeitparametern keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen, denn sowohl die Trainings- als auch die Kontrollgruppe können insgesamt Verbesserungen aufweisen (vgl. Tab. 18).

Unter Zuhilfenahme des nicht-parametrischen Verfahrens, dem Friedmann-Test (vgl. Tab. 19), wird ein Mittelwertsvergleich über den gesamten zeitlichen Verlauf durchgeführt und auf signifikante Veränderungen innerhalb jeder einzelnen Gruppe untersucht. Dabei präsentiert die Trainingsgruppe in der auditiven OS und im Richtungshören hoch signifikante ( $p \leq .001$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 13.162$ , bzw.  $p \leq .003$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 11.919$ ) und in der

visuellen OS höchst signifikante ( $p \leq .000$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 28.211$ ) Veränderungen im zeitlichen Verlauf. Der Friedmann-Test weist der Kontrollgruppe in auditiver ( $p \leq .024$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 7.432$ ) und visueller Ordnungsschwelle ( $p \leq .031$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 6.952$ ) nur einen signifikanten Verlauf zu. Ein ebenfalls hoch signifikantes Ergebnis erzielt der Veränderungsverlauf im Richtungshören ( $p \leq .008$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 9.646$ ).

Unter zusätzlicher Zuhilfenahme des Wilcoxon-Testverfahrens, welches Veränderungen zwischen zwei Messzeitpunkten innerhalb einer Gruppe analysiert, kann aufgezeigt werden, dass lediglich die Trainingsgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest in allen drei Zeitparametern hoch- bis höchst signifikante Verläufe aufweist (auditive OS:  $p \leq .001$ , visuelle OS:  $p \leq .000$ , Richtungshören:  $p \leq .003$ , vgl. Abb. 5, 6 und 7). Eindrucksvoll illustrieren die Abb. 8 und 10 die individuellen Verläufe der einzelnen Kinder der Trainingsgruppe. Die große Streubreite lässt erkennen, dass einige Kinder zu Beginn der Studie hohe Werte (d.h. eine schlechtere Leistung) in der visuellen und auditiven Ordnungsschwelle zeigen und im Verlauf eine Verbesserung erzielen. Dagegen verbessern jene Kinder, welche bereits zu Beginn niedrige Werte präsentieren, ihre Leistungen nur unwesentlich. Zwischen 1. und 2. Retest ergibt sich bei der Trainingsgruppe nur in der visuellen OS ein signifikantes Ergebnis ( $p \leq .030$ , vgl. Abb. 6). Dagegen zeigt die Kontrollgruppe unter Zuhilfenahme des Wilcoxon-Testverfahrens keinerlei signifikante Veränderungen in allen Parametern (vgl. Abb. 5, 6 und 7).

Schließlich werden Unterschiede über alle Messzeitpunkte zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe auf signifikante Gruppenveränderungen mittels Varianzanalysen mit Messwiederholung untersucht. Hinsichtlich des Verlaufes auditiver Ordnungsschwellenwerte ergeben sich signifikante ( $p \leq .025$ ) und hoch signifikante Wechselwirkungen bei der visuellen OS ( $p \leq .001$ ) zwischen beiden Gruppen. Keine signifikanten Wechselwirkungen sind dagegen bei der Analyse des Parameters Richtungshören zu verzeichnen (vgl. Tab. 20). Demzufolge kann lediglich bei den Ordnungsschwellenwerten ein Trainingseffekt angenommen werden.

## 5.2. AUSWIRKUNGEN DER TRAININGSEFFEKTE AUF LESE- UND RECHTSCHREIBLEISTUNGEN

Anhand von vier Fragen werden nun die Auswirkungen des Trainings auf Lesen und Rechtschreiben sowohl im Gruppenvergleich als auch innerhalb der Kontroll- und Trainingsgruppe untersucht.

### 5.2.1. Unterscheiden sich die jeweiligen Werte der Testleistungen zwischen den Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten?

Hierzu werden zunächst die Mittelwerte der Testrohwerte von Lese- und Rechtschreibtests zu den beiden Zeitpunkten (1. und 2. Retest) anhand deskriptiver Statistik und Mann-Whitney-U-Test auf Gruppenunterschiede untersucht.

#### **Vergleich der Lese- und Rechtschreibleistungen auf Gruppenunterschiede zum Zeitpunkt des 1. Retests**

Hinsichtlich der Leistungsveränderungen im Rechtschreibtest (DRT-5) liefert der Mittelwertsvergleich zum Zeitpunkt des 1. Retests keinen Signifikanzfall. In den Testleistungen aller Lesetests (ZLT-Fehler, ZLT-Zeit, PLT-Fehler, PLT-Zeit) können keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Tabelle 21 gibt über die ermittelten Ergebnisse Aufschluss.

**Tabelle 21:** Mittelwerte der ermittelten Testrohre der Lese- und Rechtschreibtests zum **1. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe (n=21)</b>	<b>Kontrollgruppe (n=21)</b>	<b>Mann-Whitney-U- Test (2-seitig) p</b>
<b>DRT-5</b>	30 (7)	34 (9)	.315
Min. – Max.	15 -47	12 – 48	
<b>ZLT-Zeit in Sek.</b>	449 (233)	379 (109)	.620
Min. – Max.	165 - 1125	226 - 618	
<b>ZLT-Fehler</b>	25 (30)	18 (12)	.531
Min. – Max.	5 - 143	4 - 41	
<b>PLT-Zeit in Sek.</b>	287 (101)	257 (82)	.506
Min. – Max.	159 - 512	117 - 419	
<b>PLT-Fehler</b>	28 (20)	26 (15)	.896
Min. – Max.	4 - 73	10 - 63	

DRT-5 = Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen (Anzahl der Richtigschreibungen), ZLT = Zürcher Lesetest mit benötigter Lesezeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler, PLT = Pseudotextlesetest mit benötigter Lesezeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler (alle Werte wurden aufgerundet), in allen Parametern bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

### **Vergleich der Lese- und Rechtschreibleistungen auf Gruppenunterschiede zum Zeitpunkt des 2. Retests**

Nach dem trainingsfreien Intervall zum Zeitpunkt des 2. Retests werden die Lese- und Rechtschreibtests ein weiteres Mal auf Gruppenunterschiede untersucht. Aus Tabelle 22 wird ersichtlich, dass in allen Testleistungen die Mittelwertsvergleiche der beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede liefern.

**Tabelle 22:** Mittelwerte der ermittelten Testrohwerte der Lese- und Rechtschreibtests zum 2. Retest im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe (n=19)</b>	<b>Kontrollgruppe (n=19-21)</b>	<b>Mann-Whitney-U- Test (2-seitig) p</b>
<b>DRT-5</b>	31 (12)	38 (9)	.074
Min. – Max.	4 - 46	19 - 49	
<b>ZLT-Zeit in Sek.</b>	410 (192)	336 (86)	.279
Min. – Max.	217 - 994	211 - 492	
<b>ZLT-Fehler</b>	30 (35)	18 (12)	.196
Min. – Max.	3 - 163	1 - 45	
<b>PLT-Zeit in Sek.</b>	264 (92)	236 (66)	.358
Min. – Max.	170 - 460	153 - 366	
<b>PLT-Fehler</b>	35 (24)	26 (19)	.267
Min. – Max.	5 - 90	5 - 67	

DRT-5 = Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen (Anzahl der Richtigschreibungen), ZLT = Zürcher Lesetest mit benötigter Zeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler, PLT = Pseudolesetest mit benötigter Zeit in Sekunden bzw. Anzahl der Lesefehler (alle Werte wurden aufgerundet), in allen Testparametern bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

Zum Gesamtüberblick veranschaulichen die nachfolgenden Abbildungen zu allen Testparametern den Mittelwertsvergleich der Rohwerte zwischen den Gruppen zu den drei Testzeitpunkten: Ausgangswert, 1. Retest und 2. Retest (Tabelle 3, 21 und 22). Zusätzlich werden in diesen Abbildungen Änderungsverläufe vom Ausgangstest zum 1. Retest bzw. vom 1. zum 2. Retest innerhalb der einzelnen Gruppe dargestellt (Wilcoxon-Test: Tabellen siehe Anhang 47A, 48A). Schließlich illustrieren die nachfolgenden Abbildungen den Verlauf der einzelnen Testwerte der Kinder getrennt nach Gruppen. Hierbei wird lediglich das Spektrum der intra- und interindividuellen Streuungen im DRT-5 und PLT-Fehler aufgezeigt, da sich lediglich in diesen beiden Tests signifikante Veränderungen im Gruppenvergleich zwischen Ausgangstest und 1. Retest ergeben haben (siehe nächstes Kap. 5.2.2).

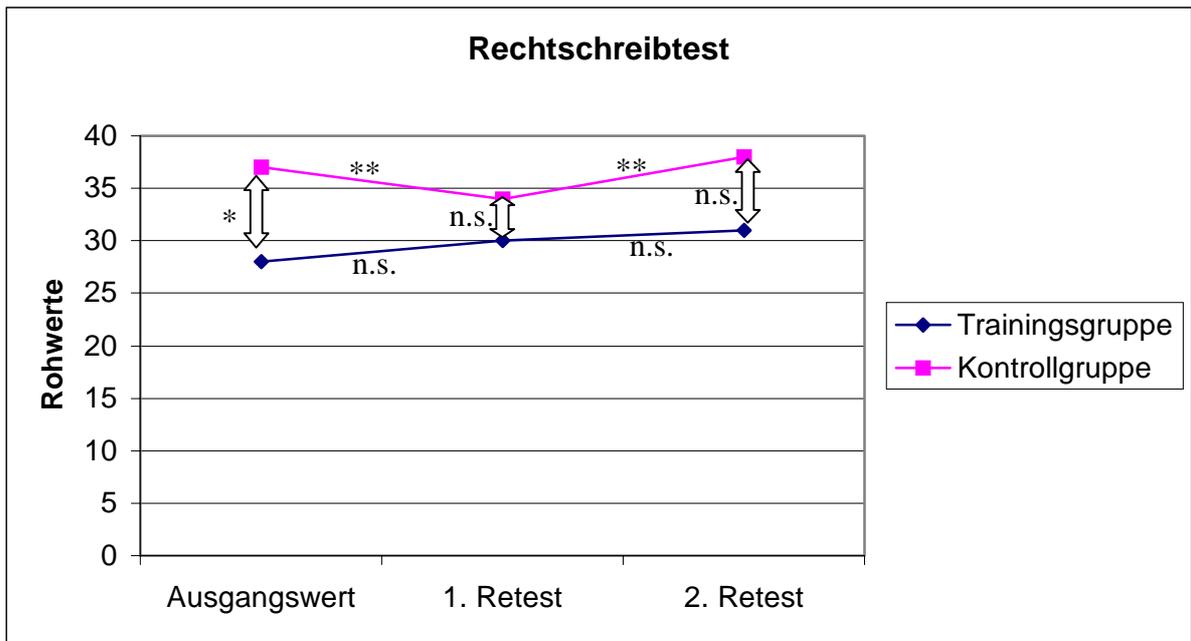


Abb. 14: Darstellung der Rechtschreibleistungen im DRT-5 (Anzahl der Richtigschreibungen). Zwischen den beiden Gruppen besteht im Mittelwertsvergleich eine signifikante Gruppendifferenz (\*) zum Zeitpunkt des Ausgangstests ( $p \leq .019$ ). Die Kontrollgruppe weist eine bessere Ausgangsleistung auf. Zu den weiteren Testzeitpunkten bestehen nicht signifikante Gruppenunterschiede. Vgl. hierzu Tab. 3, 21, 22. Im zeitlichen Verlauf liegt in der Trainingsgruppe kein signifikanter (n.s.) Unterschied vor ( $p \leq .177$  bzw.  $p \leq .192$ ). Dagegen besteht ein hoch signifikanter Unterschied (\*\*) zwischen Ausgangstest und 1. Retest ( $p \leq .001$ , Wilcoxon-Test, s. Anhang 47A, 48A, Leistungsver schlechterung), sowie zwischen 1. und 2. Retest ( $p \leq .002$ , Wilcoxon-Test, s. Anhang 47A, 48A, Leistungsverbesserung) in der Kontrollgruppe.

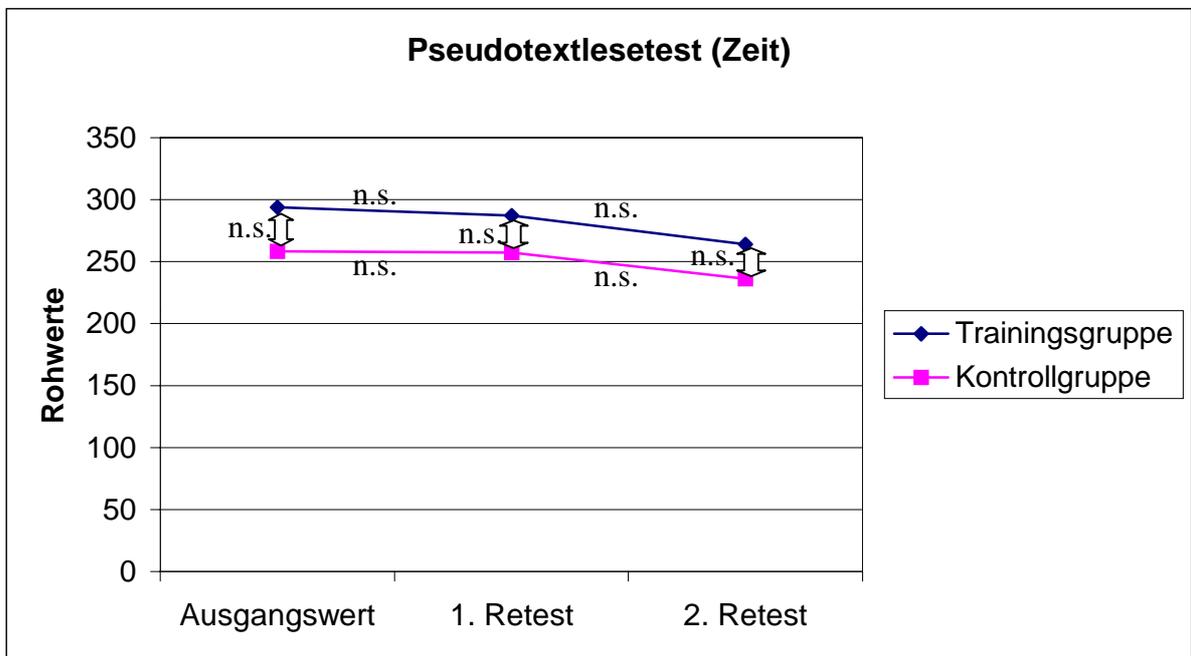


Abb. 15: Darstellung der Rohwerte in ms des Pseudotextlesetestes auf Zeit. Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich keine signifikanten Gruppendifferenzen (n.s.) zu allen Testzeitpunkten. Vgl. hierzu Tab. 3, 21 und 22. Im zeitlichen Verlauf liegen in beiden Gruppen zwischen Ausgangstest und 1. Retest bzw. 1. und 2. Retest nicht signifikante Veränderungen vor. (n.s., Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A).

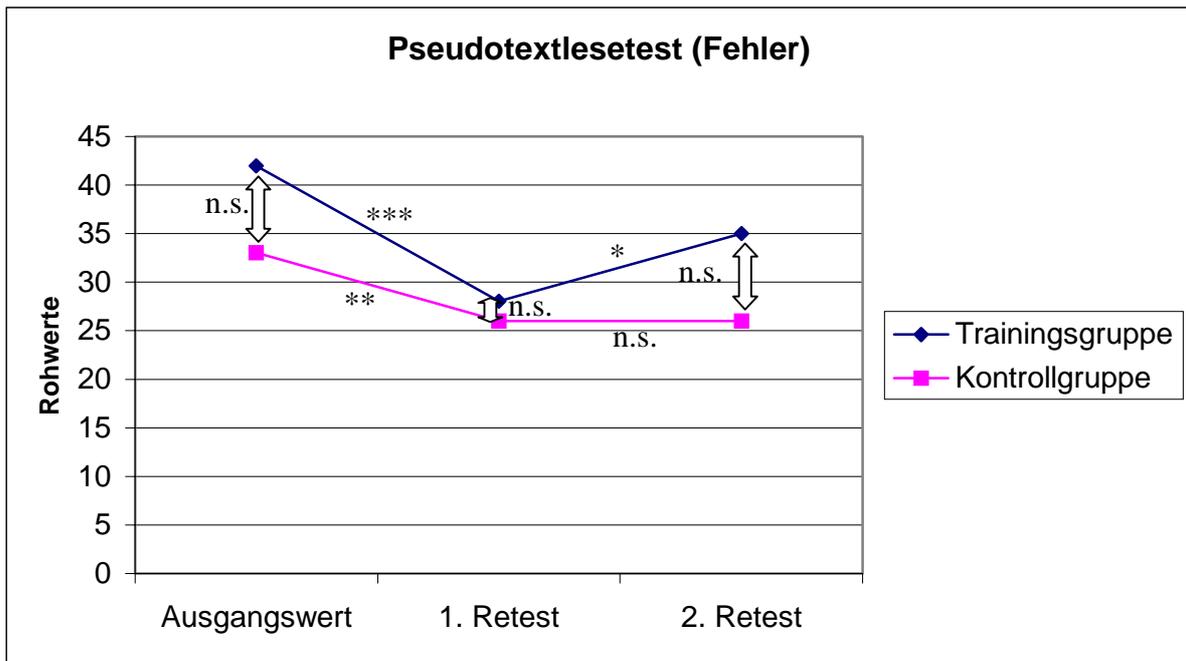


Abb. 16: Darstellung des Pseudotextlesetests auf Anzahl der Fehler. Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich keine signifikanten Gruppendifferenzen (n.s.) zu allen Testzeitpunkten. Vgl. hierzu Tab. 3, 21 und 22. Im zeitlichen Verlauf liegt in der Trainingsgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest eine höchst signifikante Leistungsverbesserung (\*\*\*,  $p \leq .000$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A) sowie eine signifikante Leistungsverschlechterung (\*,  $p \leq .033$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A) zwischen 1. und 2. Retest vor. Eine Leistungsverbesserung auf hoch signifikantem Niveau (\*\*,  $p \leq .005$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A) kann ebenfalls innerhalb der Kontrollgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest verzeichnet werden ( $p \leq .005$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A). Dagegen verfehlt der zeitliche Verlauf dieser Gruppe zwischen 1. und 2. Retest (n.s.) das Signifikanzniveau ( $p \leq .758$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A).

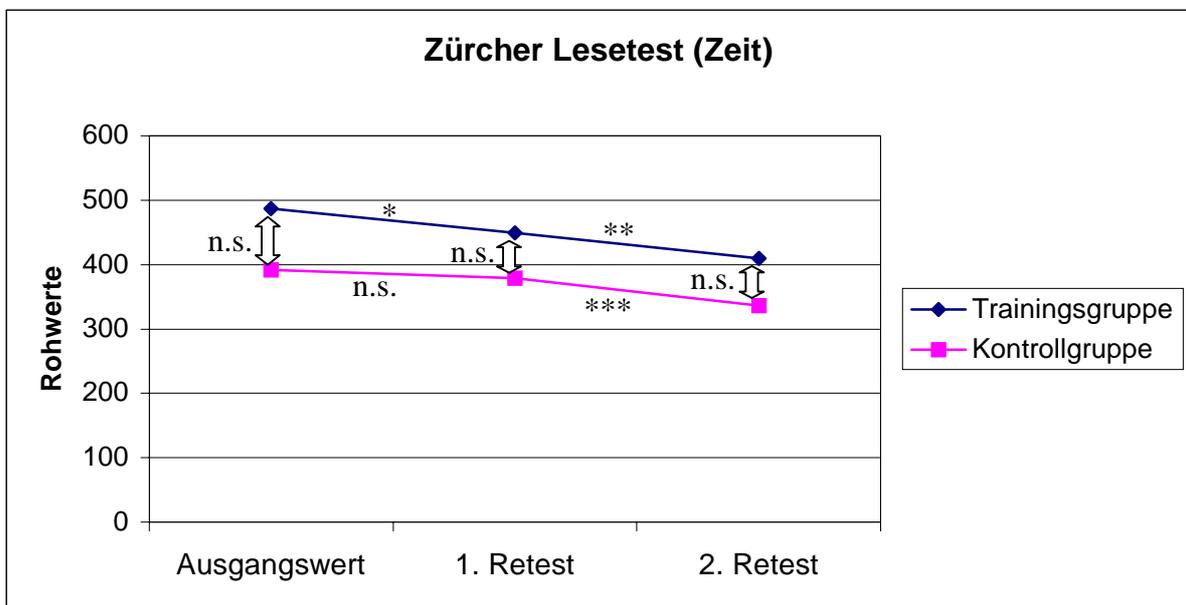


Abb. 17: Darstellung der Rohwerte in ms des Zürcher Lesetests auf Zeit. Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich keine signifikanten Gruppendifferenzen (n.s.) zu allen Testzeitpunkten. Vgl. hierzu Tab. 3, 21 und 22. Im zeitlichen Verlauf liegt in der Trainingsgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest eine signifikante Leistungsverbesserung (\*,  $p \leq .017$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A) sowie eine hoch signifikante Leistungsverbesserung (\*\*,  $p \leq .006$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A) zwischen 1. und 2. Retest vor. Die Kontrollgruppe weist zwischen Ausgangstest und 1. Retest nicht signifikante Veränderungen (n.s.) auf, zwischen 1. und 2. Retest dagegen eine höchst signifikante Leistungsverbesserung (\*\*\*,  $p \leq .000$ , Wilcoxon-Test siehe Anhang 47A, 48A).

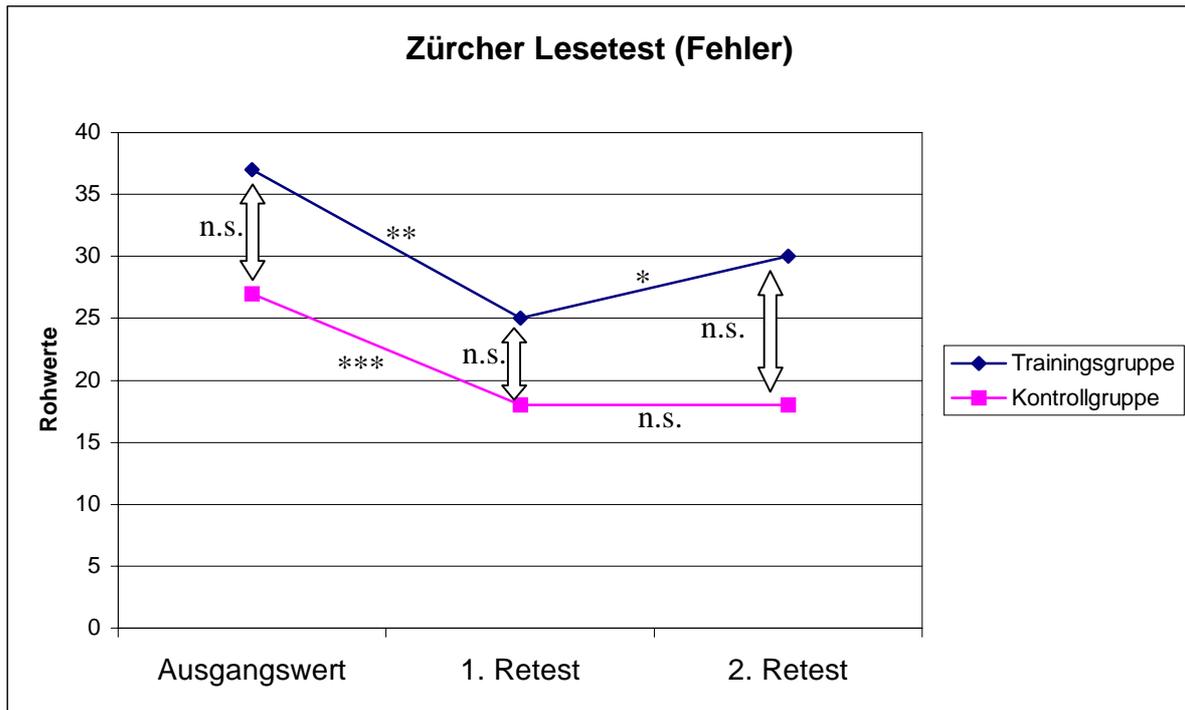


Abb. 18: Darstellung des Zürcher Lesetests auf Anzahl der Fehler. Zwischen den beiden Gruppen bestehen im Mittelwertsvergleich keine signifikanten Gruppendifferenzen (n.s.) zu allen Testzeitpunkten. Vgl. hierzu Tab. 3, 21 und 22. Im zeitlichen Verlauf liegt in der Trainingsgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest eine hoch signifikante Leistungsverbesserung (\*\*,  $p \leq .002$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A) und eine signifikante Leistungsverschlechterung (\*,  $p \leq .044$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A) zwischen 1. und 2. Retest vor. Die Kontrollgruppe weist zwischen Ausgangstest und 1. Retest eine höchst signifikante Leistungsverbesserung auf (\*\*\*,  $p \leq .001$ , Wilcoxon-Test s. Anhang 47A, 48A), zwischen 1. und 2. Retest nicht signifikante Veränderungen (n.s.) auf.

Die folgenden Abbildungen verweisen auf die einzelnen Verläufe der Kinder innerhalb der jeweiligen Gruppe. Aus Abbildung 19 wird innerhalb der Trainingsgruppe im Rechtschreiben die breite interindividuelle Streuung zu allen drei Testzeitpunkten deutlich erkennbar (SD:  $t_0 = 12$ ,  $t_1 = 7$ ,  $t_2 = 12$ , Streubreiten: 7 - 46/15 - 47/4 - 46, vgl. Tab. 3, 21, 22), d.h. diese Gruppe setzt sich sowohl aus schlechten als auch guten Schülern zusammen. Insbesondere erzielten Kinder mit schlechten Ausgangswerten eine Leistungsverbesserung im Rechtschreiben.

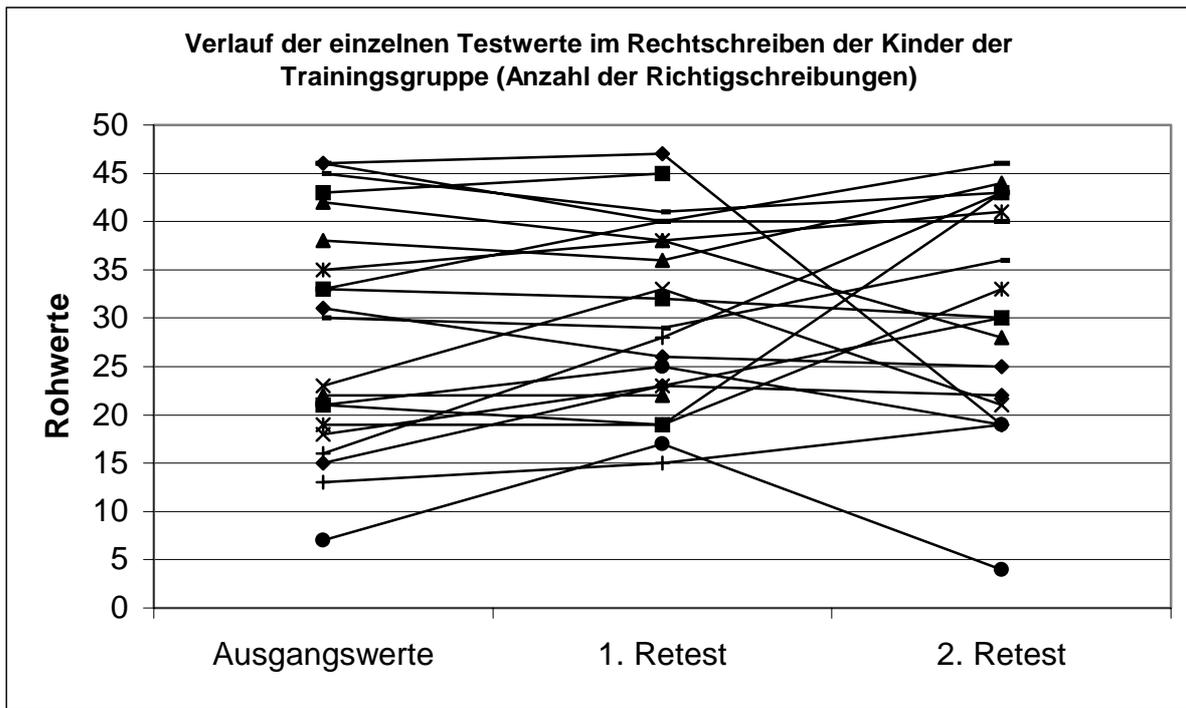
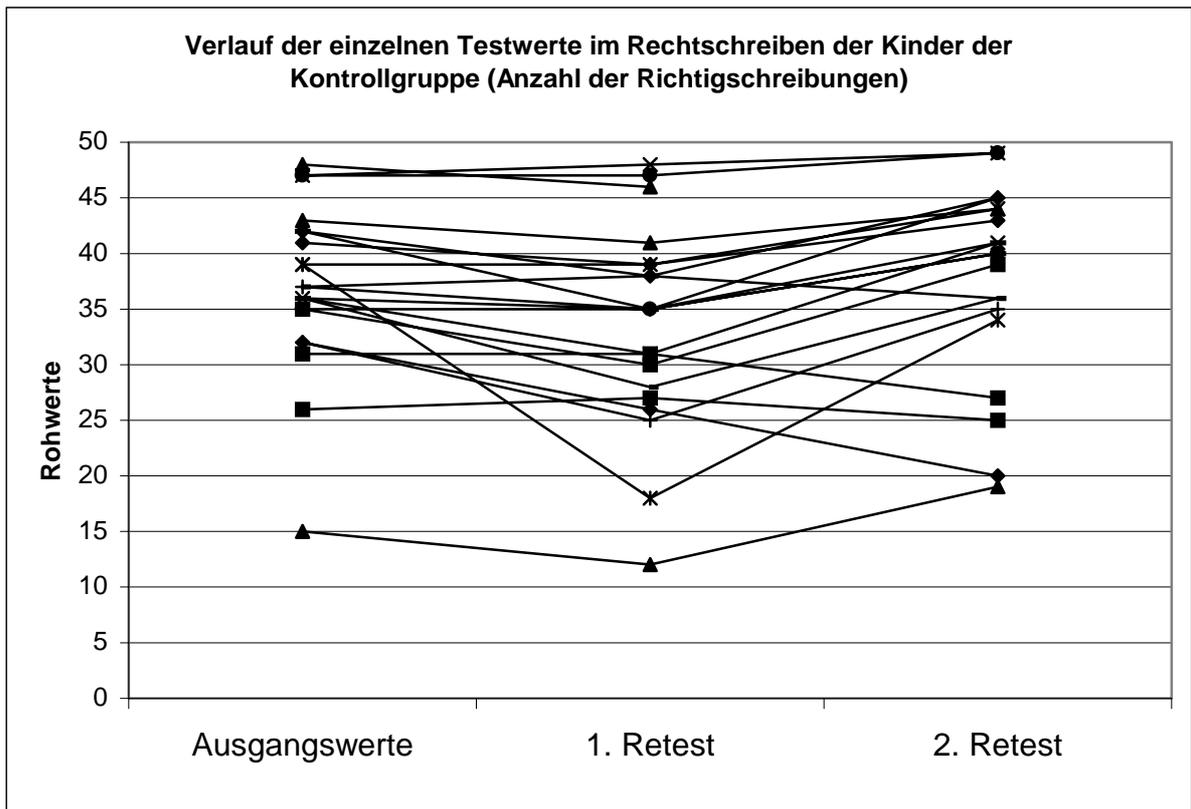


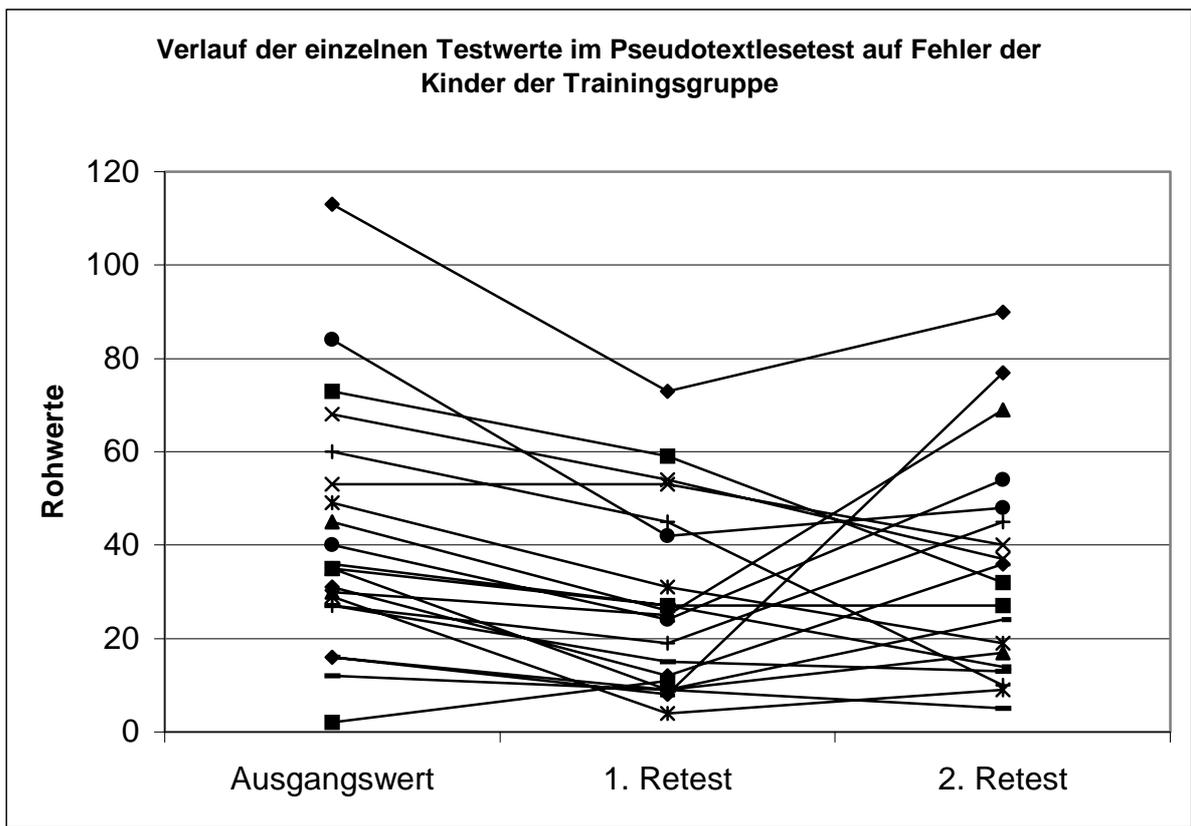
Abb. 19: Verlauf der einzelnen Testrohwerte im DRT-5 innerhalb der Trainingsgruppe. Die zeitlichen Verlaufsggeraden zeigen eine große Streubreite zu den jeweiligen Testzeitpunkten (SD:  $t_0 = 12$ ,  $t_1 = 7$ ,  $t_2 = 12$ , Streubreiten: 7 - 46/15 - 47/4 - 46). Kinder mit schlechten Ausgangstestwerten erzielen mehrheitlich eine Leistungsverbesserung im Rechtschreiben.

In Abbildung 20 der Kontrollgruppe liegt eine andere Situation vor. Hier präsentieren die zeitlichen Verlaufsggeraden eine geringere Streubreite zu den jeweiligen Testzeitpunkten (SD:  $t_0 = 8$ ,  $t_1 = 9$ ,  $t_2 = 9$ , Streubreiten: 15-48/12-48/19-49, vgl. Tab. 3, 21, 22), sodass hier von einer homogenen Gruppe hinsichtlich ihres Leistungsstandes ausgegangen werden kann. Vom Ausgangstest zum 1. Retest stellt sich bei fast allen Kindern eine geringfügige Verschlechterung ihrer Rechtschreibleistungen ein. Abgesehen von nur wenigen Ausreißern, werden dabei keine auffallenden individuellen Leistungssprünge beobachtet. Nach der halbjährlichen Trainingspause erzielen schließlich die meisten Kinder, also vom 1. zum 2. Retest, eine Verbesserung im Rechtschreiben und nähern sich meist wieder ihrem Ausgangsniveau an.



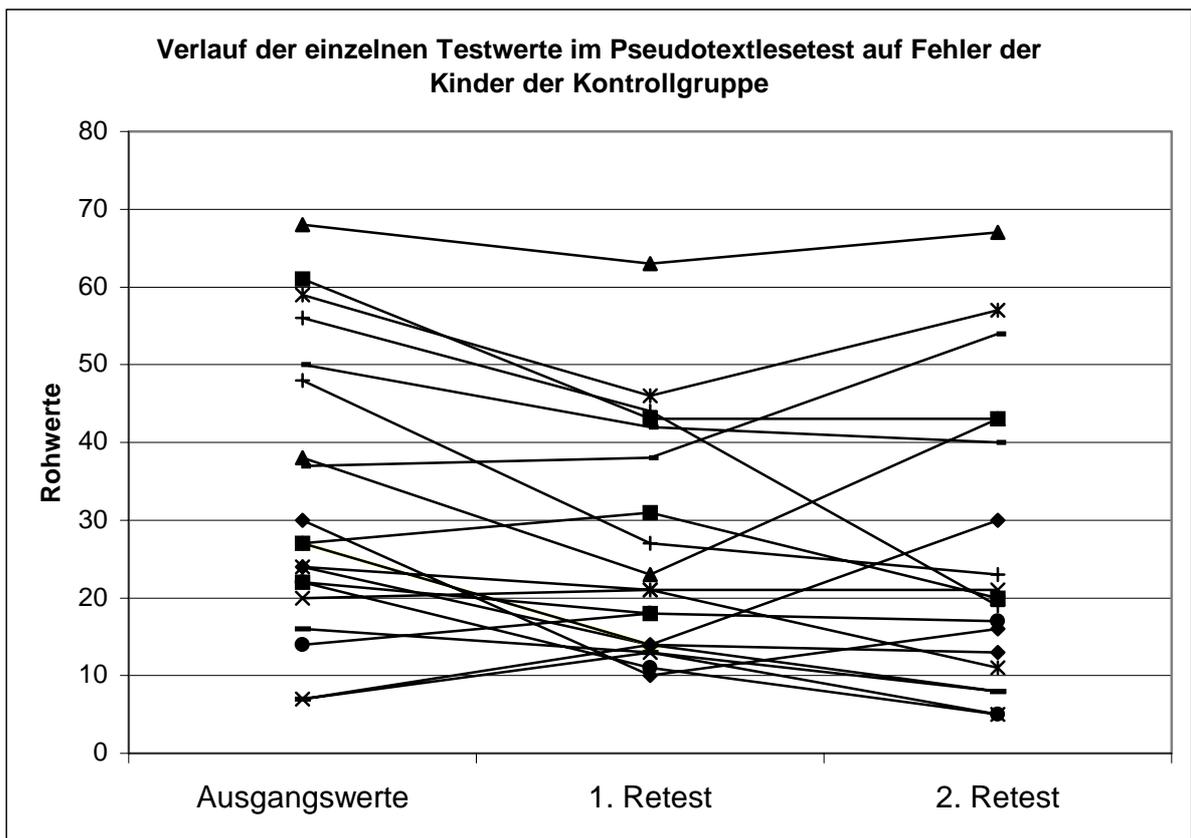
**Abb. 20:** Verlauf der einzelnen Testrohwerte im DRT-5 innerhalb der Kontrollgruppe. Die zeitlichen Verlaufsggeraden zeigen eine geringe Streubreite zu den jeweiligen Testzeitpunkten (SD:  $t_0 = 8$ ,  $t_1 = 9$ ,  $t_2 = 9$ , Streubreiten: 15 - 48/12 - 48/19 - 49). Vom Ausgangstest zum 1. Retest verschlechtern fast alle Kinder ihre Rechtschreibleistung geringfügig. Vom 1. zum 2. Retest erzielen schließlich die meisten Kinder eine Verbesserung im Rechtschreiben und nähern sich meist wieder ihrem Ausgangsniveau an.

Abbildung 21 stellt zum PLT auf Fehler den Einzelverlauf der Kinder der Trainingsgruppe dar. Deutlich erkennbar werden die einzelnen Verbesserungen im Sinne einer Reduzierung der Fehlerzahl (fallende Geraden), welche sich vom Ausgangstest zum ersten Retest manifestieren. Ferner fällt die interindividuelle Streubreite der Werte zu allen Testzeitpunkten auf (SD:  $t_0 = 26$ ,  $t_1 = 20$ ,  $t_2 = 24$ , Streubreiten: 2 - 113/4 - 73/5 - 90 vgl. Tab. 3, 21, 22). In der Betrachtung der weiteren Testzeitpunktdifferenzen (1. / 2. Retest) ergeben sich zum Teil mehrheitlich sprunghafte individuelle Leistungsverschlechterungen (steigende Geraden) als Verbesserungen (fallende Geraden).



**Abb. 21: Verlauf der einzelnen Testrohwerte im PLT auf Fehler innerhalb der Trainingsgruppe. Die einzelnen Werte zeigen zu allen Testzeitpunkten eine große Streubreite (SD:  $t_0 = 26$ ,  $t_1 = 20$ ,  $t_2 = 24$ , Streubreiten:  $2 - 113/4 - 73/5 - 90$ ). Vom Ausgangstest zum 1. Retest werden die einzelnen Verbesserungen im Sinne einer Reduzierung der Fehlerzahl beim Lesen der Pseudotexte erkennbar, denn ein Teil der Kinder startet mit deutlich schlechteren Ausgangstestwerten. Zwischen 1. und 2. Retest ergeben sich mehrheitlich zum Teil sprunghafte individuelle Leistungsveränderungen als Verbesserungen im Lesen.**

Im Vergleich hierzu kann ebenfalls innerhalb des Einzelverlaufes der Kontrollgruppe (siehe Abb. 22) zumeist individuelle Verbesserungen der Leseleistung (fallende Geraden) vom Ausgangstest zum 1. Retest beobachtet werden. Der weitere Verlauf zwischen 1. und 2. Retest ist durch ein relativ ausgewogenes Verhältnis von positiven als auch negativen Leistungsveränderungen gekennzeichnet. Ferner fällt auch hier die interindividuelle Streubreite der Werte zu allen Testzeitpunkten auf (SD:  $t_0 = 18$ ,  $t_1 = 15$ ,  $t_2 = 19$ , Streubreiten:  $7 - 68/10 - 63/5 - 67$  vgl. Tab. 3, 21, 22).



**Abb. 22:** Verlauf der einzelnen Testrohwrerte im PLT auf Fehler innerhalb der Kontrollgruppe. Die einzelnen Werte zeigen zu allen Testzeitpunkten eine große Streubreite (SD:  $t_0 = 18$ ,  $t_1 = 15$ ,  $t_2 = 19$ , Streubreite: 7 – 68/10 – 63/5 – 67). Vom Ausgangstest zum 1. Retest werden zumeist individuelle Verbesserungen der Leseleistung beobachtet; im Verlauf vom 1. zum 2. Retest sind sowohl positive als auch negative Leistungsveränderungen erkennbar.

### 5.2.2. Unterscheiden sich die Veränderungen der Werte von einem zum nächsten Testzeitpunkt zwischen den Gruppen?

Um eine Beurteilung der Leistungsveränderungen zwischen den einzelnen Testzeitpunkten treffen zu können, werden zunächst Differenzberechnungen zwischen den Testrohwrerten von Ausgangstest und 1. Retest nachfolgend zwischen 1. und 2. Retest und schließlich zwischen Ausgangstest und 2. Retest im Gruppenvergleich durchgeführt und auf Signifikanzunterschiede mit dem Mann-Whitney-U-Test untersucht. Hierzu wird wiederum an Hand gemittelter Testrohwrerte der spätere vom früheren Messzeitpunkt subtrahiert. In den Lesetests (ZLT-Zeit, ZLT-Fehler, PLT-Zeit, PLT-Fehler) auftretende negative Vorzeichen beinhalten deswegen eine Verbesserung, im Rechtschreibtest (DRT-5) dagegen eine Verschlechterung.

**Univariater Vergleich der Testzeitpunkte im Lesen und Rechtschreiben vom Ausgangstest zum 1. Retest**

Betrachtet man zunächst die Differenzen der beiden Zeitpunkte des Ausgangstests mit dem 1. Retest, so ergibt sich ein hoch signifikanter Gruppenunterschied im Rechtschreibtest ( $p \leq .004$ ) zu Ungunsten der Kontrollgruppe und ein grenzwertig signifikanter Unterschied im Pseudotextlesetest auf Fehler ( $p \leq .050$ ) zu Gunsten der Trainingsgruppe. Bei den übrigen Lesetests kann im Gruppenvergleich ein Signifikanzniveau nicht erreicht werden.

**Tabelle 23:** Differenzen der gemittelten Rohwerte aller Testvariablen zwischen **Ausgangstestung** und **1. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Mann-Whitney-U-Test</b> asymptotische Signifikanz (2-seitig)
<b>DRT-5</b>	1,9 (5)	- 3,4 (5)	<b>.004 **</b>
<b>ZLT-Fehler</b>	- 12,0 (16)	- 8,5 (10)	.406
<b>ZLT-Zeit</b>	- 43,0 (79)	- 12,7 (83)	.734
<b>PLT-Fehler</b>	- 14,2 (12,1)	- 6,9 (8,6)	<b>.050 *</b>
<b>PLT-Zeit</b>	- 10,5 (25,1)	- 0,43 (57,6)	.831

\*\* = hoch signifikanter Gruppenunterschied im DRT-5, \* = grenzwertig signifikanter Gruppenunterschied im PLT-Fehler, in den übrigen Testleistungen liegen nicht signifikante Gruppenunterschiede vor.

**Univariater Vergleich der Testzeitpunkte im Lesen und Rechtschreiben vom 1. Retest zum 2. Retest**

Im Weiteren werden die Veränderungen der gemittelten Rohwerte vom ersten zum zweiten Retest untersucht und wiederum auf signifikante Gruppenunterschiede geprüft. Wie aus der nächsten Tabelle 24 hervorgeht, liegen sowohl hinsichtlich der Anzahl der Richtigschreibungen im DRT-5 als auch in den Lesetests keine signifikanten Leistungsveränderungen zwischen den Gruppen vor.

**Tabelle 24:** Differenzen der gemittelten Rohwerte aller Testvariablen zwischen **1. und 2. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Mann-Whitney-U-Test</b> asymptotische Signifikanz (2-seitig)
<b>DRT-5</b>	1.2 (5.6)	4.7 (5,4)	.059
<b>ZLT-Fehler</b>	3.7 (7.7)	- 0.45 (7.1)	.100
<b>ZLT-Zeit</b>	- 48.3 (76.6)	- 46.3 (37.1)	.407
<b>PLT-Fehler</b>	5.5 (10.4)	- 0.32 (10.8)	.099
<b>PLT-Zeit</b>	- 24.9 (31.9)	- 16.6 (47.6)	.579

in allen Parametern bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

### **Univariater Vergleich der Testzeitpunkte im Lesen und Rechtschreiben vom Ausgangstest zum 2. Retest**

Um schließlich eine Aussage bezüglich eines Gesamteffektes des Trainings auf die Lese- und Rechtschreibleistungen treffen zu können, wird der Testzeitpunkt zum 2. Retest mit dem Ausgangstestzeitpunkt verglichen. Die Auswertung dieser langen Zeitspanne ergibt bei allen Testvariablen keine signifikanten Gruppenunterschiede. Der geschilderte Sachverhalt kann anschließend der Tabelle 25 entnommen werden.

**Tabelle 25:** Differenzen der gemittelten Rohwerte aller Testvariablen zwischen **Ausgangstestung und 2. Retest** im Gruppenvergleich (*Standardabweichung in Klammern*)

<b>Variable</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Mann-Whitney-U-Test</b> asymptotische Signifikanz (2-seitig)
<b>DRT-5</b>	3.5 (57)	3.1(6)	.420
<b>ZLT-Fehler</b>	- 9.0 (17)	- 9.45 (13)	.683
<b>ZLT-Zeit</b>	- 236,9 (157)	- 151.0 (83)	.088
<b>PLT-Fehler</b>	- 8.8 (13)	- 7.1 (12)	.609
<b>PLT-Zeit</b>	- 37.0 (42)	- 22.0 (38)	.373

in allen Parametern bestehen nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

### 5.2.3. Finden sich in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf signifikante Veränderungen?

Im Unterschied zum Punkt 5.2.1 und 5.2.2 werden nun nicht Betrachtungen im Gruppenvergleich, sondern in den einzelnen Gruppen über den Zeitverlauf dargestellt. Da sich bei der Untersuchung auf Veränderungen von einem zum nächsten Testzeitpunkt (vgl. 5.2.2) zwischen den Gruppen nur beim DRT-5 und PLT-Fehler signifikante Ergebnisse ergaben, werden nur ihre Verläufe innerhalb der einzelnen Gruppen aufgeführt.

Unter Zuhilfenahme des Friedmann-Tests wird entsprechend der Verfahrensweise wie bei den Zeitverarbeitungsparametern innerhalb jeder Gruppe ein Mittelwertvergleich der Testrohre von DRT-5 und PLT auf Fehler über den gesamten zeitlichen Verlauf durchgeführt. Die Wertdifferenzen der Rangreihen, die gruppenweise für die gemittelten Testrohre zu den drei Testzeitpunkten ermittelt werden, erfahren wiederum eine Prüfung ihres Signifikanzniveaus. Dabei ergeben sich bei der Betrachtung der Verläufe zu allen drei Testzeitpunkten hochsignifikante Wertdifferenzen, welche zum einen die Trainingsgruppe betreffen (PLT-Fehler:  $p \leq .001$ ) und zum anderen in der Kontrollgruppe anzutreffen sind (DRT-5:  $p \leq .003$ ).

**Tabelle 26:** Verlaufsstatistik der Mittelwerte der Rohwerte von DRT-5 und PLT auf Fehler über die drei Untersuchungszeitpunkte für jede Gruppe getrennt mittels **Friedmann-Test**

	Trainingsgruppe			Kontrollgruppe		
	$\chi^2$	df	p	$\chi^2$	df	p
<b>DRT-5</b>	5.778	2	.056	11.387	2	<b>.003**</b>
<i>Mittlerer Rang (t0/t1/t2)</i>	1.68/1.89/2.42			2.08/1.45/2.47		
<b>PLT-Fehler</b>	14.946	2	<b>.001**</b>	4.649	2	.098
<i>Mittlerer Rang (t0/t1/t2)</i>	2.61/1.37/2.03			2.37/1.95/1.68		

t0 = Erhebungszeitpunkt der Ausgangswerte, t1 = 1. Retest, t2 = 2. Retest mit mittleren Rangplätzen für die Parameter DRT-5 und PLT-Fehler (große Werte erhalten hohe Rangplätze), \*\* hoch signifikant, df = Anzahl der Freiheitsgrade,  $\chi^2$  = Chi-Quadrat.

Zusammenfassend ergibt sich zu Tabelle 26 folgendes Bild: Aufgrund der Bewertung der Wertdifferenzen über die jeweiligen Testzeitpunkte treten bei der Trainingsgruppe von hoch signifikanten bis nicht signifikanten Veränderungen im zeitlichen Verlauf auf. Diese hoch signifikanten Veränderungen des PLT-Fehler ( $p \leq .001$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 14.946$ ) finden ihre Extremwerte der Ränge dieser Gruppe im 1. Retest (Mittlere Ränge: von 2.61 auf 1.37), die im 2. Retest ihr Ausgangsniveau wieder suchen (2.03). Bei der Untersuchung der Rechtschreibleistung ergibt sich im Gegensatz dazu eine nahezu lineare Verbesserung der zeitlichen Verlaufskurve (Mittlere Ränge: 1.68/1.89/2.42). Die Diskrepanz des Ausgangs-, Zwischen- und Endwertes erreicht daher keine signifikante Veränderung ( $p \leq .056$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 5.778$ ).

In der Kontrollgruppe verhalten sich die Ränge der Werte im Verlauf von Lesen und Rechtschreiben dagegen in umgekehrter Weise. Hier weist der Friedmann-Test nun dieser Gruppe im Verlauf des DRT-5 eine hohe Signifikanz zu ( $p \leq .003$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 11.387$ ). Diese hoch signifikanten Veränderungen des DRT-5 finden ihre Extremwerte der Ränge im 1. Retest (Mittlere Ränge: von 2.08 auf 1.45) und überschreiten im 2. Retest sogar ihr Ausgangsniveau (2.47). Anders verhält sich der Verlauf dieser Gruppe im PLT-Fehler, denn in diesem Testverfahren klassifiziert sich der Veränderungsverlauf nahezu linear (Mittlere Ränge: 2.37/ 1.95/ 1.68), führt letztendlich aber zu keinem signifikanten Ergebnis ( $p \leq .098$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 4.649$ ).

#### 5.2.4. Unterscheiden sich die Verläufe zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe?

Als Nächstes stellt sich die Frage, ob die Kinder im Rechtschreiben (DRT-5) und Lesen (PLT auf Fehler) insgesamt vom Training profitiert haben. Mit Hilfe des varianzanalytischen Verfahrens mit drei Messwiederholungen sollen die zeitlichen Verläufe zwischen Trainings- und Kontrollgruppe in den Lese- und Rechtschreibtests auf signifikante Veränderungen untersucht werden. Auch hier wird der Einfluss des zweistufigen Faktors „Klasse“ berücksichtigt. Mit Hilfe der Kovarianzanalyse konnte wiederum der Einfluss einer Kontrollvariablen (hier Ausgangstest) auf die abhängige Variable (hier Nachtests) „neutralisiert“ werden. Die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen der drei Testzeitpunkte können der Tabelle 27 entnommen werden. Dabei ergeben sich im Verlauf der drei Testzeitpunkte in allen Tests keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Gruppen. Demzufolge kann von einem Trainingserfolg nicht ausgegangen werden.

**Tabelle 27:** Veränderungen in den Lese- und Rechtschreibleistungen im zeitlichen Verlauf mittels *univariater Varianzanalyse mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Kovariaten der jeweiligen Ausgangswerte* (Testform: Pillai-Spur)

<b>Parameter</b>	<b>F</b>	<b>df</b>	<b>p</b> (Interaktion Gruppe mit Verlauf)
<b>DRT-5</b>	2.549	2.00	.093
<b>ZLT-Fehler</b>	.999	2.00	.378
<b>ZLT-Zeit</b>	.355	2.00	.704
<b>PLT-Fehler</b>	1.700	2.00	.198
<b>PLT-Zeit</b>	.117	2.00	.890

DRT-5 = Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen, ZLT = Zürcher Lesetest auf Zeit in Sekunden bzw. auf Anzahl der Lesefehler, PLT = Pseudotextlesetest auf Zeit in Sekunden bzw. auf Anzahl der Lesefehler. Es bestehen keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Verlauf.

### 5.2.5. Zusammenfassung

Zusammenfassend konnte in diesem Kapitel zunächst ermittelt werden, dass sowohl zum Zeitpunkt des ersten als auch zum zweiten Retest in allen Rechtschreib- und Lesetests keine Gruppendiskriminierungen vorliegen (vgl. Tab. 21 und 22). Dabei unterscheiden sich beide Gruppen zum Zeitpunkt des Ausgangstests nur im Rechtschreiben signifikant voneinander, denn die Kontrollgruppe startet mit besseren Ausgangstestleistungen ( $p \leq .019$ , vgl. Tab.3).

Bei der nachfolgenden Untersuchung auf Veränderungen der Testwerte von einem zum nächsten Zeitpunkt werden Differenzberechnungen der gemittelten Testwerte zwischen Ausgangstest und 1. Retest, 1. und 2. Retest und schließlich zwischen Ausgangstest und 2. Retest im Gruppenvergleich durchgeführt und auf Signifikanzunterschiede mit dem Mann-Whitney-U-Test untersucht. Dabei stellt sich heraus, dass in der Kontrollgruppe vom Ausgangstest zum 1. Retest die Testleistungen im Rechtschreiben hoch signifikant ( $p \leq .004$ ) schlechter geworden sind. Im Lesen zeigt die Trainingsgruppe lediglich im PLT auf Fehler eine signifikante Leistungsverbesserung, diese liegt mit  $p \leq .050$  an der Grenze der Signifikanz (vgl. Tab. 23). Betrachtet man die Veränderungen der Testrohwerte zwischen den weiteren Erhebungszeitpunkten (1. / 2. Retest, Ausgangstest / 2. Retest), so werden im Rechtschreibtest und allen Lesetests auf Geschwindigkeit und Sicherheit im Gruppenvergleich keine Signifikanzfälle mehr erreicht (vgl. Tab. 24 bzw. 25).

Unter Zuhilfenahme des nicht-parametrischen Verfahrens, dem Friedmann-Test, wird ein Mittelwertsvergleich über den gesamten zeitlichen Verlauf durchgeführt und auf signifikante Veränderungen innerhalb jeder einzelnen Gruppe untersucht. Die Bewertung der Wertdifferenzen über die drei Testzeitpunkte ergibt bei der Trainingsgruppe eine hoch signifikante Veränderung des PLT-Fehler ( $p \leq .001$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = .946$ ) im zeitlichen Verlauf. Bei der Untersuchung der Rechtschreibleistung ergibt sich im Gegensatz dazu eine nahezu lineare Verbesserung der zeitlichen Verlaufskurve, welche auf keinem signifikantem Niveau angesiedelt ist ( $p \leq .056$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 5.778$ , vgl. Tab. 26). In der Kontrollgruppe verhalten sich die Ränge der Werte im Verlauf von Lesen und Rechtschreiben dagegen in umgekehrter Weise. Hier weist der Friedmann-Test dieser Gruppe im Verlauf des DRT-5 eine hohe Signifikanz zu ( $p \leq .003$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 11.387$ ). Dagegen führt der Verlauf dieser Gruppe im PLT-Fehler zu keinem signifikanten Ergebnis ( $p \leq .098$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 4.649$ , vgl. Tab. 26).

Veränderungen im zeitlichen Verlauf von DRT-5 und PLT-Fehler werden auch im Wilcoxon-Test bestätigt (vgl. Abb. 14 und 16). Es handelt sich hierbei um ein Testverfahren, welches Veränderungen zwischen zwei Messzeitpunkten innerhalb einer Gruppe analysiert. Dabei ergeben sich im PLT-Fehler innerhalb der Trainingsgruppe zwischen Ausgangstest und 1. Retest höchst signifikante ( $p \leq .000$ ) und zwischen 1. und 2. Retest signifikante ( $p \leq .033$ ) Leistungsveränderungen. Auch in der Kontrollgruppe werden im PLT-Fehler hoch signifikante Veränderungen ( $p \leq .005$ ) zwischen Ausgangstest und 1. Retest berechnet, zwischen 1. und 2. Retest erweisen sich die Veränderungen als nicht signifikant. Im DRT-5 verfehlen die zeitlichen Verläufe der Trainingsgruppe zwischen den Testzeitpunkten das Signifikanzniveau. Dagegen ergeben sich innerhalb der Kontrollgruppe hoch signifikante Leistungsveränderungen zwischen Ausgangstest und 1. Retest ( $p \leq .001$ ) sowie zwischen 1. und 2. Retest ( $p \leq .002$ ).

Die heterogene Gruppenzusammensetzung hinsichtlich der Ausgangstestleistungen im Rechtschreiben der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe wird anhand graphischer Darstellungen individueller Verläufe der einzelnen Kinder verbildlicht (Abb. 19 bzw. 20). Deutlich geht hervor, dass eine Verbesserung vor allem bei den schlechten Schülern der Trainingsgruppe anzutreffen ist. Hingegen weisen die individuellen Verläufe im Pseudotextlesetest auf Fehler von Trainings- und Kontrollgruppe (Abb. 21 bzw. 22) eine breite Streuung der einzelnen Testwerte in beiden Gruppen auf. Schlechte Ausgangstestleistungen sind verstärkt in der Trainingsgruppe vertreten und führen bei den Erhebungen zum 1. Retest daher zu einer höheren Leistungsverbesserung als in der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen aller drei

Testzeitpunkte ergeben im Verlauf aller Tests keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Gruppen. Demzufolge kann von einem Trainingserfolg nicht ausgegangen werden (vgl. Tab. 27).

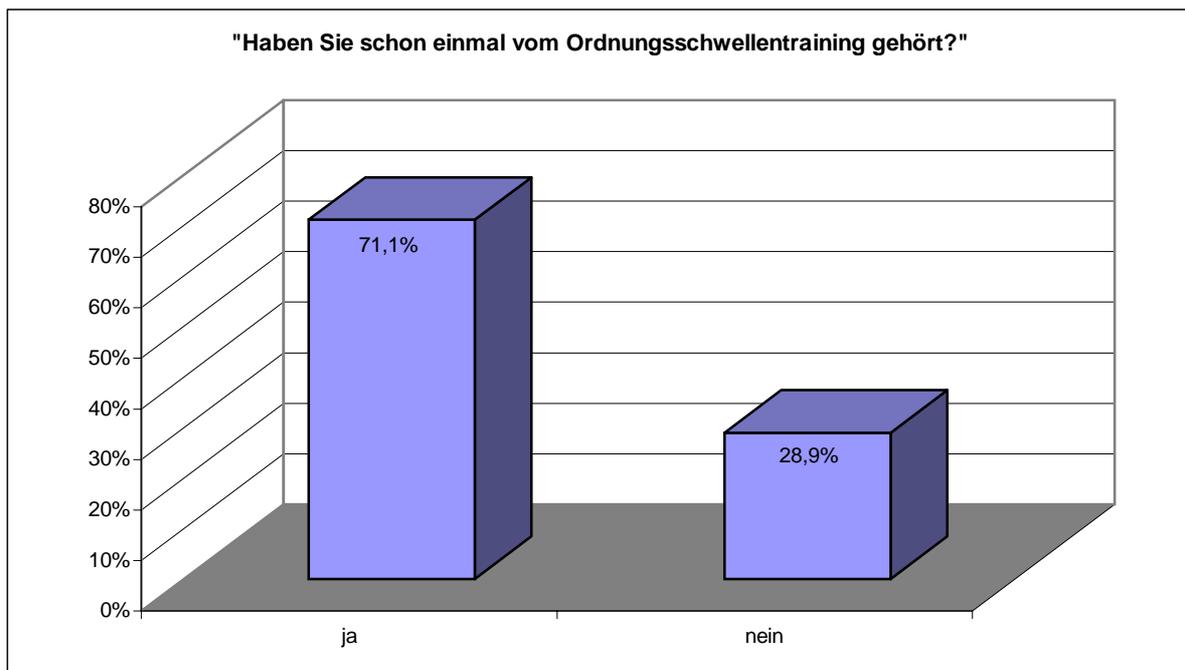
### 5.3. EINSCHÄTZUNGEN DER TRAININGSEFFEKTE AUS DER SICHT VON ELTERN, LEHRERN UND KINDERN

In diesem Kapitel soll zunächst anhand graphischer Darstellungen aufgezeigt werden, welche Erwartungen an das Training der Zeitverarbeitungsparameter aus der Sicht von Eltern und Lehrern gestellt wurden. Im Weiteren wird schließlich nach Abschluss der Trainingseinheiten durch gezielte Befragungen festgestellt, ob denn erwartete Effekte überhaupt eingetreten sind. Als Grundlage dieser Analysen dienen Auswertungen der Fragebögen in Form von Häufigkeitstabellen, welche wie bereits erwähnt, im Anhang 1A-44A und 53A - 55A illustriert werden.

#### 5.3.1. Welche Erwartungen werden an das Training gestellt?

##### **Sichtweise der Eltern**

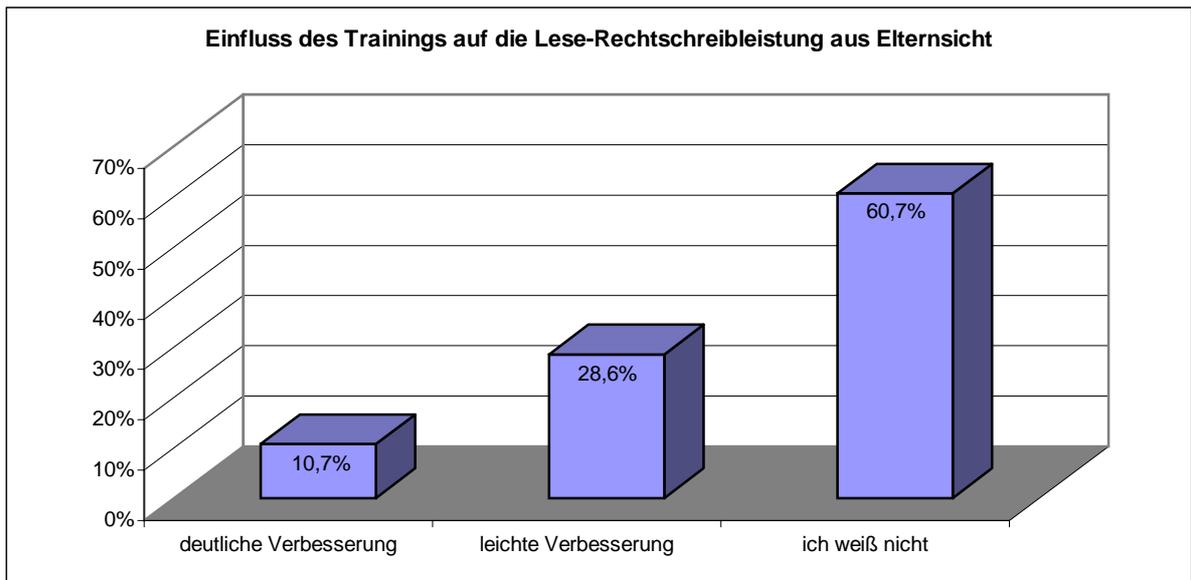
Von besonderem Interesse sind die subjektiven Erwartungen der Eltern hinsichtlich des Einflusses des Ordnungsschwellentrainings auf Lese-Rechtsschreibstörung, Lernmotivation sowie der Konzentrationsfähigkeit im Vorfeld. Mit Hilfe der nachfolgenden Häufigkeitsdiagramme werden Einschätzungen der Eltern zum jeweiligen Item vor Beginn des Trainings näher erläutert. Vorab illustriert die anschließende Abbildung 22 den Bekanntheitsgrad des Ordnungsschwellentrainings innerhalb der Elternschaft.



**Abb. 23: Prozentualer Anteil der Eltern, welche bereits etwas vom Ordnungsschwellentraining gehört haben. Der Großteil der Befragten (71,1%, n =27) haben bereits vom Ordnungsschwellentraining gehört und 28,9% (n=11) der Eltern ist diese Methode unbekannt.**

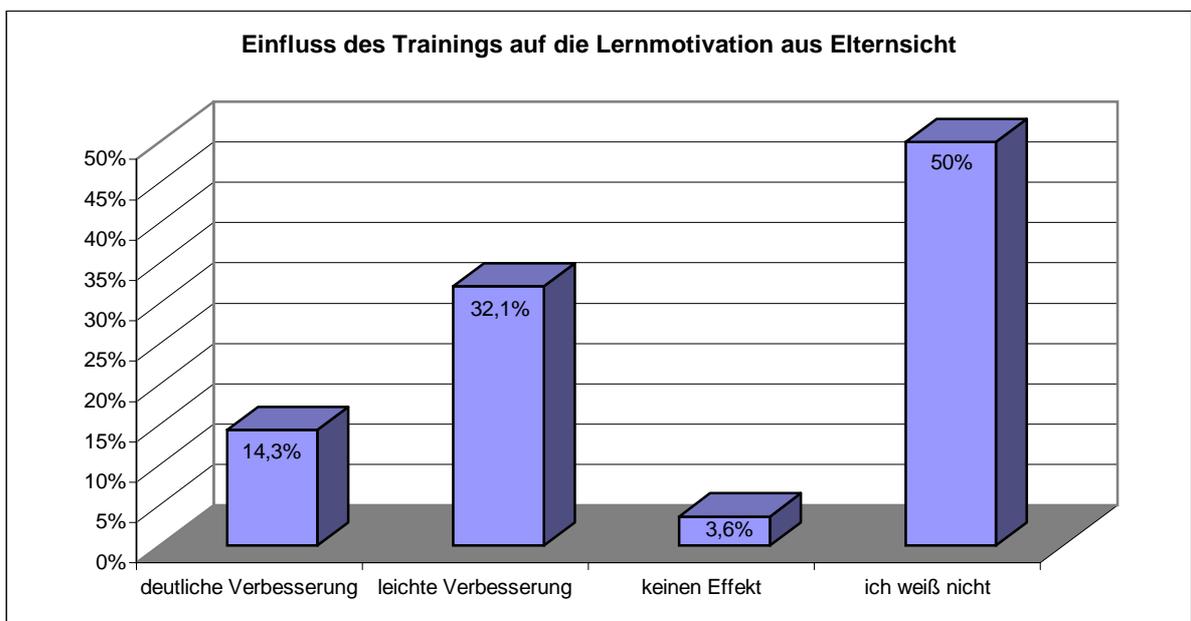
Aus der Abbildung 23 wird ersichtlich, dass die meisten der Befragten (71,1%, n=27) bereits etwas vom Ordnungsschwellentraining gehört haben, dagegen ist diese Methode 28,9% (n=11) der Eltern gänzlich unbekannt.

Die nächste Abbildung 24 zeigt auf, wie die Befragten den Einfluss des Trainings auf die LRS im Vorfeld einschätzen. Dabei ergeben die Auswertungen folgenden Sachverhalt: Die Meisten (60,7%, n=17) können hierzu keine Aussage treffen, 28,6% (n=8) vermuten eine leichte Verbesserung der LRS und 10,7% (n=3) der Befragten erhoffen sich sogar eine deutliche Verbesserung der Schwäche.



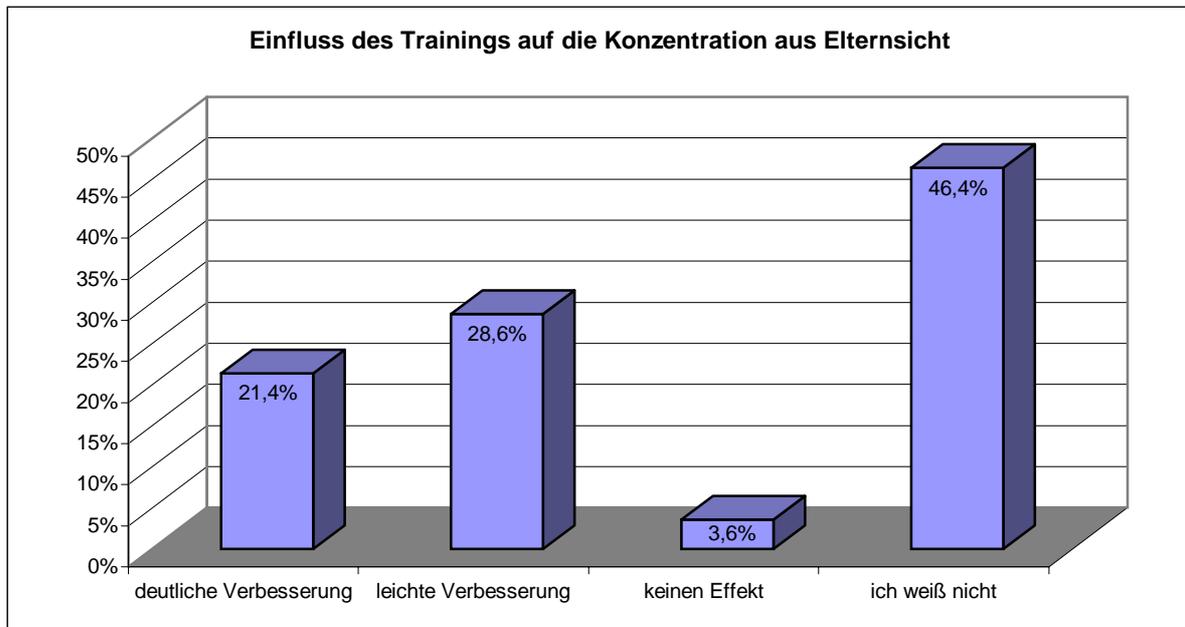
**Abb. 24: Erwartungen der Eltern an das Training bei Kindern mit LRS in Prozent. Die Meisten (60,7%, n=17) können hierzu keine Aussage treffen, 28,6% (n=8) vermuten eine leichte Verbesserung der LRS und 10,7% (n=3) der Befragten erhoffen sich sogar eine deutliche Verbesserung der Schwäche.**

Im Weiteren wird der Einfluss des Ordnungsschwellentrainings auf die Lernmotivation geprüft. Wie in der nachstehenden Abbildung 25 ersichtlich wird, vermuten bereits 3,6% der Eltern (n=1) im Vorfeld, das Training würde keinen Effekt erbringen. Dagegen erhoffen sich 14,3% (n=4) der Befragten eine deutliche Verbesserung der Lernmotivation und 32,1% (n=9) eine leichte Verbesserung. Die Hälfte aller Eltern (n=14) können sich hierzu keine Meinung bilden.



**Abb. 25: Elterneinschätzungen des Trainingseinflusses auf die Lernmotivation in Prozent. 3,6% der Eltern (n=1) vermuten im Vorfeld, das Training würde keinen Effekt erbringen. Dagegen erhoffen sich 14,3% (n=4) der Befragten eine deutliche Verbesserung der Lernmotivation und 32,1% (n=9) eine leichte Verbesserung. Die Hälfte aller Eltern (n=14) können sich hierzu keine Meinung bilden.**

Schließlich illustriert die Abbildung 26 das Item „Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit“. Auch hier wird verdeutlicht, dass der überwiegende Anteil der Eltern dem Ordnungsschwellentraining eine deutliche (21,4%, n=6) bzw. eine leichte Verbesserung (28,6%, n=8) hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit beimessen. Ein Befragter (3,6%) wiederum glaubt nicht an den Effekt und 46,4% (n=13) wissen nicht, ob die Konzentrationsfähigkeit mittels eines Trainings beeinflussbar wäre.

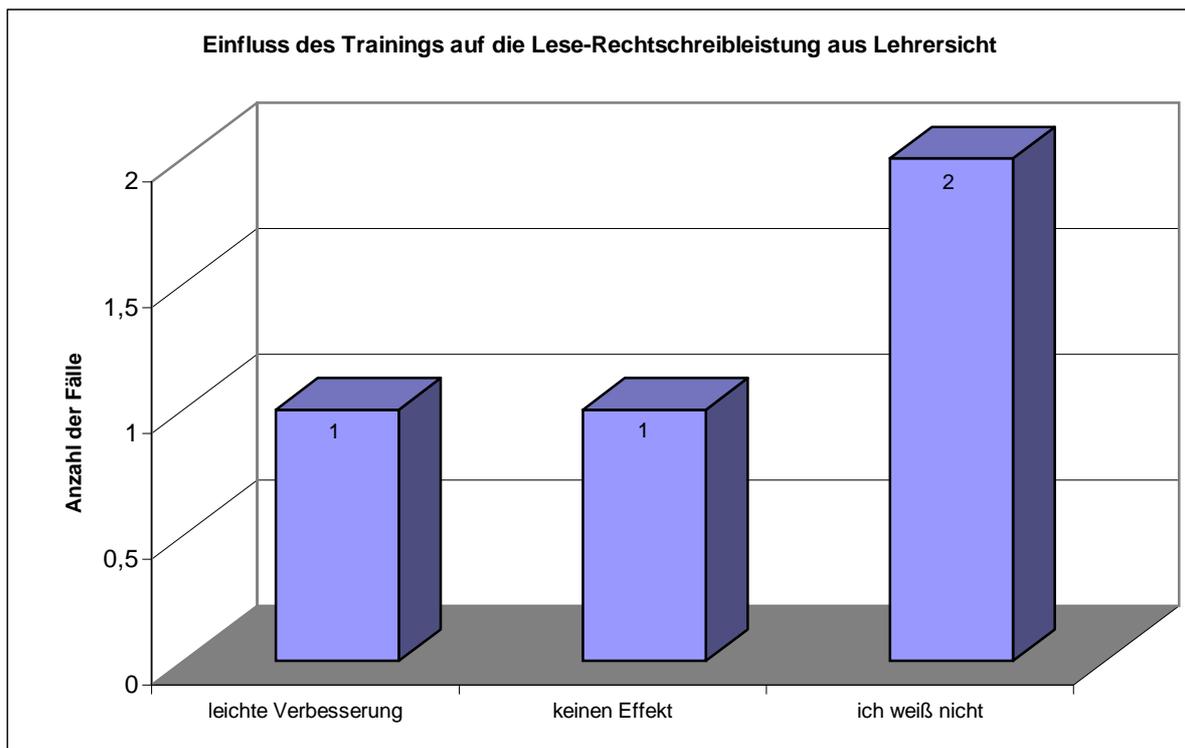


**Abb. 26: Prozentualer Anteil der Einschätzungen des Trainingseinflusses auf die Konzentrationsfähigkeit. Der überwiegende Anteil der Eltern vermutet eine deutliche (21,4%, n=6) bzw. eine leichte Verbesserung (28,6%, n=8) hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit. Ein Befragter (3,6%) wiederum glaubt nicht an den Effekt und 46,4% (n=13) wissen nicht, ob die Konzentrationsfähigkeit mittels eines Trainings beeinflussbar wäre.**

### Sichtweise der Lehrer

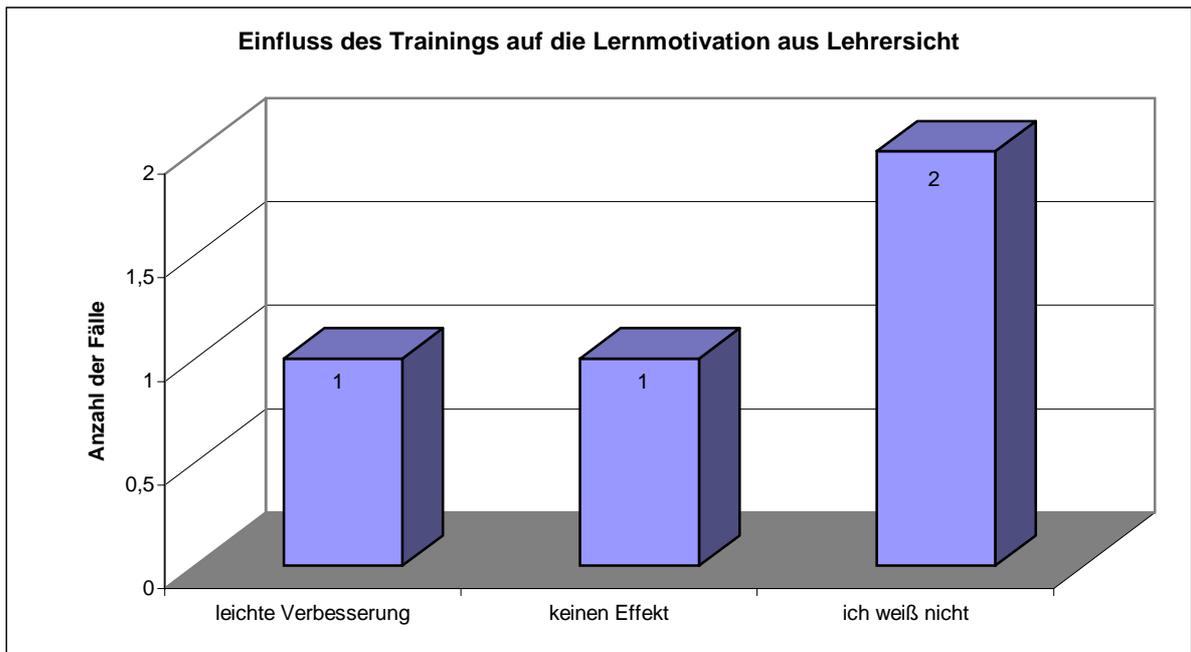
Nicht nur die Elternmeinung, sondern auch die Lehrermeinung bezüglich des Trainings geht in die Auswertung mit ein. Hierzu sollen ebenfalls die Lehrkräfte den Einfluss auf Lese-Rechtschreibleistung, Lernmotivation sowie Konzentrationsfähigkeit im Vorfeld beurteilen. Ferner wird zusätzlich die Frage gestellt, ob die Kinder denn ein Ordnungsschwellentraining erhalten sollen. Zu den jeweiligen Items veranschaulichen die nachfolgenden Häufigkeitsdiagramme die Ergebnisse.

Abbildung 27 verdeutlicht, dass allgemein die Lehrer eine leichte Verbesserung auf die Lese-Rechtschreibung durch das Training lediglich in einem Fall vermuten. Kein Effekt dagegen wird in einem weiteren Fall angegeben. In zwei Fällen kann der Trainingseinfluss auf die Lese-Rechtschreibung nicht beurteilt werden. Ein Großteil der Items blieb jedoch unbeantwortet (n = 47).



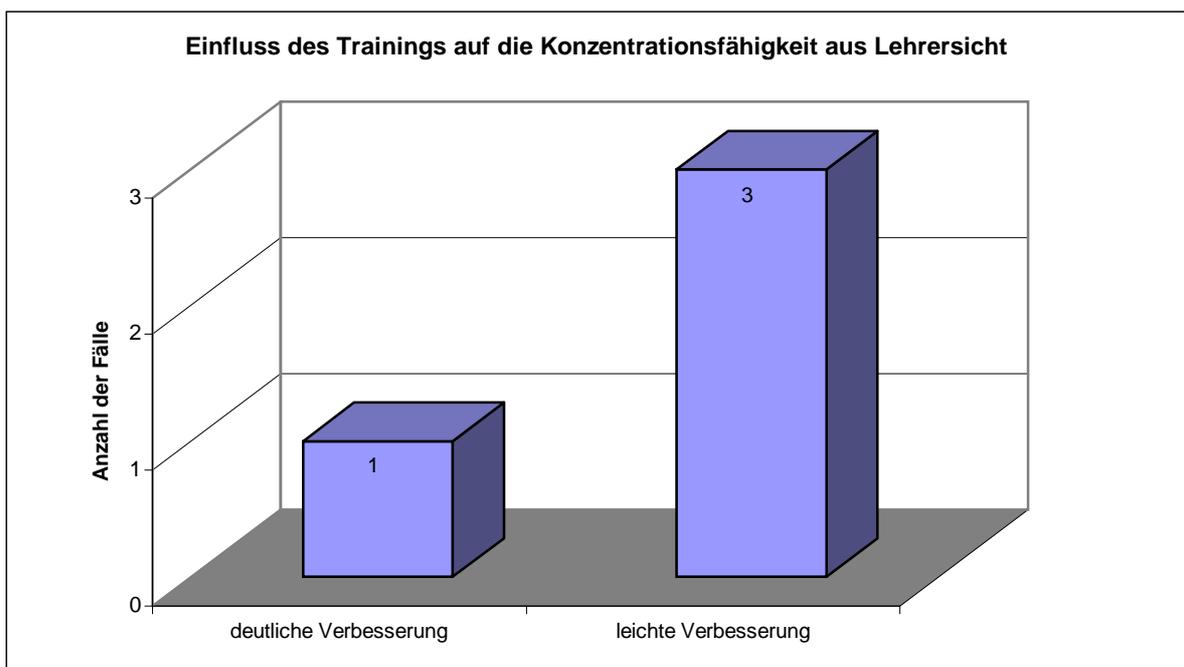
**Abb. 27: Häufigkeiten der Einschätzungen des Trainingseinflusses auf die Lese-Rechtschreibung durch die Lehrer. In einem Fall vermuten die Befragten eine leichte Verbesserung auf die Lese-Rechtschreibung, in einem weiteren Fall dagegen keinen Effekt. In weiteren zwei Fällen kann der Trainingseinfluss auf die Lese-Rechtschreibung nicht beurteilt werden.**

Bezüglich der Stellungnahme zum Einfluss des Trainings auf die Lernmotivation werden wiederum insgesamt nur 4 Items beantwortet. Daraus ergibt die Auswertung (siehe Abbildung 28) nur in einem Fall keinen Trainingseffekt, in einem weiteren Fall wird auf eine leichte Verbesserung gehofft. In den übrigen 2 Fällen kann ein Trainingseinfluss nicht beurteilt werden. Auch zu diesem Punkt blieb ein Großteil der Antworten unbeantwortet (n = 47).



**Abb. 28:** Häufigkeiten der Einschätzungen des Trainingseinflusses auf die Lernmotivation durch die Lehrer. In einem Fall wird kein Trainingseffekt angenommen, in einem weiteren wird auf eine leichte Verbesserung gehofft. In den übrigen 2 Fällen kann ein Trainingseinfluss nicht beurteilt werden.

Analog zum Elternfragebogen, wird auch den Lehrern die Frage gestellt, ob das Training denn einen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit mit sich bringen würde. Hierzu ergeben 3 Fälle, das Training ermögliche eine leichte Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit. In einem weiteren Fall wird eine deutliche Verbesserung vermutet. Abbildung 29 veranschaulicht nochmals den Sachverhalt.



**Abb. 29:** Häufigkeiten der Einschätzungen des Trainingseinflusses auf die Konzentrationsfähigkeit durch die Lehrer. In drei Fällen wird angenommen, das Training ermögliche eine leichte Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit, in einem weiteren Fall wird eine deutliche Verbesserung vermutet.

Schließlich interessiert noch die allgemeine Stellungnahme der Lehrkräfte, ob denn alle Kinder mit Schulproblemen ein Ordnungsschwellentraining erhalten sollten (siehe Abb. 30). Resultierend kann aus den hierzu abgegebenen drei Antworten entnommen werden, dass in zwei Fällen einem Ordnungsschwellentraining zugestimmt wird, dagegen wird in einem Fall ein Training abgelehnt. Zu dieser Frage fehlen 48 Antworten.

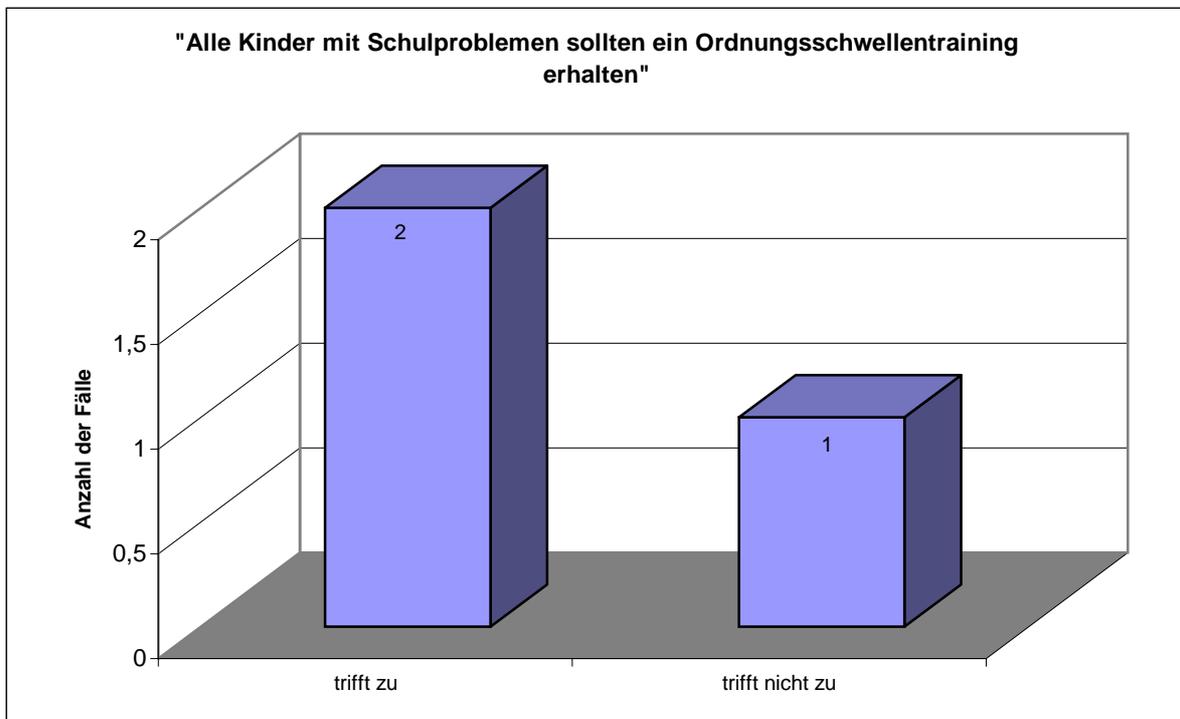
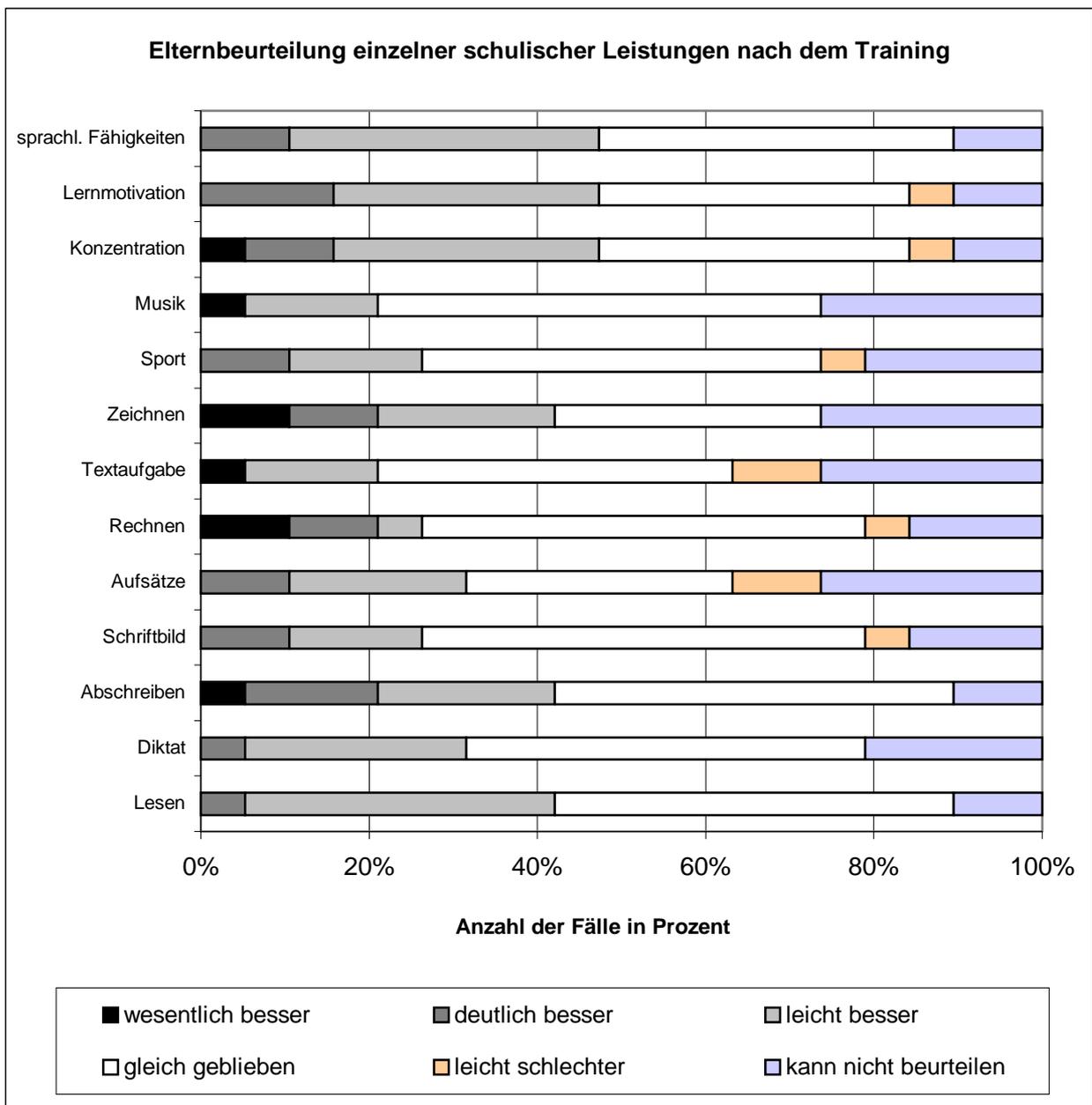


Abb. 30: Häufigkeiten der Antworten aus der Lehrerschaft, ob denn alle Kinder mit Schulproblemen ein Ordnungsschwellentraining erhalten sollten. Von den insgesamt abgegebenen drei Antworten wird in zwei Fällen dieser Frage zugestimmt, in einem Fall dagegen gestimmt.

5.3.2. Wie werden die Trainingseffekte anhand einzelner schulischer Leistungen nach dem Training beurteilt?

#### Beurteilung durch die Eltern

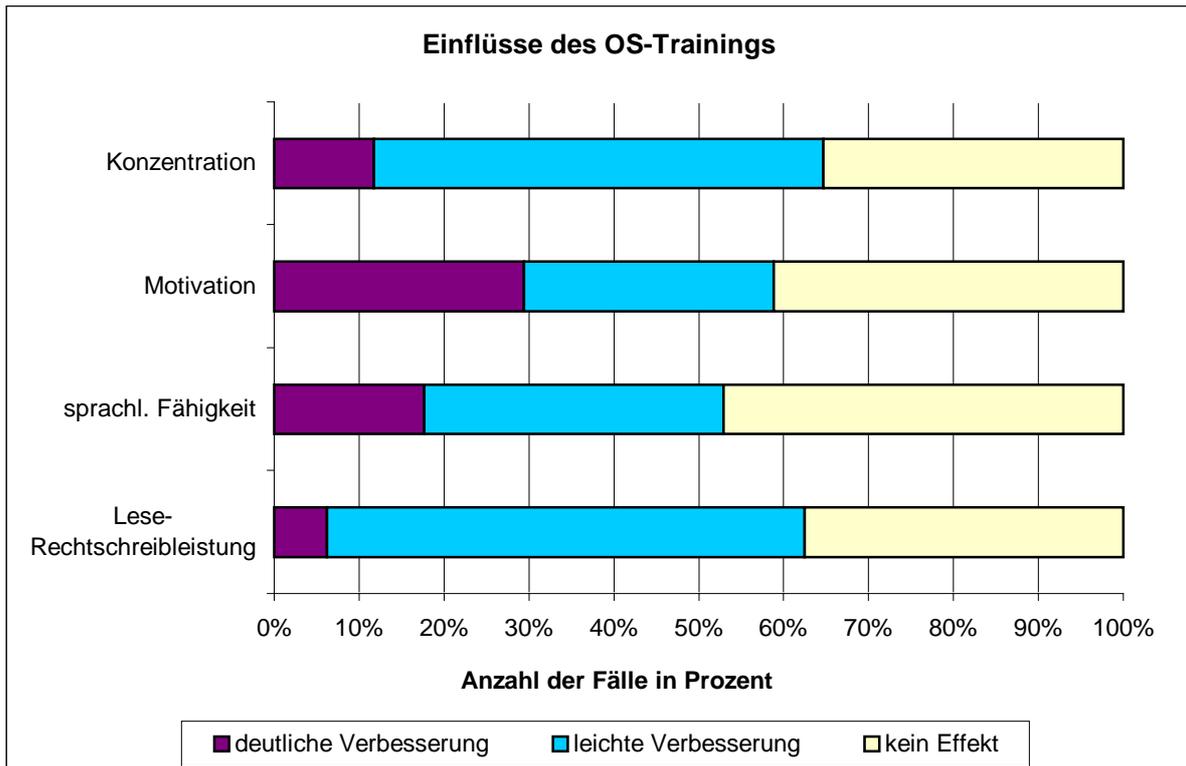
Um die Effektivität des Ordnungsschwellentrainings hinsichtlich der schulischen Leistungen aus Elternsicht zu objektivieren, werden nach dem Training einzelne Schulleistungen mit Hilfe von Fragebögen und anschließend mittels Häufigkeitsanalysen ausgewertet. Ferner haben die Befragten die Möglichkeit, sich gezielt zum Thema Ordnungsschwellentraining zu äußern. In die Auswertungen liefen lediglich nur Informationen deren Eltern ein, deren Kinder auch am Training teilnahmen. Bei der Auswertung der Fragebögen bleiben fehlende Werte unberücksichtigt, so dass jeweils nur die gültigen Prozente in die Darstellung einbezogen werden. Die nachstehenden Abbildungen veranschaulichen mit Hilfe von Stapeldiagrammen die Ergebnisse zur Umfrage.



**Abb. 31: Beurteilung einzelner schulischer Leistungen der Kinder nach dem Training durch die Eltern in Prozenten. Mehrheitlich vertreten die Eltern die Meinung, die schulischen Leistungen wären „gleich geblieben“. An zweiter Stelle dieser Befragung werden die Leistungen mit „leicht besser“ bewertet und die wenigsten unter ihnen entscheiden sich für eine „wesentlich bessere“ bzw. „leicht schlechtere“ Leistung ihrer Kinder. Während im Lesen die Leistungsverbesserung mit ca. 40% beurteilt wird, liegt die Rate im Diktat nur noch bei 30%.**

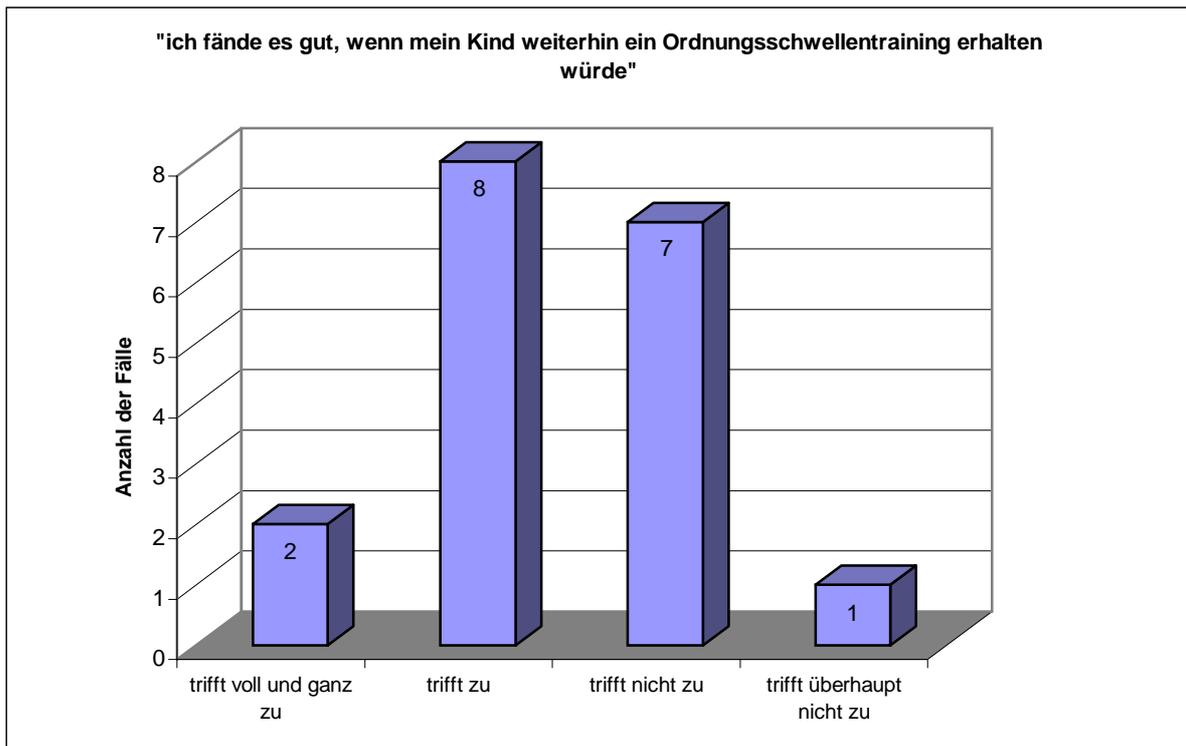
Aus der graphischen Darstellung (siehe Abb. 31) der prozentualen Häufigkeiten kann entnommen werden, dass die Mehrheit der Eltern die Meinung vertreten, die schulischen Leistungen wären „gleich geblieben“. An zweiter Stelle dieser Befragung werden die Leistungen mit „leicht besser“ bewertet und die wenigsten unter ihnen entscheiden sich für eine „wesentlich bessere“ bzw. „leicht schlechtere“ Leistung ihrer Kinder. Hinsichtlich der Veränderungen im Lesen und Rechtschreiben werden die Leistungsverbesserung im Lesen mit ca. 40% beurteilt und im Diktat nur noch mit 30%.

In der nächsten Abbildung 32 werden zusätzlich die Ergebnisse aus dieser Umfrage illustriert, welche die Einschätzungen des Trainingseinflusses auf vier weitere Items veranschaulichen wollen. Daraus geht hervor, dass insgesamt mehr als 50 % der Befragten dem Trainingseinfluss eine deutliche bis leichte Verbesserung einräumen. Keine Trainingseffekte bezüglich der jeweiligen Items werden in ca. 40% der Fälle zugeordnet. Ein positiver Trainingseinfluss wird insbesondere auf die Lese- Rechtschreibleistung transferiert und erreicht eine Rate von über 60%.



**Abb. 32: Einschätzungen des Trainingseinflusses auf „Konzentration“, „Motivation“, „sprachliche. Fähigkeit“ und „Lese-Rechtschreibleistung“ aus Elternsicht in Prozenten. Mehr als 50% der Befragten räumen dem Trainingseinfluss eine deutliche bis leichte Verbesserung in den jeweiligen Items ein. Kein Effekt des Trainings wird in ca. 40% der Fälle angegeben. Insbesondere der Lese- Rechtschreibleistung wird ein positiver Trainingseinfluss zugeschrieben und erreicht eine Rate von über 60%.**

Ferner soll die Stellungnahme der Eltern hinsichtlich des Ordnungsschwellentrainings bewertet werden. Hier ist von Interesse, ob denn die Kinder weiterhin ein Training erhalten sollen. Darunter entscheiden sich insgesamt 10 Befragte (55,5 %) für die Fortführung der Trainingssitzungen und weitere 8 Befragte (44,5 %) sprechen sich dagegen aus. Abbildung 33 liefert eine Übersicht.



**Abb. 33: Meinungsumfrage der Eltern zum Ordnungsschwellentraining. Insgesamt 10 Befragte (55,5 %) sprechen sich für die Fortführung der Trainingssitzungen aus und weitere 8 Befragte (44,5 %) befürworten nicht dessen Fortführung.**

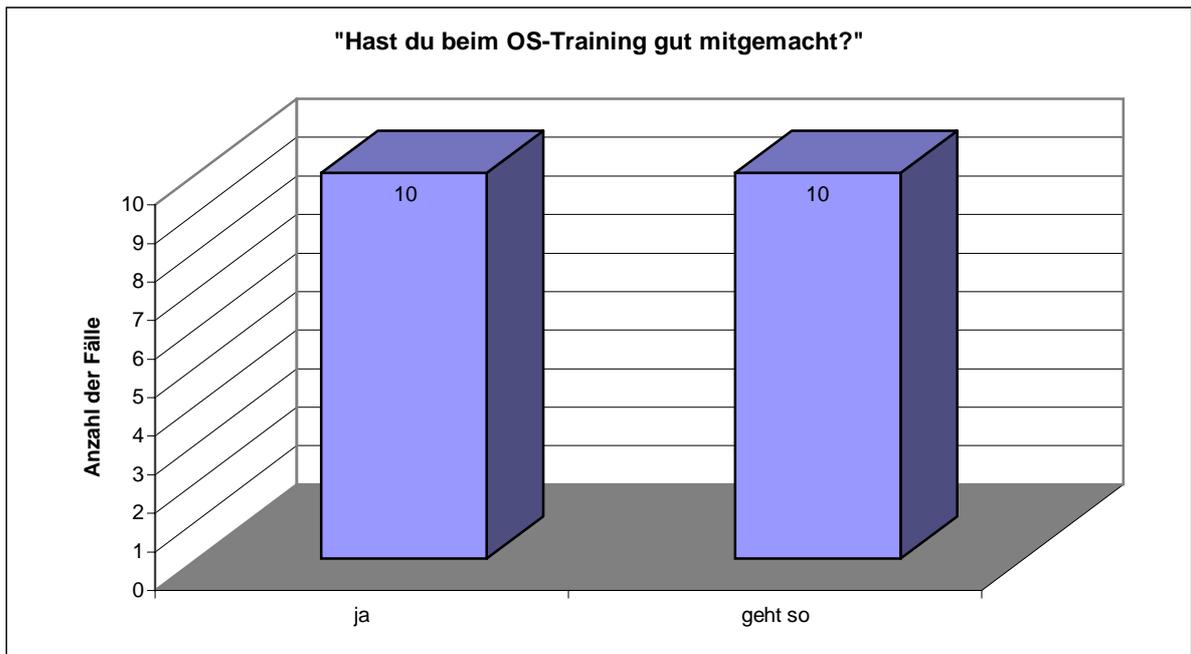
### **Beurteilung durch die Lehrer**

Nach dem Training kann lediglich eine pauschale Antwort der Lehrkräfte eingeholt werden. Alle Lehrer seien der Meinung, das Ordnungsschwellentraining hätte keinen Effekt erbracht und es gäbe auch keine Veränderungen zu verzeichnen. Zu diesem Abschnitt konnte auch kein Rücklauf der Fragebögen verzeichnet werden.

### **Beurteilung durch die Kinder**

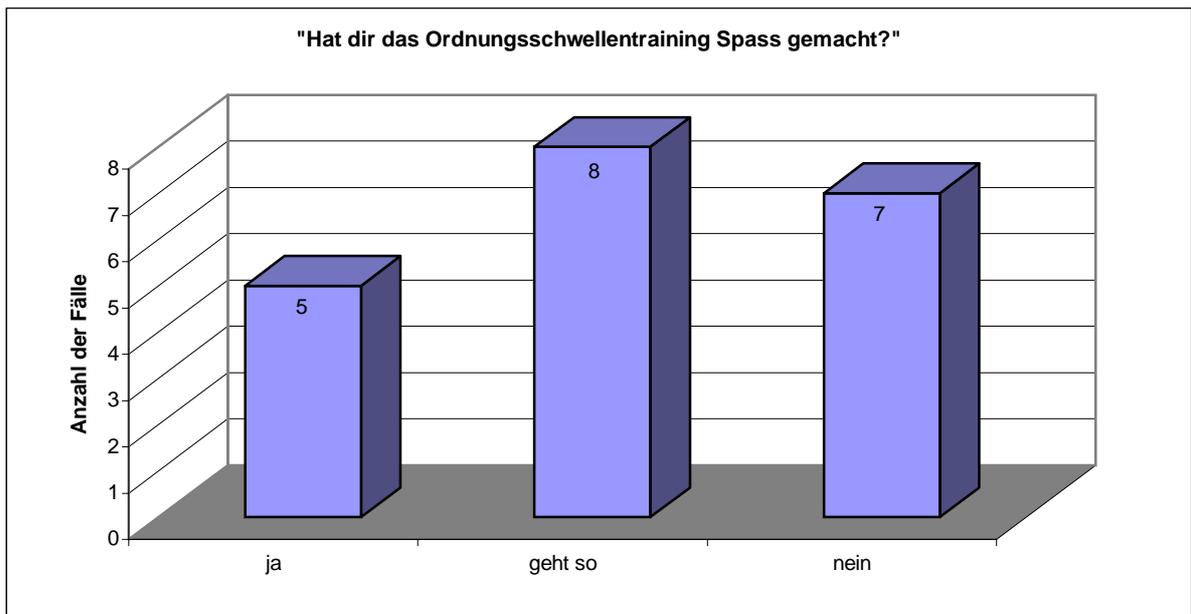
Nach Abschluss der Trainingseinheiten werden anschließend alle Kinder, die am Training teilnahmen, einmalig um ihre Meinung gebeten (siehe Kinderfragebogen im Anhang 53A). Dabei haben die Kinder die Antwortmöglichkeiten „ja“, „geht so“ und „nein“ zur Auswahl. Die nachstehenden Abbildungen veranschaulichen die Umfrage.

In der ersten Abbildung 34 wird ersichtlich, dass zehn der Kinder (50%) im Training gut mitgearbeitet haben. Die andere Hälfte (n=10) hat einigermaßen gut mitgemacht.



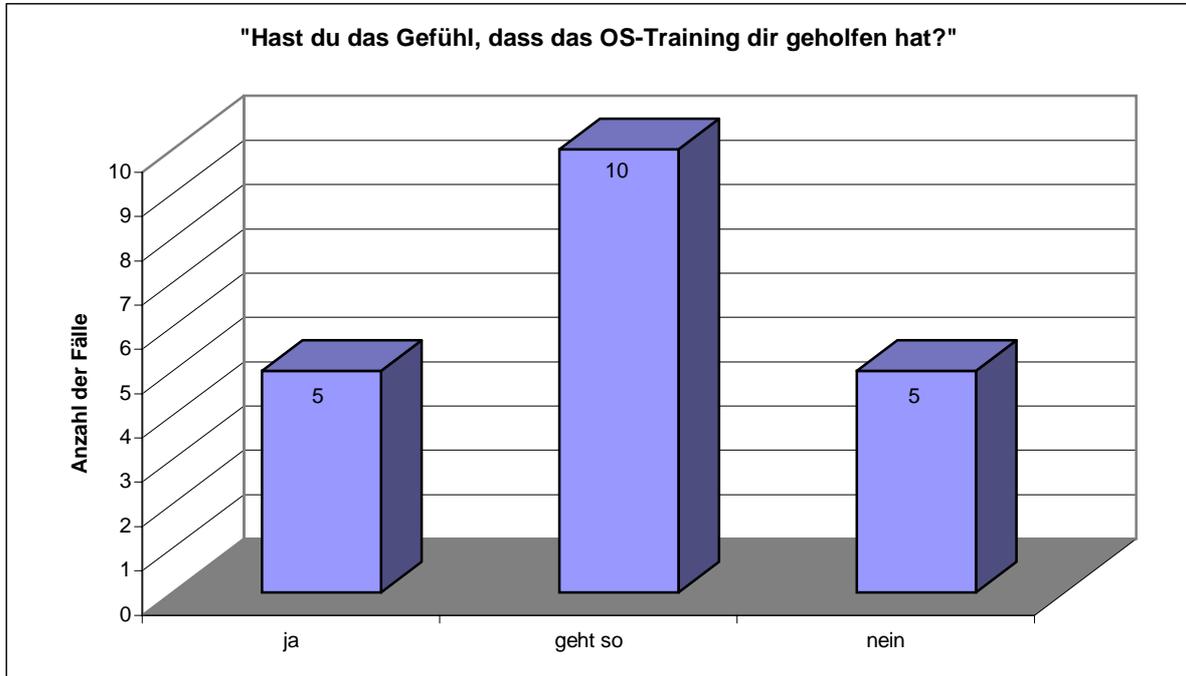
**Abb. 34** Häufigkeiten der Antworten zum Training der Kinder. Die Hälfte der Kinder ( $n=10$ ) geben an, im Training gut mitgearbeitet zu haben. Dagegen hat die andere Hälfte ( $n=10$ ) nur einigermaßen gut mitgemacht.

Bei der weiteren Umfrage nach dem Spaßfaktor des Trainings (siehe Abb. 35) beantworten lediglich 7 Kinder (35%) diese Frage mit einem „nein“. Fünf Kinder (25%) haben am Training mit Spaß teilgenommen und die übrigen 8 Kinder (40%) sind weder mit großer Begeisterung noch mit einer ablehnenden Haltung dabei und bewerten es daher mit einem „geht so“.



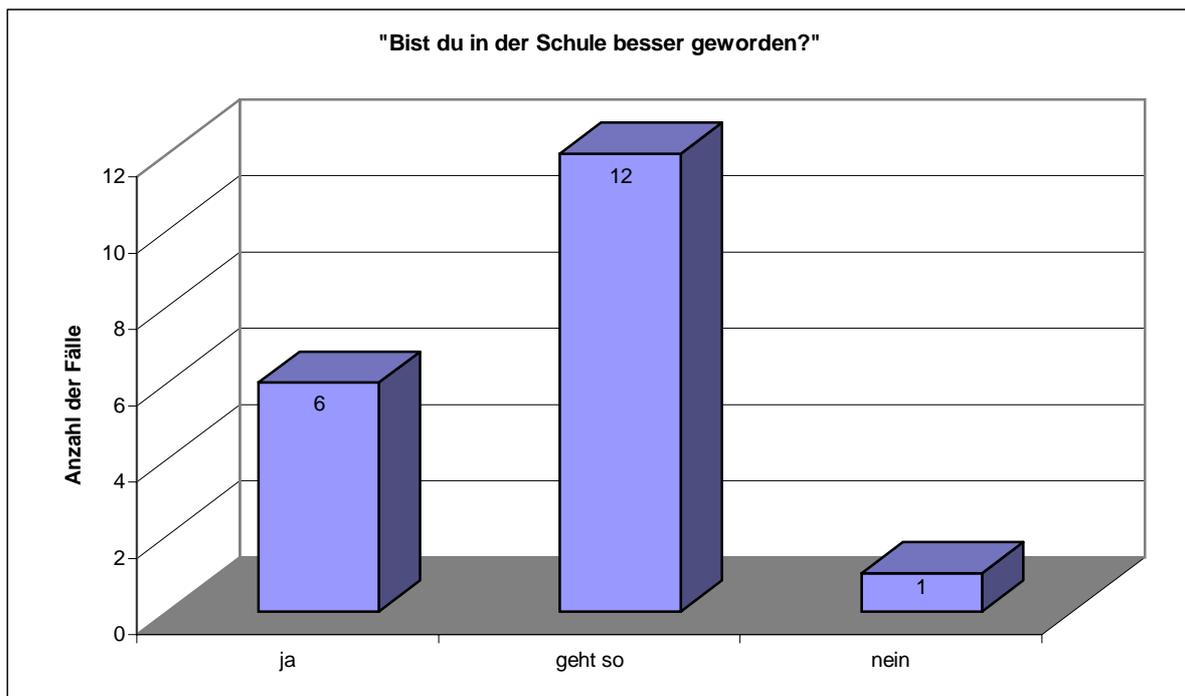
**Abb. 35:** Häufigkeiten der Antworten hinsichtlich des Unterhaltungswertes der Trainingssitzungen aus Kindersicht. Lediglich 7 Kinder beantworten diese Frage mit einem „nein“. 5 Kinder haben am Training mit Spaß teilgenommen und die übrigen 8 Kinder sind weder mit großer Begeisterung noch mit einer ablehnenden Haltung dabei und bewerten es daher mit einem „geht so“.

Im Anschluss daran geht man der Frage nach, ob denn das Training individuell geholfen habe (siehe Abb. 36). Fünf Befragte (25%) können dem Training einen positiven Erfolg zuweisen, weiteren 5 Kindern (25%) habe es keinen Erfolg erbracht. Die Hälfte (n = 10) aller Kinder bewerten diese Frage mit „geht so“.



**Abb. 36: Häufigkeiten der Antworten zum Benefit des Trainings aus Kindersicht. Fünf Befragte können dem Training einen positiven Erfolg zuweisen, weiteren 5 Kindern habe es keinen Erfolg erbracht. Die Hälfte (n=10) aller Kinder bewerten diese Frage mit „geht so“.**

Abschließend ist noch von Interesse, inwiefern das Training insbesondere in den schulischen Leistungen eine Verbesserung erbracht habe. Hierzu sind 6 Kinder (31,6%) der Meinung, sie seien in der Schule besser geworden. In einem Fall (5,3%) tritt jedoch eine Verschlechterung ein. Die meisten der befragten Kinder (63,2%; n=12) können die Auswirkungen auf schulische Leistungen weder als gut noch als schlecht beurteilen (siehe Abb. 37).

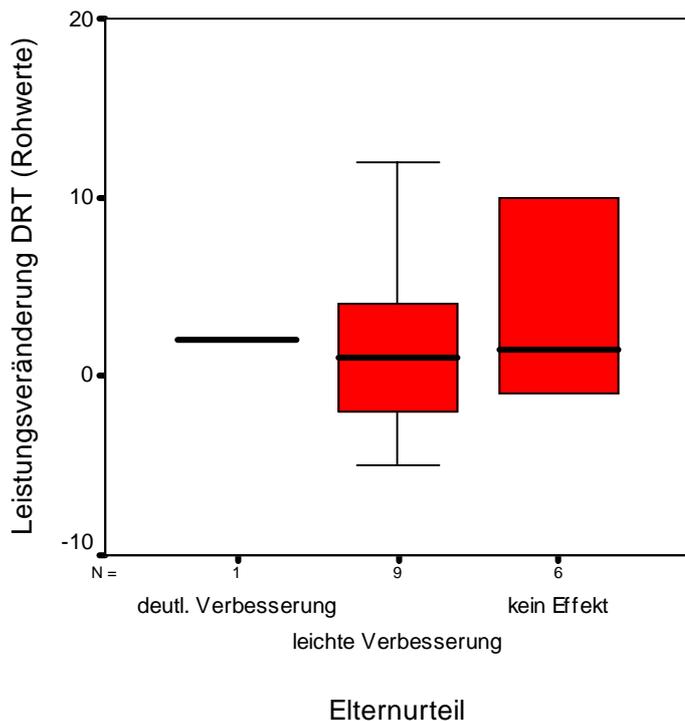


**Abb. 37: Auswirkungen des Trainings auf allgemeine schulische Leistungen aus Kindersicht. Insgesamt 6 Kinder sind der Meinung, sie seien in der Schule besser geworden. In einem Fall tritt jedoch eine Verschlechterung ein. Die meisten der befragten Kinder (n=12) können die Auswirkungen auf schulische Leistungen weder als gut noch als schlecht beurteilen.**

### **Elterneinschätzung versus objektiver Leistungssteigerung**

Abschließend haben die nachfolgenden Abbildungen mit Hilfe von Boxplots das Ziel, die subjektive Elterneinschätzung der Trainingseffekte objektiv anhand der tatsächlichen Leistungssteigerungen im Rechtschreibtest zu verdeutlichen. In diese Auswertungen gehen neben den objektiven Leistungsdifferenzen der Rohwerte aus Ausgangstest und 1. Retest im DRT-5, die Häufigkeitsanalysen des Einflusses auf die Lese-Rechtschreibleistung aus den Elternfragebögen ein.

Der positive Zahlenbereich auf der Ordinate (Leistungsveränderung DRT) beschreibt Leistungsverbesserungen im Rechtschreiben, die negative Skala dagegen Verschlechterungen und der Nullbereich den unveränderten Zustand. In Abhängigkeit davon werden auf der Abszisse die Häufigkeiten der drei Antwortmöglichkeiten „deutliche Verbesserung“, „leichte Verbesserung“ und „kein Effekt“ aus den Fragebögen aufgetragen.



**Abb. 38: Korrelation zwischen Leistungsveränderungen im Rechtschreibtest und subjektiver Elterneinschätzung. Boxplott-Darstellung mit Median und Quartilen sowie größtem und kleinstem Wert. Bei allen drei Bewertungsmöglichkeiten liegen die Mediane vorwiegend im Bereich zwischen null und zwei Rohwertpunktdifferenzen. Sechs Befragte messen dem Training keinen Effekt auf die Lese-Rechtschreibleistung bei. Weitere neun Befragte sind der Meinung, das Training hätte eine leichte Verbesserung im Rechtschreiben erbracht. Eine befragte Person beurteilt die Trainingseffekte mit einer deutlichen Leistungsverbesserung im Rechtschreiben. Verglichen an den tatsächlichen Leistungsveränderungen treffen insgesamt diese Einschätzungen nicht vollständig überein.**

Aus der Abbildung 38 geht hervor, dass bei allen drei Bewertungsmöglichkeiten die Mediane vorwiegend im Bereich zwischen null und zwei Rohwertpunktdifferenzen liegen. Sechs Befragte messen dem Training keinen Effekt auf die Lese-Rechtschreibleistung bei. Diese Meinung entspricht nicht der tatsächlichen Rechtschreibleistung. Der Median liegt hier im neutralen Bereich, etwa 75 % der Kinder erlangen sogar eine Leistungsverbesserung um 10 Rohwertpunkte. Weitere neun Befragte sind der Meinung, das Training hätte eine leichte Verbesserung im Rechtschreiben erbracht. Auch hier trifft diese Einschätzung mit der tatsächlichen Leistungsveränderung nicht vollständig überein. Wie aus der Abbildung entnommen werden kann, liegt der Median wiederum etwa im neutralen Bereich und je 50 % der Probanden zeigen eine Verbesserung bzw. Verschlechterung in ihren Leistungen. Eine befragte Person beurteilt die Trainingseffekte mit einer deutlichen Leistungsverbesserung im Rechtschreiben. Diese Aussage kann nicht bestätigt werden, denn der Median befindet sich im Bereich von 2 Rohwertpunktdifferenzen, was mit einem geringen Leistungszuwachs vereinbar wäre. Zusammenfassend bestätigt dieses Ergebnis die völlige Unabhängigkeit des Elternurteils von den objektiven Leistungsveränderungen.

### 5.3.3. Zusammenfassung

Die Auswertung der Fragebögen ergibt zunächst aus der Elternbefragung vor der Trainingsphase folgende Resonanz: Obwohl den Meisten das Ordnungsschwellentraining nicht völlig unbekannt ist, haben dennoch zum Teil mehr als die Hälfte der Befragten keine Erwartungen hinsichtlich des Einflusses auf Lesen, Rechtschreiben, Lernmotivation oder Konzentration geäußert. Die andere Hälfte hofft zumindest auf einen geringen bis deutlichen Trainingseffekt hinsichtlich der genannten Items (vgl. Abb. 23 bis 26).

Bei der Befragung vor der Trainingsphase wurden nur wenige Antworten zu den einzelnen Kindern und verschiedenen Items seitens der Lehrkräfte abgegeben. Aus den Ergebnissen bei geringer Antwortrate geht hervor, dass der Trainingseinfluss auf Lese-Rechtschreibung und Lernmotivation im Vorfeld nicht beurteilt werden kann (vgl. Abb. 27 und 28). Ein vermutlich positiver Einfluss kann hingegen bezüglich der Konzentrationsfähigkeit erfragt werden (vgl. Abb. 29). Der Einsatz eines Ordnungsschwellentrainings bei Kindern mit Schulproblemen wird vorerst befürwortet (vgl. Abb. 30).

Bei der Elternbefragung nach der Trainingsphase wird neben des Einflusses auf Konzentration, Motivation, sprachliche Fähigkeiten und Lese- Rechtschreibleistung, zusätzlich auf Veränderungen schulischer Leistungen der Trainingskinder Bezug genommen. Die Mehrheit der Eltern vertritt die Meinung, die schulischen Leistungen wären „gleich geblieben“. Hinsichtlich der Veränderungen im Lesen und Rechtschreiben werden die Leistungsverbesserung im Lesen mit ca. 40% beurteilt und im Diktat nur noch mit 30% (siehe Abb. 31). Über die Hälfte der Eltern sind der Meinung, das Training hätte insbesondere auf Konzentration und Lese-Rechtschreibleistung einen positiven Einfluss (siehe Abb. 32). Allerdings kann ein Teil der Eltern (zum Teil mehr als 40 %) hinsichtlich schulischer Leistungen ihrer Kinder keinen Zuwachs durch das Training bekräftigen (siehe Abb. 31 und 32). Dennoch plädiert die Mehrheit für die Fortführung eines Ordnungsschwellentrainings (Abb. 33). Schließlich gewinnt man aus der Analyse subjektiver Elterneinschätzung des Trainingseinflusses auf die Lese-Rechtschreibleistung versus objektiver Leistungsveränderung im Rechtschreibtest die Erkenntnis, dass trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte das Zeitverarbeitungstraining positiv beurteilt wird (siehe hierzu Abb. 38).

Auch die Lehrerschaft soll nach Ende des Trainings ihre Erfahrungen zum Ordnungsschwellentraining mitteilen. Leider gingen zu diesem Abschnitt keine Rückmeldungen bei uns ein. Bei erneutem Nachfragen in der Schule konnte ein pauschales

Lehrerurteil in schriftlicher Form eingeholt werden: Das Training sei wirkungslos, es gäbe keine Leistungsveränderungen zu verzeichnen.

Schließlich ergibt die schriftliche Befragung der Kinder (Abb. 34-37) folgendes Bild: Am Training haben die Kinder tendenziell keinen Gefallen gefunden. Nur die Hälfte unter ihnen hat bei den Trainingssitzungen gut mitgemacht. Lediglich 20 % der Befragten können einen positiven Effekt auf ihre schulischen Leistungen transferieren, die restlichen Kinder bringen das Training in keinen Zusammenhang mit einer Leistungsverbesserung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte das Zeitverarbeitungstraining seitens der Eltern als wirkungsvoll beurteilt wird und sogar dessen Fortführung erwünscht ist. Anders fällt dagegen das Lehrer- und Kinderurteil aus, denn einem Zeitverarbeitungstraining kann demnach kein spezifischer Nutzen zugewiesen werden.

## 6. DISKUSSION

In der vorliegenden Untersuchung erfolgte eine Erprobung eines Trainings der sequentiellen Analyse akustischer und visueller Reize bei Schulkindern mit Lese- Rechtschreib- und Sprachentwicklungsstörungen. Die zeitliche Diskriminationsfähigkeit wurde mittels Bestimmung der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle sowie des Richtungshörens untersucht, hierzu erfolgte eine Unterteilung der Stichprobe in eine Trainings- und Kontrollgruppe. Neben der Erhebung diagnostischer Daten der beiden Vergleichsgruppen, diente das Trainingsgerät Brain-Boy-Universal der Firma MediTECH ebenfalls dem Training dieser Parameter. Schließlich wurde der Zusammenhang zwischen trainierter Zeitverarbeitungsfähigkeit und deren Auswirkungen auf Lese- Rechtschreibleistungen anhand objektiver Lese- und Rechtschreibtests analysiert. Zusätzlich erlaubten die Auswertungen der Fragebögen einen Einblick in die subjektive Beurteilung der Trainingseffekte durch Eltern, Lehrer und Kinder.

### 6.1. REFLEXION DER STICHPROBE

#### 6.1.1. Reflexion der allgemeinen Gruppenunterschiede

Zunächst sollte eine kritische Betrachtung der Stichprobe vorgenommen werden, um der Frage nachzugehen, ob denn die Selektionskriterien zu einem systematischen Verzerrungseffekt geführt haben könnten und eine Generalisierbarkeit der Testergebnisse gewährleistet ist.

Alle teilnehmenden Studienkinder wurden aus der Sabel-Realschule in München, einem Institut zur Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Lese- Rechtschreibstörungen, rekrutiert. Da es sich hierbei insbesondere um eine Anlaufstelle für Kinder mit Schulproblemen handelt, welche sich zusätzlich einer speziellen Förderbehandlung unterziehen, repräsentiert unsere Stichprobe nicht die Durchschnittsnorm der LRS - Kinder. Während LRS in der Bevölkerung mit einer Prävalenzrate von 4-9 % (Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1995, Niebergall 1987, Shawitz et al. 1990) angesiedelt ist, liegt die LRS - Rate in unserer Stichprobe mit einem Anteil von 24 Kindern deutlich höher und entspricht etwa 57%. Da diese Zuordnung nach den formalen diagnostischen Kriterien erfolgte und zahlreiche Kinder Klassen wiederholt hatten treffen somit die Testnormen für jene Kinder nicht zu, sodass von einem vermutlich höheren Anteil ausgegangen werden muss.

Die Schulkinder stammten alle aus dem Großraum München und vertraten somit die städtische Bevölkerung. Wie aus dem Kapitel 4.1.2 (Beschreibung des sozialen Milieus) zu entnehmen ist, gehörten die Kinder größtenteils der Mittelschicht an. Dabei konnte in beiden Gruppen ein ausgewogenes Verhältnis an Alleinerziehenden sowie an voll- bzw. teilzeitbeschäftigten Eltern verzeichnet werden. Was das Ausbildungsniveau der Eltern betrifft, ergaben sich unterschiedliche Bilder. So entpuppte sich ein Großteil der Eltern der Trainingskinder als Hoch- bzw. Fachhochschulabsolventen, dagegen lag der Anteil an Eltern mit einer höheren Schulbildung in der Kontrollgruppe deutlich darunter. Dementsprechend hoch lag der Anteil an Vätern mit Lehre oder Ausbildung in der Kontrollgruppe. Da die Aufgaben jedoch nonverbal sind und sich auch nicht durch ein gutes Allgemeinwissen beeinflussen lassen, kann davon ausgegangen werden, dass der soziale Hintergrund keinen Einfluss auf den Trainingserfolg ausübt.

Obwohl sich die Auswahl der Stichprobe auf zwei Klassen der 5. Jahrgangsstufe beschränkte und eine zufällige Aufteilung der beiden Klassen A und B in Trainings- und Kontrollgruppe erfolgte, waren die Kinder der Kontrollgruppe durchschnittlich 11 Monate älter (siehe Tabelle 1). Demzufolge gab es in dieser Gruppe mehrere Kinder die eine Klasse wiederholt hatten und am Förder- und Klassenunterricht zum Teil ein Jahr länger teilnahmen. Da aber die eingesetzten Lese- und Rechtschreibtests klassennormiert sind und für solche Kinder keine gesonderten Normen existieren, wurden Kontroll- und Trainingsgruppe mit den gleichen Normen miteinander verglichen. Aufgrund dessen muss in der Interpretation mit Artefakten gerechnet werden, da diese Wiederholer in den eingesetzten Tests eher überschätzt werden. So befanden sich mehr Kinder mit LRS bzw. einer isolierten Rechtschreibstörung zufällig in der Trainingsgruppe (siehe Tabelle 4).

Unser Untersuchungskollektiv lässt ein identisches Geschlechterverhältnis in beiden Gruppen erkennen, wobei jeweils die Jungen mit 66 % deutlich überrepräsentiert sind. Diese Überrepräsentation der Knaben stimmt mit den Angaben aus der Literatur überein, in der bei Lese- und Rechtschreibschwäche ein zwei- bis dreimal so häufiger Knaben- als Mädchenanteil beschrieben wird (Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1993). So stellt diese Geschlechterverteilung vermutlich kein Selektionskriterium dar.

Da die Kinder beider Gruppen über ein normales peripheres Hörvermögen, einen unauffälligen Visus sowie eine durchschnittliche nonverbale Intelligenz verfügten, erfolgte eine leichte Verzerrung in Richtung Idealnorm.

Insgesamt handelt es sich bei dem Untersuchungskollektiv dieser Studie um eine repräsentative Stichprobe an Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche. So erscheint eine Verallgemeinerung der auf dieser Grundlage gewonnenen Daten durchaus legitim.

### 6.1.2. Gruppenvergleich der Zeitverarbeitungsparameter Ordnungsschwelle und Richtungshören sowie der Testleistungen im Lesen und Rechtschreiben zu Studienbeginn

In der eigenen Untersuchung wurden in einem ersten Schritt die Ausgangsleistungen aller getesteten Parametern der Zeitverarbeitung bzw. Testleistungen im Lesen und Rechtschreiben auf Signifikanzunterschiede überprüft. Dabei konnten hinsichtlich der Höhe der visuellen und auditiven Ordnungsschwellenwerte sowie des Richtungshörvermögens keine signifikanten Gruppenunterschiede verzeichnet werden, obwohl sich die beiden Gruppen im Altersspektrum deutlich voneinander unterschieden. In Übereinstimmung mit den Befunden aus der Literatur konnte auch in unserer Untersuchung kein Alterseffekt mehr nachgewiesen werden, da alle Kinder bereits ein Mindestalter von 10 Jahren besaßen und der deutliche Altersunterschied der Vergleichsgruppe hier nicht mehr zum Tragen kam.

So konnte auch Veit (1992) in einer Longitudinalstudie darlegen, dass die Ordnungsschwellenentwicklung im Alter von neun bis zehn Jahren zum Abschluss kommt und schließlich Erwachsenenwerte erreicht. Auch nach Angaben von Kegel (1996) und Rosenkötter (1997) erlangt die Ordnungsschwelle bei Kindern mit zehn Jahren das Niveau der Erwachsenen. Tewes et al. (2003) untersuchten bei 382 Jungen und Mädchen im Alter von fünf bis zwölf Jahren halbjährlich sieben Low-Level-Funktionen, zu denen unter anderem das Richtungshören zählte und konnten eine eindeutige Altersentwicklung feststellen.

Die Ergebnisse dieser Studie erbrachten in den Eingangserhebungen signifikante Gruppendifferenzen im Rechtschreiben. Die Kontrollgruppe startete mit deutlich besseren Testleistungen. In den Lesetests lagen keine Gruppenunterschiede vor. Der signifikante Gruppenunterschied im Rechtschreiben ist möglicherweise durch den höheren Anteil älterer Kinder in der Kontrollgruppe zu erklären (Altersstreuung: 10,0 – 13,9 Jahre in der Kontrollgruppe versus 10,6 – 11,6 Jahre in der Trainingsgruppe). Da diese Kinder am zusätzlichen Förder- und Klassenunterricht infolge Klassenwiederholungen erneut teilnahmen, fielen demzufolge ihre Testleistungen besser aus. Zudem muss bedacht werden, dass der eingesetzte Rechtschreibtest klassennormiert ist und beide Gruppen mit den

gleichen Normen miteinander verglichen wurden. Da aber für diese Kinder, welche häufiger eine Klasse wiederholt haben, keine gesonderten Normen existieren, wurden die Rechtschreibleistungen jener Kinder mit den Normen der 5. Klassen überschätzt, was sich in den besseren Ergebnissen widerspiegelt. Eine spezifische Selektion der Kinder würde zwangsläufig zu einer kleinen Subgruppe von Kindern mit Lese-Rechtschreibstörungen führen und die Signifikanzprüfung der Ergebnisse wäre aufgrund geringer Fallzahlen nicht aussagekräftig. Diese Ausgangswertdiskrepanz wurde beim Vergleich der Verläufe unter Einbezug der Kovariaten des Ausgangswertes berücksichtigt.

Anders als in unserer Untersuchung erfolgt in einer Vielzahl von Studien (Tallal 1980, von Steinbüchel et al. 1997, Barth et al. 2000, Hartnegg & Fischer 2004) die Rekrutierung der Stichproben meist aus Regelschulen. Die Kontrollgruppe setzt sich aus Probanden zusammen, welche in der zeitlichen Verarbeitung keine relevanten Auffälligen aufweisen und deshalb meistens größere Fallzahlen enthalten. Die Auswahl der Trainingsgruppen erfolgt anhand standardisierter Lese- und Rechtschreibtests. Auf der Grundlage unseres Studiendesigns, wo sowohl Trainings- als auch Kontrollgruppe sich aus lese- rechtschreib- und sprachentwicklungsgestörten Kindern zusammensetzten, lassen keine Literaturvergleiche hinsichtlich der Gruppenunterschiede zu Studienbeginn zu.

## 6.2. AUSWIRKUNGEN DES TRAININGS AUF ORDNUNGSSCHWELLE UND RICHTUNGSHÖREN

Die nächste wesentliche Frage, welche nun hier diskutiert werden soll, ist jene nach der Trainierbarkeit der Parameter der Zeitverarbeitung mittels Brain-Boy. Die Trainierbarkeit stellt grundsätzlich die Voraussetzung dafür dar, dass sich gegebene Verbesserungen im Lesen und Rechtschreiben erst überhaupt als Trainingseffekte interpretieren lassen. In unseren Untersuchungen wurde zum einen der unmittelbare Trainingseffekt und zum anderen die Stabilität der trainierten Werte nach einer halbjährlichen Pause und im Gesamtverlauf verfolgt.

In der von uns durchgeführten Studie konnte, mit Ausnahme des Richtungshörens, eine Trainierbarkeit von visueller und auditiver Ordnungsschwelle gezeigt werden. Vor allem bei Kindern mit hohen Ordnungsschwellenwerten wurde eine deutliche Verringerung der Ordnungsschwelle bewirkt. Dagegen erreichte die Kontrollgruppe in allen Parametern kein signifikantes Niveau. Die auffallenden Veränderungen in der Trainingsgruppe zum 1. Retest können demzufolge nicht nur durch den Bedienungsvorteil erklärt werden, sondern vielmehr

auf den unmittelbaren Trainingseffekt zurückgeführt werden. Eine varianzanalytische Auswertung über alle Messzeitpunkte erbrachte für die visuelle Ordnungsschwelle einen hochsignifikanten, für die auditive Ordnungsschwelle einen signifikanten Gruppeneffekt.

Von Trainingserfolgen der Zeitverarbeitung wird ebenfalls in älterer Literatur berichtet. Neben anderen Autoren entwickelten v. Steinbüchel et al. (1996) spezielle Übungsprogramme zum Training der auditiven Ordnungsschwelle. So konnte in einer Studie mit diagnostizierten Aphasikern, die deutlich erhöhte Ordnungsschwellenwerte über 100 ms aufwiesen, nach einem achtwöchigen Training eine deutliche Senkung der auditiven Ordnungsschwellenwerte bis auf ein Normmaß von durchschnittlich 37 Millisekunden erreicht werden. Ebenfalls von Trainingseffekten berichtet Warnke (1993, 1995). Dabei wurde sowohl die auditive als auch die visuelle Ordnungsschwelle bei Kindern mit Lese-Rechtschreibproblemen trainiert. In einer Längsschnittstudie untersuchten Klipcera & Gasteiger-Klipcera (1996) die Auswirkungen einer Schulung des zentralen Hörvermögens nach edu-kinesiologischen Konzepten auf Kinder mit Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten. Zweck der Untersuchung war eine kontrollierte Überprüfung des Trainingseffektes der Hörschulung nach Warnke (1995a,b) durch Vergleich mit einer unbehandelten Kontrollgruppe, wobei gleichzeitig auch der zusätzliche Einfluss eines Ordnungsschwellentrainings mittels Brain-Boy überprüft werden sollte. Auch hier zeigte sich bei der Bestimmung der Ordnungsschwellen am Ende des Trainings bei allen Kindern der Trainingsgruppe eine deutliche Reduzierung der Zeiten. Über unterschiedliche Erfolgsraten im Training von spezifischen auditiven „Low-Level-Diskriminationsaufgaben“ berichten Schäffler et al. (2004) in ihrer ersten Studie an 140 dyslektischen Probanden im Alter von 7 bis 21 Jahren. Während in den Parametern „Intensität“, „Frequenz“ und „Gap“ eine Erfolgsrate von 70 – 80 % der Probanden verzeichnet werden konnte, waren in den Ordnungsschwellendiskriminationsaufgaben bereits 36 % und beim Richtungshören nur noch 6 % der Testpersonen erfolgreich. Durch ein tägliches Training erwies sich insbesondere die Frequenz-Diskriminationsaufgabe am leichtesten erlernbar, während die anderen Aufgaben eher schwieriger zu erlernen sind. Die Autoren führen diese geringe Erfolgsrate im Trainingsparameter Richtungshören u. a. auf einen Motivationsmangel zurück, da diese Funktion stets an letzter Stelle trainiert wurde. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass ein tägliches Training dieser fünf spezifischen auditiven Zeitverarbeitungsparameter, abgesehen vom Richtungshören, deutliche Verbesserungen ihrer Werte erbrachte.

Die Ergebnisse unserer Studie erbrachten nach einem unmittelbaren Trainingserfolg keine Stabilität der trainierten Ordnungsschwellenwerte. Die signifikanten Leistungsveränderungen vom 1. zum 2. Retest sind sowohl der Verschlechterung der Trainingsgruppe als auch der Verbesserung der Kontrollgruppe zuzuschreiben. Das Erhalten oder die Verhinderung einer erneuten Verschlechterung des Standes kann scheinbar nur durch ein dauerhaftes Training realisiert werden. Demzufolge korreliert der Trainingserfolg offenbar mit dem Training selbst und entbehrt sich einer Dauerhaftigkeit unter Trainingsabstinenz. So fanden auch Tewes et al. (2003) in einer Untersuchung an zwei Gruppen von Schulkindern der dritten Jahrgangsstufe über einen Zeitraum von sechs Monaten heraus, dass die größten Trainingsfortschritte während der ersten 3 Monate erzielt werden konnten. Von der 2. zur 3. Erhebung waren die Trainingsfortschritte hier nur noch minimal.

Die Ergebnisse unserer Auswertungen stellen die Notwendigkeit eines intensiven Trainings enorm in Frage. So ließen sich von signifikanten bzw. bis höchst signifikanten Veränderungen im gesamten Verlauf sowohl in der Trainings- als auch in der Kontrollgruppe bestätigen. Da schließlich beide Gruppen gleichzeitig ihre Werte erfolgreich reduzieren konnten, ergaben die Differenzberechnungen von der ersten zur letzten Erhebung nicht signifikante Ergebnisse in allen Zeitverarbeitungsparametern. Hier konnte der Wiederholungseffekt eine Rolle gespielt haben, da sowohl die Trainingsgruppe als auch die untrainierte Kontrollgruppe von ihren Erfahrungen mit dem Gerät profitierten. Wobei noch zu berücksichtigen wäre, dass die Kinder der Kontrollgruppe das Mess- und zugleich Trainingsgerät nur zu den drei Erhebungszeitpunkten benutzten, dagegen hantierte die Trainingsgruppe über acht Wochen mit diesem Gerät. Somit könnte dieser Vertrautheitsgewinn der Bedienung oder ähnlichem des Brain-Boys Auswirkungen auf die Testwerte gehabt haben. Aufgrund dieser Ergebnisse sollte erwogen werden, ob sich der betriebene Trainingsaufwand hätte zeitlich stärker eingrenzen lassen.

Zu widersprüchlichen Ergebnissen gelangten allerdings Kühn-Inacker & Weinmann (2000) in ihrer Trainingsstudie an einer Gruppe von auditiv-verarbeitungsgestört diagnostizierten Kindern im Alter von 7 bis 15 Jahren. Ein übereinstimmender Trainingserfolg mittels Warnke-Verfahren konnte nicht bestätigt werden. Hierzu verglichen sie eine unbehandelte Kontrollgruppe (N=11) mit einer Trainingsgruppe (N=12), welche in fünf aufeinanderfolgenden Wochen täglich ein zehnmütiges auditives Ordnungsschwellentraining erhielt. Der Trainingseffekt wurde sowohl unmittelbar im Anschluss als auch nach acht Wochen gemessen. Dabei unterschieden sich die

Ordnungsschwellen der Trainingsgruppe zu keinem Messzeitpunkt von jenen der Kontrollgruppe.

Zusammenfassend konnte, basierend auf den Daten unserer Studie, eine Trainierbarkeit von visueller und auditiver Ordnungsschwelle gezeigt werden. Im Richtungshören wurde dagegen kein Trainingserfolg erzielt. Eine Stabilität der trainierten Ordnungsschwellenwerte konnte nicht festgestellt werden. Demzufolge korreliert der Trainingserfolg offenbar mit dem Training selbst und lässt eine Dauerhaftigkeit unter Trainingsabstinenz nicht erkennen. Da schließlich beide Gruppen über den gesamten Verlauf der drei Erhebungszeitpunkte gleichzeitig ihre Werte erfolgreich reduzieren konnten, wird die Notwendigkeit eines intensiven Trainings enorm in Frage gestellt. Empirische Befunde aus anderen Studien (Steinbüchel et al. 1996, Warnke 1995a,b, Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1996, Schäffler et al. 2004) weisen übereinstimmend auf eine Trainierbarkeit der Ordnungsschwellenwerte hin. Allerdings gelangten Kühn-Inacker & Weinmann (2000) zu widersprüchlichen Ergebnissen. In ihren Untersuchungen konnte weder eine Trainierbarkeit noch ein dauerhafter Trainingseffekt ermittelt werden.

### 6.3. AUSWIRKUNGEN DER TRAININGSEFFEKTE AUF LESE- UND RECHTSCHREIBLEISTUNGEN

Um zu klären, ob die hier erprobte Trainingsmethode einen Einfluss auf die Lese- und Rechtschreibung hat, wurden im Rahmen dieser Untersuchung die Entwicklung der Lese- und Rechtschreibleistungen nach Ende des Trainings zu den jeweiligen Zeitpunkten (1. Retest und 2. Retest) sowie die Veränderungen von einem zum anderen Testzeitpunkt zwischen der Trainings- und Kontrollgruppe analysiert. Zusätzlich wurden Unterschiede im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen Gruppe berechnet und varianzanalytische Verfahren eingesetzt um die zeitlichen Verläufe zwischen den Gruppen auf signifikante Veränderungen zu untersuchen.

#### **Rechtschreiben**

Im vorliegenden, von uns durchgeführten Experiment ergab sich folgendes Bild: Bei einem Vergleich der Gruppen vom Ausgangstest zum 1. Retest kamen die hoch signifikanten Gruppenunterschiede deshalb zustande, weil sich die Kontrollgruppe hochsignifikant verschlechterte und gleichzeitig die Trainingsgruppe keine signifikanten Veränderungen

zeigte. Unterschiedliche Ausgangsbedingungen in beiden Gruppen spielten sicherlich eine Rolle, da die Trainingsgruppe mit schlechteren Ausgangstestleistungen startete und vor allem bei den schlechten Schülern dieser Gruppe ein größeres Verbesserungspotential steckte. Dagegen zeigten die meisten Kinder der Kontrollgruppe bereits zu Beginn gute Rechtschreibleistungen, sodass eine Verbesserung kaum mehr realisiert werden konnte. Diesen Sachverhalt unterstützen jeweils die Untersuchungen der individuellen Verläufe, wonach die heterogene Gruppenzusammensetzung hinsichtlich der Ausgangstestleistungen der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe verdeutlicht wird. Bei der Analyse im Gruppenvergleich vom 1. zum 2. Retest als auch über den gesamten Verlauf von der Eingangs- zur Abschlusserhebung konnten in beiden Gruppen nicht signifikante Unterschiede im Rechtschreiben verzeichnet werden. Dieser Sachverhalt kann darauf zurückgeführt werden, da sich sowohl die Trainings- als auch die Kontrollgruppe in den jeweiligen Zeitabschnitten verbesserte. Demzufolge ist diese Leistungsverbesserung weniger auf das Zeitverarbeitungstraining sondern viel mehr auf den fortgeführten Schul- und Förderunterricht zurückzuführen. Diesen Rückschluss bestätigen letztlich auch die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen der drei Testzeitpunkte. Hier ergaben sich keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Gruppen im zeitlichen Verlauf.

Zu ähnlichen Resultaten gelangten auch Klipcera & Gasteiger-Klipcera (1996) in ihrer Längsschnittuntersuchung zur Überprüfung der Effekte einer Hörschulung bei lese-rechtschreibschwachen Schülern der 2. und 3. Jahrgangsstufe. Es stellte sich heraus, dass das Training des zentralen Hörvermögens im Vergleich zur Kontrollgruppe die Rechtschreibsicherheit unbeeinflusst ließ. Eine zusätzliche Variation der Trainingsinhalte, in der eine Untergruppe Übungen zur Erhöhung der auditiven Ordnungsschwelle und die andere gemeinsame Leseübungen mit den Eltern durchführte, hatte keinen Effekt auf die Lese- und Rechtschreibleistung ergeben. Das Ausmaß der Leistungsverbesserung bei der auditiven Diskrimination korrelierte hier nicht signifikant mit den Fortschritten beim Rechtschreiben. Hingegen berichten Tewes et al. (2003) von positiven Auswirkungen des Zeitverarbeitungstrainings auf die Rechtschreibleistung. In ihrer Studie wurden drei verschiedene Arten der Förderung miteinander verglichen: die herkömmliche pädagogische Förderung, das Training mit dem Brain-Boy und ein Brain-Boy-Training mit zusätzlichem Lateraltraining nach Warnke. Während der herkömmliche Förderunterricht kaum zu einer Verbesserung der Leistungen im Rechtschreibtest führte (die Fehlerzahl konnte um 6,3 % gesenkt werden), kam es beim Training aller Basisfunktionen mittels Brain-Boy zu einer signifikanten Reduzierung der Fehlerzahl um 18,9 %, wobei diese durch die Kombination

mit dem Lateraltraining noch weit übertroffen wurde. Auch einen Zusammenhang zwischen signifikanten Verbesserungen in den Rechtschreibleistungen und einem 10-tägigen Training von fünf auditiven Basisfunktionen (Ordnungsschwelle, Intensität, Frequenz, Richtungshören, Gap-detection) stellten Schäffler et al. (2004) in einer Studie an 41 Dyslektikern im Alter von 7 bis 21 Jahren dar. Bei den zusätzlichen Auswertungen der Rechtschreibleistungen nach qualitativen Kriterien konnte bei allen Fehlertypen eine Reduzierung der Fehlerzahl im DRT erzielt werden. Demzufolge scheint ein Training mehrerer Basisfunktionen eher Auswirkungen auf die Sprachleistungen zu zeigen als das Training einer einzelnen Funktion.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Transferleistungen eines Zeitverarbeitungstrainings auf die Rechtschreibsicherheit nicht vorhanden waren. Da im Gesamtverlauf über die drei Testzeitpunkte in beiden Gruppen eine Verbesserung gegeben war, ist diese Leistungsverbesserung weniger auf das Training selbst sondern viel mehr auf den fortgeführten Schul- und Förderunterricht zurückzuführen. In der Literatur wird neben übereinstimmenden Befunden (Klipcera & Gasteiger-Klipcera 1996) auch von positiven Effekten eines Zeitverarbeitungstrainings auf das Rechtschreiben berichtet (Tewes et al. 2003, Schäffler et al. 2004).

## **Lesen**

In einer Studie von Kujala und Mitarbeitern (2001) konnten positive Erfolge eines Trainings auditiver Wahrnehmung mit Transferleistungen auf das Lesen gezeigt werden. So ergab die Untersuchung von Auswirkungen eines audiovisuellen nonverbalen Trainings auf Leseleistung und zentral-auditorische Wahrnehmung an insgesamt 48 siebenjährigen dyslektischen Kindern eine signifikante Verbesserung in Lesesicherheit und gleichzeitig eine grenzwertig signifikante Steigerung der Lesegeschwindigkeit. Zudem konnte eine signifikante Korrelation zwischen den plastischen Veränderungen des auditorischen Kortex (Veränderungen der MMN Amplitude) und den Leseleistungsveränderungen nachgewiesen werden. Dieser Befund veranlasst die Autoren zur Schlussfolgerung, dass Lesestörungen durch ein spezielles Trainingsprogramm deutlich verbessert werden können. Allerdings fehlen weitere Folgeuntersuchungen um Hinweise auf einen dauerhaften Trainingseffekt darzulegen.

Zu einem vermutlich kurzfristigen Trainingseffekt auf die Lesesicherheit führten auch die Auswertungen unserer Untersuchungen, ließen aber gleichzeitig keine deutliche Steigerung

der Lesegeschwindigkeit erkennen. So ergab sich eine grenzwertig signifikante Verbesserung zugunsten der Trainingsgruppe lediglich im Gruppenvergleich eines Fehler-Tests, dem Pseudotextlesetest auf Fehler ( $p \leq .050$ ), welche noch als unmittelbarer Trainingseffekt interpretiert werden könnte. Es sei aber darauf hingewiesen, dass während die Trainingsgruppe ihre Fehlerzahl auf höchst signifikantem Niveau reduzierte, erzielte gleichzeitig auch die Kontrollgruppe eine hoch signifikante Verbesserung in der Lesesicherheit. Zudem erwies sich der PLT auf Fehler aufgrund einer breiten Streuung der individuellen Testwerte - besonders in der Trainingsgruppe - als unzuverlässig. Des weiteren ist generell die Fehlerzahl beim Lesen wegen niedriger Retest-Reliabilität ein unzuverlässiger Wert. Schließlich ist der grenzwertige Signifikanzfall in einem einzigen Fehlertest (PLT-Fehler) unter Berücksichtigung, dass mehrere Signifikanzberechnungen erfolgten (Alpha-Fehler), nicht mehr signifikant. Auf der Grundlage dieser Sachverhalte muss der erzielte positive Trainingseffekt, der in einem einzigen Lesetest ermittelt wurde, auf eine generelle Leseleistungsverbesserung in Frage gestellt werden. Die Befunde der Langzeiterhebungen lassen keinen dauerhaften Trainingseffekt erkennen, denn zur Abschlusserhebung zeigte die Trainingsgruppe eine Verschlechterung in der Lesesicherheit. Da im Gesamtverlauf beide Gruppen in Lesegeschwindigkeit und Lesesicherheit besser geworden sind, wird eine Leistungsverbesserung basierend auf einem Zeitverarbeitungstraining widerlegt und auf den fortgeführten Schul- und Förderunterricht zurückgeführt. Diesen Rückschluss bestätigen letztlich auch die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen der drei Testzeitpunkte. Hier ergaben sich keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Gruppen im zeitlichen Verlauf.

In einer Untersuchung von Klipcera & Gasteiger-Klipcera (1996) zur Überprüfung der Effekte einer Hörschulung nach Warnke wurde bei lese-rechtschreibschwachen Schülern der 2. und 3. Jahrgangsstufe ein zusätzliches Training der Ordnungsschwelle akustischer Signale mit dem Brain-Boy durchgeführt. Zur Objektivierung der Leseleistungen kam nur der ZLT, ein Leseverständnistest, zum Einsatz. Insgesamt stellte sich heraus, dass das Training des zentralen Hörvermögens im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer deutlichen Steigerung der Lesegeschwindigkeit führte, gleichzeitig jedoch geringere Fortschritte in der Lesesicherheit bewirkte. Auch korrelierte das Ausmaß der Leistungsverbesserung bei der auditiven Diskrimination nicht signifikant mit den Fortschritten beim Lesen in der Trainingsgruppe, sodass die Fortschritte beim Lesen auf eine Verbesserung der auditiven Ordnungsschwelle nicht zurückzuführen sind. Dieser positive Einfluss auf die Lesegeschwindigkeit sei

demzufolge auf das Mitlesen vertrauter Texte zurückzuführen und beruhe nicht auf einer allgemeinen Zunahme basaler Fertigkeiten.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass ein Training zu keinem kurzfristigen Trainingseffekt auf die Lesesicherheit geführt hat. Der grenzwertige Signifikanzfall in einem einzigen Fehlertest (PLT-Fehler) ist unter Berücksichtigung, dass mehrere Signifikanzberechnungen erfolgten (Alpha-Fehler), nicht mehr signifikant. Zudem erwies sich nicht nur in unserer Studie der Lesetest auf Fehler als unzuverlässig, sondern generell ist die Fehlerzahl beim Lesen ein unzuverlässiger Wert. Schließlich konnten Langzeiteffekte nicht bestätigt werden, sodass Leistungsverbesserungen basierend auf einem Zeitverarbeitungstraining widerlegt und mit dem fortgeführten Schul- und Förderunterricht in Zusammenhang gebracht werden. Korrespondierend berichten Klipcera & Gasteiger-Klipcera (1996) über fehlende Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der Leistungsverbesserung bei der auditiven Diskrimination und den nicht signifikanten Fortschritten beim Lesen in der Trainingsgruppe.

#### 6.4. BEURTEILUNG DER TRAININGSEFFEKTE AUS DER SICHT VON ELTERN, LEHRERN UND KINDERN

Bevor die Ergebnisse unserer Befragung inhaltlich diskutiert werden, sollte diese Methode einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Schriftliche Befragungen tragen einen Nachteil mit sich, nämlich den des stets unvollständigen Rücklaufs. Außerdem ergeben sich durch Selektion bestimmter Personengruppen häufig Verzerrungen in den Ergebnissen, die schwer einzuschätzen sind und die Generalisierbarkeit in Frage stellen. In unserer Studie richteten wir die Fragebögen vor und nach Ende des Trainings an drei Gruppen: Eltern, Lehrer und Kinder. Während sich Eltern und Kinder an dieser Umfrage beinahe vollzählig beteiligten und gewissenhaft sämtliche Fragen beantworteten, wiesen hingegen die Lehrerfragebögen extreme Lücken auf. Hinsichtlich der geringen Bereitschaft zur gewissenhaften Beteiligung an unserer Umfrage dieser Gruppe sind folgende Hypothesen denkbar. Lehrer, die mit dieser Trainingsmethode unzufrieden waren, machen sich erst gar nicht die Mühe einen Fragebogen zu bearbeiten und zurückzuschicken. Umgekehrt ist ebenfalls denkbar, dass vorwiegend Unzufriedene die Gelegenheit nutzten, ihren Unmut per Fragebogen auszudrücken. Ferner sollte bedacht werden, dass zwar ein Fragebogen möglichst nahe an der befragten Stichprobe orientiert ist, entspricht er jedoch nur selten den Gütekriterien der Reliabilität, Objektivität und Validität. Dies führt zur erschwerten

Vergleichbarkeit mit anderen Ergebnissen (andere Erhebungsinstrumente, andere Untersuchungspopulation, fehlende Normierung) und demzufolge wiederum zur eingeschränkten Generalisierbarkeit der Ergebnisse.

Mit dem Ziel des Ausgleiches mutmaßlicher Defizite lese- und rechtschreibschwacher Kinder, entwickelte Fred Warnke (1995a,b) ein Trainingsprogramm des zentralen Hörvermögens, indem einerseits die binaurale Verarbeitung akustischer Signale gefördert und die akustische Diskriminationsfähigkeit geschult werden sollte. Andererseits wird in einer anderen Komponente dieses Trainings angestrebt, die Fähigkeit zur Unterscheidung der Reihenfolge kurzfristig aufeinander folgender Reize zu erhöhen. Hierzu berichtet Warnke von einer zunehmenden Verbreitung seines Trainings speziell unter Sprachheilpädagogen sowie in der Legasthenikerbehandlung und legt als Beleg der Effizienz Berichte von Eltern über die Zufriedenheit mit dem Training vor.

Die Ergebnisse aus unserer Fragebogenanalyse ergaben folgende Resonanz: Vor Trainingsbeginn entschieden sich alle Eltern für das Ordnungsschwellentraining und hofften mehrheitlich auf positive Effekte hinsichtlich schulischer Leistungen ihrer Kinder. Diese Haltung erscheint durchaus legitim, da Eltern im Rahmen ihrer Verzweiflung gerne neuen Therapieformen Hoffnung schenken und darin eine weitere Option sehen, ihrer Hilflosigkeit entgegenzuwirken. Mehrheitlich wird der Einsatz eines Ordnungsschwellentrainings bei Kindern mit Schulproblemen auch durch die Lehrer vorerst befürwortet. Allerdings lassen die Auswertungen der Lehrerbefragung aufgrund der geringen Antwortrate keine verwertbare Interpretation zu. Diese Haltung von Seiten der Lehrer lässt vermuten, dass zum einen eine indifferente Einstellung zu diesem Projekt besteht, oder zum anderen die Fragebogenbearbeitung einen zu hohen Mehraufwand zur bereits vorhandenen Arbeitsbelastung der Lehrer darstellt.

Nach der Trainingsphase wurde mehrheitlich von Seiten der Eltern ein positiver Trainingseinfluss vor allem auf die Lese- Rechtschreibleistung transferiert, obwohl allgemein die Leistungen in Diktat und Lesen wiederum von einem Großteil der Eltern als unverändert beurteilt wurden. Diese Diskrepanz in der Bewertung bestätigt auch die Analyse der subjektiven Elterneinschätzung des Trainingseinflusses auf die Lese- Rechtschreibleistung versus objektiver Leistungsveränderungen im Rechtschreibtest. Übereinstimmend berichtet Claus Dieter Gnad, Rektor der Grundschule in Obernkirchen, über den im Jahre 1996 stattgefundenen Förderunterricht „Zentrale Hörverarbeitung“ (mitunter auch mittels Brain-Boy der Firma MediTECH) an seiner Schule und erwähnt hierzu die positive Rückmeldung seitens der Eltern, da sich in vielen Fällen eine erkennbare

Aufwärtsentwicklung im Bereich Lesen und Schreiben bestätigte. Allerdings handelt es sich bei den Rückmeldungen meist um Berichterstattungen der Eltern, zudem liegen objektive Leistungsnachweise nicht vor, sodass hier auf einen Literaturvergleich verzichtet werden muss.

Trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte wird das Zeitverarbeitungstraining mehrheitlich von den Eltern als wirkungsvoll beurteilt und sogar dessen Fortführung erwünscht. In einem Vergleich von drei Studien (Tallal 1980, von Steinbüchel et al. 1997 und Barth et al. 2000) durch Weidekamm & Beushausen (2004) stellte sich heraus, dass lediglich eine Subgruppe der lese- rechtschreibschwachen Kinder Auffälligkeiten in der zeitlichen Verarbeitung aufwies. Folglich dürften Kinder mit Lese- Rechtschreibstörungen nicht als homogene Gruppe angesehen werden und von Fall zu Fall entschieden werden, ob therapeutische Maßnahmen zur Verbesserung der Zeitverarbeitung grundsätzlich angebracht erscheinen.

Dagegen widersprach sich in unserer Untersuchung die Lehrerbeurteilung völlig von der Elternmeinung und ergab weder Trainingserfolge noch Leistungsveränderungen in den schulischen Fächern. Da zu diesem Abschnitt keine Rückmeldungen in den dafür vorgesehenen Fragebögen bei uns eingingen und bei einem erneuten Nachfragen in der Schule lediglich eine schriftliche Notiz eingeholt werden konnte, liegt zunächst eine indifferente Einstellung zum Training nahe. Ferner spielt diese Beurteilung insofern eine wichtige Rolle, da Lehrer schulische Veränderungen objektiver zu bewerten vermögen als dies bei den Eltern der Fall ist.

In unserer schriftlichen Befragung der Kinder wurde das Zeitverarbeitungstraining mehrheitlich in keinen Zusammenhang mit einer Leistungsverbesserung in den schulischen Leistungen gebracht. Auch hatten die Kinder tendenziell am Training keinen Gefallen gefunden. Aus dieser Erkenntnis heraus kann davon ausgegangen werden, dass das Training wohl kaum über einen langen Zeitraum motiviert durchgehalten werden kann und letztendlich für die Eltern einen zusätzlichen zeitlichen Belastungsaufwand darstellen würde.

Zusammenfassend wird trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte das Zeitverarbeitungstraining seitens der Eltern als wirkungsvoll beurteilt und sogar dessen Fortführung erwünscht ist. Anders fällt dagegen das Lehrer- und Kinderurteil aus, denn einem Zeitverarbeitungstraining kann kein spezifischer Nutzen zugewiesen werden. Meines Wissens nach wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt, in denen die subjektive Meinung über ein Zeitverarbeitungstraining mittels Fragebogenmethode analysiert wurde. Wie bereits oben erwähnt, handelt es sich bei den Rückmeldungen bei Warnke (1995a,b)

und Gnad (1996) um Berichterstattungen der Eltern, sodass ein Literaturvergleich nicht möglich ist.

## 6.5. AUSBLICK

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können eine in der Literatur häufig berichtete Verringerung von visuellen und auditiven Ordnungsschwellenwerten durch ein Training der Zeitverarbeitung bestätigen. Allerdings weisen die unmittelbar trainierten Parameter keine Stabilität über einen längeren Zeitraum auf.

Obwohl in der Literatur häufig auf spezifische Effekte eines Zeitverarbeitungstrainings auf Laut- und Schriftsprache verwiesen wird, konnte in unserer Studie kein Transfer auf die Lese- und Rechtschreibleistung beobachtet werden. Daher müssen spezifische Nutzen eines Trainings der Zeitverarbeitung in Frage gestellt werden.

Aus unserer Fragebogenanalyse stellte sich heraus, dass trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte die Eltern das Training positiv beurteilten. Allerdings teilten diese Meinung weder die am Training teilnehmenden Kinder, noch ihre Lehrer.

Insgesamt können aus unserer Untersuchung folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Das Zeitverarbeitungstraining ist zwar wirksam, da die Ordnungsschwelle erfolgreich gesenkt werden kann, jedoch nicht nützlich, weil keine Effekte auf Lesen und Rechtschreiben transferierbar sind. Da Therapieversuche kausaler Art weiterhin umstritten bleiben und der Lese-Rechtschreibstörung unspezifische Einflussfaktoren unterliegen, wäre eine symptomorientierte Therapie, wie beispielsweise eine Verbesserung der Schreibfähigkeit, am sinnvollsten.

Letztlich sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass unsere Intention das Training der Zeitverarbeitungsparameter (auditive und visuelle Ordnungsschwelle, Richtungshören) war und deswegen entgegen der Empfehlungen des Herstellers Herrn Warnke alle 6 Funktionen des Brain-Boys trainieren zu lassen, lediglich nur zwei Funktionen zum Einsatz kamen.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Die Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) ist durch eine spezifische Störung des Erlernens der Schriftsprache bei normaler Intelligenz und adäquater Unterrichtung gekennzeichnet und betrifft mindestens 4 % der Bevölkerung. Eine familiäre Belastung wird häufig beobachtet, dennoch sind Ätiologie und Pathophysiologie dieser Störung unbekannt. Immer mehr Forschergruppen haben sich in den letzten Jahren mit den Ursachen von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten auseinandergesetzt. In zahlreichen Studien an Patienten mit einer Aphasie nach linkshemisphärischen Verletzungen der Großhirnrinde (Efron 1963, Tallal & Newcombe 1978, v. Steinbüchel et al. 1999), Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen (Tallal & Piercy 1973), sowie Kindern und Erwachsenen mit Dyslexie (Tallal 1980, Hari & Kiesilä 1996, Überblick bei Farmer & Klein 1995) konnten Defizite in der zeitlichen Verarbeitung schnell dargebotener Stimuli nachgewiesen werden. So benötigen Legastheniker deutlich längere Interstimulusintervalle um vor allem jene Konsonanten wahrzunehmen, deren Formanten einen raschen Wechsel durchmachen. Zur Beurteilung zeitlicher Verarbeitungsmechanismen wird dabei häufig die Ordnungsschwelle bestimmt. Sie ist definiert als die Dauer eines Interstimulusintervalls, die notwendig ist, um zwei zeitlich aufeinander folgende Reize zu unterscheiden und sie in ihre zeitliche Reihenfolge zu bringen.

Basierend auf diesen empirischen Beobachtungen wird der kausale Zusammenhang zwischen Zeitverarbeitungsdefiziten und Störungen der Laut- und Schriftsprache diskutiert und veranlasste einige Forschergruppen zur Entwicklung von geeigneten Trainingsmethoden. Diese hatten nicht nur das Ziel, die zeitliche Diskriminationsfähigkeit rasch aufeinander folgender Stimuli zu steigern, sondern auch gleichzeitig die laut- und schriftsprachlichen Leistungen zu verbessern (Merzenich et al. 1996, v. Steinbüchel 1995, Warnke 1993). Allerdings wird die Effektivität dieser Trainingsverfahren von einigen Autoren in Frage gestellt, zumal viele der bisher veröffentlichten Studien methodische Mängel aufweisen und eine Interpretation der Ergebnisse erschweren.

In dieser Arbeit sollte nun geprüft werden, ob die zeitliche Diskriminationsfähigkeit durch ein Zeitverarbeitungstraining tatsächlich verbessert werden kann und ob dann auch Transferleistungen auf das Lesen und Rechtschreiben zu verzeichnen sind.

In der vorliegenden Studie wurden leserechtschreibschwache und sprachentwicklungsgestörte Kinder der 5. Jahrgangsstufe untersucht. Es erfolgte eine zufällige Aufteilung der Stichprobe in Trainings- und Kontrollgruppe. Die zeitliche

Diskriminationsfähigkeit wurde mittels Bestimmung der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle sowie des Richtungshörens untersucht. Hierzu diente das Trainingsgerät Brain-Boy-Universal der Firma MediTECH sowohl zur Erhebung diagnostischer Daten als auch dem Training der Zeitverarbeitungsparameter. Die Datenerhebungen zur Eingangsdiagnostik, ersten und zweiten Retest wurden in drei Untersuchungsblöcke unterteilt und betrafen beide Gruppen. Zwischen Eingangstest und ersten Retest fand nur für die Trainingsgruppe die achtwöchige zusätzliche Trainingsphase der Parameter Ordnungsschwelle und Richtungshören statt. Die Erhebung des zweiten Retests erfolgte nach sechs trainingsfreien Monaten. Beide Gruppen nahmen während der gesamten Untersuchungszeit am üblichen Schul- und Förderunterricht teil.

Ein Gruppenvergleich vor Trainingsbeginn ergab für die Ordnungsschwelle und das Richtungshören, sowie in den Lesetests keine signifikanten Gruppenunterschiede. Lediglich die Kontrollgruppe zeigte im Rechtschreiben signifikant bessere Testleistungen ( $p \leq .019$ ) im Vergleich zur Trainingsgruppe. Beim Vergleich der Verläufe wurde diese Ausgangswertdiskrepanz unter Einbezug der Kovariaten des Ausgangswertes berücksichtigt.

Nach dem Training kamen wir zu folgendem Ergebnis. Durch das Zeitverarbeitungstraining wird vor allem bei Kindern mit hohen Ordnungsschwellenwerten eine deutliche Verringerung der auditiven und visuellen Ordnungsschwelle bewirkt. Dieser Trainingserfolg korreliert offenbar mit dem Training selbst und entbehrt sich einer Dauerhaftigkeit unter Trainingsabstinenz. Dagegen wird mit dem Training des Richtungshörvermögens kein Erfolg erzielt.

Hinsichtlich der Rechtschreibleistungen zeigte der Gruppenvergleich vom Ausgangstest zum ersten Retest einen hoch signifikanten Unterschied. Dieser kam deshalb zustande, weil sich die Kontrollgruppe unmittelbar nach dem Training hoch signifikant verschlechterte, während gleichzeitig die Trainingsgruppe keine signifikante Veränderung zeigte. Bei der Analyse der langfristigen Veränderungen zwischen beiden Gruppen präsentierten allerdings sowohl die Kontroll- als auch die Trainingsgruppe eine Leistungsverbesserung, welche wahrscheinlich durch den fortgeführten Schul- und Förderunterricht herbeigeführt wurde. Deshalb ist eine alleinige Rückführung auf ein Zeitverarbeitungstraining nicht möglich.

Bezüglich des Lesens kann davon ausgegangen werden, dass ein Zeitverarbeitungstraining zu keiner deutlichen Steigerung der Lesegeschwindigkeit und Verbesserung der Lesesicherheit geführt hatte. Der grenzwertige Signifikanzfall betreffend des kurzfristigen Trainingseffektes auf die Lesesicherheit in einem einzigen Fehlertest (PLT-Fehler) ist unter

Berücksichtigung, dass mehrere Signifikanzberechnungen erfolgten (Alpha-Fehler), nicht mehr signifikant. Schließlich lassen die Befunde der Erhebungen vom ersten zum zweiten Retest keinen Hinweis für einen anhaltenden Trainingseffekt zu, denn die Trainingsgruppe zeigte hierbei sogar eine Verschlechterung in der Lesesicherheit. Da im Gesamtverlauf vom Ausgangstest zum zweiten Retest beide Gruppen in Lesegeschwindigkeit und Lesesicherheit besser geworden sind, wird letztlich eine Leistungsverbesserung basierend auf einem Zeitverarbeitungstraining widerlegt und auf den fortgeführten Schul- und Förderunterricht zurückgeführt.

Die schriftlichen Befragungen von Eltern, Lehrern und Kindern zum Thema Zeitverarbeitungstraining lieferten kein einheitliches Bild. Während die Eltern mehrheitlich den Trainingseinfluss trotz fehlender objektivierbarer Trainingseffekte vorwiegend positiv beurteilten und zudem die Fortführung eines Ordnungsschwellentrainings befürworteten, standen Lehrer und Kinder dem Training eher ablehnend gegenüber.

Unser Nachweis über die Trainierbarkeit der Ordnungsschwelle erbrachte weitgehend mit der Literatur übereinstimmende Ergebnisse. Eine Stabilität der unmittelbar trainierten Zeitverarbeitungsparameter Ordnungsschwelle und Richtungshören ließ sich über einen längeren Zeitraum nicht bestätigen. Transferleistungen auf Lesen und Rechtschreiben konnten nicht beobachtet werden. Somit ist nicht davon auszugehen, dass die aufgrund von Zeitverarbeitungstherapien berichteten Verbesserungen spezifische Effekte eines Zeitverarbeitungstrainings sind. Da Therapieversuche kausaler Art weiterhin umstritten bleiben und die Lese-Rechtschreibstörung auf unspezifischen Einflussfaktoren beruht, wäre eine symptomorientierte Therapie am sinnvollsten.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

**Au, A. & Lovegrove, B. (2001).** Temporal processing ability in above average and average readers. *Perception & Psychophysics*, 63, 148-155.

**Barth, K., Steinbüchel, N. v., Wittmann, M., Kappert, H., & Leyendecker, Ch. (2000).** Zeitliche Verarbeitungsprozesse, „phonologische Bewusstheit“ und Lese-Rechtschreibkompetenz. *Forum Logopädie*, 5, 7-16.

**Basar-Eroglu, C., Strüber, D., Schürmann, M. et al. (1996).** Gamma-band responses in the brain: a short review of psychophysical correlates and functional significance. *Int. J. Psychophysiology*, 24, 113-125.

**Baschek, V. (1979).** Systematik des Richtungshörens und stereophone Hörgeräteversorgung. *Audio-Technik* 30, 8-17.

**Benasich, A. (2002).** Impaired processing of brief, rapidly presented auditory cues in infants with a family history of autoimmune disorders. *Developmental Neuropsychology*, 22 (1), 251-372.

**Berwanger, D. (2002).** Untersuchung der zeitlichen Diskriminationsfähigkeit bei Kindern mit einer Sprachentwicklungsstörung und/oder Lese-Rechtschreibstörung. *Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Humanbiologie an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München*.

**Berwanger, D., Wittmann, M. von Steinbüchel, N. & von Suchodoletz, W. (2002).** *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*.

**Best, C. T., Studdert-Kennedy, M., Manuel, S., & Rubin-Spitz, J. (1989).** Discovering phonetic coherence in acoustic patterns. *Perception & Psychophysics*, 45, 237-250.

**Biscaldi, M., Gezeck, St. & Stuhr, V. (1998).** Poor saccadic control correlates with dyslexia. *Neuropsychologia*, 36, 1189-1202.

**Bishop, D. V. M. (1997).** *Uncommon understanding – Development and disorders of language comprehension in children*. Hove: Psychology Press.

**Bishop, D. V. M., Carlyon, R. P., Deeks, J. M. & Bishop, S. J. (1999).** Auditory processing impairment: neither necessary nor sufficient for causing language impairment in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1295-1310.

**Bisiach, E., Cornacchia, L., Sterzi, R., Vallar, G. (1984).** Disorders of perceived auditory lateralization after lesions of the right hemisphere. *Brain*, 107, 37-52.

**Blauert, J. (1985).** *Räumliches Hören – Nachschrift. Neue Ergebnisse und Trends seit 1972*. Hirzel, Stuttgart 1985.

**Boeninghaus, H.-G., Lenarz, T. (2000).** Hals-Nasen-Ohrenheilkunde für Studierende der Medizin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 11. Auflage.

- Borsting**, E., Ridder, W. H., Dudeck, K., Kelley, C., Matsui, L. & Motoyama, J. (1996). The presence of a magnocellular defect depends on the type of dyslexia. *Vision Research*, 36, 1047-1053.
- Breitmeyer**, B. (1980). Unmasking visual masking: A look at the „why“ behind the veil of the „how“. In: *Psychological Review* 87; 52-69.
- Breitmeyer**, B. (1992). Die Rolle der tonischen (P) und phasischen (M) Kanäle beim Lesen und bei Lesestörungen. *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie*, 51, 43-54.
- Breitmeyer**, B. (1993). Sustained (P) and transient (M) channels in vision: A review and implications for reading. In: *Willows, Dale/Kruk, Richard/Corcos, Evelyne (Hgg.): Visual processes in reading and reading disabilities. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers 1993; 95-110.*
- Brem**, A. (2003). Evaluation von Testverfahren zur Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) mit Schwerpunkt auf der zeitlichen Diskriminationsfähigkeit auditiver Reize. *Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität München.*
- Bretherton**, L. & Holmes, V. M. (2003). The relationship between auditory temporal processing, phonemic awareness, and reading disability. *Journal of Experimental Child Psychology, Volume 84, Issue 3*, 218-243.
- Cattell**, R.B (1960). *Culture Fair Intelligence Test, Scale 2* (Handbuch. 3. Auflage). Champaign, Ill.: IPAT.
- Clark**, S., Ivry, R., Grinband, J. et al. (1996). Exploring the domain of the cerebellar timing system. In: Pastor, M. A., Artieda, J. Editors. *Time, internal clocks and movement. Amsterdam: Elsevier Science Publishers*, 257-280.
- Deutsche** Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, *Leitlinien zu Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter*, Deutscher Ärzte-verlag.
- Durlach**, N. I., Thompson, C. L., Colburn, H. S. (1981). Binaural interaction in impaired listeners. *Audiology* 20, 181-211.
- Efron**, R. (1963). Temporal perception, aphasia and déjà vu. *Brain*, 86, 403-424.
- Facchetti**, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., Umiltà, C. & Mascetti, G. G. (2002). Auditory and visual automatic attention deficits in developmental dyslexia, *Cognitive Brain Research, Volume 16, Issue 3*, 185-191.
- Farmer**, M. E., & Klein, R. M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review: *Psychonomic Bulletin*, 2, 460-493.
- Fischer**, B., Biscaldi, M., & Hartnegg, K. (1998). Die Bedeutung der Blicksteuerung bei der Lese-Rechtschreibschwäche. *Sprache-Stimme-Gehör*, 22, 18-24.
- Fischer**, B. & Hartnegg, K. (2004). On the development of low-level auditory discrimination and deficits in dyslexia. Brain Research Group, Freiburg. *Dyslexia*, 10, 105-118.

- Fitch**, R. H., Miller, S. & Tallal, P. (1997). Neurobiology of speech perception. *Annual Review of Neuroscience*, 20, 331-353.
- Fraser**, J. T. (1993). Die Zeit. Auf den Spuren eines vertrauten und doch fremden Phänomens. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Frenkel**, M., Sherman, G. F., Bashan, K. A., Galaburda, A. M., & LoTurco, J. J. (2000). Neocortical ectopias are associated with attenuated neurophysiological responses to rapidly changing auditory stimuli. *Developmental Neuroscience*, 11, 575-579.
- Galaburda**, A. M. (1993). Neuroanatomic basis of developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 70-82.
- Galaburda**, A. M., Menard, M. T. & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 1810-1813.
- Geschwind**, N., & Behan, P. (1982). Lefthandedness: Association with immune disease, migraine, and developmental disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79, 5097-5100.
- Geschwind**, N., & Behan (1984). Laterality, hormones and immunity. In N. Geschwind & A. M. Galaburda (Eds.), *Cerebral dominance: The biological foundations* (pp. 211-224). Cambridge, M. A.: Harvard University Press.
- Geschwind**, N., & Galaburda, A. M. (1985a). Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and the program of research. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.
- Geschwind**, N., & Galaburda, A. M. (1985b). Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology: II. A hypothesis and the program of research. *Archives of Neurology*, 42, 521-552.
- Gibbon**, J., Malapani, C., Dale, C. et al. (1997). Towards a neurobiology of temporal cognition: advances and challenges. *Curr Opin Neurobiology*, 7, 170-184.
- Gilarde**, R.V., Holling, H. & Schmidt, J.U. (1982). Zur Invarianz der Cattell'schen Intelligenzfaktoren. *Fluid and Crystallized Intelligence*. In Produktives Denken – Intelligentes Verhalten. Berliner Beiträge zur Intelligenzforschung I, FU-Berlin, 42-49.
- Gilger**, J. W., Pennington, B. F., Harbeck, R. J., DeFries, J. C., Kotzin, B., Green, P., et al. (1998). A twin and family study of the association between immune system dysfunction and dyslexia using blood serum immunoassay and survey data. *Brain and Cognition*, 36, 310-333.
- Green**, D. M. (1993). A maximum-likelihood method for estimation thresholds in a yes-no task. *Journal of the Acoustical Society of America*, 93, 2096-2105.
- Grigorenko**, E. L., Wood, F. B., Meyer, M. S., Hart, L. A., Speed, W. C., Shuster, A. & Pauls, D. L. (1997). Susceptibility loci for distinct components of developmental dyslexia on chromosome 6 and 15. *American Journal of Human Genetics*, 60, 27-39.

- Grissemann, H.:** *Die heilpädagogische Betreuung legasthener Kinder.* Bern: Huber 1974a. 3. Auflage.
- Grissemann, H.:** *Praxis der Legasthenietherapie.* Bern: Huber 1974b. 2. Auflage.
- Grissemann, H.:** *Psycholinguistische Legasthenietherapie.* Bern: Huber 1980a.
- Grund, M., Haug, G. & Naumann, C.L. (1995).** *DRT 5 Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen* (Testmappe mit Beiheft, zwei Musterbögen Form A und Form B sowie zwei Fehleranalysenbögen Form A und Form). Weinheim: Beltz.
- Hari, R. & Kiesilä, P. (1996).** Deficit of temporal auditory processing in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, 205, 138-140.
- Hirsh, I. J. (1959).** Auditory perception of temporal order. *Journal of the Acoustical Society of America*, 31, 759-767.
- Hugdahl, K., Synnevag, B., & Satz, P. (1990).** Immune and autoimmune disorders in dyslexic children. *Neuropsychologia*, 28, 673-679.
- Hünig, G., Berg, M. (1990).** Richtungshören von Patienten mit seitenungleichem Hörvermögen. *Audiol. Akust.* 29, 86-98.
- Ilmberger, J. (1983).** *Zur Zeitwahrnehmung von hirnverletzten Patienten.* Unveröffentlichte Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Ilmberger, J. (1986).** Auditory excitability cycles in choice reaction time and order threshold. *Naturwissenschaften*, 73, 743-744.
- Ivry, R. (1996).** The representation of temporal information in perception and motor control. *Curr Opin Neurobiology*, 6, 851-857.
- Jäger, A.O. (1982).** *Mehrmodale Klassifikation von Intelligenzleistungen: Experimentkontrollierte Weiterentwicklung des deskriptiven Intelligenzstrukturmodells.* *Diagnostica*, 18, 195-225.
- Jerger, J., Weikers, N. J., Sharbrough, III F. W. & Jerger, S. (1969).** Bilateral lesions of the temporal lobe, *Acta Oto-Laryngology (Stockholm) [Suppl]* 258.
- Jernigan, T., Hesselink, J. R., Sowell, E., & Tallal, P. (1991).** Cerebral structure on Magnetic Resonance Imaging in language- and learning-impaired children. *Archives of Neurology*, 48, 539-545.
- Johannes, S., Kussmaul, C. L., Münte, Th. F. & Mangun, G. (1996).** Developmental dyslexia: Passive visual stimulation provides no evidence for a magnocellular processing defect. *Neuropsychologia*, 34, 1123-1127.
- Joliot, M., Ribary, U., Llinás, R. (1994).** Human oscillatory brain activity near 40-Hz coexists with cognitive binding. *Proc. Nat. Acad. Science*, 91, 11037-11041.

- Kaernbach**, C. (1991). Simple adaptive testing with the weighted up-down method. *Perception & Psychophysics* 49 (3), 227-229.
- Kegel**, G. & Tramitz, C. (1993). *Olaf - Kind ohne Sprache. Die Geschichte einer erfolgreichen Therapie*. Düsseldorf: Econ.
- Kegel**, G., Dames, K. & Veit, S. (1988). Die zeitliche Organisation sprachlicher Strukturen als Sprachentwicklungsfaktor. In: G. Kegel, T. Arnold, K. Dahlmeier, G. Schmid, & B. Tischer (Hg.), *Sprechwissenschaft und Psycholinguistik 2*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Kegel**, G. (1990). Sprach- und Zeitverarbeitung bei sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kindern. In G. Kegel, T. Arnhold, K. Dahlmeier, G. Schmid, & B. Tischer (Hg.), *Sprechwissenschaft & Psycholinguistik 4*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Kegel**, G. (1996). Was kann die Spracherwerbsforschung aus der Sprachpathologieforschung lernen? – Das Beispiel der Zeitverarbeitung. In K. Ehlich (Hg.), *Kindliche Sprachentwicklung. Konzepte und Empirie*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Klipcera**, C., Gasteiger-Klipcera, B. (1993). *Lesen und Schreiben – Entwicklung und Schwierigkeiten*. Bern: Hans Huber.
- Klipcera**, C., Gasteiger-Klipcera, B. (1995). *Psychologie der Lese- und Schreibschwierigkeiten*. Beltz, Weinheim 1995.
- Klipcera**, C., Gasteiger-Klipcera, B. (1996). Auswirkungen einer Schulung des zentralen Hörvermögens nach edu-kinesiologischen Konzepten auf Kinder mit Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten. *Heilpädagogische Forschung, Band XXII, Heft 2*, 57-64.
- Kujala**, T., Karma, K., Ceponiene, R., Belitz, S., Turkkila, P., Tervaniemi, M. & Näätänen, R. (2001). Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. Cognitiv Brain Research Unit, Department of Psychology, Helsinki, Finland, *Weill Medical College of Cornell University, New York, 18*, 10509-10514.
- Kühn-Inacker**, H. & Weinmann, S. (2000). Training der Ordnungsschwelle – ein Ansatz zur Förderung der Sprachwahrnehmung bei Kindern mit einer zentral auditiven Verarbeitungsstörung (ZAVS)? *Sprache – Stimme – Gehör*, 24, 119-125.
- Lehmkuhle**, S. (1993). Neurological basis of visual processes in reading. In: *Willows, Dale/Kruk, Richard/Corcos, Evelyne (Hrsg.): Visual processes in reading and reading disabilities*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers 1993; 77-94.
- Levitt**, H. (1970). Transformed up-down methods in psychoacoustics. *J. Acoust. Soc. Am.* 49 (2), 467-477.
- Livingstone**, M. & Hubel, D. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Livingstone**, M. & Hubel, D. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 140, 740-749.
- Livingstone**, M. S. (1991). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 88, 7943-7947.

- Lutzenberger, W., Pulvermüller, F. & Birbaumer, N. (1994).** Words and pseudowords elicit distinct patterns of 30-Hz activity in humans. *Neuroscience Letters* 176, 115-118.
- Manis, F. R., McBride-Chang, C., Seidenberg, M. S., Keating, P., Doi, L. M., Munson, B. & Peterson, A. (1997).** Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia? *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 211-235.
- Mann, V. A. (1991).** Phonological abilities: Effective predictors of future reading ability. In L. Rieben & C. A. Perfetti (Eds.), *Learning to read*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Marshall, C. M., Snowling, M. J., Bailey, P. J. (2001).** Rapid auditory processing and phonological ability in normal readers and readers with dyslexia. *Department of Psychology, University of York, UK*, 44, (4), 925-940.
- May, J. G., Williams, M. C. & Dunlap, W. P. (1988).** Temporal order judgements in good and poor readers. *Neurophysiologia*, 26 (6), 917-924.
- Meck, W. (1996).** Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognition Brain Research*, 3, 227-242.
- Meister, H., Klüser, H., Dück, M. Walger, M., Wedel, H. von (1998).** Adaptive Verfahren zur Messung der Ordnungsschwelle. Universitäts-HNO-Klinik, Köln, *Zeitschrift für Audiologie* 2.
- Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L. & Tallal, P. (1996).** Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271, 77-81.
- Miles, T. R. (1993).** *Dyslexia*, Whurr Wake.
- Mody, M., Studdert-Kennedy, M. & Brady, S. (1997).** Speech perception deficits in poor readers: auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 199-231.
- Motomura, N., Yamadori, A., Mori, E. & Tamaru, F. (1986).** Auditory Agnosia. Analysis of a case with bilateral subcortical lesions. *Brain* 109, 379-391.
- Nicholson, R. I. and Fawcett, A. J. (1995).** *Dyslexia* 1, 19-36.
- Niebergall, G.:** *Diagnostische Aspekte der Legasthenie*. Monatsschrift für Kinderheilkunde 135, 297-302, 1987.
- Orton, S. T. (1925).** *Arch. Neurolog. Psychology*, 14, 582-615.
- Pennington, B. F., Smith, S. D., Kimberling, W. J., Green, P. A., & Haith, M. M. (1987).** Left-handedness and immune disorders in familial dyslexics. *Archives of Neurology*, 44, 634-639.
- Pennington, B. F., Gilger, J., Pauls, D., Smith, S. S. A., Smith, S. D. & De Fries, J. C. (1991).** Evidence for a major gene transmission of developmental dyslexia. *Journal of American Medical Association*, 18, 1527-1534.

- Platte, H.-J., Döring, W. H., Schlöndorff, G. (1978).** Richtungshören und Sprachverstehen unter Störschalleinfluss bei „Normalhörenden“. *Laryngol. Rhinol. Otol.* 57, 672-680.
- Poelke, T. (2001).** *Psychiatrie, Original Prüfungsfragen mit Kommentar*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2001, 15. Aufl.
- Pöppel, E., Shattuk, S. (1974).** Reading in patients with brain wounds involving the central visual pathways. *Cortex* 10, 84-88.
- Pöppel, E. (1995).** Wie kam die Zeit ins Hirn? Neurophysiologische und psychophysische Untersuchungen und einige Spekulationen zum Zeiterleben. In K. Weis (Hrsg.), *Was ist Zeit? Zeit und Verantwortung in Wissenschaft, Technik und Religion (Bd. Faktum 6, 127-152)*. München: Technische Universität.
- Pöppel, E. (1997).** A hierarchical model of temporal perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 56-61.
- Pöppel, E. (1997a).** *Grenzen des Bewußtseins*. Frankfurt a. M., Insel-Verlag.
- Pröschel, U. L., Döring, W. H. (1990).** Richtungshören in der Horizontalebene bei Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit und bei seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit. *Audiol. Akust.* 29, Teil I: 98-107, Teil II: 170-177.
- Ptok, M. (2000).** Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen und Legasthenie. *Hessisches Ärzteblatt*, Ausgabe 2/2000.
- Rammsayer, Th. (1993).** Experimentelle Ergebnisse zur Schwelle für das Erleben von Dauer. *Psychologische Beiträge*, 35, 244-260.
- Remschmidt, H. (1987).** *Was sind Teilleistungsschwächen?* Monatsschrift Kinderheilkunde, 135: 290 – 296, Springer Verlag.
- Rupp, A., Gutschalk, A., Hack, S., Scherg, M. (2002).** Temporal resolution of the human primary auditory cortex in gap detection. Section of Biomagnetism, Department of Neurology, University of Heidelberg, *Neuroreport*, 13 (17), 2203-2207.
- Russolo, M., Poli, P. (1983).** Lateralization, impedance, auditory brainstem response and synthetic sentence audiometry in brainstem disorders. *Audiology* 22, 50-62.
- Salmelin, R., Service, E., Kiesilä, P., Uutela, K. & Salonen, O. (1996).** Impaired visual word processing in dyslexia revealed with magnetoencephalography. *Annals of Neurology*, 40, 157-162.
- Schäffler, T., Sonntag, J., Hartnegg, K., Fischer, B. (2004).** The effect of practice on low-level auditory discrimination, phonological skills, and spelling in dyslexia. *Brain Research Group, Freiburg*.
- Schlöndorff, G., Platte, H. J. (1976).** Untersuchungen zum Richtungshören Selektionsgestörter. *Arch. Oto-Rhino-Laryngol.* 213, 468-469.
- Schmidt, R. & Thews, G. (Eds.) (1997).** *Physiologie des Menschen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 27. Auflage.

- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Müller, K., Gutenbrunner, C. & Remschmidt, H. (1996).** Familial aggregation of spelling disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 817-822.
- Schulte-Körne, G., Nöthen, M. M. & Remschmidt, H. (1998).** Genetik der Lese-Rechtschreibstörung (Legasthenie). *Medizinische Genetik*, 10, 402-405.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., Remschmidt, H. (1998c).** Die Bedeutung der auditiven Wahrnehmung und der phonologischen Bewusstheit für die Lese-Rechtschreibschwäche. Klinik für Kinder und Jugendpsychiatrie und –psychotherapie.
- Shawitz, S. E., Shawitz, B. A., Fletcher, J. M. & Escobar, M. D. (1990).** Prevalence of reading disability in boys and girls. *The Journal of the American Medical Association*, 264, 998-1002.
- Shelton, B. R., Picardi, M. C., Green, D. M. (1982).** Comparison of three adaptive psychophysical procedures. *Journal of Acoustical Society of America*, 71, 1527-1533.
- Smith, S. D., Kimberling, W. J., Pennington, B. F. & Lubs, H. A. (1983).** Specific reading disability: identification of an inherited form through linkage analysis. *Science*, 219, 1345-1347.
- Spreng, M. (2002).** Diskriminationsentscheidende Bedeutung von Kurzzeitschallereignissen. Institut Physiologie und experimentelle Pathophysiologie, AG Biokybernetik Uni Erlangen.
- Steffen, A. (1995).** Zur Bestimmung der Ordnungsschwelle: ein experimenteller Verfahrensvergleich. Hausarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.
- Steinbüchel, N. von & Pöppel, E. (1991).** Temporal order threshold and language perception. In V. P. Bhatkar & K. M. Rege (Eds.), *Frontiers in knowledge-based computing*. New Delhi: Narosa Publishing House.
- Steinbüchel, N. von (1995).** Temporal system states in speech processing. In: Herrmann, H.J., Wolf, D.E., Pöppel, E. editors. *Supercomputing in brain research: from tomography to neural networks*. Singapore: World Scientific, 75-81.
- Steinbüchel, N. von, Wittmann, M., de Langen, E. G. (1996).** Zeitliche Informationsverarbeitung und Sprache – ein integraler Anteil in der Aphasietherapie. In: *Verhaltensmodifikation und Verhaltensmedizin* 17, 331-351.
- Steinbüchel, N. von & Wittmann, M., de Langen, E. G. (1997).** Zeitliche Informationsverarbeitung als Diagnoseinstrument zentralnervöser Störungen. In: Kasten, E., Kreutz, M., Sabel, B. (Hgg.): *Neuropsychologie in Forschung und Praxis. Jahrbuch der Medizinischen Psychologie* 12, Göttingen: Hogrefe 1997; 146-162
- Steinbüchel, N. von, Wittmann, M., Landauer, N. (1998).** Diagnose und Training der zeitlichen Verarbeitung von Hörreizen bei Grundschulern mit LRS. In: *Bundesverband Legasthenie (Hg.): Bericht über den 12. Fachkongress 1997 in Greifswald*.

- Steinbüchel**, N. von, Wittmann, M. Strasburger, H. & Szelag, E. (1999). Auditory temporal-order judgement is impaired in patients with cortical lesions in posterior regions of the left hemisphere. *Neuroscience Letters*, 264, 168-171.
- Stötzer**, S., Foerst, A., Bauer, M., Reich, C., Meister, H., M. Walger (voraussichtlicher Abschlusstermin 2004). Einsatz objektiver Meßverfahren zur Diagnose von Verarbeitungsstörungen des binauralen Hörens. *Audiologie und Pädaudiologie, Hals-, Nasen-Ohrenheilkunde*. Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie am Universitätsklinikum Köln, Dr. med. E. Stennert.
- Swisher**, L. & Hirsh, I. J. (1972). Brain damage and the ordering of two temporally successive stimuli. *Neuropsychologia*, 10, 137-152.
- Tallal**, P. & Piercy, M. (1973). Developmental aphasia: impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. In: *Neuropsychologia* 11, 389-398.
- Tallal**, P. & Piercy, M. (1973a). Defects on non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, 241, 468-469.
- Tallal**, P. & Piercy, M. (1974). Developmental aphasia: Rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neurophysiologia*, 13, 83-93.
- Tallal**, P., Newcombe, F. (1978). Impairment of auditory perception and language comprehension in dysphasia. *Brain Lang.*, 5, 13-24.
- Tallal**, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and language*, 9, 182-198.
- Tallal**, P. & Stark, R. (1982). Perceptual / motor profiles of reading impaired children with or without concomitant oral language deficits. In: *Annals of Dyslexia*, 32, 163-176.
- Tallal**, P., Miller, S. & Fitch, R. H. (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the pre-eminence of temporal processing. In: P. Tallal, A. M. Galaburda, R. R. Llinás & C. v. Euler (Eds.). Temporal information processing in the nervous system: Special reference to dyslexia and dysphasia. *Annals of the New York Academy of Science*, 682, 27-47.
- Tallal**, P., Jernigan, T., & Trauner, D. (1994). Developmental bilateral damage to the head of the caudate nuclei: Implications for speech-language pathology. *Journal of Medical Speech Language Pathology*, 2, 23-28.
- Tallal**, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., Schreiner, C., Jenkins, W. M. & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271, 81-84.
- Tallal**, P., Merzenich, M., Miller, S. & Jenkins, W. (1998). Language learning impairment: Integrating research and remediation. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 197-199.
- Taylor**, M. M., Creelman, C. D. (1967). PEST. Efficient estimates on probability functions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 41, 782-787.
- Tewes**, U., Steffen, S., Warnke, F. (2003). Automatisierungsstörungen als Ursache von Lernproblemen. *Forum Logopädie*, 1 (17), 24-30.

- Tomiak, G. R., Mullenix, J. W., & Sawusch, J. R.** (1987). Integral processing of phonemes: Evidence for a phonetic mode of perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, *81*, 755-764.
- Torgesen, J. K., Wagner, R. K. & Rashotte, C. A.** (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *Journal of Learning Disabilities*, *27*, 276-286.
- Towen, B. C. L.** (1982). *Untersuchung von Kindern mit geringen neurologischen Funktionsstörungen*. Thieme, Stuttgart 1982.
- Treutwein, B.** (1997). YAAP: Yet another adaptive procedure. *Spatial Vision*, *11*, 129-134.
- Vanni, S., Uusitalo, M. A., Kiesilä, P. & Hari, R.** (1997). Visual motion activates V 5 in dyslexics. *Neuroreport*, *8*, 1939-1942.
- Veit, S. E.** (1992). *Sprachentwicklung. Sprachauffälligkeit und Zeitverarbeitung – Eine Longitudinalstudie*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Vellutino, F. R.** (1977). Alternative conceptualizations of dyslexia: Evidence in support of a verbal-deficit hypothesis. *Harvard Educational Review*, *47*, 334-354.
- Walger, M., Meister, H., Stötzer, S., Foerst, A., von Wedel, H.** (voraussichtlicher Abschlusstermin 2000). Entwicklung und Erprobung von Messverfahren zur Diagnose zentraler Verarbeitungsstörungen. *Audiologie und Pädaudiologie, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde*. Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie am Universitätsklinikum Köln, Dr. med. E. Stennert.
- Walther-Müller, P. U.** (1995). Is there a deficit of early vision in dyslexia? *Perception*, *24*, 919-936
- Warnke, F.** (1993). Ordnungsschwelle und Sprachtherapie. *Die Sprachheilarbeit*, *38*, 225-258.
- Warnke, A., Remschmidt, H. & Henninghausen, K.** (1994). Verbal information processing in dyslexia – data from a follow-up experiment of neuro-psychological aspects and EEG. *Acta Paedopsychiatrica*, *56*, 203-208.
- Warnke, F.** (1995a). Was Hänschen nicht hört...Elternratgeber Lese-Rechtschreib-Schwäche. Freiburg i. B.: Verlag für angewandte Kinesiologie.
- Warnke, F.** (1995b). Der Takt des Gehirns. Wie Sie Informationen schneller verarbeiten. Freiburg i. B.: Verlag für angewandte Kinesiologie.
- Warnke, A.** (2000). Umschriebene Entwicklungsstörungen. In H. Remschmidt, G. Niebergall & K. Quaschner (Eds.), *Kinder- und Jugendpsychiatrie: eine praktische Einführung*. Stuttgart; 3. Aufl.2000, New York: Thieme
- Watson, B. U.** (1992). Auditory temporal acuity in normally achieving and learning-disabled college students. *Journal of Speech and Hearing Research*, *35*, 148-156.

- Weidekamm, A. & Beushausen, U. (2004).** Auditive Ordnungsschwelle und kindliche Sprachstörungen. Ein Überblick über den derzeitigen Forschungsstand. *Interdisziplinär, Jg. 12, Ausg. 2*, 100-105.
- Weinschenk, C. (1965).** *Die erbliche Lese-Rechtschreibschwäche und ihre sozialpsychiatrischen Auswirkungen*, 2. Aufl. Huber, Bern, Stuttgart, Wien.
- Weiss, R.H. (1987c).** *Wortschatztest (WS) und Zahlenfolgetest (ZF). Ergänzungsstests zum Grundintelligenztest CFT 20. Handanweisung.* Goettingen: Hogrefe.
- Wightman, F., Allen, P., Dolan, T., Kistler, D. & Jamieson, D. (1989).** Temporal resolution in children. *Child Development, 60*, 611-624.
- Williams, M. C. & Lovegrove, W. (1991).** Temporal processing deficits in specific reading disability. In: *Brannan, J. (ed.), Applications of parallel processing in vision.* Elsevier.
- Wimmer, H. (1993).** Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics, 14*, 1-33.
- Wimmer, H. (1996).** The nonword reading deficit in developmental dyslexia: Evidence from children learning to read German. *Journal of Experimental Child Psychology, 61*, 80-90.
- Wimmer, H., Mayringer, H. & Landerl, K. (1998).** Poor reading: a deficit in skillautomatization or a phonological deficit? *Scientific Studies of reading, 2*, 321-340.
- Wittmann, M. (1997).** *Die zeitliche Organisation von Wahrnehmung und Motorik. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.*
- Wittmann, M. & Pöppel, E. (1999).** Neurobiologie des Lesens. In B. Franzmann, K. Hasemann, D. Löffler, & E. Schön (Hg.), *Handbuch Lesen.* München: K.G. Saur.
- Wittmann, M. & Pöppel, E. (2000).** Hirnzeit – Wie das Gehirn Zeit macht. *Kunstform International, 151*, 85-90.
- Wolff, P. H., Melngailis, I. & Kotwica, K. (1996).** Family pattern of developmental dyslexia. Part III: Spelling errors as behavioural phenotype. *American Journal of Medical Genetics, 67*, 378-386.
- Wood, L. C., & Cooper, D. S. (1992).** Autoimmune thyroid disease, left-handedness, and developmental dyslexia. *Psychoneuroendocrinology, 17*, 95-99.
- Zahnd, D. (1993).** *Artifizielle Texte als Herausforderung der primären Lesefähigkeiten. Experimentelle Ansätze zu einem neuen Lesediagnostikum.* Lizentiatsarbeit. Institut für Psychologie der Universität Bern.
- Zenner, H.-P. (1994).** Hören. Physiologie, Biochemie, Zell- und Neurobiologie. Stuttgart.
- Zwisler, R. (1998).** Psychophysiologische Methodenlehre. Institut für Psychologie, Universität Regensburg.

## Anhang

Häufigkeitstabellen über die Beurteilung des Ordnungsschwellentrainings durch die Eltern zum Zeitpunkt 1. Retest hinsichtlich bestimmter Items:

Tabelle 1A: Konzentration

		<b>Konzentration</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	1	4,8	5,3	5,3
	deutlich besser	2	9,5	10,5	15,8
	leicht besser	6	28,6	31,6	47,4
	gleich geblieben	7	33,3	36,8	84,2
	leicht schlechter	1	4,8	5,3	89,5
	kann nicht beurteilen	2	9,5	10,5	100,0
	Gesamt		19	90,5	100,0
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 2A: Lernmotivation

		<b>Lernmotivation</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutlich besser	3	14,3	15,8	15,8
	leicht besser	6	28,6	31,6	47,4
	gleich geblieben	7	33,3	36,8	84,2
	leicht schlechter	1	4,8	5,3	89,5
	kann nicht beurteilen	2	9,5	10,5	100,0
	Gesamt		19	90,5	100,0
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 3A: Einfluss auf Lese- Rechtschreibleistung

		<b>Einfluss auf Lese-Rechtschreibleistung</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	1	4,8	6,3	6,3
	leichte Verbesserung	9	42,9	56,3	62,5
	kein Effekt	6	28,6	37,5	100,0
	Gesamt	16	76,2	100,0	
Fehlend	System	5	23,8		
Gesamt		21	100,0		

*Elternbeurteilung einzelner schulischer Leistungen der Trainingskinder zum Zeitpunkt 1. Retest:*

Tabelle 4A: Veränderung des Lesens

**Veränderung der Schulleistung-Lesen**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutlich besser	1	4,8	5,3	5,3
	leicht besser	7	33,3	36,8	42,1
	gleich geblieben	9	42,9	47,4	89,5
	kann nicht beurteilen	2	9,5	10,5	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 5A: Abschreiben

**Abschreiben**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	1	4,8	5,3	5,3
	deutlich besser	3	14,3	15,8	21,1
	leicht besser	4	19,0	21,1	42,1
	gleich geblieben	9	42,9	47,4	89,5
	kann nicht beurteilen	2	9,5	10,5	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 6A: Aufsätze

**Aufsätze**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutlich besser	2	9,5	10,5	10,5
	leicht besser	4	19,0	21,1	31,6
	gleich geblieben	6	28,6	31,6	63,2
	leicht schlechter	2	9,5	10,5	73,7
	kann nicht beurteilen	5	23,8	26,3	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 7A: Rechnen

		<b>Rechnen</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	2	9,5	10,5	10,5
	deutlich besser	2	9,5	10,5	21,1
	leicht besser	1	4,8	5,3	26,3
	gleich geblieben	10	47,6	52,6	78,9
	leicht schlechter	1	4,8	5,3	84,2
	kann nicht beurteilen	3	14,3	15,8	100,0
Gesamt		19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 8A: Textaufgabe

		<b>Textaufgabe</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	1	4,8	5,3	5,3
	leicht besser	3	14,3	15,8	21,1
	gleich geblieben	8	38,1	42,1	63,2
	leicht schlechter	2	9,5	10,5	73,7
	kann nicht beurteilen	5	23,8	26,3	100,0
	Gesamt		19	90,5	100,0
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 9A: Zeichnen

		<b>Zeichnen</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	2	9,5	10,5	10,5
	deutlich besser	2	9,5	10,5	21,1
	leicht besser	4	19,0	21,1	42,1
	gleich geblieben	6	28,6	31,6	73,7
	kann nicht beurteilen	5	23,8	26,3	100,0
	Gesamt		19	90,5	100,0
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 10A: Sport

**Sport**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutlich besser	2	9,5	10,5	10,5
	leicht besser	3	14,3	15,8	26,3
	gleich geblieben	9	42,9	47,4	73,7
	leicht schlechter	1	4,8	5,3	78,9
	kann nicht beurteilen	4	19,0	21,1	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 11A: Musik

**Musik**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	wesentlich besser	1	4,8	5,3	5,3
	leicht besser	3	14,3	15,8	21,1
	gleich geblieben	10	47,6	52,6	73,7
	kann nicht beurteilen	5	23,8	26,3	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 12A: sprachliche Fähigkeiten

**sprachl. Fähigkeiten**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutlich besser	2	9,5	10,5	10,5
	leicht besser	7	33,3	36,8	47,4
	gleich geblieben	8	38,1	42,1	89,5
	kann nicht beurteilen	2	9,5	10,5	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 13A: Lese-Rechtschreibung

**Einfluss auf Lese-Rechtschreibleistung**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	1	4,8	6,3	6,3
	leichte Verbesserung	9	42,9	56,3	62,5
	kein Effekt	6	28,6	37,5	100,0
	Gesamt	16	76,2	100,0	
Fehlend	System	5	23,8		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 14A: sprachliche Fähigkeit

**Einfluss auf sprachliche Fähigkeit**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	3	14,3	17,6	17,6
	leichte Verbesserung	6	28,6	35,3	52,9
	kein Effekt	8	38,1	47,1	100,0
	Gesamt	17	81,0	100,0	
Fehlend	System	4	19,0		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 15A: Konzentration

**Einfluss auf Konzentration**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	2	9,5	11,8	11,8
	leichte Verbesserung	9	42,9	52,9	64,7
	kein Effekt	6	28,6	35,3	100,0
	Gesamt	17	81,0	100,0	
Fehlend	System	4	19,0		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 16A: Sollte weiterhin ein OS-Training fortgeführt werden?

**gut, wenn weiterhin OS-Training**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	trifft voll und ganz zu	2	9,5	11,1	11,1
	trifft zu	8	38,1	44,4	55,6
	trifft nicht zu	7	33,3	38,9	94,4
	trifft überhaupt nicht zu	1	4,8	5,6	100,0
	Gesamt	18	85,7	100,0	
Fehlend	System	3	14,3		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 17A: Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein OS-Training erhalten

**alle Kinder mit Schulproblemen sollten OS-Training erhalten**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	trifft voll und ganz zu	3	14,3	18,8	18,8
	trifft zu	9	42,9	56,3	75,0
	trifft nicht zu	3	14,3	18,8	93,8
	trifft überhaupt nicht zu	1	4,8	6,3	100,0
	Gesamt	16	76,2	100,0	
Fehlend	System	5	23,8		
Gesamt		21	100,0		

*Häufigkeitstabellen über die Erwartungen an das Ordnungsschwellentraining durch die Lehrer*

Tabelle 18A: Allgemeiner Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit

**Lehrerversion:allg. Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	1	2,0	25,0	25,0
	leichte Verbesserung	3	5,9	75,0	100,0
	Gesamt	4	7,8	100,0	
Fehlend	System	47	92,2		
Gesamt		51	100,0		

Tabelle 19A: Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein OS-Training erhalten

**Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein OS-Training erhalten**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	trifft zu	2	3,9	66,7	66,7
	trifft nicht zu	1	2,0	33,3	100,0
	Gesamt	3	5,9	100,0	
Fehlend	System	48	94,1		
Gesamt		51	100,0		

Tabelle 20A: Allgemeiner Einfluss auf die Lese-Rechtschreibleistung

**Lehrerversion:allg. Einfluss auf die Lese-Rechtschreibleistung**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	leichte Verbesserung	1	2,0	25,0	25,0
	keinen Effekt	1	2,0	25,0	50,0
	9	2	3,9	50,0	100,0
	Gesamt	4	7,8	100,0	
Fehlend	System	47	92,2		
Gesamt		51	100,0		

Tabelle 21A: Allgemeiner Einfluss auf sprachliche Fähigkeiten

**Lehrerversion:allg. Einfluss auf sprachliche Fähigkeiten**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keinen Effekt	1	2,0	25,0	25,0
	9	3	5,9	75,0	100,0
	Gesamt	4	7,8	100,0	
Fehlend	System	47	92,2		
Gesamt		51	100,0		

Tabelle 22A: Allgemeiner Einfluss auf die Lernmotivation

**Lehrerversion:allg. Einfluss auf die Lernmotivation**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	leichte Verbesserung	1	2,0	25,0	25,0
	keinen Effekt	1	2,0	25,0	50,0
	9	2	3,9	50,0	100,0
	Gesamt	4	7,8	100,0	
Fehlend	System	47	92,2		
Gesamt		51	100,0		

*Häufigkeitstabellen zur Beurteilung des Ordnungsschwellentrainings durch die Kinder*

Tabelle 23A: „Hast du beim Training gut mitgemacht?“

**gut mitgemacht**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	10	47,6	50,0	50,0
	geht so	10	47,6	50,0	100,0
	Gesamt	20	95,2	100,0	
Fehlend	System	1	4,8		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 24A: „Hast du das Gefühl, das OS-Training hätte dir geholfen?“

**Gefühl, dass geholfen**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	5	23,8	25,0	25,0
	geht so	10	47,6	50,0	75,0
	nein	5	23,8	25,0	100,0
	Gesamt	20	95,2	100,0	
Fehlend	System	1	4,8		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 25A: „Bist du in der Schule besser geworden?“

**in Schule besser geworden**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	6	28,6	31,6	31,6
	gleich geblieben	12	57,1	63,2	94,7
	nein	1	4,8	5,3	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

*Häufigkeitstabellen über den Sozialstatus der Kinder aus der Trainingsgruppe*

Tabelle 26A: Familienstand der Eltern

**Familienstand der Eltern**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	fester Partner	10	47,6	55,6	55,6
	alleinerziehend	8	38,1	44,4	100,0
	Gesamt	18	85,7	100,0	
Fehlend	System	3	14,3		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 27A: Art der Berufstätigkeit der Mutter

**Art der Berufstätigkeit der Mutter**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Vollzeit	4	19,0	21,1	21,1
	Teilzeit	11	52,4	57,9	78,9
	nicht berufstätig	4	19,0	21,1	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 28A: Art der Berufstätigkeit des Vaters

**Art der Berufstätigkeit des Vaters**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Vollzeit	12	57,1	92,3	92,3
	nicht berufstätig	1	4,8	7,7	100,0
	Gesamt	13	61,9	100,0	
Fehlend	System	8	38,1		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 29A: Berufsabschluss der Mutter

**Berufsabschluss der Mutter**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keinen beruflichen Ausbildungsabschluss	2	9,5	10,5	10,5
	Lehre o.ä.	8	38,1	42,1	52,6
	Hoch-/Fachhochschulab- schluss o.ä.	6	28,6	31,6	84,2
	Sonstiges	3	14,3	15,8	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 30A: Berufsabschluss des Vaters

**Berufsabschluss des Vaters**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keinen beruflichen Ausbildungsabschluss	1	4,8	6,3	6,3
	Lehre o.ä.	4	19,0	25,0	31,3
	Hoch-/Fachhochschulab- schluss o.ä.	11	52,4	68,8	100,0
	Gesamt	16	76,2	100,0	
Fehlend	System	5	23,8		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 31A: Anzahl der Geschwister

		Anzahl der Geschwister			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1	5	23,8	26,3	26,3
	2	6	28,6	31,6	57,9
	3	2	9,5	10,5	68,4
	4	1	4,8	5,3	73,7
	keine	5	23,8	26,3	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 32A: Gesprochene Sprache zu Hause

		Gesprochene Sprache zu Hause			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutsch	15	71,4	78,9	78,9
	zweisprachig	4	19,0	21,1	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 33A: LRS in der Familie

		LRS in der Familie			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	5	23,8	26,3	26,3
	nein	13	61,9	68,4	94,7
	ich weiß nicht	1	4,8	5,3	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

*Häufigkeitstabellen über den Sozialstatus der Kinder aus der Kontrollgruppe*

Tabelle 34A: Familienstand der Eltern

**Familienstand der Eltern**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	fester Partner	12	57,1	66,7	66,7
	alleinerziehend	6	28,6	33,3	100,0
	Gesamt	18	85,7	100,0	
Fehlend	System	3	14,3		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 35A: Art der Berufstätigkeit der Mutter

**Art der Berufstätigkeit der Mutter**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Vollzeit	3	14,3	17,6	17,6
	Teilzeit	11	52,4	64,7	82,4
	nicht berufstätig	3	14,3	17,6	100,0
	Gesamt	17	81,0	100,0	
Fehlend	System	4	19,0		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 36A: Art der Berufstätigkeit der Mutter

**Art der Berufstätigkeit des Vaters**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Vollzeit	16	76,2	94,1	94,1
	nicht berufstätig	1	4,8	5,9	100,0
	Gesamt	17	81,0	100,0	
Fehlend	System	4	19,0		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 37A: Berufsabschluss der Mutter

		<b>Berufsabschluss der Mutter</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keinen beruflichen Ausbildungsabschluss	2	9,5	11,8	11,8
	Lehre o.ä.	9	42,9	52,9	64,7
	Hoch-/Fachhochschulab- schluss o.ä.	5	23,8	29,4	94,1
	Sonstiges	1	4,8	5,9	100,0
	Gesamt	17	81,0	100,0	
Fehlend	System	4	19,0		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 38A: Berufsabschluss des Vaters

		<b>Berufsabschluss des Vaters</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keinen beruflichen Ausbildungsabschluss	1	4,8	5,6	5,6
	Lehre o.ä.	11	52,4	61,1	66,7
	Hoch-/Fachhochschulab- schluss o.ä.	4	19,0	22,2	88,9
	Sonstiges	2	9,5	11,1	100,0
	Gesamt	18	85,7	100,0	
Fehlend	System	3	14,3		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 39A: Anzahl der Geschwister

		<b>Anzahl der Geschwister</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1	10	47,6	52,6	52,6
	2	5	23,8	26,3	78,9
	3	1	4,8	5,3	84,2
	keine	3	14,3	15,8	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 40A: Gesprochene Sprache zu Hause

**Gesprochene Sprache zu Hause**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutsch	15	71,4	78,9	78,9
	zweisprachig	4	19,0	21,1	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

Tabelle 41A: LRS in der Familie

**LRS in der Familie**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	6	28,6	31,6	31,6
	nein	9	42,9	47,4	78,9
	ich weiß nicht	4	19,0	21,1	100,0
	Gesamt	19	90,5	100,0	
Fehlend	System	2	9,5		
Gesamt		21	100,0		

*Häufigkeitstabellen über die Erwartungen der Eltern vor dem Training*

Tabelle 42A: „Haben Sie bereits vom OS-Training gehört?“

**Bereits vom OS-Training gehört**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	ja	27	64,3	71,1	71,1
	nein	11	26,2	28,9	100,0
	Gesamt	38	90,5	100,0	
Fehlend	System	4	9,5		
Gesamt		42	100,0		

Tabelle 43A: „Hat das OS-Training einen Einfluss auf die LRS?“

		<b>Einfluss auf LRS</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	3	7,1	10,7	10,7
	leichte Verbesserung	8	19,0	28,6	39,3
	ich weiß nicht	17	40,5	60,7	100,0
	Gesamt	28	66,7	100,0	
Fehlend	System	14	33,3		
Gesamt		42	100,0		

Tabelle 44A: „Hat das OS-Training einen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit?“

		<b>Einfluss auf Konzentrationsfähigkeit</b>			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	deutliche Verbesserung	6	14,3	21,4	21,4
	leichte Verbesserung	8	19,0	28,6	50,0
	keinen Effekt	1	2,4	3,6	53,6
	ich weiß nicht	13	31,0	46,4	100,0
	Gesamt	28	66,7	100,0	
Fehlend	System	14	33,3		
Gesamt		42	100,0		

Tabelle 45A: Wilcoxon-Test der Zeitverarbeitungsparameter Trainingsgruppe

<b>Trainingsgruppe</b>	N	Ausgangstest / 1. Retest	N	1. Retest / 2. Retest
OS visuell	21	.000	19	.030
OS auditiv	21	.001	19	.055
Richtungshören	21	.003	19	.144

Tabelle 46A: Wilcoxon-Test der Zeitverarbeitungsparameter Kontrollgruppe

<b>Kontrollgruppe</b>	N	Ausgangstest / 1. Retest	N	1. Retest / 2. Retest
OS visuell	21	.135	21	.099
OS auditiv	21	.695	21	.107
Richtungshören	20	.079	21	.062

Tabelle 47A: Wilcoxon-Test der Lese- und Rechtschreibtests Trainingsgruppe

<b>Trainingsgruppe</b>	N	Ausgangstest / 1. Retest	N	1. Retest / 2. Retest
DRT	21	.177	19	.192
PLT Fehler	21	.000	19	.033
PLT Zeit	21	.104	19	.050
ZLT Fehler	21	.002	19	.044
ZLT Zeit	21	.017	19	.006

Tabelle 48A: Wilcoxon-Test der Lese- und Rechtschreibtests Kontrollgruppe

<b>Kontrollgruppe</b>	N	Ausgangstest / 1. Retest	N	1. Retest / 2. Retest
DRT	21	.001	20	.002
PLT Fehler	21	.005	19	.758
PLT Zeit	21	.639	19	.178
ZLT Fehler	21	.001	20	.856
ZLT Zeit	21	.073	20	.000

49A: Einverständniserklärung der Eltern

**Sabel Schulen**  
Schwanthalerstr. 51-53

80336 München

**Institut für Kinder und Jugend-  
psychiatrie und Psychotherapie**  
*Klinikum der Universität München*  
Spezialambulanz für Entwicklungsfragen

Waltherstr. 23  
80337 München

Teilnahme an der Erprobung eines Trainings zur schnellen Informationsverarbeitung  
(Ordnungsschwellentraining, Training des Richtungshörens)

## **Einverständniserklärung**

Ich gebe hiermit die Erlaubnis, dass mein Kind

Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

an der Erprobung des Trainings zur schnellen Informationsverarbeitung (Ordnungsschwellentraining, Training des Richtungshörens) teilnimmt.

Über das Training und die Untersuchungen zur Kontrolle des Trainingseffektes vor und nach dem Training, wurde ich ausreichend informiert. Ich weiß, dass mir die an der Erprobung beteiligten Mitarbeiter für weitere Fragen ggf. zur Verfügung stehen (Fr. Greiner, Fr. Hage, Fr. Dipl.-Psych. Berwanger Tel.: 089/ 5160-3427).

Die Teilnahme meines Kindes kann ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen beenden.

Mein Kind nimmt nicht an der Erprobung des Trainings teil.

Ort \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_.

---

**Unterschrift der/des Sorgeberechtigten**

50A: Elternbrief für Trainingskinder

**Sabel Schulen**  
Schwanthalerstr. 51-53  
  
80336 München

**Institut für Kinder und Jugend-  
psychiatrie und Psychotherapie**  
*Klinikum der Universität München*  
Spezialambulanz für Entwicklungsfragen

Waltherstr. 23  
80337 München

München, den 05.12.2001

Liebe Eltern,

wie Sie wissen, besteht unser Hauptanliegen darin, den Kindern die bestmögliche Förderung zukommen zu lassen. Dabei versuchen wir auch immer wieder, neue Fördermöglichkeiten zu nutzen. Wir wollen in unser Programm aber nur Methoden aufnehmen, von denen ausreichend gesichert ist, dass sie den Kindern auch wirklich helfen.

In einer angesehenen amerikanischen Zeitschrift (Science) ist 1996 eine Arbeit erschienen, in der darüber berichtet wurde, dass mit einem Training der Zeitverarbeitung deutliche und langanhaltende Verbesserungen der Sprachfähigkeit erreicht werden können. In späteren Arbeiten zeigte sich, dass dieses Training auch Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung und anderen Schulproblemen hilft. Die Erfolge werden damit erklärt, dass es zum Erlernen des Lesens und Rechtschreibens wichtig ist, in der Sprache einzelne Laute exakt heraus zu hören. Dies ist nur möglich, wenn das Kind zu einer schnellen zeitlichen Analyse in der Lage ist.

Inzwischen wird auch in Deutschland ein solches Training vielfach angewendet (Training der Ordnungsschwelle bzw. des Richtungshörens). Eltern berichten über erstaunliche Verbesserungen der Leistungen ihrer Kinder in der Schule. Allerdings ist nach Expertenmeinung trotz dieser vielversprechenden Mitteilungen die Wirksamkeit des Trainings noch nicht ausreichend nachgewiesen. Bevor wir dieses in unser Programm aufnehmen, möchten wir es Anfang des nächsten Jahres in einer Klasse erproben. **Wir möchten Sie fragen, ob Ihr Kind an der Erprobung teilnehmen darf.**

Damit die Erprobung eine zuverlässige Aussage über die Wirksamkeit des Trainings ermöglicht, erfolgt eine wissenschaftliche Begleitung durch eine Arbeitsgruppe der Universität München. Die Mitarbeiter der Abteilung für Entwicklungsfragen des Instituts für Kinder- und Jugendpsychiatrie befassen sich seit Jahren mit Problemen von Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibstörungen und sie werden die notwendigen Untersuchungen vor und nach dem Training und zum Teil das Training selbst übernehmen.

### **Was erwartet Ihr Kind?**

Von Mitte Januar bis Mitte März erfolgt das Training in der Zeit von 13:30 – 14:00 Uhr zwei Wochen lang täglich und ansonsten zwei- bis dreimal pro Woche in einer Gruppe von 6 Kindern. Das Training ähnelt einem Computerspiel. Die Kinder hören über Kopfhörer schnell hintereinander auftretende Töne und sollen erkennen, auf welchem Ohr der Ton zuerst auftrat bzw. aus welcher Richtung er kam. Ähnlich wird mit Lichtpunkten geübt.

Um die Wirksamkeit des Trainings nachzuweisen, werden vor, unmittelbar nach und sechs Monate nach der Trainingsphase die Lese- und Rechtschreibfähigkeit, Sprachleistungen u. a. überprüft. Dazu schreiben die Kinder Lückentexte, lesen vor, erhalten die Aufgabe, Laute aus Wörtern herauszuhören u. s. w. Diese Kontrollen des Verlaufs von Schulleistungen erfolgen nach Absprache mit den Lehrern vormittags in der Schule.

Sie würden wir bitten, einen Fragebogen auszufüllen, in dem z. B. anzugeben ist, wie Sie die Leistungen und das Training beurteilen.

**Was hat Ihr Kind bzw. Sie von der Teilnahme?**

Sollte das Training tatsächlich so erfolgreich sein, wie vielfach angegeben, so hätte sich die Teilnahme Ihres Kindes auf jeden Fall gelohnt. Sollte sich andererseits ein Erfolg nicht einstellen, so wird vermieden, dass wir diese neue Förderungsmethode in unser Programm aufnehmen und damit unnötig die Zeit der uns anvertrauten Kinder in Anspruch nehmen. Aber auch in diesem Fall würden Ihnen die Untersuchungen genauere Informationen über den gegenwärtigen Leistungsstand Ihres Kindes und den Lernzuwachs im Laufe des nächsten Jahres geben.

Falls Sie noch irgendwelche Fragen zum Training bzw. den Untersuchungen haben, können Sie im Institut in der Zeit von 9:00 – 17:00 Uhr unter der Telefonnummer 089/ 5160- 3427 anrufen.

**Wir würden uns freuen, wenn Sie Ihrem Kind erlauben, an der Erprobung des Trainingsverfahrens teilzunehmen und möchten Sie bitten, die Einverständniserklärung bzw. die Absage umgehend an uns zurückzugeben.**

Mit vielen Grüßen

Ihre

Bettina Kinn  
Leiterin des Forums Legasthenie  
im Sabel-Schulzentrum

Elke Mayr  
Stellvertretende Schulleiterin  
der Sabel-Schule

Mitarbeiter des Instituts:

Prof. Dr. Waldemar von Suchodoletz

Dagmar Berwanger  
Dipl. Psych.

51A: Elternbrief für Kontrollkinder

**Sabel Schulen**  
Schwanthalerstr. 51-53  
  
80336 München

**Institut für Kinder und Jugend-  
psychiatrie und Psychotherapie**  
*Klinikum der Universität München*  
Spezialambulanz für Entwicklungsfragen

Waltherstr. 23  
80337 München

München, den 05.12.2001

Liebe Eltern,

wie Sie wissen, besteht unser Hauptanliegen darin, den Kindern die bestmögliche Förderung zukommen zu lassen. Dabei versuchen wir auch immer wieder, neue Fördermöglichkeiten zu nutzen. Wir wollen in unser Programm aber nur Methoden aufnehmen, von denen ausreichend gesichert ist, dass sie den Kindern auch wirklich helfen.

In einer angesehenen amerikanischen Zeitschrift (Science) ist 1996 eine Arbeit erschienen, in der darüber berichtet wurde, dass mit einem Training der Zeitverarbeitung deutliche und langanhaltende Verbesserungen der Sprachfähigkeit erreicht werden können. In späteren Arbeiten zeigte sich, dass dieses Training auch Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung und anderen Schulproblemen hilft. Die Erfolge werden damit erklärt, dass es zum Erlernen des Lesens und Rechtschreibens wichtig ist, in der Sprache einzelne Laute exakt heraus zu hören. Dies ist nur möglich, wenn das Kind zu einer schnellen zeitlichen Analyse in der Lage ist.

Inzwischen wird auch in Deutschland ein solches Training vielfach angewendet (Training der Ordnungsschwelle bzw. des Richtungshörens). Eltern berichten über erstaunliche Verbesserungen der Leistungen ihrer Kinder in der Schule. Allerdings ist nach Expertenmeinung trotz dieser vielversprechenden Mitteilungen die Wirksamkeit des Trainings noch nicht ausreichend nachgewiesen. Bevor wir dieses in unser Programm aufnehmen, möchten wir es Anfang des nächsten Jahres in einer der 5. Klassen erproben. In der Parallelklasse, die Ihr Kind besucht, werden die Lernfortschritte der Kinder in gleicher Weise beobachtet, damit Leistungsverbesserungen, die tatsächlich nur auf das Ordnungsschwellentraining zurückzuführen sind, erkannt werden können. **Wir möchten Sie fragen, ob Ihr Kind als „Vergleichskind“ an der Erprobung teilnehmen darf.**

Damit die Erprobung eine zuverlässige Aussage über die Wirksamkeit des Trainings ermöglicht, erfolgt eine wissenschaftliche Begleitung durch eine Arbeitsgruppe der Universität München. Die Mitarbeiter der Abteilung für Entwicklungsfragen des Instituts für Kinder- und Jugendpsychiatrie befassen sich seit Jahren mit Problemen von Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibstörungen und sie werden die notwendigen Untersuchungen vor und nach dem Training übernehmen.

**Was erwartet Ihr Kind?**

Um die Wirksamkeit des Trainings nachzuweisen, werden bei Kindern beider Klassen (Kinder mit und ohne Training) vor, unmittelbar nach und sechs Monate nach der Trainingsphase die Lese- und Rechtschreibfähigkeit, Sprachleistungen und Ähnliches überprüft. Dazu schreiben die Kinder Lückentexte, lesen vor, erhalten die Aufgabe, Laute aus Wörtern herauszuhören u. s. w. Diese Kontrollen des Verlaufs von Schulleistungen erfolgen nach Absprache mit den Lehrern vormittags in der Schule.

Sie würden wir bitten, einen Fragebogen auszufüllen, in dem z. B. anzugeben ist, wie Sie die Leistungen Ihres Kindes beurteilen.

**Was hat Ihr Kind bzw. Sie von der Teilnahme?**

Sollte das Training tatsächlich so erfolgreich sein, wie vielfach angegeben, so würde das Training im Herbst auch Ihrem Kind angeboten werden. Sollte sich andererseits ein Erfolg nicht einstellen, so wird vermieden, dass wir diese neue Förderungsmethode in unser Programm aufnehmen und damit unnötig die Zeit der uns anvertrauten Kinder in Anspruch nehmen. Aber auch in diesem Fall würden Ihnen die Untersuchungen genauere Informationen über den gegenwärtigen Leistungsstand Ihres Kindes und den Lernzuwachs im Laufe des nächsten Jahres geben.

Falls Sie noch irgendwelche Fragen zu den Untersuchungen haben, können Sie im Institut in der Zeit von 9:00 – 17:00 Uhr unter der Telefonnummer 089/ 5160- 3427 anrufen.

**Wir würden uns freuen, wenn Sie Ihrem Kind erlauben, an der Erprobung des Trainingsverfahrens als „Vergleichskind“ teilzunehmen und möchten Sie bitten, die Einverständniserklärung bzw. die Absage umgehend an uns zurückzugeben.**

Mit vielen Grüßen

Ihre

Bettina Kinn  
Leiterin des Forums Legasthenie  
im Sabel-Schulzentrum

Elke Mayr  
Stellvertretende Schulleiterin  
der Sabel-Schule

Mitarbeiter des Instituts:

Prof. Dr. Waldemar von Suchodoletz

Dagmar Berwanger  
Dipl. Psych.

**Studie Ordnungsschwellentraining****Elternfragebogen zur Entwicklung und zu früheren Erkrankungen**  
bitte zutreffendes ankreuzen

ID-Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

**FRAGEN ZUR SCHULE****1) Welche Schule besuchte Ihr Kind vor der Sabelschule (Schultyp z.B. Regel-, Montessori-, Sprachbehindertenschule)?**  
\_\_\_\_\_**2) Hat es seit der 1.Klasse einen oder mehrere Schulwechsel gegeben?**

ja ①                      nein ②

Wenn ja, wie viele und in welcher Klasse: \_\_\_\_\_

**3) Hat Ihr Kind eine Klasse wiederholt?**

ja ①                      nein ②

wenn ja, welche: \_\_\_\_\_

**4) Hat Ihr Kind manchmal Angst vor dem Schulbesuch?**

nie ①                      selten ②                      oft ③

**5) Wie schätzen Sie die Leistungen Ihres Kindes in der Schule im Vergleich zu Gleichaltrigen ein**

	besser	durchschnittlich	schlechter	ich weiß nicht
a) Lesen	①	②	③	④
b) Diktat	①	②	③	④
c) Abschreiben	①	②	③	④
d) Schriftbild	①	②	③	④
e) Aufsätze	①	②	③	④
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④
h) Zeichnen	①	②	③	④
i) Sport	①	②	③	④
j) Musik	①	②	③	④
k) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④

**6) Erhielt Ihr Kind innerhalb der Schule eine bestimmte Art von Förderung?**

ja ①                      nein ②

Wenn ja, welche, wie lange? \_\_\_\_\_



**13) Wie stark sind zur Zeit folgende Probleme in der Sprache Ihres Kindes?**

	sehr stark	stark	mittel	leicht	überhaupt nicht
a. Probleme beim Aussprechen einzelner Laute oder Buchstaben	<input type="radio"/>				
b. Probleme beim Bilden von richtigen Sätzen (z.B. Wortstellung im Satz, Wortendungen)?	<input type="radio"/>				
c. Sprechunflüssigkeiten (z.B. Stottern, Poltern)?	<input type="radio"/>				
d. Probleme beim Finden von Wörtern (z.B. Ihrem Kind fallen nicht die richtigen Wörter ein,	<input type="radio"/>				
e. Probleme beim Verstehen von Sprache (z.B. fragt oft nach, versteht Aufträge oft falsch)?	<input type="radio"/>				
f. Probleme mit dem auditiven Gedächtnis (z.B. kann sich schlecht etwas merken, vergißt viel)?	<input type="radio"/>				
g. andere Probleme beim Sprechen und Verstehen (bitte beschreiben):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**FRAGEN ZU FRÜHEREN ERKRANKUNGEN IHRES KINDES**

**14) Hatte Ihr Kind ernsthafte oder chronische Erkrankungen (z.B. Erkrankungen mit Bewusstlosigkeit, Kopfunfälle, epileptische Anfälle, Hirnentzündungen ..)?**

ja  <sup>①</sup>                                  nein  <sup>②</sup>                                  Weiß ich nicht.  <sup>③</sup>  
 Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

**15) Wurde Ihr Kind jemals augenärztlich untersucht?**

ja  <sup>①</sup>                                  nein  <sup>②</sup>  
 Ergebnis: keine leicht ausgeprägte Sehestörung

**16) Trägt Ihr Kind eine Brille?** ja  <sup>①</sup>                                  nein  <sup>②</sup>

**17) Wurde bei Ihrem Kind ein Hörtest durchgeführt?**

ja  <sup>①</sup>                                  nein  <sup>②</sup>  
 Ergebnis: keine leicht ausgeprägte Hörstörung

**FRAGEN ZUM VERHALTEN DES KINDES****18) Ausmaß der Aktivität**

	Überhaupt nicht	Ein wenig	Ziemlich	Sehr stark
a) Ist unruhig oder übermäßig aktiv	①	②	③	④
b) Ist erregbar, impulsiv	①	②	③	④
c) Stört andere Kinder	①	②	③	④
d) Bringt angefangene Dinge nicht zu einem Ende-kurze Aufmerksamkeitsspanne	①	②	③	④
e) Ist ständig zappelig	①	②	③	④
f) Ist unaufmerksam, leicht abgelenkt	①	②	③	④
g) Erwartungen müssen umgehend erfüllt werden, ist leicht frustriert	①	②	③	④
h) Weint leicht und häufig	①	②	③	④
i) Zeigt schnellen und ausgeprägten Stimmungswechsel	①	②	③	④
j) Hat Wutausbrüche, explosives und unvorhersagbares Verhalten	①	②	③	④

**FRAGEN ZUR FAMILIE IHRES KINDES****19) Wer hat den Bogen ausgefüllt?**

Mutter ① Vater ② beide Eltern ③  
andere: ④ \_\_\_\_\_

**20) Wie ist Ihr Familienstand?**

Fester Partner ①  
Alleinerziehend ②

**Das Kind lebt:**

in der Familie ①  
im Heim ②

**21) Welcher Art ist die derzeitige (Berufs-) Tätigkeit der Mutter / des Vaters?**

	a) Mutter	b) Vater
Vollzeit	①	①
Teilzeit	②	②
nicht berufstätig	③	③

**22) Welchen Berufsabschluß hat die Mutter / der Vater?**

	a) Mutter	b) Vater
keinen beruflichen Ausbildungsabschluß	①	①
Lehre u. ä.	②	②
Hoch-/ Fachhochschulabschluß u.ä.	③	③
sonstiges: _____	④	④

**23) Anzahl der Geschwister:** \_\_\_\_\_

**24) Welche Sprache wird bei Ihnen zu Hause gesprochen?**

deutsch	①	
zweisprachig	②	welche? 1. _____ 2. _____
eine andere	③	welche? _____

**25) Haben oder hatten Eltern oder Geschwister eine Lese-Rechtschreibschwäche?**

ja ①      nein ②      Weiß ich nicht. ③  
 Wenn ja, wer? \_\_\_\_\_

**26) Haben oder hatten Eltern oder Geschwister eine Sprachstörung?**

ja ①      nein ②      Weiß ich nicht. ③  
 Wenn ja, wer? \_\_\_\_\_

**FRAGEN ZUM ORDNUNGSSCHWELLENTRAINING**

**27) Haben Sie schon einmal vom Ordnungsschwellentraining gehört? Wenn ja, was meinen Sie, bewirkt dies?**

a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung:

①	②	③	④
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt	ich weiß nicht

b) Einfluss auf die Lernmotivation:

①	②	③	④
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt	ich weiß nicht

c) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit:

①	②	③	④
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt	ich weiß nicht

**28) Wenn wir in diesem Fragebogen etwas nicht gefragt haben, das Sie bezüglich der Entwicklung Ihres Kindes für wichtig halten, dann haben Sie hier oder auf der Rückseite Platz für Ergänzungen.**

---



---

Vielen Dank für Ihre Mühe!

**Studie Ordnungsschwellentraining**  
**Fragebogen zur Studie**  
**Kinderversion (T2)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

**1) Hast Du beim Ordnungsschwellentraining gut mitgemacht?**



ja

geht so

nein

**2) Hat dir das Ordnungsschwellentraining Spass gemacht?**



ja

geht so

nein

**3) Hast du das Gefühl, dass das Ordnungsschwellentraining dir geholfen hat?**



ja

geht so

nein

**4) Bist du in der Schule besser geworden?**



ja

gleich geblieben

nein

Vielen Dank für deine Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**  
**Fragebogen zur Studie**  
**Lehrerversion (T1)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_   
 Datum: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

**1) Wie schätzen Sie die Leistungen des Kindes in der Schule zum jetzigen Zeitpunkt ein?**

	Note						kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

**2) Was versprechen Sie sich von einem Ordnungsschwellentraining?**

a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung:

①                      ②                      ③                      ⑨  
 deutliche              leichte                  keinen Effekt          ich weiß nicht  
 Verbesserung          Verbesserung

b) Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten:

①                      ②                      ③                      ⑨  
 deutliche              leichte                  keinen Effekt          ich weiß nicht  
 Verbesserung          Verbesserung

c) Einfluss auf die Lernmotivation:

①	②	③	④
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt	ich weiß nicht

d) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit:

①	②	③	④
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt	ich weiß nicht

**3) Ich fände es gut, wenn das Kind weiterhin Ordnungsschwellentraining erhalten würde.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

**4) Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**

**Fragebogen zur Studie**

**Lehrerversion (T2)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

**1) Wie schätzen Sie die Veränderungen der Leistungen des Kindes in der Schule in den letzten 3 Monaten ein?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

## Studie Ordnungsschwellentraining

### Fragebogen zur Studie

#### Lehrerversion (T2)

ID-Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

### 1) Hat das Kind beim Ordnungsschwellentraining motiviert mitgemacht?

①	②	③	④	⑤
deutlich motiviert	überwiegend motiviert	teilweise motiviert	überwiegend unmotiviert	deutlich unmotiviert

### 2) Hat das Ordnungsschwellentraining dem Kind Spass gemacht?

①	②	③	④	⑤
deutlich Spass gemacht	überwiegend Spass gemacht	teilweise Spass gemacht	überwiegend keinen Spass gemacht	deutlich keinen Spass gemacht

### 3) Wie schätzen Sie Veränderungen der Leistungen des Kindes in der Schule in den letzten 3 Monaten ein, unabhängig davon, ob diese durch ein Ordnungsschwellentraining oder andere Faktoren bewirkt wurden?

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

**4) Das Kind hat ein Ordnungsschwellentraining erhalten. Wie beurteilen Sie den Einfluss des Training auf einzelne Leistungen?**

**a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**b) Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**c) Einfluss auf die Motivation**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**d) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**5) Ich fände es gut, wenn das Kind weiterhin ein Ordnungsschwellentraining erhalten würde.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

**6) Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**  
**Fragebogen zur Studie**  
**Lehrerversion (T3)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

**1) Wie beurteilen Sie die Leistungsveränderungen des Kindes jetzt im Vergleich zu unserer letzten Befragung im April 2002, unabhängig davon, ob diese durch ein Ordnungsschwellentraining oder andere Faktoren beeinflusst wurden?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

## Studie Ordnungsschwellentraining

### Fragebogen zur Studie

#### Lehrerversion (T3)

ID-Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.datum: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

**1) Wie beurteilen Sie die Leistungsveränderungen des Kindes im Vergleich zu unserer letzten Befragung im April 2002, unabhängig davon, ob diese durch ein Ordnungsschwellentraining oder andere Faktoren beeinflusst wurden?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

**2) Das Kind hat ein Ordnungsschwellentraining erhalten. Wie beurteilen Sie den Einfluß des Training auf einzelne Leistungen?**

a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung

①                      ②                      ③  
 deutliche              leichte                      keinen Effekt  
 Verbesserung        Verbesserung

b) Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten

①                      ②                      ③  
 deutliche              leichte                      keinen Effekt  
 Verbesserung        Verbesserung

c) Einfluss auf die Motivation

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

d) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**3) Ich fände es gut, wenn das Kind weiterhin Ordnungsschwellentraining erhalten würde.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

**4) Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**

**Fragebogen zur Studie**

**Elternversion (T2)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

**3) Wie schätzen Sie Veränderungen der Leistungen Ihres Kindes in der Schule in den letzten 3 Monaten ein?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

## Studie Ordnungsschwellentraining

### Fragebogen zur Studie

#### Elternversion (T2)

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

### 1) Hat nach Ihrem Eindruck das Ordnungsschwellentraining Ihrem Kind Spass gemacht?

- |                        |                           |                         |                                  |                               |
|------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| ①                      | ②                         | ③                       | ④                                | ⑤                             |
| deutlich Spass gemacht | überwiegend Spass gemacht | teilweise Spass gemacht | überwiegend keinen Spass gemacht | deutlich keinen Spass gemacht |

### 2) Wie schätzen Sie Veränderungen der Leistungen Ihres Kindes in der Schule in den letzten 3 Monaten ein, unabhängig davon, ob diese durch ein Ordnungsschwellentraining oder andere Faktoren bewirkt wurden?

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

### 3) Ihr Kind hat ein Ordnungsschwellentraining erhalten. Wie beurteilen Sie den Einfluss des Trainings auf einzelne Leistungen?

#### a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung

- |                        |                      |               |
|------------------------|----------------------|---------------|
| ①                      | ②                    | ③             |
| deutliche Verbesserung | leichte Verbesserung | keinen Effekt |

**b) Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**c) Einfluss auf die Motivation**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**d) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit**

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**4) Ich fände es gut, wenn mein Kind weiterhin ein Ordnungsschwellentraining erhalten würde.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

**5) Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**  
**Fragebogen zur Studie**  
**Elternversion (T3)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

**1) Wie beurteilen Sie die Leistungsveränderungen des Kindes im Vergleich zu unserer letzten Befragung im April 2002?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

**Studie Ordnungsschwellentraining**  
**Fragebogen zur Studie**  
**Elternversion (T3)**

ID-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

**1) Wie beurteilen Sie die Leistungsveränderungen Ihres Kindes im Vergleich zu unserer letzten Befragung im April 2002, unabhängig davon, ob diese durch ein Ordnungsschwellentraining oder andere Faktoren beeinflusst wurden?**

	wesentlich besser	deutlich besser	leicht besser	gleich geblieben	leicht schlechter	deutlich schlechter	kann ich nicht beurteilen
a) Lesen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
b) Diktat	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
c) Abschreiben	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
d) Schriftbild	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
e) Aufsätze	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
f) Mathematik(Rechnen)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
g) Mathematik(Textaufgaben)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
h) Zeichnen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
i) Sport	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
j) Musik	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
k) Konzentrationsfähigkeit	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
l) Lernmotivation	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
m) sprachliche Fähigkeiten	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨

**2) Ihr Kind hat ein Ordnungsschwellentraining erhalten. Wie beurteilen Sie den Einfluß des Training auf einzelne Leistungen?**

a) Einfluss auf die Lese-Rechtschreib-Leistung

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

b) Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

c) Einfluss auf die Motivation

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

d) Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit

①	②	③
deutliche Verbesserung	leichte Verbesserung	keinen Effekt

**3) Ich fände es gut, wenn mein Kind weiterhin ein Ordnungsschwellentraining erhalten würde.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

**4) Alle Kinder mit Schulproblemen sollten ein Ordnungsschwellentraining erhalten.**

①	②	③	④
Trifft voll und ganz zu	Trifft zu	Trifft nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

## Abkürzungsverzeichnis

µs	Mikrosekunden
Abb.	Abbildung
CFT 20	Sprachfreier Intelligenztest
dB	dezibel
DRT-5	Diagnostischer Rechtschreibtest
ICD-10	Internationale Klassifikation psychischer Störungen (international classification of diseases)
ISI	Interstimulusintervall
LRS	Lese-Rechtschreibstörung
ms	Millisekunden
MW	Mittelwert
n.s.	Nicht signifikant
OS	Ordnungsschwelle
PLT	Pseudotextlesetest
Ri-Hö	Richtungshören
SD	Standardabweichung
t0	Ausgangstestzeitpunkt
t1	Zeitpunkt 1. Retest
t2	Zeitpunkt 2. Retest
Tab.	Tabelle
vgl.	vergleiche
ZLT	Zürcher Lesetest

## **Danksagung**

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen eines Promotionsvorhabens an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Sie wurde von allen Mitarbeitern der Abteilung tatkräftig unterstützt.

Herrn Prof. Dr. W. von Suchodoletz ermöglichte als Institutsleiter die Durchführung der Studie und hat mich in allen Phasen dieser Arbeit engagiert und wohlwollend betreut. Frau Elisabeth Greiner, Frau Monika Hage und Praktikantinnen der Sonderschul- und Sprachheilpädagogik waren an der testpsychologischen Untersuchung der Kinder beteiligt. Frau Petra Ratschew-Winkler nahm im Rahmen ihrer eigenen Themenstellung hinsichtlich der Auswirkungen des Zeitverarbeitungstrainings auf die Sprache engagiert an den Erhebungen und statistischen Auswertungen teil. Mein Ehemann Franz Winkler kümmerte sich mit größter Geduld, viel Verständnis und seinem mathematischen Grundverständnis um technische Probleme und unterstützte mich in Fragen der statistischen Belange. Thomas Schlütsmeier übernahm das Korrekturlesen eines Teils der Arbeit. Meine Schwiegereltern Christa und Franz Winkler ermöglichten mir ein ausgiebiges, konzentriertes Arbeiten, indem sie sich um die Betreuung meiner kleinen Tochter annahmen. Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen für die engagierte Unterstützung bedanken.

Bedanken möchte ich mich bei den Lehrern der Sabelschule, sowie bei Frau Bettina Kinn, der Leiterin des Forum Legasthenie, für die Ermöglichung der Durchführung der Studie.

Dank schulde ich auch Herrn Fred Warnke für die freundliche Überlassung seiner Erhebungsinstrumente zur Messung und Training der Zeitverarbeitung, dem Brain-Boy-Universal.

Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich allen Kindern, die an der Studie teilgenommen haben und deren Eltern, die ihr Einverständnis dazu gegeben haben.

# Lebenslauf

---

## Zur Person

Name, Vorname: Winkler, Yvonne  
Geburtsname: Rienmüller  
Geburtsdaten: Budweis, 17. Oktober 1968  
Religionsbekenntnis: röm.-kath.  
Familienstand: verheiratet, eine Tochter

## Schulausbildung

Grundschule in Ingolstadt 1975 – 1979  
Hauptschule in Ingolstadt 1979 – 1981  
Mädchenrealschule in Ingolstadt 1981 – 1985  
Abschluss: Mittlere Reife  
Krankenpflegeschule am medizinischen Schulzentrum des Klinikum Ingolstadt 1986 – 1989  
Abschluss: Staatsexamen in der Krankenpflege  
Berufsoberschule in München 1995 – 1997  
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

## Berufstätigkeit im medizinischen, nicht-ärztlichen Bereich

Krankenschwester am Klinikum Ingolstadt 1989 – 1995  
in den Abteilungen: Psychiatrie, Orthopädie, Gynäkologie, Notaufnahme  
Krankenschwester im Krankenhaus München-Schwabing 1996 – 2002  
in den Abteilungen: interne Nothilfe, Stammzelltransplantation (studienbegleitend)  
Krankenschwester in der Privatklinik Josephinum in München 08/97 – 11/97  
in der Abteilung OP und Anästhesie  
Krankenschwester in der Clinique Belvédère in Nizza / Frankreich 02/98 – 04/98  
Krankenschwester im Centre Hospitalier Princess Grace / Monaco 05/98 – 06/98

## Hochschulausbildung

Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München 06/98 – 06/05  
Ärztliche Prüfung am 02.06.2005  
Approbation erteilt am 13.06.2005

## Berufstätigkeit im ärztlichen Bereich

Assistenzärztin in der Frauenklinik Prien am Chiemsee 09/05 – 12/05  
Assistenzärztin in der gynäkologisch/geburtshilflichen Abteilung des Kreiskrankenhauses Bad Reichenhall seit 01/06