

**Aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
Tübingen**

Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie

Kommissarischer Leiter: Professor Dr. Dr. h.c. mult. H. P. Zenner

**Vergleichende Untersuchungen zur Validität des
beidohrigen Zahlentests im Störgeräusch bei Schul-
kindern mit und ohne Lese-Rechtschreib-Störung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Eva Donata Giebel
aus
Tübingen

2004

Dekan: Professor Dr. C. D. Claussen

1. Berichterstatter: Professor Dr. R. Arold

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. H. Heumann

Widmung

Diese Arbeit widme ich meinem viel zu früh verstorbenen Vater

Privatdozent Dr. Werner Giebel

Ihm habe ich vieles zu verdanken.

1	Einleitung und Fragestellung	3
1.1	Hören im Störgeräusch	3
1.2	Der Einfluss von Störgeräuschen auf kognitive Leistungen	4
1.3	Sprachperzeption im Störgeräusch bei Schulkindern.....	5
1.4	Definition von Lese-Rechtschreib-Störung.....	5
1.5	Sprachperzeptive Leistungen von Kindern mit Lese- und Rechtschreib-Schwierigkeiten	7
1.6	Fragestellung	8
1.6.1	Einsetzbarkeit des BZT bei Grundschulkindern	8
1.6.2	Aussagekraft der Ergebnisse des BZT von Grundschulkindern....	8
1.6.3	Validität des BZT für die LRS- Diagnostik.....	10
2	Material und Methoden	11
2.1	Probanden	11
2.1.1	Kontrollgruppe.....	15
2.1.2	LRS-Gruppe.....	15
2.2	Ablauf der Untersuchung	15
2.3	Angewandte Testverfahren	18
2.3.1	Hörtest	18
2.3.1.1	Tonaudiogramm	18
2.3.1.2	Tympanogramm	18
2.3.1.3	Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch	19
2.3.2	IQ- Tests	22
2.3.2.1	CPM	22
2.3.2.2	SON-R 5,5-17	23
2.3.3	Tests zur Sprachentwicklung und zentralen Sprachverarbeitung	23
2.3.3.1	Dichotischer Diskriminationstest von Feldmann.....	23
2.3.3.2	Testverfahren zur Sprach- und Gedächtnisentwicklung.....	24
2.4	Statistische Testverfahren.....	27
3	Ergebnisse	28
3.1	Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch.....	28
3.1.1	Ergebnisse in der Gesamtgruppe	28
3.1.2	Ergebnisse der LRS-Gruppe.....	33
3.1.3	Ergebnisse der Kontrollgruppe.....	37

3.1.4	Vergleich LRS-Gruppe mit Kontrollgruppe	41
3.2	Sonstige Testverfahren	42
3.2.1	Ergebnisse der Gesamtgruppe	42
3.2.2	Ergebnisse der LRS-Gruppe.....	43
3.2.3	Ergebnisse der Kontrollgruppe.....	44
3.2.4	Vergleich LRS-Gruppe mit Kontrollgruppe	44
4	Diskussion	45
4.1	Einsetzbarkeit des BZT bei Schulkindern.....	45
4.2	Validität der verwendeten Testverfahren im Vergleich	49
5	Zusammenfassung	50
6	Literaturverzeichnis	52
7	Abkürzungsverzeichnis	55

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Hören im Störgeräusch

In typischen Alltagssituationen ist ein hörender Mensch zumeist gleichzeitig mehreren verschiedenen komplexen akustischen Signalen ausgesetzt. Es gehört zu den herausragenden Leistungen des peripheren und zentralen Hörverarbeitungssystems, diese verschiedenen Signale voneinander zu trennen und sie aktiv zu separaten mentalen Repräsentationen zu verarbeiten (Bregman, 1990).

Bei Neben- und Störgeräuschen kann jedoch ein sprachliches Signal soweit verdeckt werden, dass der Inhalt der verbal übermittelten Botschaft vom jeweiligen Zuhörer nur noch unvollständig oder gar nicht mehr verstanden werden kann. Mit entscheidend für die Sprachverständlichkeit bei Nebengeräuschen ist das sogenannte Verhältnis zwischen Signal und Rauschen (S/R-Verhältnis). Der Begriff „Signal“ beschreibt hierbei die akustische Komponente, welche eine Information vermitteln will, während der Begriff „Rauschen“ die Stör- und Nebengeräusche benennt, die das akustische Signal beeinflussen. Zur quantitativen Kennzeichnung wird die Differenz zwischen dem Schallpegel der Sprache (Signal) und dem Schallpegel des Rauschens (Stör- oder Nebengeräusch) gebildet (Moore, 1997). Für eine zufriedenstellende Kommunikation sollte das S/R-Verhältnis +6 dB betragen. Bei einem S/R-Verhältnis von 0 dB wird die Sprachverständlichkeit schon deutlich reduziert und beträgt - je nach Art des Rauschens - meist nur noch etwa 50%. Aber auch bei einem negativen S/R-Verhältnis kann Sprache noch gut verstanden werden, wenn die verbalen Stimuli dem jeweiligen Zuhörer gut bekannt sind oder wenn Sprachstimuli und Störgeräusche aus unterschiedlichen Richtungen kommen.

Um einen interindividuell vergleichbaren Wert für das Sprachverstehen bei Störgeräuschen zu erhalten, wird in der Audiologie die Mithörschwelle ermittelt. Die Mithörschwelle ist derjenige Schallpegel, bei dem 50% aller vorgetragenen Sprachsignale fehlerlos wiedergegeben werden können.

1.2 Der Einfluss von Störgeräuschen auf kognitive Leistungen

Unter kognitiven Leistungen versteht man sämtliche Prozesse von Wahrnehmung, Erkennen, Denken, Schlussfolgern, Urteilen, Erinnern usw. Kognitive Verarbeitungsprozesse können durch umgebende Störgeräusche deutlich beeinträchtigt werden. Störgeräusche erschweren vor allem den sprachlichen Informationsverarbeitungsprozess (Schick et al., 2000).

Aus der einschlägigen Forschung lassen sich folgende Ergebnisse über den Zusammenhang zwischen kognitiven Leistungen und Störgeräuschen zusammenfassen (Schick et al., 2000):

- Einfache, monotone Routineaufgaben (z.B. Auswahlaufgaben, Vigilanzaufgaben) werden durch Störlärm unter 95 dB (A) nicht beeinträchtigt.
- Bei komplexen verbalen Aufgaben, die Sprachverarbeitungsprozesse im Arbeitsgedächtnis erfordern, sind Leistungseinbußen durch Geräuschpegel (z.B. Breitbandrauschen) im Bereich ab 70 bis 80 dB (A) nachweisbar. Die Effekte sind u.a. auf eine Einschränkung des Aufmerksamkeitsfokus zurückzuführen. Beobachtet wurden z.B. der Rückschritt auf einfache Lösungsstrategien, der rigide Einsatz dieser Strategien, die Konzentration auf dominante Aufgabencharakteristiken und die Vernachlässigung von sekundären Charakteristiken.
- Die nachteiligen Effekte von Lärm hängen allerdings nur in geringem Umfang von der Lautstärke ab. Wichtiger ist die Art des Störlärms. Z.B. hat ein kontinuierliches Breitbandrauschen in mittlerer Lautstärke keinen nachteiligen Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit. Es kann sogar die Leistung und das Wohlbefinden fördern, da es andere Störgeräusche verdeckt. Stör- und Nebengeräusche, die sich zeitlich verändern, also nicht kontinuierlich sind wie z.B. Sprache oder Musik, führen meist zu einer Leistungsreduktion und dies sogar bei geringen Lautstärken.
- Die Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses ist besonders anfällig für Störlärm. Untersuchungen belegen, dass Leistungen, die in hohem Ausmaß das Arbeitsgedächtnis beanspruchen,

durch sich zeitlich verändernden Störlärm beeinträchtigt werden. Diese Auswirkungen werden als „Irrelevant Speech Effect“ (ISE) bezeichnet. Sie können besonders bei Hintergrundgeräuschen beobachtet werden, die Sprache beinhalten. Der Effekt tritt schon bei sehr geringen Lautstärken auf (etwa ab 45 dB (A)) und wird im gleichen Ausmaß durch die Muttersprache wie auch durch Fremdsprachen hervorgerufen. Er kann nicht durch Ablenkungsprozesse, die durch den situativen Kontext verursacht werden, erklärt werden. Sprachliche Störgeräusche scheinen direkt und automatisch im Arbeitsgedächtnis verarbeitet zu werden und beeinträchtigen deshalb die Bearbeitung und Abspeicherung anderer Stimuli. Es gibt keine Habituationseffekte beim ISE.

1.3 Sprachperzeption im Störgeräusch bei Schulkindern

Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Störlärm und einer Reduktion der kognitiven Leistungsfähigkeit ist zu erwarten, dass Schulkinder in besonderem Ausmaß beim Lernen durch Störgeräusche beeinträchtigt sind. Dies kann z.B. dazu führen, dass Kinder in einer geräuschintensiven Klassenumgebung deutlich schlechtere Leistungen erbringen als in Situationen, in denen nur geringe Nebengeräusche auftreten. Nebengeräusche können u.a. durch Außenlärm (Verkehrslärm, Fluglärm, Gewerbelärm usw.) oder aber durch Lärm im Arbeitsraum (Hintergrundsprache, Rauschen durch Geräte o.ä.) entstehen.

Schick und Mitarbeiter (2000) nehmen darüber hinaus an, dass die schlechten Schulleistungen vieler Kinder auf inadäquate ergonomische Bedingungen in Schulen - insbesondere die schlechte Raumakustik - zurückzuführen sind.

1.4 Definition von Lese-Rechtschreib-Störung.

Eine Lese-Rechtschreibstörung (LRS) ist eine schwerwiegende Beeinträchtigung des Erlernens von Lesen und Rechtschreibung. Sie kommt in allen Schriftsprachen vor (Warnke et al., 2002). Von der Weltgesundheitsorganisation

(WHO) wurde die Lese-Rechtschreibstörung in den Krankheitskatalog (ICD-10) im Kapitel „Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ aufgenommen. Eine LRS ist nicht einfach Folge eines Mangels an Gelegenheit zu lernen und nicht durch erworbene Hirnschädigung, Krankheit, periphere Sinnesschädigungen oder eine allgemeine Intelligenzminderung verursacht. Es wird angenommen, dass die LRS von Beeinträchtigungen der kognitiven Informationsverarbeitung (biologischen Fehlfunktionen) herrührt. Die eigentlichen Ursachen dieser Fehlfunktionen sind jedoch noch unbekannt. Oft lässt sich im Vorschulalter eine Entwicklungsstörung des Sprechens und der Sprache diagnostizieren. Im Schulalter sind mindestens 4% der Schüler von einer LRS betroffen, wobei Jungen häufiger auffallend sind als Mädchen. Lese-Rechtschreibstörungen gefährden nicht nur die schulische Entwicklung, sondern haben oft auch negative Auswirkungen auf die Selbstwertentwicklung sowie auf die soziale Integration in Schule und Beruf (Dilling et al., 1993).

Laut den in der ICD-10 genannten Kriterien wird zur LRS-Diagnosestellung eine Diskrepanz zwischen der allgemeinen Intelligenz einerseits sowie dem alters- bzw. klassenbezogenen Leistungsstand im Lesen und in der Rechtschreibung andererseits gefordert und zusätzlich eine erkennbare negative Beeinträchtigung für die schulischen Leistungen. In Anlehnung an diese Kriterien der ICD-10 F 81.0, lässt sich die Diagnose einer Lese- Rechtschreib- Störung stellen, wenn folgende vier Kriterien erfüllt sind (de Maddalena et al., 2001):

- a) der nonverbale IQ liegt über 84;
- b) die Ergebnisse im Lese- und Rechtschreibtest liegen unterhalb von Prozentrang 16;
- c) die Lese- und Rechtschreibnoten sind schlechter als ausreichend und
- d) es liegt eine Diskrepanz von mindestens einer Standardabweichung zwischen dem nonverbalen IQ und den Lese- und Diktatnoten vor.

1.5 Sprachperzeptive Leistungen von Kindern mit Lese- und Rechtschreib-Schwierigkeiten

In empirischen Untersuchungen zeigte sich übereinstimmend, dass eine Subgruppe von Kindern mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten im Vergleich zu lernunauffälligen Kindern Sprachperzeptionsprobleme aufweist. Besonders markant und empirisch gut belegt sind z.B. Defizite in der Diskriminierung akustisch ähnlich klingender Laute. Weiterhin ließen sich bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörungen Störungen beim Nachsprechen von Pseudowörtern und beim Verstehen von zeitkomprimierter oder synthetisierter Sprache nachweisen (Mody et al., 1997). Einige Befunde weisen auch darauf hin, dass LRS-Kinder starke Leistungseinbußen bei Sprachperzeptionsaufgaben zeigen, deren Schwierigkeitsgrad durch Störgeräusche erhöht wird (Bradlow et al. 2003). So sind dyslektische Kinder im Vergleich zu guten Lesern signifikant schwächer beim Nachsprechen von einsilbigen Wörtern, wenn diese zusammen mit Störgeräuschen vorgesprochen werden (Brady et al., 1983).

Allerdings ist die Befundlage nicht eindeutig. So untersuchten Mayringer und Wimmer (1999) sprachperzeptive Leistungen von 16 Jungen mit LRS und 16 Kontrollkindern. Die Kinder hatten die Aufgabe, kurze Sätze, die über PC und Kopfhörer dargeboten wurden, nachzusprechen. Die akustische Sprachwahrnehmung wurde entweder durch ein unverständliches Hintergrundgeräusch oder durch einen simultan abgespielten Satz erschwert. Die LRS-Kinder wiesen keine groben Schwächen in der Sprachperzeption auf und dies unabhängig davon, ob die Wahrnehmung durch unverständlichen Hintergrundlärm oder durch simultanes Sprechen erschwert wurde.

1.6 Fragestellung

Der in dieser Untersuchung angewendete Beidohrige Zahlentest im Störgeräusch nach Sauer (BZT) ist ursprünglich für Erwachsene entwickelt worden. Nicht jeder Test, welcher für Erwachsene entwickelt wurde, kann automatisch auch für Kinder angewendet werden. Deshalb stellt sich die Frage, ob dieser Test für Grundschul Kinder sowohl mit Lese-Rechtschreib-Störung, als auch ohne LRS anwendbar ist. Es gilt abzuklären, ob Kinder in der Lage sind, die verwendeten Testinstruktionen zu verstehen, richtig und sachgerecht zu antworten, und ob die technische Ausrüstung grundsätzlich ausreichend kindgerecht gestaltet ist.

1.6.1 Einsetzbarkeit des BZT bei Grundschulkindern

Einschränkungen in der Einsetzbarkeit des BZT bei Kindern ergeben sich möglicherweise aus dem altersabhängig begrenzten Instruktionsverständnis und dem beschränkten dauerhaften Konzentrationsvermögen der Kinder.

Hinsichtlich der praktischen Durchführung des BZT bei Kindern ist zu untersuchen, ob besondere Anforderungen an eine kindgerechte Ausführung der technischen Ausrüstung bestehen.

Wenn die Frage der Anwendbarkeit des Tests bei Kindern geklärt und positiv beantwortet werden kann, sind weitere Aspekte zu betrachten. Insbesondere stellt sich die Frage, ob sich die Ergebnisse von Kindern von den Ergebnissen von Erwachsenen unterscheiden. Außerdem gilt zu betrachten, inwiefern die Ergebnisse mit dem Alter der Kinder bzw. mit weiteren Leistungen bei der Sprachentwicklung und zentralen Sprachverarbeitung korrelieren.

1.6.2 Aussagekraft der Ergebnisse des BZT von Grundschulkindern

Nach den Ergebnissen von Sauer (1991) zeigten sich bei Erwachsenen Unterschiede zwischen dem binauralen und dem monauralen Hörvermögen im Störgeräusch im Bereich von rund 10 dB. Aufgrund der altersabhängigen Entwick-

lung des Hörvermögens ist zu erwarten, dass diese Unterschiede bei Kindern geringer ausgeprägt sind. Besonders berücksichtigt wird deshalb die Verbesserung des binauralen Hörvermögens im Verhältnis zum monauralen **Hörvermögen von Erwachsenen im Vergleich zu Kindern**. Lassen sich in den Ergebnissen der Untersuchungen weitere altersabhängige Effekte erkennen, ist zu prüfen, wie ausgeprägt diese Unterschiede sind.

Aufgrund der **Entwicklung der Hörleistungen mit zunehmendem Alter** ist zu vermuten, dass die Mithörschwelle im BZT sowohl in monauraler als auch in binauraler Testung bei jüngeren Kindern höher liegt als bei älteren. Interessant ist es zu klären, ab welchem Alter Kinder die Hörleistung eines Erwachsenen erlangen. Die Vermutung, dass sich im BZT signifikante Korrelationen mit dem Alter zeigen, bildet eine Arbeitshypothese für die Untersuchungen. Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit die Abhängigkeit der Hörleistungen im BZT vom Alter der Kinder betrachtet.

Für eine breite Anwendbarkeit des BZT ist es vorteilhaft, wenn der Test weitestgehend unabhängig von der **Intelligenz der Kinder** durchzuführen und zu interpretieren ist. Im Hinblick auf die Anwendbarkeit des BZT bei der LRS-Diagnostik ist zu prüfen, inwiefern sich zwischen den Ergebnissen des BZT und der Intelligenz signifikante Zusammenhänge ergeben. Sollten sich hierbei Korrelationen aufzeigen, würde dies die Anwendbarkeit des BZT einschränken.

Des Weiteren ist eine mögliche Korrelation mit dem Lebensalter herauszufinden. Es gilt zu klären, inwiefern der Test tatsächlich nur das Hören im Störgeräusch misst, und in wie weit eventuelle andere Aspekte, wie z.B. der vorhandene Wortschatz, das grammatikalische Wissen und die Fähigkeit das vorhandene Wissen anzuwenden, eine Rolle spielen.

Geprüft werden soll weiterhin, ob die Ergebnisse des BZT **mit anderen sprachlichen Untersuchungen**, wie z.B. dem Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET), dem Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET) oder dem dichotischer Diskriminationstest (dD) von Feldmann (vgl. Kapitel 2.3.3) korrelieren.

Sofern sich hierbei signifikante Korrelationen zeigen, weist dies auf eine mäßige Einsetzbarkeit des BZT im Rahmen der fortführenden LRS-Diagnostik hin.

Mit den ermittelten Mithörschwellen des BZT werden auch sprachliche Perzeptionsleistungen, d.h. das Umsetzen von Lauten in sprachliches Verstehen, erfasst. Grundsätzlich hängen sprachliche Perzeptionsleistungen von verschiedenen, zumeist altersspezifischen Faktoren ab. Dies sind vor allem die unterschiedlichen kognitiven und sprachlichen Kompetenzen der Kinder, so z.B. der vorhandene Wortschatz, das grammatikalische Wissen und die Fähigkeit das vorhandene Wissen anzuwenden. Deshalb finden sprachliche Perzeptionsleistungen auf verschiedenen komplexen Ebenen statt.

Um die Aussagekraft des BZT in Bezug auf die sprachlichen Leistungen einschätzen zu können, ist es wichtig zu wissen, inwiefern der BZT mit anderen sprachlichen Perzeptionsleistungen korreliert.

Die **Validität** des BZT ist gut, wenn möglichst keine Korrelationen mit anderen sprachlichen Leistungen bestehen. Die hier vorliegende Erwartung: Wenn der BZT wirklich das Hören im Störgeräusch erfasst, dann sollte er im Sinne einer leichten Interpretierbarkeit nur geringe oder keine signifikante Korrelation mit sprachlichen Leistungen aufweisen.

1.6.3 Validität des BZT für die LRS- Diagnostik

Wenn der BZT durchgeführt werden kann und mit ihm Effekte des binauralen Hörens abgebildet werden können, dann stellt sich die Frage, ob der **BZT auch für die Diagnostik bei Kindern** mit vermuteten Schwächen in der Entwicklung der Hörperzeption geeignet ist.

Aus dieser Erwartung ergibt sich folgende Arbeitshypothese: Kinder mit Schwächen in der Entwicklung der Hörperzeption haben, unabhängig vom Lebensalter, signifikant höhere Mithörschwellen als unauffällige Kinder.

Wenn sich diese Hypothese bestätigen lässt, dann hat man eine Untersuchungsmethode um die LRS-Gruppe von der Kontrollgruppe zu unterscheiden (differentielle Validität). Eine Möglichkeit besteht darin, die Ergebnisse im BZT zu einer LRS-Diagnostik heranzuziehen.

2 Material und Methoden

2.1 Probanden

Die zu dieser Versuchsreihe herangezogenen Probanden waren Kinder aus der zweiten bis vierten Klasse aus sogenannten Regelgrundschulen, also keine Sonderschulen. Insgesamt wurden 77 Kinder untersucht, davon 32 Mädchen und 45 Jungen, diese bildeten die Gesamtgruppe. Von diesen 77 Probanden wurden 28 Probanden mit einer diagnostizierten LRS zu der LRS-Gruppe zusammengefasst. Die restlichen 49 Kinder bildeten die Kontrollgruppe und wiesen keine LRS Symptomatik auf.

Das Durchschnittsalter lag bei 109,0 Monaten (ca. 9,1 Jahre). Der durchschnittliche IQ lag bei 105,8 und die durchschnittliche Anzahl der bisher besuchten Schulmonate bei 30,6 (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Angaben zum Alter, den Schulmonaten, zum nonverbalen IQ und Geschlecht der Probanden.

	Gesamtgruppe	Kontrollgruppe	LRS-Gruppe
Stichprobengröße	N=77	N=49	N=28
Alter in Monaten			
Mittelwert	109,0	109,4	108,4
Standardabweichung	10,6	11,3	9,4
Median	108,0	108,0	108,0
Schulmonate			
Mittelwert	30,6	31,2	29,5
Standardabweichung	9,9	9,6	11,4
Median	31,0	34,0	29,0
sprachfreier IQ			
Mittelwert	105,8	107,3	103,7
Standardabweichung	10,6	10,5	10,6
Median	107,0	109,0	102,5
Geschlecht			
Weiblich (Anzahl)	32	23 (46,9%)	9 (32,1%)
Männlich (Anzahl)	45	26 (53,1%)	19 (67,9%)

Mittels t-Test wurde überprüft, ob die beiden Untersuchungsgruppen sich hinsichtlich des Lebensalters, der Anzahl der Schulmonate und des sprachfreien IQ unterscheiden (t-Test für unabhängige Stichproben). Es zeigte sich weder in

Bezug auf das Lebensalter ($T= 0,42$; nicht signifikant (ns)) noch in Bezug auf die Anzahl der Schulmonate ($T= 0,74$; ns) ein signifikanter Gruppenunterschied. Auch der sprachfreie IQ ($T= 1,44$; ns) war in beiden Gruppen statistisch nicht signifikant unterschiedlich. Da sich die Untersuchungsgruppen in Bezug auf die Variablen Lebensalter, Anzahl der Schulmonate und sprachfreier IQ nicht signifikant unterschieden, konnte sichergestellt werden, dass diese Variablen in Bezug auf die Untersuchungsergebnisse keinen signifikanten Einfluss haben. Im Ergebnis ist somit eine sinnvolle Vergleichbarkeit der beiden Gruppen gewährleistet.

Der Zeitraum der Untersuchung der LRS-Gruppe lag zwischen Herbst 2000 und Frühjahr 2002. Die Kontrollgruppe wurde im Zeitraum zwischen Sommer 2001 und Frühjahr 2002 getestet.

Die **Daten zur allgemeinen Entwicklung** prä- und postnatal, besonders in Bezug auf die Sprachentwicklung, sowie zu eventuell vorhandenen Ohrerkrankungen, wurden nach Abschluss der Untersuchung von den Eltern der Kontrollgruppe telefonisch abgefragt. Die Daten für die LRS-Gruppe wurden jeweils am Tag der Untersuchung von den Eltern erfragt.

In der LRS-Gruppe wurde für 39,3% der Kinder angegeben, dass ein verzögerter Sprachbeginn und bei 42,9% eine gestörte Sprachentwicklung im Vorschulalter vorgelegen hat. Innerhalb der Kontrollgruppe konnten diese Entwicklungsschwierigkeiten lediglich bei 10,2% bzw. 14,3% festgestellt werden.

Während Komplikationen in der Schwangerschaft und bei der Geburt in beiden Gruppen in maximal 11% der Fälle auftraten, lagen die prozentualen Anteile für die Otitis media in beiden Gruppen bei über 60%. Des Weiteren war in der LRS-Gruppe ein hoher Anteil der Kinder entweder einer Ohroperation unterzogen worden oder litt an Sehstörungen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 Daten zur allgemeinen Entwicklung prä- und postnatal, zur Sprachentwicklung im Vorschulalter und Ohrerkrankungen: Kontrollgruppe und LRS-Gruppe

	Kontrollgruppe (n=49)		LRS-Gruppe (n=28)	
Komplikationen				
Schwangerschaft	3	(6,1%)	0	(0%)
Geburt	4	(8,2%)	3	(10,7%)
Verzögerter Sprachbeginn	5	(10,2%)	11	(39,3%)
Gestörte Sprachentwicklung	7	(14,3%)	12	(42,9%)
Otitis media	30	(61,2%)	18	(64,3%)
Ohroperationen	4	(8,2%)	6	(21,4%)
Sehschädigung	3	(6,1%)	4	(14,3%)

Die Angaben zu dem Zeitpunkt der Einschulung sowie zu der **aktuellen schulischen Situation** wurden für die Kinder der Kontrollgruppe ebenfalls von den Eltern erfragt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung besuchten sowohl innerhalb der LRS-Gruppe, als auch innerhalb der Kontrollgruppe jeweils knapp die Hälfte der Probanden die zweite Klasse (siehe Tabelle 3).

Die restlichen 50% der Probanden verteilen sich innerhalb der Gruppen auf die dritte und vierte Klasse.

Die Analyse der schulischen Leistungen bestätigen nochmals die Einteilung der Probanden in LRS-Gruppe bzw. Kontrollgruppe. Denn: Probleme beim Lesen mit 100% und beim Diktat mit 92,9% lagen bei der LRS-Gruppe besonders hoch. Im Vergleich dazu trat, nach Auswertung der Elternbefragung, dies in der Kontrollgruppe bei 6,1% bzw. 14,3% der Kinder auf.

Die Probleme in der Mathematik, mit 39,3% in der LRS-Gruppe gegenüber 8,2% in der Kontrollgruppe, widerspiegeln das bisher Genannte. Eine Klassenwiederholung war in der LRS-Gruppe bei 17,9% und in der Kontrollgruppe bei 2% notwendig.

Tabelle 3 Angaben zur Einschulung und zur aktuellen schulischen Situation: Kontrollgruppe und LRS-Gruppe

	Kontrollgruppe (n=49)		LRS-Gruppe (n=28)	
Klasse				
2	22	(44,9%)	13	(46,4%)
3	10	(20,4%)	9	(32,1%)
4	17	(34,7%)	6	(21,4%)
Rückstellung der Einschulung	2	(4,1%)	2	(7,1%)
Klassenwiederholung	1	(2,0%)	5	(17,9%)
Probleme				
Diktat	7	(14,3%)	26	(92,9%)
Mathematik	4	(8,2%)	11	(39,3%)
Lesen	3	(6,1%)	28	(100%)

Aus den Angaben zur **familiären Situation** ergab sich eine nahezu gleiche Verteilung der Anzahl der Geschwister in beiden Gruppen. Der größte Teil der untersuchten Kinder, sowohl LRS-Gruppe als auch Kontrollgruppe, kommt aus Familien mit zwei Kindern (siehe Tabelle 4). Auch die Position in der Geschwisterfolge ist in beiden Gruppen ähnlich. Ein Unterschied fällt allerdings auf: in der LRS-Gruppe ist der Anteil der Erstgeborenen mit 28,6% geringer als in der Kontrollgruppe mit 42,9%. Die Auswertung der Anzahl der Familien in denen bereits eine Lese-Rechtschreib-Störung aufgetreten ist, ergibt mit 89,3% für die LRS-Gruppe einen deutlichen Unterschied gegenüber 26,5% in der Kontrollgruppe.

Tabelle 4 Angaben zur familiären Situation: Kontrollgruppe und LRS-Gruppe

	Kontrollgruppe (n=49)		LRS-Gruppe (n=28)	
Anzahl der Geschwister				
0	9	(18,4%)	1	(3,6%)
1	23	(46,9%)	12	(42,9%)
2	13	(26,5%)	12	(42,9%)
3	2	(4,1%)	3	(10,7%)
4	2	(4,1%)	0	(0%)
Position in Geschwisterfolge				
1	21	(42,9%)	8	(28,6%)
2	17	(34,7%)	10	(35,7%)
3	10	(20,4%)	7	(25,0%)
4	1	(2,0%)	3	(10,7%)
Diagnostizierte LRS in der Familie	13	(26,5%)	25	(89,3%)

2.1.1 Kontrollgruppe

Mit einem Elternbrief, der in Abstimmung mit dem Oberschulamt Tübingen erstellt wurde (siehe Anhang), wurden die Klassenlehrer der zweiten und dritten Klassen ausgesuchter Regel-Grundschulen aus Tübingen und Umgebung gebeten, diese in ihren Klassen zu verteilen. Kinder mit guten bis durchschnittlichen Schulleistungen, ohne auffälliges Verhalten innerhalb der Klassengemeinschaft und ohne massive Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben bekamen den Elternbrief mit nach Hause. Mit Einverständnis der Eltern wurden die Kinder an den jeweiligen Schulen untersucht.

Untersuchungen fanden an der Anne-Frank-Schule Dusslingen, der Hügelschule Tübingen und der Grundschule in Rottenburg-Wurmlingen statt.

Insgesamt umfasste die Kontrollgruppe 23 Mädchen und 26 Jungen.

2.1.2 LRS-Gruppe

Innerhalb der LRS-Gruppe wurden 9 Mädchen und 19 Jungen untersucht. Diese Kinder fielen durch unterdurchschnittliche Leistungen in der Schule auf und wurden von ihren Eltern zu einer ambulanten Untersuchung in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren Klinik (HNO) Tübingen vorgestellt. Der deutlich höhere Anteil der männlichen Probanden in der LRS-Gruppe mit 68% gegenüber der Kontrollgruppe (53%) bestätigt das aus der Literatur bekannte Geschlechterverhältnis bei LRS (Dilling et al., 1993).

2.2 Ablauf der Untersuchung

Die Kinder der LRS-Gruppe wurden in der HNO-Klinik in Tübingen, die Kinder der Kontrollgruppe in den jeweiligen Grundschulen getestet. Die Tests wurden in den Grundschulen während des regulären Schulablaufs durchgeführt. Der Ablauf war in mehrere Einheiten geteilt, welche von zwei Testleitern begleitet wurden. Dadurch entstanden für die Kinder Erholungspausen und durch den Umgebungswechsel und den Tausch des Testleiters wurde das Testprogramm für die Kinder abwechslungsreich gestaltet.

In dem unter Abbildung 1 vorliegenden Schema ist der Ablauf der Untersuchung zur Verdeutlichung graphisch dargestellt. Die jeweiligen Kriterien (laut ICD-10; F81) zur Einteilung der Probanden in eine der beiden Untersuchungsgruppen sind stichwortartig aufgeführt. Die für die Einteilung erforderlichen Tests, z.B. der klassenbezogene Schulleistungstest über Lese- und Rechtschreibfertigkeiten, wurden mit jedem Probanden durchgeführt.

Bei allen Probanden wurde mittels einem Tonaudiogramm und einem Tympanogramm (siehe Kapitel 2.3.1) ein peripher normales Hörvermögen sichergestellt.

Mittels t-Test wurde ein Gruppenvergleich der LRS-Gruppe und der Kontrollgruppe vorgenommen.

Alle Probanden wurden im BZT von Sauer (siehe Kapitel 2.3.1.3) getestet. Die Ergebnisse wurden anschließend mit den restlichen erhobenen Daten, wie dem IQ, den Ergebnissen aus den Testverfahren zur Überprüfung anderer sprachlicher Leistungen und den soziodemographischen Daten (Alter und bisher besuchte Schulmonate) mittels des Korrelationstestes nach Spearman verarbeitet. Aus diesen Ergebnissen kann man auf die differentielle Validität des BZT in der LRS-Diagnostik Rückschlüsse ziehen (siehe Abbildung 1).

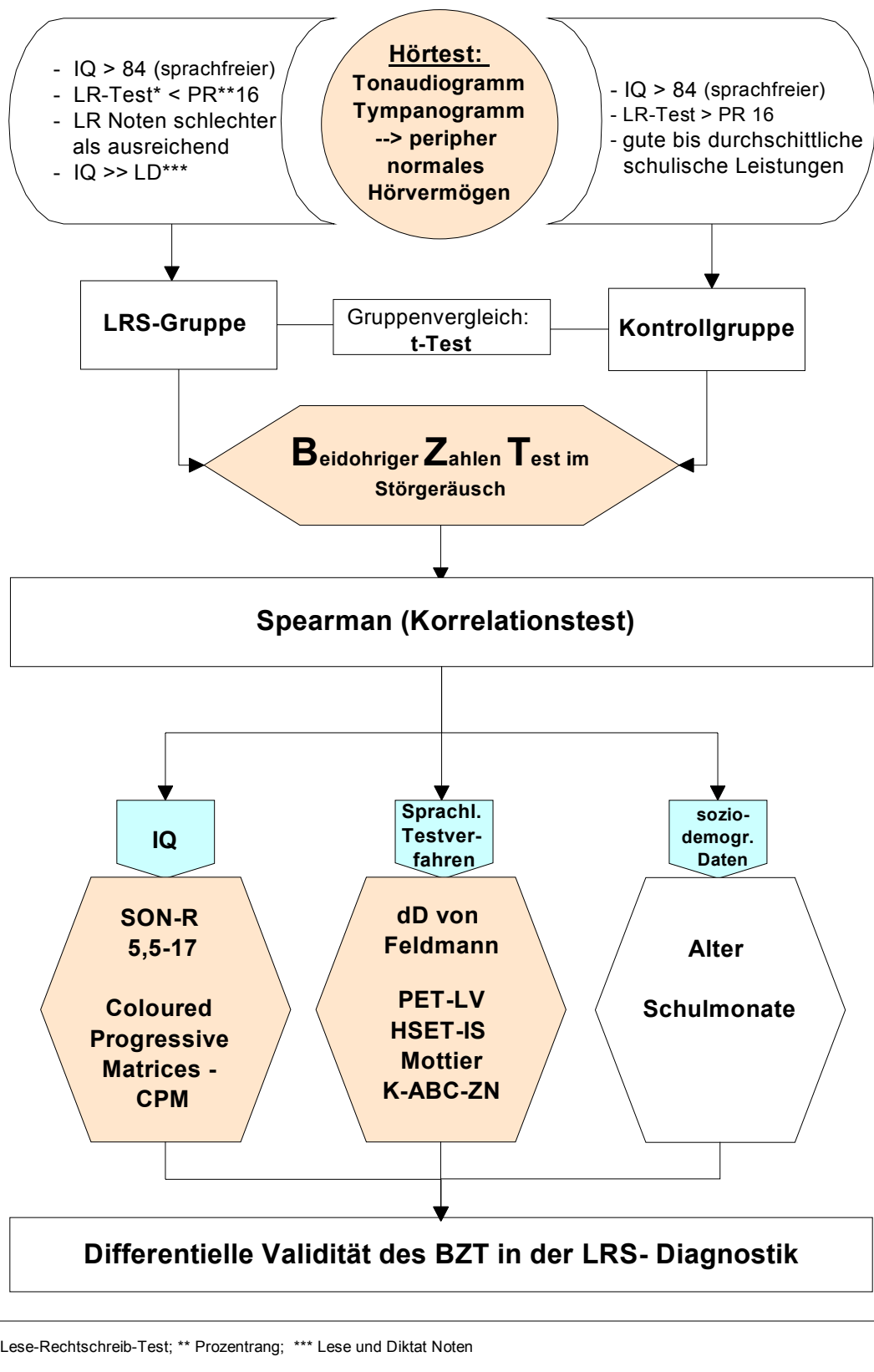


Abbildung 1 Prüfschema des Versuchsablaufs

2.3 Angewandte Testverfahren

Zur Ermittlung der Hörfähigkeit wurden ein Tonaudiogramm und ein Tympanogramm durchgeführt (vgl. hierzu Kapitel 2.3.1.1 und 2.3.1.2). Hierbei konnte bei allen Kindern ein peripher normales Hörvermögen sichergestellt werden. Die eigentliche Beurteilung des Sprachverständnisses im Störgeräusch erfolgte mit dem Beidohrigen Zahlentest im Störgeräusch nach Sauer (BZT). Weiterhin wurde der Intelligenzquotient mit dem Intelligenztest SON-R 5,5-17 oder dem CPM (Coloured Progressive Matrices-CPM) ermittelt (vgl. Kapitel 2.3.2 bzw. 2.3.3). Die Testreihe umfasste weitere Untersuchungen zur zentralen Sprachverarbeitung. Hierzu wurde unter anderem der dichotische Diskriminationstest von Feldmann (dD von Feldmann) verwendet.

2.3.1 Hörtest

2.3.1.1 Tonaudiogramm

Mit einem Tonaudiogramm wurde die Hörschwelle in Abhängigkeit von der Frequenz graphisch dargestellt. Die Prüfung der Hörfunktion erfolgte mittels eines elektroakustischen Tongenerators, einem sogenannten Audiometer, welches Einzelfrequenzen von definierter Lautstärke erzeugt.

Mit diesem Verfahren können Rückschlüsse gezogen werden, ob der Proband eine normale Hörfähigkeit besitzt, oder ob er unter einer Mittelohrschwerhörigkeit (Schallleitungsschwerhörigkeit) oder einer Innenohrschwerhörigkeit (Schallempfindungsschwerhörigkeit) leidet (Lehnhardt, 1987).

2.3.1.2 Tympanogramm

Mit einem Tympanogramm wurde die Beweglichkeit des Trommelfells dargestellt. Die Tubenfunktion, gemessen indirekt anhand der Nachgiebigkeit (Compliance) des Trommelfells, kann durch einen Unter- bzw. Überdruck, oder durch eine Flüssigkeitsansammlung im Mittelohr beeinträchtigt werden. Ein Unterdruck kann z.B. durch eine unzureichende Tubenöffnung (vollständiger oder

teilweiser Verschluss der Eustachischen Röhre) und einer daraus resultierenden mangelhaften Tubenventilation entstehen (Lehnhardt, 1987).

Mit Hilfe einer Druckänderung im äußeren Gehörgang, wurde zum einen die Tubenfunktion und des weiteren die Trommelfellbeweglichkeit, der Mittelohrdruck und die Funktion der Gehörknöchelchen überprüft. Bei allen untersuchten Kindern konnte eine Tubenventilationsstörung ausgeschlossen werden.

2.3.1.3 Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch

Ein wichtiger Test zur Erkennung von Sprachverständnisschwächen, vor allem bei Umgebungsgeräuschen, ist der Beidohrige Zahlentest im Störgeräusch (BZT), welcher bereits 1982 von Sauer vorgestellt wurde. Dieser Test ermöglicht es, die Einschränkung der akustischen Selektionsfähigkeit zu ermitteln. Er wurde entwickelt um periphere Hörstörungen zu untersuchen, welche zum Beispiel während einer Unterhaltung in einer lauten Umgebung, dem sogenannten Cocktail-Party-Effekt, auftreten können (Schlöndorff und Göpfert, 1973) und war somit eine Weiterentwicklung der bereits vorhandenen klassisch monauralen Testverfahren. Der BZT basiert auf der Grundlage der Kunstkopfstereophonie in einem reflexionsfreien Raum (Sauer, 1991), (siehe Abbildung 2). Um den Test für die Praxis anwendbar zu gestalten, ist er in Form einer CD (Audiometrie Disc Nr. 12) erhältlich, welche an einem herkömmlichen 2-kanaligen Audiometer mit Kopfhörer verwendet werden kann (Westra, 1993).

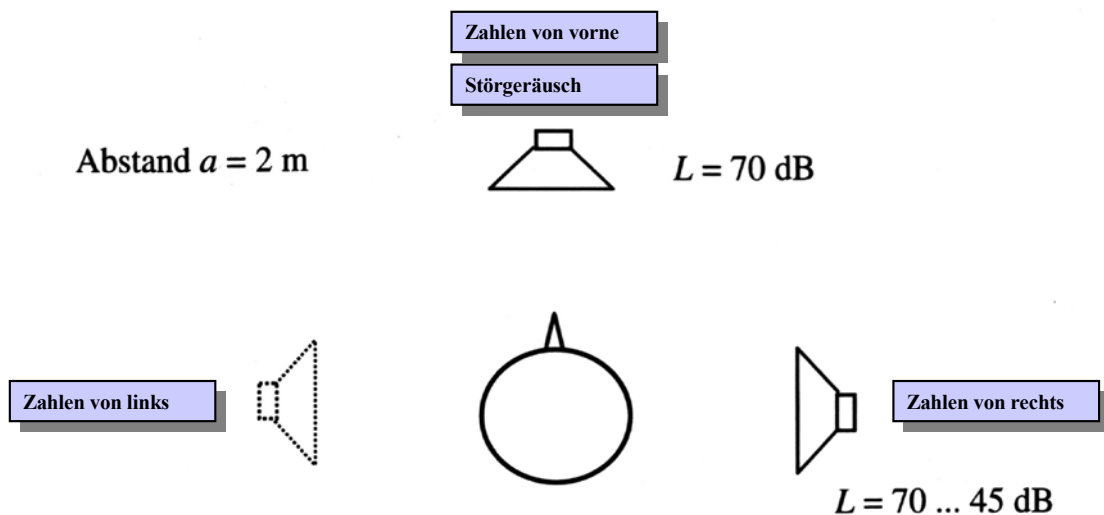


Abbildung 2 Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch nach Sauer; Aufnahme der Stimuli mit Kunstkopfstereophonieverfahren

Der BZT umfasst zwei verschiedene Stimuli. Eine vorgetragene Zahlenreihe ist mit einem gleichbleibenden Störgeräusch hinterlegt.

Bei dem konstanten, dichotisch auftretenden Störgeräusch mit einer Lautstärke von $L = 70 \text{ dB}$, welches von vorne dargeboten wurde, handelt es sich um ein wasserfallartiges Rauschen ohne Impuls- und Tonhaltigkeit. Es blieb über den gesamten Testverlauf hinweg konstant. Verändert wurde lediglich der gesprochene Zahlentest in Abstufungen von 5 dB , ausgehend von einem Schallleistungspegel von 70 dB bis minimal 45 dB .

Der Versuchsablauf folgte einem gleichmäßigen Schema. Jede Reihe begann mit einem deutlich hörbaren Ton. Zuerst wurde, zusätzlich zu dem von vorne dargebotenen Rauschen, eine Zahlenreihe aus dem Freiburger Zahlentest von rechts vorgetragen. Obwohl die Zahlenreihe von rechts vorgetragen wurde, kann das linke Ohr auf Grund der Aufnahmetechnik im reflexionsfreien Raum noch Anteile der Zahlenreihe wahrnehmen (binaurales Hören) und somit zu dem Gesamtverständnis positiv beitragen. Für jede dB -Stufe wurden 10 Zahlen angeboten, erst dann wurde auf die nächst niedrigere dB -Stufe gewechselt. Der Proband erhielt die Instruktion, alle verstandenen Zahlen wiederzugeben. Auf einem vorbereiteten Testbogen wurden die Ergebnisse notiert (siehe Abbildung

3). Durch diese Dokumentation war es anschließend durch Interpolation möglich, die sogenannte Mithörschwelle zu ermitteln. Die Mithörschwelle ist derjenige Schallleistungspegel bei dem von dem Probanden noch 50% der Zahlenreihe richtig wiederholt werden können. Nachdem für das rechte Ohr die Mithörschwelle ermittelt wurde, wurde entsprechend den Vorgaben von Sauer (1991) der gesamte Ablauf identisch wiederholt, sowohl für das linke Ohr als auch von vorne.

Im deutschsprachigen Raum führte Baumann (1999) bei 33 Kindern mit Verdacht auf eine so genannte zentral-auditive Verarbeitungsstörung den „Beidohrigen Zahlentest im Störgeräusch (BZT)“ erstmals durch. 17 Kinder zeigten rechts und 16 Kinder links eine Mithörschwelle (50%) oberhalb 55 dB. Das Ergebnis wurde mit den Ergebnissen im konventionellen Testverfahren „Sprache im Störschall“ verglichen. Da beide Verfahren das Sprachverständnis im Störschall prüfen, kann man übereinstimmende Ergebnisse erwarten. Dies war aber nicht der Fall. Neun Kinder mit normalem Sprachverständnis im Test „Sprache im Störschall“ wurden durch den BZT als fraglich bzw. auffällig klassifiziert.

WESTRA DIGITAL AUDIOMETRIE DISC NR. 12

Beidohriger ZahlenTest im Störgeräusch (BZT) Kanäle 1+2

Track	L/dB	Zahlen-Gr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1	70	5 (von rechts)	62	58	23	16	41	37	89	30	95	74
2	65	6 (von rechts)	32	65	83	50	91	27	18	44	79	56
3	60	7 (von rechts)	59	77	61	40	96	73	19	84	38	25
4	55	8 (von rechts)	93	78	13	66	57	39	80	75	62	24
5	50	9 (von rechts)	88	42	65	21	76	15	94	87	29	60
6	45	10 (von rechts)	31	18	64	52	97	45	30	69	26	78
7	70	5 (von links)	62	58	23	16	41	37	89	30	95	74
8	65	6 (von links)	32	65	83	50	91	27	18	44	79	56
9	60	7 (von links)	59	77	61	40	96	73	19	84	38	25
10	55	8 (von links)	93	78	13	66	57	39	80	75	62	24
11	50	9 (von links)	88	42	65	21	76	15	94	87	29	60
12	45	10 (von links)	31	18	64	52	97	45	30	69	26	78
13	75	1 (von vorn)	98	22	54	19	86	71	35	47	80	63
14	70	2 (von vorn)	53	14	39	68	57	90	85	33	72	46
15	65	3 (von vorn)	51	36	43	17	99	45	82	24	60	48
16	60	4 (von vorn)	67	81	55	13	28	92	34	70	49	76

Abbildung 3 Quelle: Westra Electronic GmbH: Audiometrie Disc Nr. 12, Ergebnisdokumentation

2.3.2 IQ- Tests

Bei Intelligenztests werden allgemein Verfahren angewendet, welche die intellektuellen Fähigkeiten der einzelnen Probanden in Form eines Intelligenzquotienten (IQ) festlegen. Der IQ wird als Maß für die Intelligenz verwendet und bildet den Quotienten aus Intelligenz und Lebensalter ($\times 100$). Heute verwendet man den Abweichungs- IQ, da er die relative Position innerhalb einer Vergleichsgruppe widerspiegelt. Der IQ-Mittelwert liegt bei 100, Abweichungen beschreiben graduelle Leistungsabstufungen.

2.3.2.1 CPM

Eine weit verbreitete Art von IQ Test sind die „Standard Progressive Matrizen“ (SPM).

Zur Anwendung besonders bei jüngeren Kindern wurde eine Weiterentwicklung, die „Farbigen Progressive Matrizen“ (Coloured Progressive Matrices - CPM), konstruiert. Aufgrund der nonverbalen Instruktionmöglichkeit, das Fehlen einer Zeitvorgabe und einer relativ kurzen Durchführungszeit ist es möglich, den Test unter anderem zur Untersuchung von Gehörlosen und nicht-deutschsprachigen Kindern anzuwenden. Der CPM kann in drei Schwierigkeitsstufen eingeteilt werden, welche je nach Leistungs- und Altersstufe unterschiedlich bewältigt werden können.

Der CPM liegt in Buch- und Puzzleform vor und besteht aus drei Subtests A, Ab, B, die jeweils 12 farbige Aufgaben enthalten. Die Aufgaben selbst bestehen aus geometrischen Figuren oder Mustern, welche ergänzt werden sollen, wobei jeweils sechs Antwortmöglichkeiten vorgegeben sind, die auf einem Lösungsblatt eingetragen werden.

Nach einem Lösungsschlüssel erhält jede richtige Antwort einen Punkt, welche über die Subtests und über den Gesamttest addiert werden. Für die Gesamtpunkte existieren Prozentrang-, IQ- und Intelligenzbereichstabellen (Raven et al, 1980).

2.3.2.2 SON-R 5,5-17

Dieser Test ist, vergleichbar mit dem zuvor erläuterten CPM, ebenfalls ein non-verbaler Test, d.h., er kann ohne Verwendung der Sprache abgenommen werden (Snijders et al., 1989). Der SON-R 5,5-17 ist ein allgemein anwendbarer Intelligenztest für Kinder zwischen 5,5 und 17 Jahren, wobei er besonders geeignet ist für Kinder, welche Probleme mit verbaler Kommunikation haben, also z.B. Kinder mit Schwerhörigkeiten. Der Test wird adaptiv individuell abgenommen um eine optimale Anpassung an das Kind und seine Leistungsfähigkeit zu erreichen.

Hier wurde die Kurzversion mit vier Subtests zum abstrakten, situativen und räumlichen Denken verwendet. Die Aufgaben beinhalten logisches und abstraktes Kombinationsdenken, Nachlegen von vorgegebenen Mosaikmustern und lückenhafte Bilder ergänzen (Snijders et al, 1989).

Eine besondere Eigenschaft des SON-R5,5-17 ist die Adaptationsfähigkeit des Tests. Dies bedeutet: der Test ist so aufgebaut, dass nicht jeder Testperson die gleiche Reihe der zur Verfügung stehenden Aufgaben bzw. Fragen, den sogenannten Items, vorgelegt wird. Die Auswahl der Items und ihre Reihenfolge hängt von der Leistung bei den im vorangegangenen Testablauf schon gelösten Items ab. Man nennt dieses Verfahren auch „Testen nach Maß“. Ein solches Vorgehen hat zur Konsequenz, dass sich in den Schwierigkeitsgraden der Testitems eine breite Streuung findet.

Bei den Untersuchungen wurde für die Gruppe der auffälligen Kinder vor allem der SON-R 5.5-17 Test verwendet.

2.3.3 Tests zur Sprachentwicklung und zentralen Sprachverarbeitung

2.3.3.1 Dichotischer Diskriminationstest von Feldmann

Eine von Feldmann 1965 ursprünglich für Erwachsene entwickelte Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen ist der dD von Feldmann (Feldmann, 1965). Hierbei geht es um die Schwierigkeit zur gleichen Zeit zwei verschiedene Signale mit hohem Informationsgehalt aufzunehmen und zu verarbeiten (dichotisches Verstehen). Bei gleichzeitiger Darbietung verschiedener Wörter über Kopfhörer in beide Ohren (dichotisches Hören) ist ein normal hörendes

Schulkind in der Lage überwiegend beide Wörter zu verstehen und anschließend wiederzugeben. Sprachauffällige Kinder lassen in diesem Test Beeinträchtigungen erkennen. Bei ihnen können rechtes und linkes Gehör offensichtlich nicht unabhängig voneinander wahrnehmen. Die über beide Ohren aufgenommenen unterschiedlichen Informationen stören sich in diesen Fällen gegenseitig.

Verwendet wurde für diesen Versuchsablauf die Audiometrie Disc Nr. 5 von Westra Electronic GmbH (Westra, 1988). Davon: Die Wortgruppen 1 bis 3 (Track 36 bis Track 38, lange Pausen) des dD von Feldmann.

Die vorgespielten Inhaltswörter bestanden aus einem zusammengesetzten Wort, wobei der erste Wortanteil immer aus einem zweisilbigen und der zweite aus einem einsilbigen Wort (z.B. „Eisenbahn“) bestand. Jedes dieser Wörter wurde mit Artikel vorgesprochen. Über den gesamten Testablauf hinweg wurde ein Lautstärkepegel von 65 dB verwendet (Berger et al, 1998).

Die Ergebnisse wurden in vorgedruckte Formulare eingetragen und anschließend ausgewertet. Bei der Datenaufnahme wurde auf die Reihenfolge und die Vollständigkeit der genannten Worte oder Wortteile geachtet. Die Wiedergabe des Artikels wurde, wie für diesen Test üblich, nicht berücksichtigt.

Während erwachsenen Normalpersonen im dD keine oder fast keine Fehler unterlaufen, finden sich bei vielen Kindern mit nachgewiesenen Schulleistungsstörungen typische Defizite im dD (de Maddalena et al, 2001).

2.3.3.2 Testverfahren zur Sprach- und Gedächtnisentwicklung

An weiteren Testverfahren wurden der PET-LV, der HSET-IS, der Mottier Test und ein Subtest des K-ABC von Kaufman „Zahlen nachsprechen“ angewendet.

PET-LV (Laute Verbinden):

Der Psycholinguistische Entwicklungstest (PET) stellt die deutsche Version des 1961 erstmals in den USA erschienenen und 1968 revidierten Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (ITPA) dar (Angermaier, 1977). Der PET ist kein reiner Sprachtest, da er soziale, kulturelle und biologische Merkmale, welche für die Entwicklung des Sprachverhaltens bedeutsam sind, nur unzureichend berück-

sichtigt (Grimm, Schöler, 1991). In der dieser Ausarbeitung zugrunde liegenden Testreihe wurde von den insgesamt 12 Untertests des PET der Untertest „Laute verbinden“ und „Wörter ergänzen“ verwendet.

Bei dem Untertest „Laute verbinden“ spricht der Testleiter verschiedene Wörter, welche in ihre Einzellaute getrennt und isoliert vorgetragen werden (z.B. F-isch; Sch-uh), vor. Wichtig hierbei ist die gleichmäßige und einheitliche Betonung der einzelnen Laute. Die Aufgabe des Probanden liegt darin, die auseinandergezogenen Wörter zusammenzufügen und zu wiederholen.

Der Test umfasst drei Abschnitte: Im ersten Abschnitt werden die Wörter, welche aus lediglich 2-3 Lauten bestehen noch mit einer zusätzlichen Bildtafel ergänzt. Im nächsten Abschnitt erhöht sich die Lautanzahl auf bis zu 9 Laute, wobei die Bildtafeln nicht mehr verwendet werden. Als letzte Steigerung werden Phantasiewörter, bestehend aus 3-7 Lauten, vorgegeben.

PET-WE (Wörter ergänzen):

Bei dem Untertest „Wörter ergänzen“ werden vom Testleiter unvollständige Wörter vorgetragen, welche dann von dem Probanden vervollständigt und wiedergegeben werden sollen. Beispiele hierfür sind die folgenden Wörter: „Scho – olade“ soll zu Schokolade und „Flugzeu-“ zu Flugzeug ergänzt werden.

HSET-IS (Imitation grammatischer Strukturformen)

Zur Prüfung, ob und in welchem Ausmaß ein Kind verschiedene sprachliche Fähigkeiten erworben hat, entwickelten Grimm und Schöler 1978 den Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET).

Der Test ist in 13 Subtests in den Kategorien Satzstruktur, morphologische Struktur, Satzbedeutung, Wortbedeutung und interaktive Bedeutung aufgegliedert. In der hier durchgeführten Testreihe fand der der Kategorie Satzstruktur zugeordnete Test, „Imitation grammatischer Strukturformen (IS)“, Verwendung. Der Test dient zur Ermittlung der Fähigkeiten, Satzstrukturen zu verstehen und das grammatikalische (linguistische) Regelwissen zu reproduzieren. Folgender Beispielsatz soll diesen Subtest verdeutlichen: „Der Teppich wird von dem Vater ausgeklopft.“ wird vorgegeben, und vom Kind wird der Satz z.B. wie folgt

wiedergegeben: „Der Teppich wird ausgeklopft“. Da die Antwort nicht vollständig korrekt ist und ein wichtiger Satzteil – das Objekt – bei der Wiedergabe fehlte, wird dies mit einem Punktabzug bei der Bewertung abgeglichen.

Mottier

Zur Prüfung der phonematischen Speicherung, der sprechmotorischen Koordination und der Artikulation wird der Mottier-Test angewendet. Der Test wird häufig als Zusatzverfahren zum Zürcher Lesetest, einer Förderdiagnostik bei gestörtem Schriftspracherwerb, benutzt (Grissmann, 1983). Dem Probanden werden 30 sogenannte Pseudowörter, welche in ihre Einzelsilben unterteilt sind, mit jeweils einheitlicher Silbenbetonung vorgetragen (z.B. pikatura – pi-ka-tu-ra). Diese müssen von dem Probanden nachgesprochen werden.

Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC)

Aus dem Testprogramm K-ABC (Melchers und Preuß, 1991) wurde bei den Tests zu dieser Ausarbeitung der Subtest „Zahlennachsprechen“ verwendet.

Zahlennachsprechen:

Das folgerichtige Wiederholen von Zahlen ist Bestandteil vieler Testverfahren zur Ermittlung der Entwicklung von sprachlichen Fähigkeiten. Dem Probanden werden Zahlenfolgen aus dem Ziffernbereich 1-10 vorgetragen, die in der identischen Reihenfolge wiederholt werden sollen. Um zu gewährleisten, dass die vorgesprochenen Zahlen gleiche Reizeigenschaften haben, wird die Ziffer 7, da es sich um die einzige zweisilbige Ziffer handelt, nicht verwendet. Obwohl der Test ohne großen technischen Aufwand und intensive Vorbereitungen durchzuführen ist, erfordert er ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Konzentration.

Das Zahlennachsprechen dient zur Beurteilung der auditorisch-sprachlichen Gedächtnisleistung, des einzelheitlichen Verarbeitens von Information, der Gewandtheit im Umgang mit Zahlen, der Wiedergabe einer Vorgabe und des akustischen Kurzzeitgedächtnisses (Melchers und Preuß, 1991)

2.4 Statistische Testverfahren

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistical Analysis System Version 6.11 (Graf und Ortseifen, 1995). Für die deskriptive Beschreibung wurden Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen berechnet.

Zur Überprüfung von Gruppenunterschieden wurden t-Tests durchgeführt. Signifikanztests erfolgten zweiseitig.

Mittels t-Test wurde ein Gruppenvergleich der LRS-Gruppe und der Kontrollgruppe vorgenommen.

Alle Probanden wurden im BZT von Sauer (siehe Kapitel 2.3.1.3) getestet. Die Ergebnisse wurden anschließend mit den restlichen erhobenen Daten, wie dem IQ, den Ergebnissen aus den Testverfahren zur Überprüfung anderer sprachlicher Leistungen und den soziodemographischen Daten (Alter und bisher besuchte Schulmonate) mittels des Korrelationstestes nach Spearman verarbeitet. Aus diesen Ergebnissen kann man auf die differentielle Validität des BZT in der LRS-Diagnostik Rückschlüsse ziehen (siehe Abbildung 1).

3 Ergebnisse

3.1 Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch

3.1.1 Ergebnisse in der Gesamtgruppe

Zunächst wurden mit dem BZT die 50% Mithörschwellen aller 77 Probanden von vorne, von links und von rechts bestimmt. Die Mithörschwelle bei der Präsentation von vorne beträgt in der Gesamtgruppe im Mittelwert 64,0 dB (siehe Tabelle 5).

Bei 68,8% der Probanden liegt die Mithörschwelle im Bereich von 62,5-64,9 dB (siehe Abbildung 4).

Im Bereich von 65-67,4 dB liegen weitere 28,6% der Probanden. Dies bedeutet, innerhalb eines 5 dB Bereiches (62,5-67,4 dB) befinden sich fast alle (97,4%) der Ergebnisse der Probanden. Nur zwei Probanden fallen nicht in diesen umschriebenen 5 dB Bereich sondern verteilen sich in die jeweils direkt angrenzenden Intervalle.

Tabelle 5 Überblick über die drei Mithörschwellen (MHS) in der Gesamtgruppe im beidohrigen Zahlentest im Störgeräusch (BZT)

	MHS – v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Stichprobengröße	N=77	N=77	N=77
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	57,8 (2,4)	57,9 (2,5)	64,0 (1,1)
Median	57,9	58,0	63,6

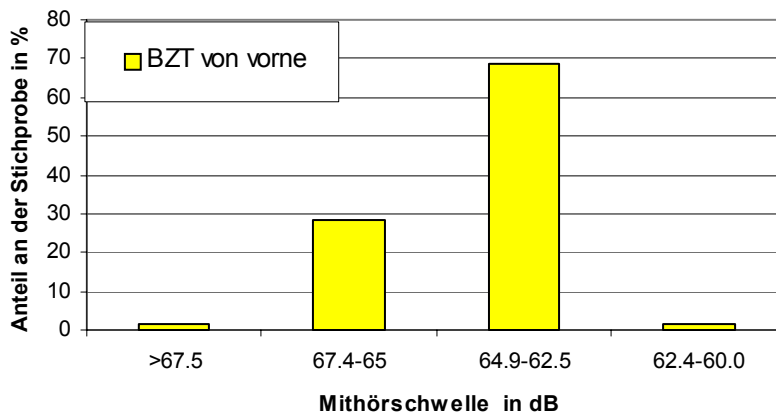


Abbildung 4 Mithörschwelle (in dB) des BZT für die Gesamtgruppe, Ergebnisse bei der Präsentation der Zahlenreihe von vorne, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/ Gesamtgruppe (N=77)

Die von rechts und die von links ermittelten Mithörschwellen (57,8 dB und 57,9 dB) sind erwartungsgemäß wesentlich geringer als die Mithörschwelle von vorne (64,0 dB; siehe Tabelle 5). Geringer bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Ergebnisse bei den beiden binauralen Hörsituationen deutlich besser sind.

Bei der Betrachtung der Standardabweichungen lässt sich erkennen, dass bei den Ergebnissen von vorne die Standardabweichung nur etwa halb so hoch (1,1 dB) ist, verglichen mit der Standardabweichung von rechts bzw. links (2,4 dB; 2,5 dB, siehe Tabelle 5).

Die höhere Standardabweichung wird anschaulich bei Betrachtung der Streuung der prozentualen Verteilung der Mithörschwellen (siehe Abbildung 5). Beim BZT von vorne liegen alle Probanden in dem 5 dB Bereich (62,5-67,4 dB).

Im Gegensatz dazu liegt bei den Ergebnissen von rechts bzw. von links ein Anteil von rund 20% außerhalb des Hauptbereiches.

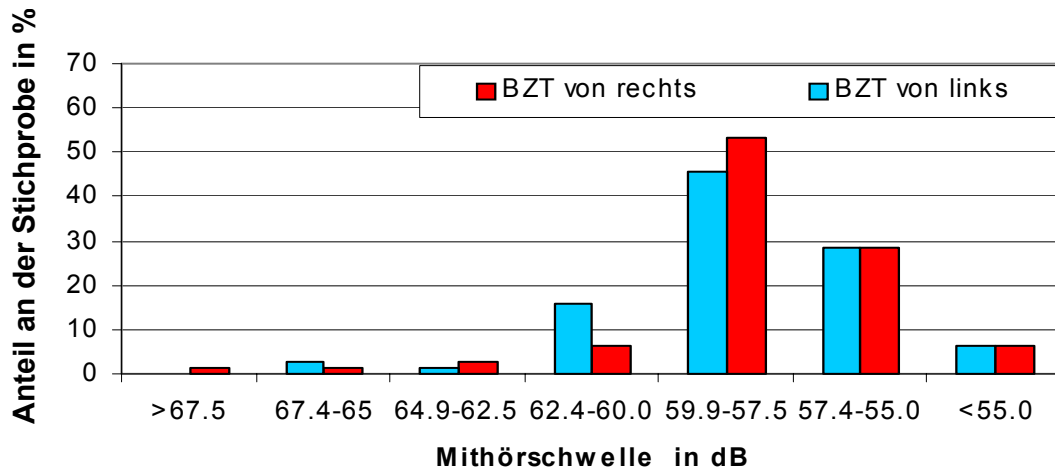


Abbildung 5 Mithörschwelle (in dB) des BZT für die Gesamtgruppe; aufgeteilt in die Ergebnisse beim Angebot der Zahlenreihe von rechts und von links, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/Gesamtgruppe (N=77)

Etwa 50% aller getesteten Probanden haben ihre Mithörschwelle im Bereich von 57,5-59,9 dB . Weitere knapp 30% liegen im Bereich zwischen 55-57,4 dB. Innerhalb dieses knapp 5 dB umfassenden Bereiches (von 55-59,9 dB) sind demnach ca. 80% der Mithörschwellen aller Probanden verteilt. Die jeweils direkt angrenzenden Bereiche (<55 dB bzw. 60-62,4 dB) umfassen je rund 10% der gesamten Stichprobe. Die restlichen Prozent verteilen sich auf den Bereich über 62,5 dB.

Im Vergleich zu den hier dargestellten Ergebnissen bei Schulkindern, stehen die Ergebnisse von Sauer bei Erwachsenen (Sauer, 1991). Sauer konnte herausfinden, dass die Mithörschwellen von vorne bei rund 63 dB und von der Seite bei 52 dB liegen. Die durchschnittliche Differenz der Mithörschwellen liegt bei Erwachsenen also im Bereich um 10 dB.

Das **Selektionsvermögen**, als Differenz zwischen den Mithörschwellen von vorne zu rechts bzw. von vorne zu links, wurde für jeden einzelnen Probanden bestimmt und anschließend gemittelt mit Berechnung der Standardabweichung (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6 Aussage über das Selektionsvermögen: Differenzen der Ergebnisse im BZT nach Sauer in der Gesamtgruppe (N=77)

	Differenz vorne- rechts	Differenz vorne- links	Differenz rechts- links
Stichprobengröße	N=77	N=77	N=77
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	6,2 (2,2)	6,0 (2,2)	1,2 (1,1)
Median	6,0	5,8	0,8

Dabei ergibt sich für die Differenz von vorne zu rechts ein ähnlicher Wert (6,2 dB) wie bei der Differenz von vorne zu links (6,0 dB). Die Differenz von rechts zu links ist mit 1,2 dB geringer als die anderen betrachteten Differenzen der Mithörschwellen.

Tabelle 7 Rang- Korrelationskoeffizient (nach Spearman) zwischen den Ergebnissen im BZT sowie dem Alter, der Anzahl der Schulmonate und dem sprachfreien IQ in der Gesamtgruppe (N=77)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS- v. vorne
Alter in Monaten	-0,32 **	0,14	-0,02
Anzahl der Schulmonate	-0,36 **	-0,20	-0,07
Sprachfreier IQ	0,19	0,21	-0,05

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; zweiseitige Testung;

Ermittelt man den linearen Zusammenhang zwischen den Mithörschwellen einerseits und dem Alter in Monaten, der Anzahl der Schulmonate und den Ergebnissen des sprachfreien IQ andererseits, ergeben sich positive und negative Korrelationen (siehe Tabelle 7).

Signifikant ist lediglich die Korrelation der Mithörschwellen des BZT von rechts mit dem Alter in Monaten und der Anzahl der Schulmonate, beide dieser Korre-

lationen sind negativ. Dies bedeutet, je älter die Probanden werden, desto niedrigere dB Pegel der Teststimuli werden noch verstanden und somit bessere Ergebnisse beim BZT erreicht.

Beim sprachfreien IQ ergeben sich schwach positive Zusammenhänge, welche allerdings das Signifikanzniveau verfehlen.

Um die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des BZT und dem Lebensalter nochmals zu verdeutlichen wurden die Probanden in zwei Gruppen aufgeteilt (jeweils jünger und älter als 9 Jahre). Bei der älteren Gruppe verfehlen die Mittelwerte der Mithörschwellen mit 1 dB Unterschied zur jüngeren Gruppe nur knapp das Signifikanzniveau (t-Test für unabhängige Stichproben, $p < 0,10$).

Bei den anderen Messbedingungen (von rechts bzw. von links) zeigen sich ebenfalls Leistungsverbesserungen mit zunehmendem Lebensalter, allerdings unterscheiden sich die Mittelwerte der Mithörschwellen nicht signifikant voneinander (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8 Mithörschwelle (in dB) im BZT bezogen auf das Alter der Probanden in Monaten, dichotomisiert am Median (108 Monate); N= Stichprobengröße

Alter in Monaten	N	MHS – v. rechts	MHS – v. links	MHS– v. vorne
≤108 (Standardabweichung)	36	58,4 (1,8)	58,4 (2,3)	64,1 (1,1)
>108 (Standardabweichung)	41	57,4 (2,8)	57,5 (2,6)	64,0 (1,2)

3.1.2 Ergebnisse der LRS-Gruppe

Die Mithörschwelle bei der Präsentation von vorne ist in der LRS-Gruppe im Vergleich zur Gesamtgruppe nahezu identisch. Der Mittelwert beträgt 64,2 dB (siehe Tabelle 9). Der Median liegt bei 63,8 dB.

Verglichen mit den Mittelwerten und dem Median der Gesamtgruppe lassen sich keine erheblichen Unterschiede aufzeigen (siehe Tabelle 5, Kapitel 3.1.1).

Tabelle 9 Mithörschwelle (in dB) in der LRS-Gruppe im BZT

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Stichprobengröße	N= 28	N= 28	N= 28
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	57,3 (2,5)	57,6 (3,0)	64,2 (1,2)
Median	57,7	57,9	63,8

Beim Hören von vorne liegt der größte Anteil der Probanden der LRS-Gruppe, nämlich 65%, im Bereich 62,5- 64,9 dB. Bei den restlichen 35% der LRS-Gruppe liegt die Mithörschwelle im Bereich 65- 67,4 dB. Somit liegen alle Probanden der LRS-Gruppe in einem umschriebenen knapp 5 dB umfassenden Bereich (62,5- 67,4 dB; siehe Abbildung 6).

Bei der Betrachtung der Mithörschwellen von vorne ist diese Tatsache besonders auffällig, da im Vergleich dazu innerhalb der Gesamtgruppe eine breitere Verteilung der Mithörschwellen vorliegt.

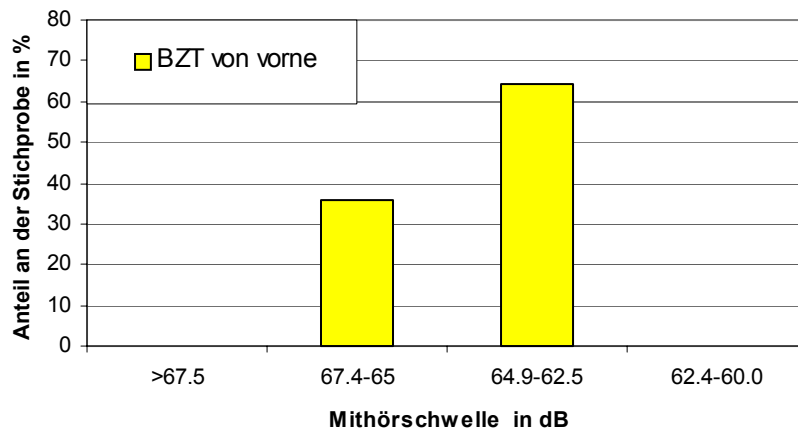


Abbildung 6 Mithörschwelle (in dB) des BZT für die LRS-Gruppe, Ergebnisse beim Angebot der Zahlenreihe von vorne, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/ LRS-Gruppe (N=28)

Werden die Zahlen von rechts oder von links angeboten (***binaurales Hören***), verringern sich die Mittelwerte auf 57,3 dB für rechts und 57,6 dB für links.

Wenn man die Standardabweichungen beider Mittelwerte betrachtet, sind diese mehr als doppelt so hoch, mit 2,5 dB für rechts und 3,0 dB für links, als die Standardabweichung für vorne mit 1,2 dB (siehe Tabelle 9).

Anschaulich wird diese höhere Standardabweichung insbesondere bei Betrachtung der prozentualen Verteilung der Mithörschwellen (siehe Abbildung 7).

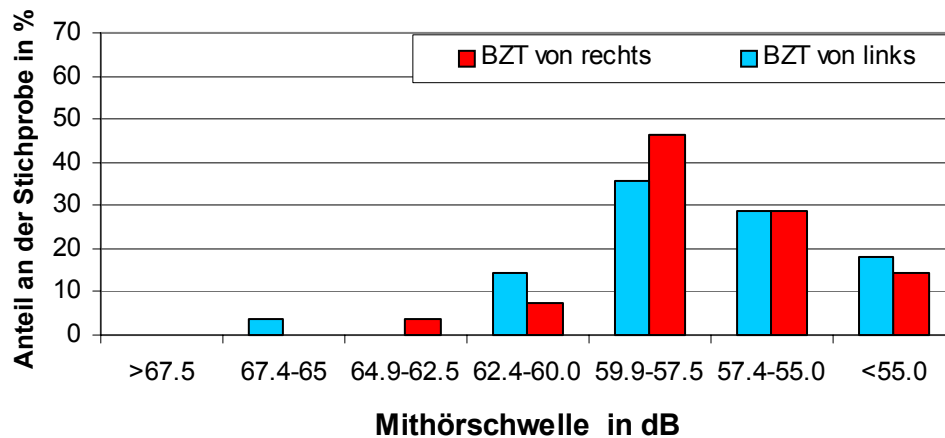


Abbildung 7 Mithörschwellen (in dB) des BZT für die LRS-Gruppe, aufgeteilt in die Ergebnisse beim Angebot der Zahlenreihe von rechts und von links, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/LRS-Gruppe (N=28)

Der größte Anteil der Probanden liegt mit den Mithörschwellen im Bereich 57,5-59,9 dB. Wobei sowohl bei einer Präsentation von rechts mit 46,4% als auch bei Präsentation von links mit 35,9% der prozentuale Anteil jeweils niedriger liegt als die entsprechenden Werte innerhalb der Gesamtgruppe.

Im Bereich von 55-57,4 dB sind die prozentualen Anteile bei der Präsentation von rechts: 28,6% und links: 28,7% nahezu identisch und mit denen der Gesamtgruppe vergleichbar (jeweils 28,6%).

Auffällig ist allerdings der verhältnismäßig hohe prozentuale Anteil aller Probanden im Bereich <55 dB mit 14,3% für rechts und 18% für links. Dies bedeutet, dass einige Probanden der LRS-Gruppe niedrigere Mithörschwellen als innerhalb der Kontrollgruppe haben.

Tabelle 10 Aussage über das Selektionsvermögen: Differenzen der Ergebnisse im BZT nach Sauer in der LRS-Gruppe

	Differenz vorne- rechts	Differenz vorne- links	Differenz rechts- links
Stichprobengröße	N=28	N=28	N=28
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	6,8 (2,4)	6,4 (2,4)	1,1 (1,2)
Median	6,5	6,2	0,7

Das **Selektionsvermögen**, also die Differenz der Mithörschwellen von vorne zu rechts (6,8 dB) bzw. zu links (6,4 dB) ist in der LRS-Gruppe geringfügig besser als in der Gesamtgruppe, allerdings ohne signifikanten Aussagewert (siehe Tabelle 10). Die Differenz von rechts zu links ist mit 1,1 dB vergleichbar gering zu den entsprechenden Differenzen innerhalb der Gesamtgruppe.

Tabelle 11 Rang- Korrelationskoeffizient (nach Spearman) zwischen den Ergebnissen im BZT sowie dem Alter, der Anzahl der Schulmonate und dem sprachfreien IQ in der LRS-Gruppe (N=28)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Alter in Monaten	-0,25	-0,14	-0,22
Anzahl der Schulmonate	-0,32	-0,24	-0,18
Sprachfreier IQ	0,25	0,24	-0,15

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; zweiseitige Testung;

In der LRS-Gruppe zeigen sich wiederum positive und negative Korrelationen, wobei zwischen den Mithörschwellen einerseits und dem Alter in Monaten, der Anzahl der Schulmonate und dem sprachfreien IQ andererseits keine signifikanten Zusammenhänge zu finden sind.

Dies gilt für alle durchgeführten Messbedingungen des BZT (siehe Tabelle 11).

3.1.3 Ergebnisse der Kontrollgruppe

Bei der Kontrollgruppe liegt die Mithörschwelle im BZT beim Angebot von vorne in derselben Größenordnung wie bei der LRS-Gruppe bzw. der Gesamtgruppe. Der Mittelwert liegt bei 64,0 dB. Der Median beträgt 63,6 dB (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 Mithörschwellen (in dB) im BZT in der Kontrollgruppe

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Stichprobengröße	N= 49	N= 49	N= 49
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	58,1 (2,3)	58,1 (2,1)	64,0 (1,1)
Median	58,0	58,0	63,6

Ein Anteil von 71,3% der Probanden aus der Kontrollgruppe hat seine Mithörschwelle beim BZT beim Angebot von vorne, im Bereich von 62,5-64,9 dB. Etwa 25% der Probanden aus der Kontrollgruppe weisen ihre Mithörschwelle in dem höheren Bereich von 65-67,4 dB auf (siehe Abbildung 8).

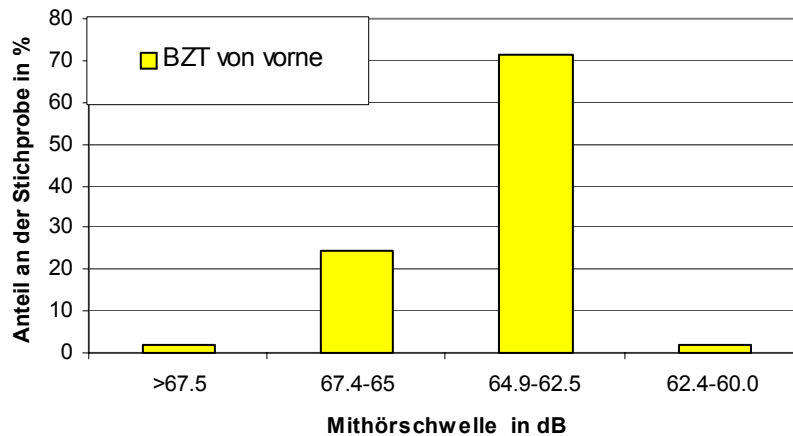


Abbildung 8 Mithörschwelle (in dB) des BZT für die Kontrollgruppe, Ergebnisse beim Angebot der Zahlenreihe von vorne, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/ Kontrollgruppe (N=49)

Die Ergebnisse der Probanden sind fast vollständig (95,5%) zwischen 62,5 und 67,4 dB zu finden. Daran angrenzend, sowohl nach oben wie nach unten, ist nur noch 1 Proband vertreten, was sich hier in einem prozentualen Anteil von 2% darstellt.

Beim **binauralen Hören** (von rechts oder von links) ergeben sich auch bei der Kontrollgruppe niederere Mittelwerte bei den Mithörschwellen im BZT als von vorne (siehe Tabelle 12). Beim Hören von rechts und von links liegt der Mittelwert jeweils bei 58,1 dB. Auch hier sind die Standardabweichungen doppelt so hoch wie bei den Ergebnissen des BZT von vorne. Durch die höhere Standardabweichung ist auch die Streuung der prozentualen Verteilung der Mithörschwellen breiter. Dieser Sachverhalt lässt sich in der grafischen Darstellung erkennen (siehe Abbildung 9).

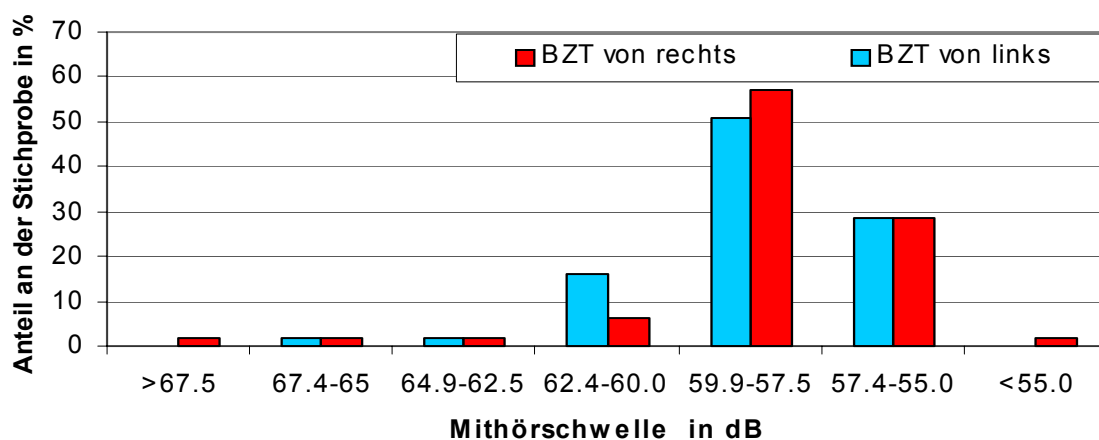


Abbildung 9 Mithörschwelle (in dB) des BZT für die Kontrollgruppe, aufgeteilt in die Ergebnisse beim Angebot der Zahlenreihe von rechts und von links, dargestellt als prozentualer Anteil der Stichprobe/ Kontrollgruppe (N=49)

Über 50% aller Probanden der Kontrollgruppe weisen eine Mithörschwelle im Bereich 57,5-59,9 dB sowohl für rechts (57,2%) als auch für links (51%) auf. Prozentual gesehen sind in diesem Bereich innerhalb der Kontrollgruppe mehr Probanden vertreten als in der LRS-Gruppe. Eine Mithörschwelle zwischen 55

und 57,4 dB haben knapp 30% aller Probanden der Kontrollgruppe. Dies ist mit den Daten der LRS-Gruppe vergleichbar.

Überraschenderweise liegen im Bereich <55 dB bei der Kontrollgruppe fast keine Ergebnisse der Mithörschwelle vor.

Tabelle 13 Aussage über das Selektionsvermögen: Differenzen der Ergebnisse im BZT nach Sauer in der Kontrollgruppe

	Differenz vorne- rechts	Differenz vorne- links	Differenz rechts- links
Stichprobengröße	N=49	N=49	N=49
Mittelwert (dB) (Standardabweichung)	5,9 (2,0)	5,8 (2,1)	1,2 (1,0)
Median	5,9	5,6	1,1

Das **Selektionsvermögen** als Differenz zwischen dem Ergebnis der Mithörschwellen von vorne zu rechts ist mit 5,9 dB wesentlich niedriger als bei der LRS-Gruppe (6,8 dB), allerdings ohne das Signifikanzniveau zu erreichen. Bei der Differenz von vorne zu links ist der Wert mit 5,8 dB nahezu identisch zum Wert von vorne zu rechts und wiederum nicht signifikant unterschieden zu dem entsprechenden Wert der LRS-Gruppe (6,4 dB).

Tabelle 14 Rang- Korrelationskoeffizient (nach Spearman) zwischen den Ergebnissen im BZT sowie dem Alter, der Anzahl der Schulmonate und dem sprachfreien IQ in der Kontrollgruppe (N=49)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Alter in Monaten	-0,43 *	-0,16	0,09
Anzahl der Schulmonate	-0,42 *	-0,19	0,04
Sprachfreier IQ	0,16	0,21	0,11

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; zweiseitige Testung;

Bei Betrachtung der linearen Zusammenhänge zwischen der Mithörschwelle der verschiedenen Messbedingungen und dem Alter in Monaten, zu den Schulmonaten und dem sprachfreien IQ sind sowohl positive als auch negative Korrelationen zu erkennen. Allerdings liegt, wie auch bei der Gesamtgruppe,

nur zwischen den Mithörschwellen bei Präsentation von rechts und dem Alter in Monaten bzw. der Anzahl der Schulmonate eine signifikante Korrelation vor. Zum sprachfreien IQ ist keine Signifikanz erkennbar. Beim BZT von links bzw. von vorne lässt sich keine signifikante Korrelation nachweisen, weder zum Alter in Monaten, den Schulmonaten noch zum sprachfreien IQ.

3.1.4 Vergleich LRS-Gruppe mit Kontrollgruppe

Beim Vergleich der Mithörschwelle der LRS-Gruppe und der Kontrollgruppe zeigen sich, nach Durchführung eines Gruppenvergleichs mit Hilfe eines nonparametrischen Verfahrens (Wilcoxon-Test), bei keiner der Untersuchungsbedingungen des BZT signifikante Unterschiede (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15 Mithörschwelle im BZT nach Sauer innerhalb der LRS-Gruppe und der Kontrollgruppe

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
LRS-Gruppe (N=28)			
Mittelwert (dB)	57,3	57,6	64,2
Standardabweichung (dB)	2,5	3,0	1,2
Median (dB)	57,7	57,9	63,8
Kontrollgruppe (N=49)			
Mittelwert (dB)	58,1	58,1	64,0
Standardabweichung (dB)	2,3	2,1	1,1
Median (dB)	58,0	58,0	63,6
Vergleich von LRS- und Kontrollgruppe	ns	ns	ns

ns= nicht signifikant ($p > 0.05$); zweiseitige Testung; nonparametrischer Test

Tabelle 16 Aussage über das Selektionsvermögen: Differenzen der Ergebnisse im BZT nach Sauer in der LRS-Gruppe und Kontrollgruppe

	Differenz vorne- rechts	Differenz vorne- links	Differenz Rechts- links
LRS-Gruppe (N=28)			
Mittelwert (dB)	6,8	6,4	1,1
Standardabweichung (dB)	2,4	2,4	1,2
Median (dB)	6,5	6,2	0,7
Kontrollgruppe (N=49)			
Mittelwert (dB)	5,9	5,8	1,2
Standardabweichung (dB)	2,0	2,1	1,0
Median (dB)	5,9	5,6	1,1
Vergleich von LRS- und Kontrollgruppe	ns	ns	ns

ns= nicht signifikant ($p > 0.05$); zweiseitige Testung; nonparametrischer Test

3.2 Sonstige Testverfahren

3.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe

Der Vergleich der Testverfahren zur Sprachentwicklung der Kinder (siehe Kapitel 2) mit den Ergebnissen des BZT mit Hilfe des Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman ergibt für die Gesamtgruppe eine signifikante, allerdings niedrige negative Korrelation mit dem Subtest „Lautsynthese“ aus dem PET mit signifikanter Aussage. Je besser die Ergebnisse in der Lautsynthese waren, desto besser waren die Ergebnisse des BZT von rechts und von links (d.h.: niedrigere Mithörschwellen). Dies gilt sowohl für die Ergebnisse des BZT von rechts als auch von links, aber nicht für den BZT von vorne (siehe Tabelle 17).

Alle übrigen verwendeten Testverfahren, wie „Zahlennachsprechen“ aus dem K-ABC, „Imitation von Sätzen“ aus dem HSET, „Wörter ergänzen“ aus dem PET, Mottier (ZLT) und der Feldmann-Test zeigen keine signifikante Korrelation zu den Ergebnissen des BZT.

Tabelle 17 Rang-Korrelationskoeffizienten (Spearman) für die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des BZT und auditiv-sprachlichen Leistungen; Gesamtgruppe (n= 77)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Zahlennachsprechen (K-ABC)	0,00	0,00	0,05
Imitation v. Sätzen (HSET)	-0,16	-0,11	-0,15
Wörter ergänzen (PET)	-0,15	-0,05	-0,15
Lautsynthese (PET)	-0,29*	-0,24*	-0,17
Mottier (ZLT)	-0,10	-0,14	-0,06
Feldmann-Test	-0,16	-0,15	-0,10

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; zweiseitige Testung;

3.2.2 Ergebnisse der LRS-Gruppe

In Bezug auf die Lautsynthese ergeben sich ähnliche Korrelationskoeffizienten, allerdings mit nicht signifikanten Werten. Dies lässt sich durch die unterschiedliche Stichprobengröße erklären.

Für die LRS-Gruppe ergibt sich beim Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman zwischen den Ergebnissen im BZT und den auditiv sprachlichen Leistungen lediglich an einer Stelle ein Zusammenhang. Dies betrifft die Ergebnisse des BZT von rechts und die „Imitation von Sätzen“ aus dem HSET.

Alle übrigen berechneten Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman zu den Ergebnissen des BZT sowohl von rechts bzw. links, als auch von vorne stellen keine signifikanten Werte dar (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18 Rang-Korrelationskoeffizienten (Spearman) für die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des BZT und auditiv-sprachlichen Leistungen; LRS-Gruppe (n= 28)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS – v. vorne
Zahlennachsprechen (K-ABC)	-0,22	-0,02	-0,26
Imitation v. Sätzen (HSET)	-0,43*	-0,23	-0,39
Wörter ergänzen (PET)	-0,04	0,14	-0,23
Lautsynthese (PET)	-0,28	-0,28	-0,07
Mottier (ZLT)	-0,41	-0,41	-0,28
Feldmann-Test	-0,18	-0,02	-0,2

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; zweiseitige Testung;

3.2.3 Ergebnisse der Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe ergeben sich keinerlei Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des BZT, sowohl von rechts bzw. links, als auch von vorne und den auditiv sprachlichen Leistungen im Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman (siehe Tabelle 19).

Tabelle 19 Rang-Korrelationskoeffizienten (Spearman) für die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des BZT und auditiv-sprachlichen Leistungen; Kontrollgruppe (n= 44)

	MHS - v. rechts	MHS - v. links	MHS - v. vorne
Zahlennachsprechen (K-ABC)	0,17	-0,01	0,21
Imitation v. Sätzen (HSET)	-0,09	-0,13	-0,18
Wörter ergänzen (PET)	-0,21	-0,17	-0,13
Lautsynthese (PET)	-0,21	-0,18	-0,24
Mottier (ZLT)	0,05	-0,03	-0,01
Feldmann-Test	-0,23	-0,2	-0,13

Anmerkung: Signifikanzgrenze * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; zweiseitige Testung;

3.2.4 Vergleich LRS-Gruppe mit Kontrollgruppe

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass in der LRS-Gruppe die sprachlichen Kompetenzen Einfluss auf die Ergebnisse des BZT nehmen.

Wenn beim Ergebnis des BZT eine Auffälligkeit erkennbar ist, muss der gesamte Zusammenhang nochmals in Bezug auf die gesamt-sprachlichen Leistungen der Probanden untersucht und beurteilt werden.

Hervorzuheben ist die signifikante Korrelation zwischen BZT von rechts bzw. von links mit dem Subtest „Lautsynthese“ aus dem PET bei der Gesamtgruppe. Insbesondere weil diese Ergebnisse in den Einzelgruppen (LRS- und Kontrollgruppe) nicht nachweisbar sind. Für die Beurteilung der Signifikanzen im Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman ist die Größe der Gruppen erheblich. Diese waren für die Gesamtgruppe $N=77$; für die LRS-Gruppe $N=28$ und für die Kontrollgruppe $N=49$. Die verschiedene Größe könnte als Erklärung für die Abweichung der Gesamtgruppe von der LRS-Gruppe bzw. der Kontrollgruppe dienen.

4 Diskussion

4.1 Einsetzbarkeit des BZT bei Schulkindern

In dieser Untersuchung ließ sich der BZT problemlos bei Schulkindern im Alter von 8 bis 10 Jahren durchführen. Es traten weder beim Verständnis der Testinstruktionen, bei der Testdurchführung, noch beim Umgang mit der technischen Ausrüstung Schwierigkeiten auf. Allgemein ist im Rahmen der Untersuchung zu keinem Zeitpunkt der Verdacht aufgekommen, dass die Kinder während der verschiedenen Testreihen erheblichen psychischen und physischen Belastungen ausgesetzt waren. Durch die strukturierte Organisation mit genügend Pausen und einer anschließenden kleinen Entlohnung wurde der Untersuchungsablauf von keinem der Kinder unterbrochen oder gar abgebrochen.

Auf verschiedene Dinge sollte allerdings vor bzw. während des Versuchsablaufes geachtet werden: Bei Testverfahren, die am Audiometer durchgeführt werden, sollte bei der technischen Ausrüstung darauf geachtet werden, dass der Kopfhörer in seiner Größeneinstellung variabel und die Polsterung ausreichend ist. Dies sollte nicht unterschätzt werden, da Kinder sonst eventuell zu sehr vom Testablauf abgelenkt sein könnten.

Ein Ziel dieser Untersuchung war herauszufinden, ob die Differenz zwischen dem monauralen und dem **binauralen Hörvermögen** bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen geringer ist.

In den Untersuchungen von Sauer (1991) ergaben sich bei Erwachsenen deutliche Unterschiede zwischen binauralem und monauralem Hörvermögen im Störgeräusch im Bereich von rund 10 dB. Bereits in den Untersuchungen von Baumann (1999) zeigte sich, dass bei 33 von 108 betrachteten Kindern im Alter von 4,6 Jahren bis 14,3 Jahren (Mittel 8,5 Jahre) mit normaler Intelligenz und unauffälligem Tonaudiogramm die Mithörschwellen im Vergleich zu den Werten von Erwachsenen um mindestens 3 dB angehoben sind.

Höhere Mithörschwellen fanden sich auch in der hier durchgeführten Untersuchung. Der binaurale Hörgewinn betrug bei Kindern gegenüber dem monaura-

len Hörvermögen beidseits durchschnittlich 5,5 dB. Dies bestätigt die Vermutung, dass der binaurale Hörgewinn bei den getesteten Grundschulkindern deutlich geringer ist als bei Erwachsenen.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass im Alter zwischen 8 und 10 Jahren die altersabhängige Entwicklung des binauralen Hörgewinnes wahrscheinlich noch nicht abgeschlossen ist. Ab welchem Alter Kinder das binaurale Hörvermögen von Erwachsenen erreichen, konnte im Rahmen dieser Studie nicht geklärt werden, da die Altersspanne der Probanden a priori auf 8 bis 10 Jahre festgelegt wurde. Allerdings war diese Frage auch nicht Gegenstand und Ziel der durchgeführten Untersuchungen. Zur Beantwortung der Frage sind weitere Querschnitts- oder Längsschnittstudien erforderlich, die unter expliziter Berücksichtigung von Perzeptionsstrategien klären, ab welchem Lebensalter sich bei Kindern das binaurale Hören dem Erwachseneniveau annähert. In diesen Untersuchungen sollten Kinder in ihrem gesamten Entwicklungsverlauf getestet werden, also vom frühen Schulalter bis zu einem Alter von ca. 15-16 Jahren.

Der BZT soll in erster Linie quantitativ erfassen, wie gut bekannte sprachliche Stimuli (Zahlenwörter) unter verschiedenen Störgeräuschbedingungen verstanden werden und welcher Hörgewinn beim binauralen Hören im Störgeräusch nachweisbar ist. Darüber hinaus sollte in dieser Studie anhand eines Extremgruppenvergleichs geklärt werden, ob sich mit dem BZT bei Kindern mit Schulleistungsstörungen (LRS-Gruppe) besondere Defizite in der Sprachperzeption von Zahlenwörtern bei Störgeräuschen sowie im binauralen Hören erkennen lassen. Das Testverfahren wurde primär für Erwachsene entwickelt und bisher erst in einer empirischen Untersuchung bei Kindern eingesetzt (Baumann, 1999). Eine konstrukt-konforme Interpretation der Testergebnisse im BZT steht in engem Zusammenhang mit der Frage, ob sich signifikante Zusammenhänge mit Testverfahren nachweisen lassen, die verschieden komplexe sprachliche und allgemein kognitive Verarbeitungsprozesse erfassen. Bei Grundschulkindern, deren kognitive und sprachliche Entwicklung dynamisch verläuft, ist vorrangig zu klären, ob sich klinisch bedeutsame Zusammenhänge mit der Intelligenz sowie verschiedenen Aspekten der sprachlichen Entwicklung nachweisen lassen.

Es zeigten sich sowohl in der Gesamtgruppe, als auch in beiden Untersuchungsgruppen schwach positive Korrelationen zwischen den verschiedenen BZT-Ergebnissen und dem IQ, der im Rahmen dieser Untersuchung mit zwei nonverbalen Testverfahren ermittelt wurde. Die Korrelationskoeffizienten verfehlten jedoch deutlich das Signifikanzniveau. Da die Signifikanzgrenzen von der Stichprobengröße abhängen (d.h. je größer die Stichprobe, desto eher wird auch ein vergleichsweise niedriger Korrelationskoeffizient signifikant) kann jedoch bei einem deutlich größeren Stichprobenumfang wahrscheinlich mit einem signifikant positiven (wenn auch niedrigen) Zusammenhang zwischen IQ und BZT-Ergebnissen gerechnet werden. Allerdings zeigt die Höhe der jetzt ermittelten Korrelationskoeffizienten (Gesamtgruppe: siehe Tabelle 7; LRS-Gruppe: siehe Tabelle 11; Kontrollgruppe: siehe Tabelle 14), dass der lineare Zusammenhang sich auf einem sehr niedrigen Niveau bewegt und bei der hier vorliegenden geringen aufgeklärten Varianz der IQ bei der Interpretation klinischer und wissenschaftlicher Fragestellungen höchstwahrscheinlich vernachlässigt werden kann. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass in dieser Untersuchung nur Kinder mit IQ-Werten von 85 und mehr berücksichtigt wurden. Die oben getroffenen Schlussfolgerungen beziehen sich somit nur auf Kinder, deren IQ im Normalbereich liegt.

Die Ergebnisse des BZT korrelieren zum größten Teil nicht signifikant mit den in dieser Untersuchung erfassten anderen sprachlichen Leistungen (siehe Kapitel 3.2). Lediglich in der Gesamtgruppe lässt sich eine positive Korrelation mit der Fähigkeit zur "Lautsynthese" (PET) (siehe Tabelle 17) und in der LRS-Gruppe eine Korrelation mit der Variablen "Imitation von Sätzen" (HSET) (siehe Tabelle 18) nachweisen. Deshalb kann festgestellt werden, dass bei dem BZT auf Grund der geringen Korrelationen mit anderen sprachlichen Leistungen eine zufrieden stellende inhaltliche Validität vorliegt.

In der Untersuchung von Bradlow et al. (2003) ließ sich eine Korrelation zwischen den dort verwendeten Sätzen und anderen sprachlichen Leistungen ermitteln. Die Autoren untersuchten Kinder mit und ohne Lernschwierigkeiten und variierten den Sprachmodus. Zum einen wurde eine übliche und zum anderen

eine überdeutliche Aussprache gewählt. Vergleichbar mit unserem Testablauf wurden die vorgetragenen Sätze mit einem kontinuierlichen Störschall (weißes Breitbandrauschen) unterlegt. In ihrer Untersuchung wurde deutlich, dass Kinder mit Lernschwierigkeiten schlechtere Ergebnisse als Kinder ohne Lernschwierigkeiten hatten. Diese korrelativen Zusammenhänge lassen sich wahrscheinlich dadurch erklären, dass bei den verwendeten Teststimuli vollständige Sätze vorgesprochen wurden (im Gegensatz zu den einfachen Zahlenwerten im BZT). Deshalb basieren die beiden Testverfahren auf unterschiedlichen Aspekten der auditiven Wahrnehmung und sprachlichen Verarbeitung und können nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden.

Ein Aspekt ist bei der Interpretation des Satzverständlichkeitstests von Bradlow und Mitarbeitern vorrangig zu beachten. Wenn die Kinder in diesem Test ein schlechtes Ergebnis aufweisen, ist keine eindeutige Interpretation möglich. Rein aufgrund des Ergebnisses im Satzverständlichkeitstest kann nicht entschieden werden, ob die eigentliche Ursache des schlechten Ergebnisses tatsächlich an dem verminderten Hörvermögen im Störgeräusch liegt, oder eventuell auf einen nicht ausreichenden Wortschatz oder geringe grammatikalisch-syntaktische Kompetenzen zurückzuführen ist. Es kann lediglich festgestellt werden, dass Sprachperzeptionsdefizite vorliegen. Mit dem BZT kann dagegen festgestellt werden, ob ein Kind Schwierigkeiten mit der Sprachperzeption im Störgeräusch aufweist, da die Ergebnisse weitgehend unabhängig von komplexen sprachlichen Kompetenzen (Grammatik/ Wortschatz) sind.

Die von der Arbeitsgruppe um Bradlow (2003) angewendeten Testverfahren sind geeignet, Kinder mit Lernproblemen herauszufiltern. Wenn ein Kind besondere Schwierigkeiten hat, gesprochene Sätze im Störgeräusch zu wiederholen, deutet dies mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine grundlegende sprachliche Entwicklungsschwäche hin. Deshalb können die von Bradlow et al. verwendeten Testverfahren z.B. zur LRS-Basisdiagnostik herangezogen werden, wobei dann in weiteren Untersuchungen festgestellt werden muss, in welchen spezifischen sprachlichen bzw. auditiven Bereichen das jeweilige Kind Schwierigkeiten hat.

Der BZT ist in der LRS-Basisdiagnostik nur als ein ergänzendes Testverfahren einsetzbar, um Kinder mit spezifischen Defiziten im binauralen Hören zu erfassen. Es ist durchaus möglich, dass ein schulunauffälliges Kind unterdurchschnittliche Ergebnisse im BZT aufweist. In solch speziellen Fällen sollte dann allerdings genauer untersucht werden, ob das Kind eine normale periphere und monaurale Hörleistung aufweist. Wenn dahingegen bei einem Kind bereits eine LRS diagnostiziert wurde, ist es durchaus nützlich herauszufinden, ob eine eventuelle Sprachperzeptionsschwäche bei Störgeräuschen besteht. Das Ziel des BZT ist es herauszufinden, ob Kinder an einer spezifischen Teilleistungsschwäche leiden. Deshalb kann, auf Grund der hier ermittelten Ergebnisse der vorliegenden durchgeführten Untersuchung festgestellt werden, dass der BZT für eine weiterführende LRS-Diagnostik bei Kindern herangezogen werden kann.

4.2 Validität der verwendeten Testverfahren im Vergleich

Die inhaltliche Validität des BZT ist als gut zu werten. Vor allem die fehlende oder geringe Korrelation mit komplexen sprachlichen Leistungen konnte nachgewiesen werden. Das Ziel war es ein Testverfahren zur Verfügung zu haben, mit dem möglichst unabhängig von diversen anderen Komponenten wie IQ, die Hörfähigkeit bzw. Hörleistung von Kindern im Störgeräusch getestet werden kann.

Des Weiteren ist bei dem hier angewendeten BZT ein großer Vorteil, dass die Objektivität der Testdurchführung sehr gut ist und deshalb weder vom Testleiter, dem Untersuchungsort noch von anderen Dingen abhängig ist. Diese Tatsachen führen dazu, dass national vergleichbare Ergebnisse erzielt werden, welche dann zu einer einheitlichen Diagnostik beitragen können.

5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden explorativen Untersuchung war es, zu untersuchen, in wie weit die Hörleistungen normalhörender Schulkinder bei Störgeräuschen mit denen von Erwachsenen vergleichbar sind. Darüber hinaus lag der Untersuchung auch die Fragestellung zu Grunde, ob sich beim binauralen Hören die Verständlichkeit signifikant verbessert und ob dieser binaurale Hörgewinn altersabhängig ist.

Methodische Grundlage der Untersuchungen bildete der Beidohrige Zahlentest im Störgeräusch von Sauer (BZT), dessen divergente Validität beim Einsatz bei Schulkindern ebenfalls im Focus der Untersuchungen stand.

Anhand eines Extremgruppenvergleichs wurde untersucht, ob sich bei Kindern mit unterschiedlichen Schulleistungen differentielle Effekte zeigen. Der Stichprobenumfang betrug 28 Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörungen (LRS) aus bereits durchgeführten Untersuchungen an der Universitätsklinik in Tübingen, sowie 49 schulunauffällige Kinder aus den zweiten und dritten Klassen aus Regelgrundschulen mit einem Durchschnittsalter von 109 Monaten ($M = 9,1$ Jahre). Die Kinder wurden am Audiometer mit dem BZT von Sauer getestet.

Im BZT wurden in fest definierten Abständen Gruppen von Zahlenwörtern von rechts, von links und von vorne über Kopfhörer vorgetragen. Dem Zahlenvortrag ist ein konstant von vorne dargebotenes immer gleichlautes, kontinuierliches Rauschen mit einem Pegel von 70 dB hinterlegt.

Zur Ermittlung der sogenannten Mithörschwellen, d.h. denjenigen Pegeln in dB, bei denen noch 50% der vorgetragenen Zahlen von den Kindern verstanden werden, wurde die Lautstärke der Zahlen in Stufen um jeweils 5 dB abgesenkt. Die Ermittlung der Mithörschwellen wurde für die drei Untersuchungsbedingungen (Vortrag von rechts, links und vorne) durchgeführt. Für die Mithörschwellen lagen Referenzwerte für Erwachsene aus Untersuchungen von Sauer vor.

Mit weiteren Tests, z.B. dem SON-R 5,5-17 und dem CPM, wurden die sprachfreie Intelligenz sowie sequentiell-sprachliche Arbeitsgedächtnisleistungen der Kinder ermittelt.

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Kinder beim Hören von vorne ähnlich gute Leistungen wie Erwachsene erzielten.

Auch bei den Kindern stellte sich, wie bei Erwachsenen, ein deutlicher binauraler Hörgewinn (von rechts oder von links) ein. Jedoch war dieser Hörgewinn beiderseits um durchschnittlich 5,5 dB geringer als bei Erwachsenen. Die Ursache, warum die untersuchten 8- bis 10-jährigen Kinder noch nicht das Leistungsniveau von Erwachsenen erreichen, konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht ermittelt werden. Hierzu sind weitere, auf diese Fragestellung spezifisch abgestimmte Untersuchungen erforderlich, die unter expliziter Berücksichtigung von Perzeptionsstrategien klären, wann sich bei Kindern das binaurale Hörvermögen dem Erwachseneniveau angleicht.

Erhebliche Leistungsverbesserungen mit zunehmendem Lebensalter konnten in der Untersuchung nicht ermittelt werden. In einer einfaktoriellen Varianzanalyse zeigte sich bei den Kindern lediglich für das Hören von rechts eine geringfügige signifikante altersabhängige Leistungsverbesserung.

Die BZT-Ergebnisse korrelierten weder mit den Ergebnissen der Tests zur Ermittlung der sprachfreien Intelligenz noch mit den sequentiell-sprachlichen Gedächtnisleistungen.

Auch die Resultate der LRS- und Kontrollgruppe im Vergleich untereinander wiesen keine signifikanten Leistungsunterschiede auf.

In Hinblick auf die divergente Validität des BZT konnten die grundlegenden Anforderungen der Unabhängigkeit der Leistungsvarianz im BZT von der sprachfreien Intelligenz und der auditiv-sequentiellen Merkfähigkeit nachgewiesen werden. Im Gruppenvergleich der LRS- und Kontrollgruppe konnte sich jedoch keine differentielle Validität nachweisen lassen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen geben insgesamt keine Anhaltspunkte dafür, dass bei LRS-Kindern eine gravierende Störung in der auditiven Perzeptionsentwicklung vorliegt.

6 Literaturverzeichnis

- Angermaier, M.(1977)
Deutsche Bearbeitung des "Illinois Test of Psycholinguistic Abilities" von Samuel A. Kirk, James J. McCarthy und Winifred D. Kirk; 1968 University of Illinois Press, Urbana, USA.
1974 Beltz Test GmbH, Weinheim, 115-121
- Bauman, U. (1999)
Psychoakustischer, Melodien-Muster-Diskriminationstest und beidohriger Zahlentest im Störgeräusch
Zeitschrift für Audiologie, Supplementum II, 90-97
- Berger, R.; Macht, S.; Beimesche, H. (1998)
Probleme und Lösungsansätze bei der Auswertung des dichotischen Diskriminationstests für Kinder
HNO, 46,735-756
- Bradlow, A.R.; Kraus, N.; Hayes, E. (2003)
Speaking clearly for children with learning disabilities: sentences perception in noise. In: Journal of Speech, Language, and Hearing Research 46, 80-97
- Brady, S.; Shankweiler, D.; & Mann, V. (1983)
Speech perception and memory coding in relation to reading ability.
Journal of Experimental Child Psychology, 35, 345-367
- Bregman AS (1990)
Auditory Scene Analysis. The perceptual organisation of sound. Cambridge Massachusetts: MIT Press
- Bronzaft, A.L.; McCarthy, D.P. (1975)
The effects of elevated train noise on reading ability. In: Environment and Behaviour 7, 517-527
- De Maddalena, H.; Giebel, E. (2002)
Sprachperzeption bei Störgeräuschen: Eine entwicklungspsychologische Untersuchung. Beiträge zur 5.Tübinger Wahrnehmungskonferenz; TWK 2002, Knirsch Verlag Kirchentellinsfurt
- De Maddalena, H.; Watzlawick- Schumacher, M.; Arold, R. (2001)
Der dichotische Diskriminationstest von Feldmann in der Diagnostik von Kindern mit LRS
Laryngo- Rhino- Otol; 80:1-7

- Dilling H, Mombour W, Schmidt MH (1993)
 Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD 10 Kapitel V (F).
 Klinisch-diagnostische Leitlinien. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Ver-
 lag Hans Huber
- Esser, G. und Mitarbeiter (1994)
 Fehlhörigkeit, Sprachwahrnehmungsstörungen und LRS-
 Zusammenhänge?
 Bundesverband Legasthenie e.V. (Hrsg.) In: Legasthenie. Bericht über
 den Fachkongress 1993.
 Berlin: Bundesverband für Legasthenie,
- Feldmann, H. (1965)
 Dichotischer Diskriminationstest, eine Neue Methode zur Diagnostik zen-
 traler Hörstörungen
 Arch Ohr Nas Kehlk Heilk, 184, 294-320
- Graf, A.; Ortseifen, C. (1995)
 Statistische und grafische Datenanalyse mit SAS.
 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Grimm, H.; Schöler, H. (1991)
 Heidelberger Sprachentwicklungstest
 Verlag für Psychologie, Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen
- Grisseemann, H. (1983)
 Zürcher Lesetest-Förderdiagnostik bei gestörtem Schriftspracherwerb.
 Handanweisung. 5. , überarbeitete und ergänzte Auflage
 Zürich
- Hellbrück, J.; Fischer, M. (1999)
 Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch.
- Lehnhardt, E. (1987)
 Praxis der Audiometrie, 6., neubearbeitete und erweiterte Auflage; Georg
 Thieme Verlag Stuttgart, New York 1987
- Mayringer H, Wimmer H (1999)
 Kognitive Defizite lese-rechtschreibschwacher Kinder. Kindheit und Ent-
 wicklung 8: 141-146
- Melchers, P.; Preuß, U. (1991)
 K-ABC, Kaufman Assessment Battery for Children, Kaufman, A. (1983)
 deutschsprachige Fassung von Frankfurt a.M.
 Interpretationshandbuch
 Swets und Zeitlinger, Amsterdam, Lisse, Frankfurt a.M.

- 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)
- Moore BCJ (1997)
Introduction to the psychology of hearing (4th Edition). London: Academic Press
- Raven, J.C.; Court, J.; Raven, J.Jr. (1980)
Raven-Matrizen-Test, Manual 1976 J.C. Raven Ltd. Deutsche Bearbeitung von A. Schmidtke, S. Schaller und P. Becker,
1978 Beltz Test Gesellschaft Weinheim; 2. verbesserte Auflage 1980
- Sauer, U. (1991)
Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch: Prinzip- Anwendung- Ergebnisse. In: Kollmeier B (Hrsg.) *Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie*. Heidelberg: Median (122-136)
- Schick A, Klatte M, Meis M (2000)
Noise stress in classrooms. In: Schick A, Meis M, Reckhardt C (2000) *Contributions to psychological acoustics. Results of the 8th Oldenburg symposium on psychological acoustics*. Oldenburg: Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg (533-569)
- Schlöndorff, G.; Göpfert M., (1973)
Die Entwicklung des dichotischen Sprachverstehens.
Laryngol Rhinol 1973; 52:28-31.
- Snijders, J.Th.; Tellegen, P.J.; Laros, J.A., (1989)
Nicht-verbaler Intelligenztest S.O.N.-R 5.5-17; Verantwortung und Anleitung
Wolters-Noordhoff bv Groningen, The Netherlands, 16-24
- Warnke A, Hemminger U, Roth E, Schneck S (2002)
Legasthenie. Leitfaden für die Praxis. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe
- Westra Electronic GmbH (1988)
Audiometrie Disc Nr. 5 Dichotische Sprachtests
Wertingen: Westra
- Westra Electronic GmbH (1993)
Audiometrie Disc Nr. 12 Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch
Wertingen: Westra

7 Abkürzungsverzeichnis

BZT:	Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch
CPM:	Coloured Progressive Matrices
dD:	dichotischer Diskriminationstest
HSET:	Heidelberger Sprachentwicklungstest
HSET-IS:	Heidelberger Sprachentwicklungstest - Imitation grammatischer Strukturformen
IQ:	Intelligenzquotient
ISE:	Irrelevant Speech Effect
ITPA:	Illinois Test of Psycholinguistic Abilities
K-ABC-ZN:	Kaufman Assessment Battery for Children - Zahlennachsprechen
L:	Lautstärke
LR-Test:	Lese-Rechtschreib-Test
LRS:	Lese-Rechtschreib-Störung
PET:	Psycholinguistischer Entwicklungstest
PET-LV:	Psycholinguistischer Entwicklungstest - Laute Verbinden
PR:	Prozentrang
SON-R:	Snijders-Oomen Nonverbaler Intelligenztest
SPM:	Standard Progressive Matrizen

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei meinem „Doktorvater“ Prof. Dr. Ralf Arold und meinem Betreuer Dr. Harry de Maddalena für die vielen Stunden, die sie meinem Thema gewidmet haben und für die zahlreichen Anregungen und Hilfestellungen.

Ein besonderer Dank gilt auch den Kindern und deren Eltern, welche bereit waren an unserer Versuchsreihe teilzunehmen.

Großer Dank gilt meiner Familie und meinem Partner Markus Faiß, welche mich stets moralisch und seelisch unterstützt haben.

Lebenslauf

Geburtsdatum: 14. März 1978
Geburtsort: Tübingen
Eltern: PD Dr. Werner Giebel,
Diplombiologe (*02.06.1941, †15.11.2002)
Ulrike Giebel, geb. Nowak,
Chemotechnikerin, Altenpflegehelferin (*14.02.1943)
Geschwister: Simon Giebel
Zahnarzt (*11.04.1972)
Daniel Giebel
Diplombraumeister (*28.03.1974)
Familienstand: ledig
Konfession: röm. kath.

Schulbildung/Studium

1984 – 1988 Grund- und Hauptschule, Dußlingen
1988 – 1997 Carlo-Schmid-Gymnasium, Tübingen
Abschluß: Abitur 1997 (Gesamtnote: „gut“)
Nov. 1997 – Juli 1998 Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg
Studium der Zahnmedizin
(naturwissenschaftl. Vorprüfung)
Sept. 1998 – Juli 2003 Eberhard-Karls-Universität, Tübingen
Studium der Zahnmedizin
18. Juni 2003 Abschluß: Staatsexamen (Gesamtnote: „gut“)